2025년 한국프로젝트경영학회 & 한국혁신산업학회

공동학술대회 및 논문발표회

일시 : 2025년 7월 7일(월)~9일(수)

장소 : 제주대학교 아라컨벤션홀

한국프로젝트경영학회
KOREAN SOCIETY OF PROJECT MANAGEMENT

KiiS

2025년

한국프로젝트경영학회·한국혁신산업학회

공동학술대회 및 논문발표회 논문집

▶일시 : 2025년 7월 7일(월)~9일(수)

▶장소 : 제주대학교 아라컨벤션홀

아이티센엔텍 . SK브로드밴드 . 티에스라인시스템 . 올포랜드 . 세림TSG
SJ정보통신 . 하이제이컨설팅 . 오픈링크시스템 . 엠티데이타 . 네오브릭스
소프트아이텍 . 유진정보기술 . 대보정보통신 . 델타시스템 . 태진티엔에스
엘티메트릭 . 우성씨앤디 . 중소기업경영연구소 . 넥스알솔루션 . 튠시스템
이글루코퍼레이션 . 비온시이노베이터 . 트루본 . 한국정보기술 . 대흥정보
명화정보지리 . 한국주니퍼네트웍스 . 지앤소프트 . 케이티엔에프 . 웨이텍
우성정보기술 . 아이씨티웨이 . 루트온플러스 . 시너지온 . 에뽈국제인증원
젯트 . META3 . 케이에스솔루션 . 현솔루션 . 케이앤엑스 . 엔터정보기술

한국프로젝트경영학회 KOREAN SOCIETY OF PROJECT MANAGEMENT

(사)한국혁신산업학회

BIM데이터와 포인트 클라우드 데이터의 비교연구

김상철[1], 윤석헌[2*]
[1]한경국립대학교 디자인건축융합학부 교수
[2*]경상국립대학교 건축공학과 교수
e-mail : gfyun@gnu.ac.kr

Analysis of comparison between BIM data and Point cloud data

Sangchul Kim[1], Seokheon Yun[2*]
[1]Professor, School of Architecture & Design Convergence, Hankyong National University
[2*]Professor, Dept. of Architectural Engineering, Gyeongsang National University

요 약

본 연구는 BIM (Building Information Modeling)과 3D 레이저 스캐닝 기술을 활용하여 생성한 포인트 클라우드를 비교해 시공 오차를 정확하고 신속하게 판별하는 시스템을 개발하는 것을 목적으로 한다.

1. 서론

BIM (Building Information Modeling)은 설계, 시공, 토목, 설비, 환경 등 다양한 분야에 적용되어 건축물의 전생애주기 동안 생성된 정보를 통합하여 관리하는 기술로 활용되고 있다. 그렇지만 현재 BIM은 설계단계에서 설계도면을 기반으로 하여 모델이 구축되는데, 이렇게 구축된 모델은 실제 축조된 건물의 형상정보를 정확하게 파악하기 어렵다는 한계점이 있다. 이러한 문제를 해결하고 건물의 전생애주기에 걸쳐 BIM을 활용하기 위해 현실과 가장 가까운 데이터를 획득할 수 있는 드론, 3D 레이저 스캐닝 기술을 적용하여 획득한 실제 현장 건물 정보를 기반으로 BIM과 연동하여 비교, 분석하여 건설 관련 정보를 완성하거나 현 상태를 분석하는 등 3D레이저 스캐닝을 활용한 기술이 최근 각광받고 있다.[1,2]

또한, 레이저 스캐닝 기술은 건축에서 기존 건물 조건을 도면화 하는데 유용한 도구로 등장하여 기존에는 대부분 역사적인 건물의 현재 건설 조건을 평가하는 것이었으나 신규 프로젝트에서 시공의 필수 부분으로 사용될 수도 있다.[3]

본 연구는 기존 오차 측정 방식을 개선하기 위하여 BIM 데이터와 스캐닝 기술을 이용하여 얻은 포인트 클라우드 데이터를 수집하고 비교한다. 이를 통해 시공 오차를 기존의 방식에 비해 상대적으로 정확하고 신속하게 오차를 판별하는 시스템을 만들기 위한 목적으로 한다.

2. 이론적 고찰

2.1. 이론적 배경

포인트 클라우드는 3D 스캐닝 기술을 통해 생성된 데이터 포인트의 집합으로, 특정 물체나 환경의 3차원 형상을 나타 낼 수 있다. 각 포인트는 공간에서의 위치를 나타내며, 종종 색상 정보도 포함될 수 있다. 또한, 3D 스캐너는 이러한 포인트 클라우드를 생성하는 장비로, 레이저, 광학, 또는 구조광 기술을 사용하여 물체의 표면을 측정합니다. 3D 스캐너는 건축, 제조, 문화유산 보존 등 다양한 분야에서 활용되며, 정밀한 3D 모델링과 분석을 가능하게 할 수 있는 장점이 있다.

3. 데이터 생성

3.1. BIM 데이터 생성

BIM 데이터를 생성하기 위해 OO건물의 2D 도면을 활용하여 데이터 수집을 하였다. 도면을 확인한 결과 기둥 중심간의 거리는 7,450mm이며, 기둥의 일람표를 확인하여 기둥의 정보를 수집한다. 일람표를 확인한 결과, 기둥은 원형 모양의 철근콘크리트 기둥이며, 지름은 800mm이다. 2D 도면을 통하여 얻은 데이터를 바탕으로 BIM 모델을 생성한다. BIM 모델 구축환경은 BIM Tool 중 가장 대표적인 Autodesk 사에서 제공하는 Revit2024 프로그램을 사용하여 구축하였다. 우선 7,450mm 거리의 X1, X2 그리드를 구성하고, Y1 그리드를 생성하여 그리드의 교차점인 기둥의 위치를 표시하였다. 모델은 원형의 콘크리트 기둥을 사용하고, 유형편집을 통하여 지름을 800mm로 지정한다. 시공 위치를 중점으로 시공 오차를 확인하기 때문에 높이는 3,000mm로 설정하여 BIM 모델을 생성한다.

3.2. 3D 스캔 기기를 활용하여 포인트 클라우드 데이터 생성

포인트 클라우드 데이터를 생성하기 위하여 우선 외부 기둥 스캔을 진행한다. Leica사의 BLK 360 기기를 사용하여 스캔을 한다. 스캔은 총 9개의 각기 다른 위치에서 진행한다. 스캔한 데이터는 Leica 사의 Cyclone Field 360 어플리케이션을 통해 업로드 된다. BLK 360과 Cyclone Field 360 어플리케이션은 블루투스를 연결하여 사용하고, BLK 360에서 스캔한 파일은 Cyclone Field 360 어플리케이션에 실시간으로 업로드 되어 즉각 편집이 가능하다. 스캔 결과값 확인 및 인식 용이성 확보를 위해 편집을 한 스캔 데이터는 Leica사의 Cyclone REGISTER 360 프로그램에 업로드 한다. 그 후 9개의 스캔 위치를 맞추고 데이터를 결합하여 하나의 번들로 만든다. 위 과정을 통하여 만들어진 하나의 데이터를 Autodesk사의 Recap 프로그램으로 가져와 포인트 클라우드 데이터를 생성한다. 생성된 포인트 클라우드 데이터 중 연구에 필요한 외부 기둥 2개를 제외한 나머지 데이터를 편집한다.

4. BIM 데이터와 포인트 클라우드 데이터 비교 및 오차 확인

포인트클라우드 데이터생성을 위한 과정은 다음과 같다. 2D 도면 전환설계를 통하여 얻은 BIM 데이터와 Leica BLK 360 기기를 활용한 외부 기둥 스캔을 통하여 얻은 포인트 클라우드 데이터를 3ds Max 프로그램을 사용하여 불러온다. 불러온 각각의 데이터를 공장형 실험동의 모서리 부분을 기준으로 정렬시킨 후 c1, c2의 기둥의 원점 좌표를 구하였다. 좌표점은 3ds Max의 테이프 기능을 활용하여 측정하였다. BIM의 C1의 원점 좌표는 x, y(3600, -4000)로 도출되었고, C2의 원점 좌표는 x, y(11050, -4000)로 산출되었다. 포인트 클라우드의 C1의 원점 좌표는 x, y(3300, -4000)로 측정되었고, C2의 원점 좌표는 x, y(10950, -4010)로 도출되었다. 이를 비교해본 결과 C1 기둥의 원점의 오차값은 x축 300mm y축은 0mm, C2 기둥의 원점의 오차값은 x축 100mm, y축은 -10mm이다. 원점의 오차값은 C2 기둥의 y축 값이 10mm 정도 오차가 있지만, x축 오차값은 C1 기둥이 300mm로 C2 기둥 x축 오차값 보다 200mm 정도 높게 산출되었다. 다음으로 BIM 모델의 기둥과 포인트 클라우드 모델의 기둥의 반지름을 측정했다. 측정은 원점 좌표의 측정 방식과 같은 3ds Max의 테이프 기능을 사용하였다. BIM 모델의 C1, C2 기둥 반지름은 각각 400mm로 측정되었다. 포인트 클라우드 모델의 C1 기둥의 반지름은 418mm, C2 기둥의 반지름은 460mm로 측정되었다. 오차를 확인해본 결과 C1 기둥의 반지름의 오차값은 18mm, C2 기둥의 반지름의 오차값은 60mm이다. 오차값을 비교해본 결과, C2 기둥 반지름의 오차값이 C1 기둥 반지름의 오차값에 비해 42mm 더 크다고 도출되었다.

5. 결론

BIM 데이터와 포인트 클라우드 데이터를 비교해본 결과, C1 기둥과 C2 기둥 원점 좌표의 x, y 축의 오차는 각각 300mm, 0mm, 100mm, 10mm이다. C1 기둥 원점 좌표 x축의 오차값이 C2 기둥 원점 좌표의 x축 오차값보다 100mm 더 크며, C2 기둥 원점 좌표 y축의 오차값이 C1 기둥 원점 좌표의 y축 오차값보다 10mm 더 큰 것으로 조사되었다.

Acknowledgments

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (RS-2024-00338908).

참고문헌

[1] Y. I. Kim. (2017). An Oral Health Promotion Behavior Model for Adolescents. Journal of Innovation Industry Technology, 11(2), 129-142.
[2] G. D. Hong & H. K. Kim. (2022). Sensor-based convergence system in Ubiquitous Environment. Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 1-6.
[3] K.H. Kim & D.S. Lee (2020). A Study on Smart Quality Inspection Methods for Construction Work Using 3D Scanning. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 20(2), 191-198.
[4] J.Y. Kim & K.H. Kim (2022). A Case Study on Application of 3D Laser Scanning Technology to Measurement of Construction Precision in Building Structure Construction. Journal of the Architectural Institute of Korea, 38(4), 245-253.
[5] J.H. Kim, S.J. Park, Y.R. Hong & M. Noor (2023). Performance Comparison of Point Cloud Analysis Software for Construction Quality Management. Proceedings of the Architectural Institute of Korea Conference, 43(1), 967-977

어린이를 위한 가상 현실 (VR) 안전 교육 시뮬레이터

김성일[1], 김수민[1], 박원빈[1], 박세웅[1], 최은빈[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : rlatjd0303@naver.com

Virtual Reality (VR) Safety Training Simulator for Kids

Seong-il Kim[1], Soo-min Kim[1], Won-bin Park[1], Se-ung Park[1], Eun-bin Choi[1],
Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

최근 VR 기술의 발전은 교육 분야, 특히 어린이 안전 교육에 새로운 가능성을 제시하고 있다. 기존의 이론 중심 교육은 아이들의 흥미를 끌기 어렵고, 실제 위험 상황을 간접적으로만 학습하게 되는 한계가 있었다. 이에 따라 이 연구는 어린이들이 가상 현실 속에서 다양한 위험 상황을 직접 체험하고, 안전 수칙과 대처 방법을 학습할 수 있는 VR 기반 안전 교육 시뮬레이터의 개발을 제안한다. 이 시스템은 어린이들이 몰입감 있는 환경에서 실질적인 안전 의식을 기를 수 있도록 돕고, 실제 위기 상황 발생 시 올바르게 대처할 수 있는 능력을 향상시키는 데 목적을 두고 있다.

1. 서론

본 연구에서는 어린이를 위한 가상현실 (VR) 안전교육 시뮬레이터를 제안한다. 최근 가상현실(Virtual Reality, VR) [1] 기술은 다양한 산업 분야에서 활용 범위를 넓혀가고 있으며, 특히 교육 분야에서 그 효과가 입증되고 있다. 몰입형 학습 환경을 제공하는 VR은 사용자로 하여금 실제와 유사한 체험을 가능하게 하며, 그 결과 학습 내용의 이해도와 지속성을 높이는 데 탁월하다. 그림 1은 VR 기술이 사용되는 분야를 정리한 그림이다.

	활용 사례
엔터테인먼트	· 게임, 영화, 테마파크, 스포츠 등 분야에서 보는 것에서 체험하는 것으로, 혼자 체험하던 것에서 여러 사람이 동시에 참여할 수 있는 것으로 발전
교육	· 의료용 실습, 화재 현장 등 위험한 환경에서의 훈련 등
교통	· 위치인식 및 지도 생성(SLAM) 기술을 활용한 AR 웨이즈(AR Ways) 등 길찾기 앱
의료	· 알츠하이머 환자 간병인 교육 · 시각 장애인, 운동장애 환자의 보조 기기로 활용
전자상거래	· 가상 쇼핑몰과 자동 결제 시스템 - 페이스카웃(payscout), 아마존 등
고객서비스	· 고객의 쇼핑 경험을 강화하고, 소비자에게 편리함을 주는 서비스 제공 - 킴벌리-클라크(Kimberly-Clark), 파머스 보험(Farmers Insurance Group) 등
제조	· 제품 테스트, 조립, 수리, 모니터링 분야에 활용 - 포드자동차, 현대자동차 등
국방	· 군사 훈련에 사용

자료 : 산업연구원(KIET) 정리

Figure 1. VR use cases

실제로, 서울 소재 초등학교 6학년 105명을 대상으로 한 연구[2]에서는 VR 기반 수업 프로그램을 통해 학생들의 인지적 및 정의적 측면에서 유의미한 향상이 나타났다.

어린이 안전 교육[3]은 생애 초기의 안전 의식을 형성하는 중요한 교육이지만, 기존의 방식은 시청각 자료나 교재 위주의 전달형 교육에 그쳐 실질적인 체험이 어려웠다. 실제 위기 상황을 사전에 경험하기에는 한계가 있기 때문에, 가상현실을 통해 이를 대체하고자 하는 시도가 요구된다.

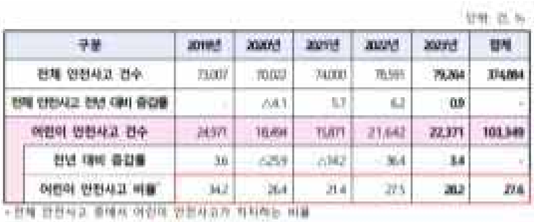
본 논문은 2절에서 교육의 목표 및 시스템 설계를 설명, 3절에서는 구현 과정을, 4절에서는 시스템 시안을 소개하고 결론을 제시한다.

2. 연구 내용

본 논문에서 제안하는 VR 시뮬레이터는 효과적이고 몰입이 가능한 학습을 가능하게 하며, 특히 어린이와 같은 저연령층에게는 직관적인 학습 경험을 제공하는 데 효과적이다. 사용자는 가상현실에서 다양한 시나리오를 체험할 수 있으며, 반복 학습이 가능하고, 행동 선택에 따른 결과 피드백을 통해 자연스럽게 학습 내용을 복기할 수 있다.

2.1. Goals of children's safety education

어린이 안전 교육은 위험 인식과 대응 능력을 기르는 데 있어 핵심적인 교육 영역이다. 그러나 기존의 이론 중심 교육 방식은 주의 집중 시간이 짧은 아동에게 몰입도와 학습 효과 측면에서 한계를 지닌다. 특히 화재, 교통사고, 낯선 사람과의 마주침과 같은 실제 위험 상황을 사전에 체험하게 하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 어린이 안전사고 비율이 증가하는 지금, 이를 대체할 수 있는 시뮬레이션 기반 교육이 요구된다. 그림 2는 2023년도 기준 최근 5년간 CISS에 접수된 어린이 안전사고 현황이다.



단위: 건, %

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	합계
전체 안전사고 건수	73,007	70,022	74,000	78,595	79,264	374,884
전체 안전사고 전년 대비 증감률	-	△4.1	5.7	6.2	0.9	-
어린이 안전사고 건수	24,371	18,494	15,871	21,642	22,371	103,349
전년 대비 증감률	3.6	△25.9	△14.2	36.4	3.4	-
어린이 안전사고 비율*	34.2	26.4	21.4	27.5	28.2	27.6

* 전체 안전사고 중에서 어린이 안전사고가 차지하는 비율

Figure 2. Status of child safety accidents

2.1.1 System Configuration – Unity

VR 기반 시뮬레이터를 효과적으로 구현하고 운영하기 위해서는 하드웨어 및 소프트웨어 전반에 걸쳐 통합된 시스템 구성이 요구된다. 본 논문에서는 Unity 엔진을 중심으로 하여 진행된다. Unity는 Windows, Android, iOS, Oculus Quest 등 다양한 플랫폼과 호환되며, VR 콘텐츠를 개발하기 위한 여러 SDK와 플러그인을 공식적으로 지원한다. 그림 3은 Unity에서 VR 콘텐츠를 구현하기 위한 기본 구조를 나타낸다.

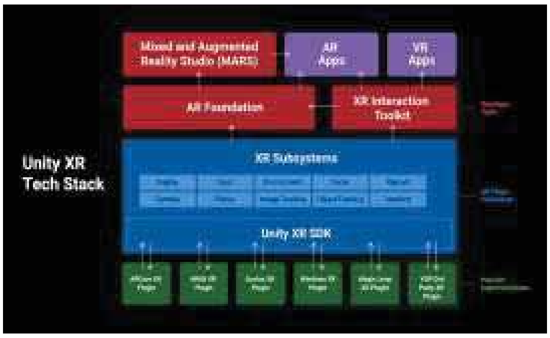


Figure 3. Unity XR Tech Stack

VR 기능을 Unity에서 구현하기 위해서는 XR Plugin Management 및 XR Interaction Toolkit과 같은 핵심 SDK를 설치하여, HMD(Head-Mounted Display) 기기와의 호환을 확보해야 한다. 사용자는 XR Origin 객체를 활용하여 가상공간 상에서 자유롭게 시점을 설정하거나 이동할 수 있으며, Interaction Manager를 통해 오브젝트와의 상호작용이 가능하다.

2.2.1 Procedure for running VR

VR 시스템은 사용자 몰입을 전제로 한 상호작용 기반의 시뮬레이션 환경을 구현하기 위해, 하드웨어(HMD 및 컨트롤러), 소프트웨어 플랫폼(Unity 기반 애플리케이션), 그리고 트래킹 시스템으로 구성된다. 그림 4는 본 연구에서 적용된 가상현실 서비스 구조를 나타낸다.

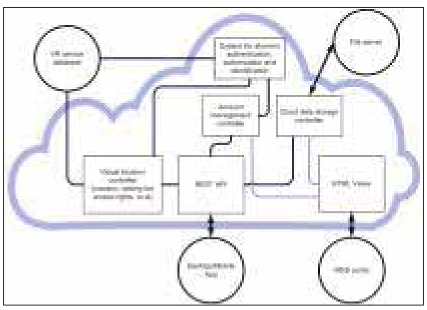


Figure 4. VR service server structure

이 과정에서 VR 플랫폼(Oculus App, SteamVR 등)은 사용 기기와 호환되는 런타임 환경을 제공하며, 사용자는 컨트롤러 혹은 손 제스처를 통해 콘텐츠와 상호작용하게 된다. 이로써 시뮬레이션 환경 내에서 이동, 오브젝트 선택, 이벤트 발생 등의 기능이 가능해진다.

3. 구현

3.1 Configuring a Unity-based XR environment

어린이 안전교육 VR 시뮬레이터 개발을 위한 가장 첫 단계는 Unity에서 XR 게임의 개발을 위한 기초 세팅으로는 3D Core 기반의 프로젝트 세팅이다. 3D Core 플랫폼으로 프로젝트를 만든 후, Unity Asset에서 XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management를 설치해 적용시킨다. 그 후, 프로젝트 설정에서 XR Plugin Management에서 Oculus를 체크하고 Hierachy에 XR Origin을 생성한다. 그림 5,6은 프로젝트 생성 화면 및 Management 설정이다.

Figure 5. Unity XR Project creation

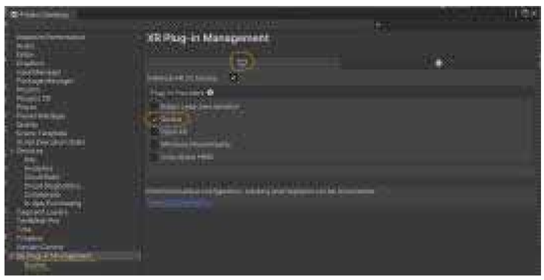


Figure 6. Unity XR Management

Unity 기반의 VR 환경을 활용하여 어린이 안전 교육 시뮬레이터를 구현하였으며, 다양한 기기와의 호환성을 고려한 API 구조와 기능 확장성을 바탕으로 개발되었다. 시뮬레이터 내에서는 화재, 교통, NPC 등 각 상황에 등장하는 오브젝트들과의 상호작용을 구현가능하며, 사용자 행동에 따른 반응 및 시나리오 흐름 제어는 C# 스크립트를 통해 구성된다. 또한 Oculus Quest 2의 핸드 트래킹 기능을 적용함으로써, 어린이들이 직관적인 손 동작만으로 가상환경 내에서 자연스럽게 이동하거나 조작할 수 있도록 설계하였다. 이를 통해 사용자는 마치 실제 상황에 있는 것처럼 몰입감 있게 다양한 안전 상황을 체험하며 학습할 수 있다.

3.2 안전 교육 시뮬레이터

Unity를 활용하여 가상 공간 내에 어린이 눈높이에 맞춘 학습 환경과 시나리오별 안전 상황(화재, 교통)을 3D로 구현하였다. 사용자는 시뮬레이터 내에서 직접 캐릭터를 조작하거나, Oculus Quest 의 핸드 트래킹 기능을 이용해 직접적인 시점에서 상황에 몰입하게 된다. 기존의 외부 시점에서 보는 방식이 아닌, 사용자의 실제 시점으로 전환되며 캐릭터의 외형보다는 행동 중심의 몰입형 체험이 강조된다. 각 상황은 미션 기반으로 구성되어 있으며, 학습자는 미션을 수행하면서 자연스럽게 올바른 대처법을 익힐 수 있도록 설계되어 있다. 그림 7은 해당 시뮬레이터의 화재상황을 구현한 시안이다.

Figure 7. Research draft

4. 결론

어린이들을 위한 VR 안전 시뮬레이터를 통해, 실제로 경험하기 어려운 위험 상황을 가상현실 기반으로 체험할 수 있도록 하는 VR 안전 교육 시뮬레이터를 기획하고 구현하였다. 사용자는 가상공간 속에서 다양한 위험 요소에 대응하며, 몰입하고, 반복 가능한 학습 구조를 통해 안전 수칙을 직관적으로 습득하게 된다.

VR 기기를 활용한 이와 같은 교육 방식은 기존의 이론 중심 교육이 가진 흥미 부족, 실천성 결여 등의 한계를 보완하며, 어린이 스스로 상황 판단 능력과 대처 역량을 기를 수 있도록 돕고, 사용자의 연령대나 발달 특성에 맞춘 콘텐츠 난이도 조정, 실시간 반응형 피드백 기능 강화 등을 통해 시뮬레이터의 개인화된 학습 효과를 더욱 발전해 나갈 수 있을 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] M. C. Lin, M. A. Otaduy and R. Boulic, "Virtual Reality Software and Technology," in IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 28, no. 6, pp. 18-19, Nov.-Dec. 2008, doi: 10.1109/MCG.2008.126.

[2] Choi Seop, Kim Hee-baek (2020). Application and Effect of VR Program-Based Classes Reflecting Virtual Reality Characteristics. Journal of the Korean Society of Science Education, 40 (2), 203-216.

[3] N. A. A. Bakar, A. N. Zulkifli and N. F. F. Mohamed, "The use of multimedia, Augmented Reality (AR) and Virtual Environment (VE) in enhancing children's understanding of road safety," 2011 IEEE Conference on Open Systems, Langkawi, Malaysia, 2011, pp. 149-154, doi: 10.1109/ICOS.2011.6079288.

다문화 가정을 위한 가상 현실 한국 문화체험

전천규[1], 문태환[1], 오제훈[1], 정영훈[1], 정웅현[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : wls903400@naver.com

Virtual Reality Korean Cultural Experience for Multicultural Families

Cheongl-Gyu JIN[1], Tae-Hwan Moon[1], Je-hoon Oh[1], Ung-Hyeon Jung[1],
Younghoon -Jeong[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

다문화가정은 한국 사회에서 점차 증가하고 있으며, 그 구성원들은 언어적 장벽과 문화적 이질감으로 인해 교육 및 사회적응 과정에서 다양한 제약을 겪고 있다. 기존의 문화교육은 대면 중심이거나 단편적인 정보 제공에 그쳐, 실질적인 몰입과 정서적 공감이 어려운 한계를 지닌다. 이러한 상황에서 시간과 공간의 제약 없이 몰입형 학습이 가능한 실감형 교육 콘텐츠에 대한 필요성이 점차 부각되고 있다. 본 연구는 다문화가정 구성원이 겪는 문화적 소외 문제를 해결하고자, 한국문화체험 VR 콘텐츠를 제안하였다. 본 콘텐츠는 Unity 엔진을 중심으로, XR Interaction Toolkit과 Oculus Integration SDK를 기반으로 설계되었으며, 사용자 움직임을 실시간으로 반영하는 6DoF 기반 인터랙션 구조를 구현하였다. 전통문화를 시각적으로 구현한 Maya 기반의 3D 모델은 Unity 환경으로 임포트되어 콘텐츠에 배치되었으며, 사용자의 제스처, 시선, 위치 정보를 트래킹하여 상황 반응형 콘텐츠가 동작하도록 구성되었다. 최종 콘텐츠는 Android 기반으로 빌드된 후 Oculus 기기에 탑재되어 몰입형 VR 체험 환경을 제공한다.

1. 서론

최근 한국 사회는 다문화 인구의 증가와 함께 다양한 문화가 공존하는 사회로 전환되고 있다. 그러나 다문화 가정 구성원들은 언어 장벽, 정체성 혼란, 사회적 소외 등의 문제로 인해 한국 사회에 통합되기 어려운 환경에 놓여 있다. 그림 1은 소외된 다문화 가정 자녀들이 학업 중단하게 된 사유 지표를 나타낸 것이다.

Figure 1. Why Multicultural Families' Children Drop Out of School

이러한 문제를 해결하기 위해 교육 접근성 향상과 몰입형 학습이 가능한 VR 기반의 문화 체험 서비스가 주목받고 있다. 본 연구는 다문화 가정이 주요 대상이며, 사용자가 가상 공간에서 한국 전통문화를 체험함으로써 문화적 이해와 수용을 도울 수 있는 콘텐츠를 설계 및 구현하였다.

2. 연구 내용

2.1.1 Multicultural Families as Target Users

다문화 가정은 서로 다른 민족, 문화, 언어적 배경을 가진 부모 또는 자녀로 구성된 가정으로, 한국 사회에서 점차 그 수가 증가하고 있다. 이들 가정은 언어 장벽, 문화적 차이, 정체성 혼란 등으로 인해 사회에서 소외감을 느낄 수 있으며, 한국문화에 대한 자연스러운 적응이 어려울 수 있다. 본 연구에서는 이러한 다문화 가정 구성원을 주요 사용자로 정의하고, 이들의 문화 적응과 자존감 향상을 목표로 하는 콘텐츠 설계를 추구하였다. VR 기반 문화 체험 콘텐츠는 시간과 장소의 제약 없이 이들이 직접 한국문화를 체험할 수 있게 해 주며, 몰입적이고 친근한 학습 환경을 제공한다.

2.1.2 XR SDK for Unity

본 서비스는 Unity를 기반으로 설계되었으며, XR Interaction Toolkit와 XR Plugin Manager를 활용하여 다중 플랫폼에서 작동하는 인터랙티브 환경을 구성하였다. Unity는 2D 및 3D콘텐츠 개발에 최적화된 통합 개발 환경(IDE)으로, Oclus Quest2 등 HMD장비와의 연동이 용이하며, C#기

반의 유연한 스크립팅으로 사용자 행동을 정교하게 제어할 수 있다. 이를 통해 사용자는 가상공간에서 문화 체험 콘텐츠를 자유롭게 탐색하고 상호작용할 수 있으며, 실시간 피드백을 통해 반복 학습이 가능하다. 그림2는 본 연구에서 활용한 Unity의 XR기술 구성요소를 도식화한 것이다.

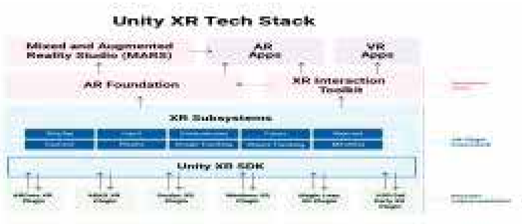


Figure 2. Unity XR Tech Stack

2.2.1 Principle of VR

VR(Virtual Reality) 기술은 사용자가 가상공간 내에서 시각적, 청각적 몰입을 통해 실제와 유사한 경험을 하도록 지원한다. 사용자는 HMD장비(Oculus Quest 등)를 착용하여 콘텐츠에 몰입하고, 컨트롤러 또는 핸드트래킹 기술을 통해 가상 객체와 상호 작용할 수 있다. VR의 핵심 원리는 사용자 중심의 인터랙션과 트래킹 시스템으로, 사용자의 위치와 시선을 실시간으로 반영하여 높은 현실감을 제공한다.본 콘텐츠는 Unity에서 제작된 3D환경을 Apk파일로 변환하여 Oculus에 배포하며, 이를 통해 다양한 장소와 시간에서도 동일한 체험을 가능하게 한다. 그림 3은 본 콘텐츠의 VR서비스 흐름 구조를 시각화한 것이다.

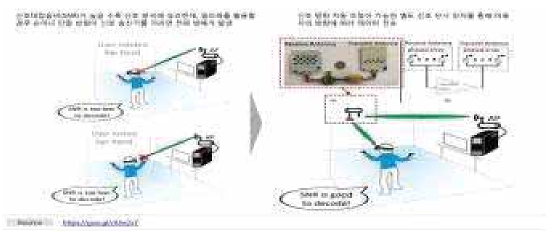


Figure 3. Service structure for providing multicultural VR content

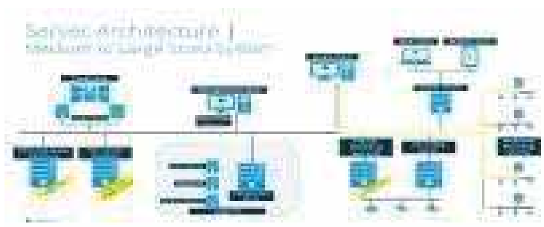


Figure 4. The VR Service Server Structure

가상현실을 사용자들에게 제공하기 위해서는 우선 Unity를 통해 가상 환경을 먼저 생선하고, 해당 프로젝트를 Apk 파일로 추출한 뒤 Oculu에 불러온다. 해당 파일이 Oculus에 불러왔다면 해당 파일은 가상 현실을 체험하기 위해 다음과 같은 과정을 따른다.

3. 구현

3.1 XR 포팅 및 시스템 구성

VR 체험을 위한 콘텐츠 구현은 Unity 기반으로 시작되며, 프로젝트 초기 설정 단계에서 3D Core 플랫폼을 선택한 뒤 XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management를 설치한다. 이후 Oculus 장비와의 연동을 위해 플러그인 설정을 적용하고, 인터페이스 상에서 XR Origin을 추가하여 가상 환경 내 시점 및 이동 기능을 구현한다.아래 그림들은 해당 구현 과정을 단계적으로 보여준다.

본 연구는 다문화 가정을 위한 한복 체험 콘텐츠를 구현하기 위해 C# 언어를 활용한 이벤트 제어, 캐릭터 이동, 오브젝트 상호작용 기능 등을 포함한다. 특히 손 제스처 인식 기능을 통해 사용자는 실제와 유사한 방식으로 한복을 입고, 입기 체험을 할 수 있다. 한복의 전통적인 디자인과 착용 과정을 실감 나게 구현하여 사용자가 문화적 자긍심을 느낄 수 있도록 하며, 이를 통해 한국 문화에 대한 이해도를 높일 수 있다.

Figure 5. Install XR Interaction Toolkit

3.2 3D 모델링 제작 및 호환 (Maya 연동)

본 프로젝트의 문화체험 요소들은 몰입감 있는 시각적 경험을 제공하기 위해 3D 모델링 툴인 Autodesk Maya를 활용하여 제작된다. Maya는 정밀한 모델링, UV 맵핑, 텍스처링 및 애니메이션 기능을 제공하며, 이를 통해 한복, 전통 음식, 생활 환경 등을 사실적으로 구현할 수 있다.이 과정을 통해 전통문화 및 생활문화 콘텐츠가 실제처럼 구현되며, 사용자는 VR 내에서 이를 자유롭게 조작하고 체험할 수 있다

Figure 6. Draft Proposal

3.3 한국 문화체험

Unity 기반 캐릭터와 시뮬레이션 환경에서 사용자는 본인의 캐릭터를 조작해 한복을 입고 다양한 문 화 공간을 자유롭게 이동하며 체험을 수행할 수 있다. VR 환경에서는 시점이 사용자의 눈으로 전환 되므로 실제와 유사한 몰입감이 제공된다. 사용자는 한복을 입고 전통적인 한국의 문화 공간을 탐방하며, 접하기 쉽게 체험할 수 있다. 그림 10은 3D Core를 기반으로 구성한 시안 예시이다.

4. 결론

본 연구는 다문화 가정을 위한 실감형 한복 VR 체 험 콘텐츠 개발을 통해 이들의 한국 문화 적응과 사회 통합을 효과적으로 지원할 수 있음을 보여준다. 기존의 일방향적 교육 방식에서 벗어나 직접 체험하고 상호작용하는 몰입형 콘텐츠는 학습자의 흥미와 이해도를 높이고, 한국 문화에 대한 긍정적인 태도를 형성하는 데 기여할 수 있다. 향후에는 다양한 문화권의 특성을 반영한 맞춤형 콘텐츠 확대와 사용자 피드백 기반의 지속적 개선이 필요하다. 본 연구는 다문화 사회로 나아가는 한국 사회에서 실질적인 문화 통합의 수단으로서 VR 기술의 가능성을 제시한다.

Acknowlegdments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] H. Lee and J. Park, “An Interactive Virtual Reality Approach to Understanding Cultural Heritage Through Storyliving: A Case Study of Seoul City Wall (Hanyangdoseong) in South Korea,” Applied Sciences, vol. 14, no. 23, p. 11348, 2024.

[2]S.A. Jang and B. L’Huillier, “Rediscovering Korea's Ancient Skies: An Immersive, Interactive 3D Map of Traditional Korean Constellations in the Milky Way,” arXiv preprint arXiv:2004.05349, 2020.

청각장애인을 위한 생산직 확장현실(XR) 직업체험 솔루션

이지혁[1], 추강현[1], 백웅빈[1], 이기원[1], 강지헌[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : dlwlgur15@naver.com

XR-Based Job Training Simulation for Hearing-Impaired Individuals in Manufacturing Fields

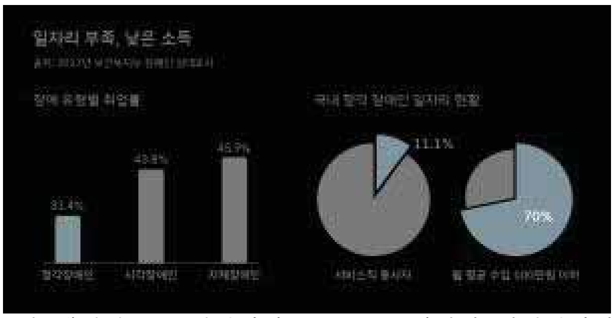
Jihyeok Lee[1], Kanghyun Chu[1], Woongbin Baek[1], Kiwon Lee[1], Jiheon Kang[1],
Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

현재 청각장애인은 의사소통의 제약으로 고용률과 직무 적응에 어려움을 겪고 있으므로, 이를 해결할 현실적인 직업교육 대안이 필요하다. 기존 음성 중심 교육의 한계를 보완하기 위해, 본 연구는 VR 시뮬레이션과 AI 기반 상담 시스템을 활용한 XR 직업체험 플랫폼을 개발하고자 하였다. 시각적 피드백을 통해 직무를 이해하고 반복 학습할 수 있도록 설계되었으며, 적성 분석과 취업 연계를 통해 실질적인 고용 가능성을 높이는 데 중점을 두었다. 이를 통해 청각장애인의 직업 선택 폭을 넓히고 포용적 고용 환경 조성에 기여하고자 한다.

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성



전 세계적으로 장애인의 고용률은 여전히 비장애인에 비해 낮은 수준이며, 특히 청각장애인의 경우 의사소통의 제약으로 인해 특정 직무에서 소외되는 경향이 뚜렷하다. 국내의 경우, 청각장애인의 고용률은 전체 장애인 고용률 대비 낮은 편에 속하며, 이들이 실제 산업 현장에 진입하기까지 겪는 교육 격차와 직무 적응 문제는 매우 심각하다. 청각장애인은 음성 중심의 커뮤니케이션이 요구되는 직무에서 제약을 받으며, 이로 인해 상대적으로 단순 반복 업무 위주의 생산직에 치중되는 현상이 발생하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 청각장애인들이 직무를 미리 체험하고, 자신의 역량과 적성에 맞는 직업을 탐색할 수 있는 현실적인 방법이 필요하다. 최근 VR(Virtual Reality) 및 XR(eXtended Reality) 기술은 몰입형 학습 환경을 제공할 수 있는 혁신적인 교육 수단으로 주목받고 있으며, 장애인을 위한 맞춤형 직업 교육 콘텐츠 개발에 있어 유효한 도구로 평가받고 있다. 본 연구는 이러한 기술을 활용하여 청각장애인을 위한 실감형 직업 체험 솔루션을 개발하고자 한다.

1.2 연구 목적

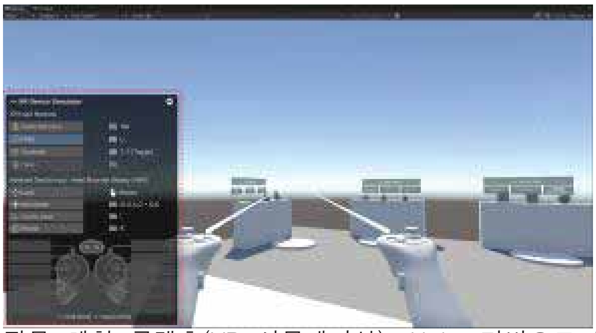
본 연구의 궁극적인 목적은 청각장애인의 직무 교육 및 취업 가능성을 향상시키기 위한 XR 기반 직업체험 플랫폼을 개발하는 것이다. 본 솔루션은 가상현실 내에서 현실과 유사한 직무 환경을 제공함으로써, 청각장애인이 직무 내용을 시각적으로 인지하고 반복적으로 훈련할 수 있는 기반을 마련한다. 또한 AI 기반 적성 검사와 상담 시스템을 통해 개별 사용자의 특성과 성향을 분석하고, 이를 기반으로 한 맞춤형 직업 탐색이 가능하도록 한다. 나아가, 본 플랫폼은 직무 체험에 그치지 않고 취업 연계 및 사후 관리까지 포괄하는 통합 시스템을 구현함으로써 장애인의 지속 가능한 고용을 도모하고자 한다.

2. 연구 내용

본 절에서는 청각장애인, 즉 음성 언어로의 의사소통에 어려움을 느끼거나, 정보 전달에서 소외되는 경우가 많은 사람들에게 VR 기반 시뮬레이션 서비스를 제안함으로써 직무 경험 및 사회적 참여의 기회를 확장하는 데 크게 기여하고자 한다. 이러한 접근은 청각적 정보에 의존하지 않고도 직업 교육과 진로 탐색을 가능케 하며, 정보 접근성과 학습 몰입도를 동시에 향상시킬 수 있는 효과적인 방법으로 평가된다.

2.1 시스템 구성 및 주요 기능

본 연구에서 개발하는 XR 기반 직업체험 시스템은 다음과 같은 기능으로 구성된다:



직무 체험 콘텐츠(VR 시뮬레이션): Unity 기반으로 구현된 가상의 작업 환경에서 사용자는 제조업 직무를 체험할 수 있으며, HMD 장비를 통해 몰입형 환경에서 다양한 시나리오를 반복 학습할 수 있다.

실시간 피드백 및 안내 시스템: 작업 과정 중 발생 가능한 상황에 대해 텍스트 및 영상 형태의 실시간 피드백을 제공하여, 청각 정보에 의존하지 않고도 직무 이해도를 높일 수 있다.

AI 기반 적성 진단 및 상담: ChatGPT와 같은 AI 챗봇 기술을 활용하여 사용자의 선호도, 반응 패턴, 선택 등을 분석하고 직무 적합도를 평가하며, 상담 기능을 통해 개인화된 진로 방향을 제시한다.

취업 연계 및 사후 관리 시스템: 체험 후 실제 취업으로 연결될 수 있도록 관련 기관 및 기업과 연계를 시도하며, 취업 이후에도 피드백 시스템을 통해 지속적인 직무 적응을 지원한다.

2.2 적용 기술

이 솔루션의 구현에는 다음과 같은 기술이 활용된다:

Unity 및 C#: 3D 직무 환경 구성 및 상호작용 로직 구현

Web 기술(HTML, CSS, JavaScript): 웹 기반 인터페이스 구성

AI 기술(ChatGPT, Database): 사용자 맞춤형 분석 및 챗봇 기반 상담 기능

3D 홀로그램 프로젝터: 실제 실험 환경에서 콘텐츠 시각화 및 검증

3. 구현

3.1 XR 포팅(XR Porting)

VR 기반 시뮬레이션 서비스를 구현하기 위해 가장 먼저 수행해야 할 작업은 Unity 플랫폼을 통한 XR 환경 구축이다. Unity는 다중 플랫폼 게임 및 시뮬레이션 제작을 위한 통합 개발 환경(IDE)으로, VR을 포함한 2D/3D 콘텐츠 제작에 최적화되어 있다.

본 연구에서는 Unity 3D Core 플랫폼을 기반으로 프로젝트를 세팅하고, 다음과 같은 초기 설정 과정을 거쳐 VR 시뮬레이션 환경을 구성한다:

프로젝트 세팅: Unity 실행 후, 템플릿으로 “3D Core”를 선택하여 새 프로젝트를 생성한다. 이는 VR 콘텐츠를 제작하는 데 필수적인 3차원 공간 구성 및 물리 엔진을 제공한다.

XR Plugin 설치: Unity Asset Store 혹은 Package Manager를 이용해 XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management 패키지를 설치한다. 이 두 패키지는 VR 장치와의 인터페이스, 사용자 입력 처리, 공간 인식 기능 등을 제공한다.

Oculus 연동 설정: XR Plugin Management의 설정 패널에서 Oculus를 활성화함으로써, Oculus Quest 시리즈와 같은 HMD(Hardware Mounted Display) 장치를 Unity와 연동시킨다. 이후 Hierarchy 뷰에서 XR Origin(VR)을 생성하여 사용자의 시점을 정의하고 공간적 상호작용의 기준점을 설정한다.

핸드 트래킹 적용: Oculus의 핸드 트래킹 기능을 활용하기 위해 Oculus Integration SDK를 추가로 설치하고, 입력 처리 및 오브젝트 상호작용을 위한 스크립트를 작성한다.

본 시스템은 Unity 기반의 VR 엔진을 사용하여 다양한 기기와의 호환성을 보장하며, 향후 디바이스 확장성 및 업데이트 가능성을 내포한다. 또한 사용자 인터페이스와 오브젝트 간의 상호작용을 Interaction Manager를 통해 구성하고, 이벤트 기반 행동 로직은 C# 프로그래밍 언어를 활용하여 구현된다. 사용자는 Oculus Quest 기기를 착용함으로써, 물리적 버튼 없이 손 동작만으로도 직무 환경 내 오브젝트를 탐색하고 조작할 수 있다.

3.2 시뮬레이션 시안 설계

시뮬레이션 콘텐츠는 사용자가 가상의 캐릭터를 조작하거나, 직접 본인의 시점으로 환경을 탐색하는 몰입형 방식으로 설계된다. 초기 인터페이스에서는 아바타 형태의 캐릭터를 통해 특정 직무를 간접 체험할 수 있으며, 직무에 따라 공장 내 기계 조작, 제품 포장, 라벨링 등 다양한 작업 환경이 구성된다.

사용자는 작업 지시서 또는 시각적 안내 도구를 따라가며 VR 환경 내에서 실제 생산직의 작업 흐름을 익히게 된다. 청각 정보를 활용하지 않고도 시각적 피드백(텍

스트, 아이콘, 경로 표시 등)을 통해 실시간 작업 안내를 받으며, 사용자의 선택과 행동에 따른 즉각적인 반응을 통해 학습 효과를 강화한다.

특히, 사용자의 흥미와 몰입을 유도하기 위해 직무 환경은 실제 현장과 유사한 그래픽과 사운드를 바탕으로 구성되며, 캐릭터나 UI 요소는 자유롭게 커스터마이징 가능하다. 이러한 사용자 중심적 설계는 학습자의 심리적 거리감을 줄이고, 자기 주도적 학습 환경을 조성하

는 데 기여한다.

4. 결론

본 연구는 청각장애인을 위한 XR 기반 직업체험 플랫폼을 설계 및 구현함으로써, 직무 교육의 새로운 패러다임을 제시하였다. 기존 텍스트 중심 또는 제한된 실습 환경을 대체할 수 있는 몰입형 직무 학습 환경은 학습자의 이해도와 흥미를 동시에 향상시킨다. 특히 AI를 활용한 적성 분석 및 상담 시스템은 사용자의 특성을 반영한 직무 매칭을 가능케 하여, 청각장애인의 고용률 제고에 실질적인 기여를 할 수 있다. 향후에는 다양한 직무와 산업 분야로 콘텐츠를 확대하고, 다른 유형의 장애를 가진 학습자들을 위한 확장형 모델로 발전시킬 수 있다. 본 연구는 단순한 기술 개발을 넘어, 포용적 사회 실현을 위한 실천적 해법을 제시한다는 점에서 의의가 있으며, 관련 정책 및 교육 기관에서의 적용 가능성 또한 높다고 판단된다.

Acknowlegments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

NIST 표준 양자암호 알고리즘에 관한 연구

류경민[1*], 김은기[2]
[1*]한밭대학교 정보통신공학과 학생
[2]한밭대학교 정보통신공학과 교수
e-mail : [1*]rkm14@naver.co, [2]egkim@hanbat.ac.kr

Study on NIST standardized quantum cryptographic algorithms

Kyeongmin Ryu[1*], Eungi Kim[2]
[1*]Student, Department of Information and Communication Engineering,Hanbat National University.
[2]Professor, Department of Information and Communication Engineering,Hanbat National University

요 약

본 논문은 NIST에서 수행한 Post-Quantum Cryptography Standardization의 과정과 결과에 대해서 살펴 보는 것을 통해 미래의 연구자들에게 인사이트를 주기 위해 작성되었다. 디지털 시대로의 전환과 함께 개인정보 보호의 중요성이 커지는 가운데, 양자 컴퓨터의 등장은 기존 암호화 기술을 위협하고 있다. 이에 미국 NIST는 '포스트 양자 암호화(PQC)' 표준화를 추진해, 2025년 Kyber, HQC, Dilithium, Falcon, SPHINCS+ 등 5개의 양자 내성 알고리즘을 최종 선정했다. 이 알고리즘들은 보안성, 성능, 도입 용이성을 기준으로 평가되었으며, 미래 보안 기술의 핵심이 될 것으로 기대된다.

1. 서론

아날로그에서 디지털 시대로 전환되면서 많은 편리성이 더해졌지만, 정보의 디지털 전환은 개인정보를 이용하는데 편리함을 주지만 부작용도 함께 존재한다. 특히나 부작용의 경우 서비스 이용을 위해서 개인정보를 활용해야 할 때 발생하기도 한다.[1] 이러한 부작용 때문에 개인 정보를 이용하는데에 있어 이를 어떻게 안전하게 보호하면서 편리하게 서비스를 이용할지에 대한 방법을 논의하는 일은 현재까지도 계속되고 있다.

이러한 상황에서 우리는 '양자 위협'[2]이라고 불리는 양자 컴퓨터의 상용화라는 중요한 기점을 맞이하고 있다.[3] 양자 컴퓨터의 개발은 현재 우리가 가진 개인정보를 보호하는 수단들을 쉽게 무너뜨릴 가능성을 내포하고 있다. 이러한 '양자 위협'으로 불리는 양자 컴퓨터의 상용화를 대비하는 것은 미래의 정보 보호에 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다.

이러한 현재의 상황으로 인해 세계에서는 양자 컴퓨터에 대항할 수 있는 암호화 수단을 만들기 위해 노력 중이다. 그 대표적인 기관이 미국 국립표준기술원(National Institute of Standards and Technology, 이하 NIST)이다. NIST에서는 기업에서 사이버 보안 위협을 더 효과적으로 관리하는데 도움이 될 여러가지 표준, 지침 등을 구성하였다. 그 일환으로 Post-Quantum Cryptography Standardization[4]이라는 프로그램을 시작하였다.

이는 포스트 양자 암호화를 포함하여 표준을 업데이트하기 위해 추진하는 대회이다. 현재(2025년 4월) 대회의 최종 라운드가 종료되어 알고리즘이 발표되었다. 우리는 이 대회의 결과로 채택된 알고리즘들에 대해 알아봄으로써 미래의 연구자들에게 포스트 양자 암호화에 대한 인사이트를 제공하는 것을 목표로 한다.

2. NIST 양자 암호화 알고리즘

NIST는 1901년 설립된 미국 국립표준기술 연구소이다. NIST 양자 암호화 표준[4]은 NIST에서 2016년 PQCrypto 2016에 발표한 프로그램으로, 포스트 양자 암호화를 포함하는 암호화 표준을 업데이트하기 위해 진행한 대회이다. 이는 '양자위협'으로부터 안전한 암호화의 표준을 마련하기 위함이었다. 2017년 말에 23개의 Digital signature 방식과 59개의 KEM 알고리즘 방식의 암호화가 제출되었으며, 이후 2019년에 2차 라운드, 2020년에 3라운드를 거쳐 2025년 3월 최종적으로 5개의 알고리즘이 선택되었다.

2.1. 알고리즘 선정 기준

2.1.1 보안

알고리즘 선정 기준 중 첫번째는 보안성으로 NIST에서 가장 중요하게 생각한 부분이다. 가장 중요한 부분은 보안 취약점으로 인한 위험 가능성을 줄이는 것이다.

2.1.2 비용 및 성능

두 번째로 중요한 부분은 각 알고리즘의 성능 특성으로 캡슐화나 암호 텍스트의 크기와 알고리즘의 속도 부분을 고려하였다.

2.1.3 알고리즘 및 구현 특성

마지막으로 알고리즘의 유연성, 단순성, 도입 용이성 등에 대해 살펴 보았다. 이는 국가 기관의 중요한 정보 뿐만이 아닌 실제 산업 현장에서도 널리 채택될 수 있는지에 대한 부분을 고려한 부분이다.

3. KEM 알고리즘

채택된 알고리즘의 종류 중 하나인 Key Encapsulation Mechanism(이하 KEM)은 공개키 암호화 시스템의 일종이다. KEM 알고리즘은 빠르고 작은 키 크기로 효율적인 키 교환이 가능하다.

3.1 CRYSTALS-Kyber

CRYSTALS-Kyber는 격자 기반 암호화 방식의 KEM 알고리즘이다. 키 생성, 암/복호화 속도가 기존의 양자 암호들보다 빠르며, 작은 키 크기와 최적화된 연산을 통해 보안 수준에 따라 다른 모듈을 사용할 수 있다는 특징도 존재한다.

3.2 HQC (Hamming Quasi-Cyclic)

HQC는 코드 기반의 공개 키 암호화 방식으로, 가장 마지막에 선정된 알고리즘이다. Kyber의 백업 알고리즘으로 채택된 이 알고리즘은 저장된 정보와 공공 네트워크를 통해 이동하는 데이터를 보호하도록 설계되었다. 또한 Kyber와 마찬가지로 다양한 보안 강도를 제공하며, 높은 보안성과 효율적 성능을 보여주는 알고리즘이다.

4.Digital signature 알고리즘

디지털 서명 알고리즘은 공개 키 암호화 방식을 이용하여 무결성, 인증, 부인방지의 역할을 하는 알고리즘이다. 디지털 서명은 서명과 문서가 연관되어 위조 방지가 가능하며, 검증의 속도가 빠르기 때문에 블록체인과 같은 보안 프로토콜에서 많이 사용되는 특징이 있다.

4.1. CRYSTALS-DILITHIUM

CRYSTALS-DILITHIUM은 격자 기반 디지털 서명 체계로, 격자에서 짧은 벡터를 찾는 정도에 따라 보안의 수준이 결정된다. 상당히 높은 보안성을 제공하며, 속도와 보안성의 균형이 뛰어나 다양한 분야에 적용이 가능한 알고리즘이다. IOT, 블록체인 등 다양한 분야에 적용이 가능하다.

4.2. FALCON

Falcon은 NTRU를 통한 Fast Fourier 격자 기반 컴팩트 서명의 약자(an acronym for Fast Fourier lattice-based compact signatures over NTRU)로 격자 기반의 알고리즘이다. 서명 크기가 작고 검증 속도가 빠르며, 제한된 리소스를 가진 시스템에 적합한 알고리즘이다. 그러나 키 생성 과정이 복잡하여 사용성이 떨어진다는 단점이 있다.

4.3. SPHINCS+

SPHINCS+는 해시 기반 알고리즘이다. 이는 다른 해시 기반 알고리즘들과 달리 서명한 개인키를 기억해야 하는 상태를 유지할 필요가 없다. 서명의 크기가 커서 상대적으로 속도가 느린 단점이 있다. 그러나 안정성 면에서 다른 알고리즘들에 비해 보안성에서 우수한 점을 보인다.

5.결론

앞서 살펴본 5가지 알고리즘은 현재(2025년 4월기준) NIST에서 최종 선정한 포스트 양자 알고리즘이다. 정확히 구분한다면 4개의 알고리즘과 1개의 보조 알고리즘으로 나눌 수 있다. 2개의 KEM 알고리즘 기반의 알고리즘과 3개의 디지털 서명 기반 알고리즘으로 구성되었다. 향후에는 이러한 선정된 알고리즘의 적용에 대한 연구를 통해 양자 암호화의 상용화등에 대해 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

[1] 백승오. (2006). 인터넷사이트와 개인정보 유출. 디지털 콘텐츠, 6(157), 101-103.

[2] Hanvit SI. (2025, March 17). NIST releases first 3 finalized post-quantum encryption standards. https://hanvitsi.com/blog/?bmode=view&idx=121898970

[3] 박찬. (2024년 2월 20일). MS, 첫 양자 칩 공개..."몇년 내 양자 컴퓨터 상용화". AI타임스. https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=168135

[4] National Institute of Standards and Technology. (2025, March). Post-Quantum Cryptography: Selected Algorithms. U.S. Department of Commerce. https://csrc.nist.gov/projects/post-quantum-cryptography/selected-algorithms

5G Advanced 네트워크에서 PDU Set 활용 방안

경연웅*
*서울과학기술대학교 전자공학과 교수
e-mail : ywkyung@seoultech.ac.kr

PDU Set Utilization Method in 5G Advanced Networks

Yeunwoong Kyung*
*Professor, Department of Electronic Engineering, Seoul National University of Science and Technology

요 약

3GPP에서 XR 서비스의 트래픽 특성을 고려하기 위해 PDU Set이라는 개념을 정의하였다. 또한 PDU Set을 기반으로 다양한 Quality of Service (QoS) parameter들도 정의되었다. 최근 PDU Set을 네트워크에서 인지하고 이를 기반으로 차등적인 트래픽 관리를 수행하기 위한 연구가 소개되고 있는 추세이다. 본 연구에서는 5G Advanced 네트워크에서 PDU Set을 활용하기 위한 방안들을 제시하고자 한다.

1. 서론

5G Advanced 및 6G 네트워크에서 가장 key 어플리케이션으로 고려되고 있는 서비스는 XR 서비스이다. XR 서비스는 high data rate, low latency, high reliability를 동시에 요구한다는 점에서 기존 5G에서 고려하던 서비스의 특성과 상이하며, 이 외에도 오디오, 비디오 등을 포함하는 multi-modality 특성, burst 기반 전송 특성, 즉시적인 반응성을 요구한다는 특성 등 다양한 특성을 갖고 있다. XR 서비스 트래픽의 또 다른 특성 중 하나는 하나의 어플리케이션 페이로드가 우선순위가 상이한 여러 프레임들로 구성된다는 점이다. 기존까지는 이러한 프레임들도 네트워크 입장에서는 하나의 플로우 내의 동일한 우선순위의 패킷으로 고려되어 차등적인 처리 없이 동일하게 전송되었다. 또한 5G에서는 protocol data unit (PDU) 단위의 qualtiy of service (QoS)를 고려했기 때문에 XR 서비스의 특성을 반영한 QoS 처리를 지원하기가 어려운 상황이었다. 이러한 한계를 극복하고자 3GPP에서는 PDU Set이라는 개념을 정의하였고 [1], 이에 따라 XR 서비스 특성에 맞는 새로운 QoS 처리를 수행하고자 PDU Set을 활용하는 방안들이 제시되고 있다. 본 연구에서는 PDU Set의 정의와 활용 방안에 대해 소개하고자 한다.

2. PDU Set 정의 및 활용 방안

PDU Set은 하나의 비디오 프레임을 처리하기 위한 최소의 PDU Set을 의미하는 개념으로 예를 들어 I frame을 위한 PDU set이 존재하고 B frame을 위한 PDU set이 존재하게 되는 것이다. 만약 네트워크에서 이러한 PDU Set을 인지하게 된다면 하나의 플로우 내에서도 차등적인 트래픽 처리가 가능하게 된다. 예를 들어서 혼잡 상황에서 기지국(gNB) 또는 User Plane Function (UPF)에서 낮은 우선순위를 갖는 PDU Set을 drop하여 최소한의 서비스는 유지하되 트래픽의 양을 줄일 수 있다[2]. 이는 기존의 단대 단 피드백 기반의 혼잡제어보다 낮은 반응 시간을 지원할 수 있다. 또다른 예를 들면 기지국(gNB)에서 PDU Set을 기반으로 무선 자원 스케줄링을 수행할 수도 있다. 즉, 하나의 플로우 내에서도 다양한 차등적인 트래픽 처리를 수행할 수 있기 때문에 유연하고 디테일한 트래픽 관리를 제공할 수 있게 된다.

참고문헌

[1] 3GPP, System architecture for the 5G System (5GS), v19.0.0, June 2024.
[2] Y. Kyung et al., "PDU Set-Based Traffic Handling for XR Service Support in 5G User Plane," 2024 15th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju Island, Korea, Republic of, 2024, pp. 2155-2156,

임산부 및 노약자 전용 대중교통 예약 VR가상체험 서비스

김은서[1], 조용석[1], 최현아[1], 이유찬[1], 임철후[2], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
[2]㈜엔엔에프텍 연구소장
e-mail : rladmstj001@naver.com

Virtual Transit Reservation Experience for Pregnant Women and Seniors

kim-eunseo[1], Cho-Yong-seok[1], Lee-Yoo Chan[1]. Choi-Hyun-ah[1],
Im-Cheol-Hoo[2], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University
[2]NNF Tech Director of Research Institute

요 약

임산부와 노약자와 같은 교통약자는 대중교통 이용 과정에서 반복적인 불편과 불안감을 겪고 있다. 승차 위치, 좌석 정보, 혼잡도 예측 등 자발적인 이동과 사회 참여를 저해받는다 그러나 현재 대중교통 서비스는 물리적 인프라 개선에 집중되어 있다 본 연구는 교통약자를 대상으로 한 웹 기반 정보 안내 시스템과 VR 기술을 활용한 대중교통 VR가상예약 체험 콘텐츠를 제안한다. 교통약자가 사전에 이동 환경을 이해하고 준비할 수 있도록 설계되었다.

1. 서론

현대 사회에서 대중교통은 시민의 기본적인 이동권을 보장하는 핵심 인프라이다. 그러나 임산부 및 노약자와 같은 교통약자에게는 여전히 대중교통 환경이 불편하며, 정보 접근의 어려움과 심리적 불안감 등으로 인해 자발적인 이용이 제한되는 문제가 존재한다.

실제 교통약자는 혼잡한 시간대, 좌석 위치 파악의 어려움, 승하차 동선의 복잡성 등으로 인해 대중교통 이용을 기피하거나 최소화하는 경향이 있다. 이러한 문제는 교통약자의 사회적 활동 참여를 저해하며, 궁극적으 이동권의 불평등을 심화시킨다 [1]는 전국 교통약자 이동지원 차량 운영 현황을 나타낸 것이다

[1] Status of mobile vehicle support

이에 따라 본 연구에서는 교통약자의 이동 편의성을 향상시키기 위한 웹 기반의 정보 제공 시스템과 VR 시청형 콘텐츠를 설계하고자 한다. 본 시스템은 실시간 예약이나 기기 인증 없이, 단순 정보 안내 및 사전체험 영상 제공을 중심으로 구성되며, 교통약자가 대중교통 이용 전 환경을 간접적으로 익히고 준비할 수 있도록 지원한다.

2. 연구 내용

해당 시스템은 실제 예약 기능이나 실시간 교통망 연동 없이, 웹사이트를 통해 대중교통 이용 흐름, 우선석 위치, 혼잡 시간대 등 교통약자에게 유용한 정보를 제공하고, VR 영상을 통해 이동 환경을 간접적으로 체험할 수 있도록 한다.

2.1 설계이론

VR 기반 이동 예측 시청 콘텐츠: 사용자는 플랫폼 내에서 정류장 진입, 엘리베이터 위치 확인, 차량 탑승, 좌석 구조 등을 시청형 VR 영상으로 간접 체험할 수 있다.
영상 콘텐츠는 사용자 중심 시점으로 설계되어, 실제 교통약자가 느낄 수 있는 불안 요소(혼잡, 빠른 탑승, 복잡한 동선 등)를 미리 인지하고 대비할 수 있도록 한다
그림 [2]는 3D VR 예상규모이다

2.1.1 설계이론

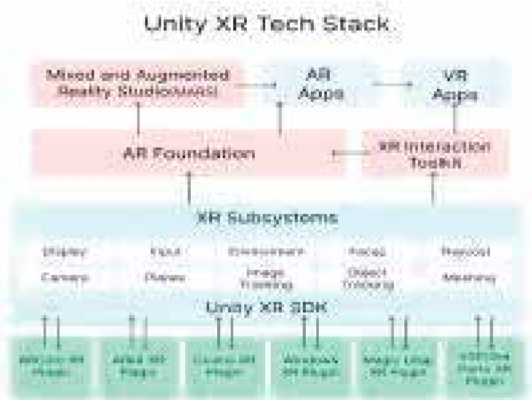
구분	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR(%)
m-3DVR 플랫폼	60	110	205	302	712	77.8
m-3DVR 하드웨어	25	90	100	115	210	95.4
m-3DVR 콘텐츠	10	20	110	170	500	192.4

[2] 3D VR Expected Size

본 시스템은 한국형 웹접근성 지침(KWCAG 2.1)을 반영하여 정보 격차 해소를 목표로 한다. 텍스트 확대/축소 기능 제공 키보드 내비게이션, 음성 출력 및 설명 기능 모바일/태블릿 기기에서 반응형으로 동일한 정보 제공 색맹 및 저시력자를 고려한 대비 색상 적용한다

2.1.2 XR SDK for Unity

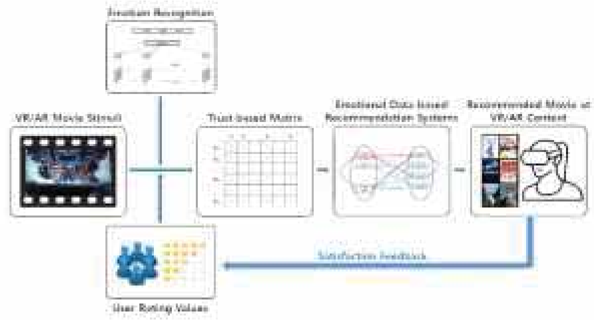
Unity는 2D, 3D, VR 콘텐츠 제작이 가능한 통합 개발 환경으로, 본 연구에서는 교통약자 대상의 VR 체험 콘텐츠 구현을 위해 사용되었다. Unity의 XR SDK는 XR Plugin Management와 XR Interaction Toolkit으로 구성되며, 각각 VR 기기 연동과 가상 환경 내 상호작용 기능을 담당한다. 본 시스템을 통해 사용자는 VR 환경에서 좌석 선택, 승차 위치 확인, 혼잡도 예측 등을 사전에 체험할 수 있으며, 이는 교통약자의 이동 불안 해소와 정보 접근성 향상에 기여한다. [3]은 XR SDK 구성 및 디바이스 연동 구조를 나타낸 것이다



[3] XR device linkage structure

2.2.1 설계이론

교통약자가 낯선 대중교통 환경에 대해 느끼는 심리적 부담을 낮추기 위해, 감성적 공감 요소를 콘텐츠에 반영하였다. 시청형 VR 콘텐츠에 차분한 배경음악과 친절한 음성 해설 삽입 실제 상황을 재연하면서도 부정적 요소는 간접적으로 표현 '도움을 요청하는 법', '탑승을 늦춰도 되는 상황' 등 현실 기반 안심 요소 강조 합니다 [4]는 VR 감정인식 맞춤형 추천이다



[4] VR emotion recognition customized

3. 구현

3.1 XR Porting Process

VR 시뮬레이션 체험 콘텐츠를 구현하기 위해서는 Unity의 3D 플랫폼 선택이 필수적이다. Unity는 2D와 3D를 모두 지원하지만, 본 연구의 몰입형 VR 체험은 대중교통 환경을 사실적으로 구현해야 하므로 3차원 기반으로 제작된다. 제작된 콘텐츠는 Meta/Oculus와 같은 VR 디바이스에서 실행될 수 있도록 XR Plugin을 설정하고, APK 파일로 빌드하여 기기에 포팅한다. 이를 통해 교통약자들이 실제 대중교통 환경을 사전에 체험하고, 승차 위치나 좌석 배치 등 이동 정보를 미리 인지할 수 있도록 설계된 콘텐츠가 현실에서 작동 가능하게 된다. 본 연구는 다양한 기기와의 호환성을 고려하여 Unity 기반 VR 플랫폼을 활용해 교통약자 대상 콘텐츠를 구현하였다. Unity는 미래의 VR 기기 및 소프트웨어와 연동 가능한 API와 기능 집합을 제공하며, 이를 통해 사용자가 실제 대중교통 환경을 사전에 체험할 수 있도록 설계하였다. 시뮬레이션 내 오브젝트와의 상호작용은 Unity의 Interaction Manager를 활용하여 구현하고, 이동 동선 및 이벤트 제어는 C# 프로그래밍 언어를 통해 처리하였다. 완성된 콘텐츠는 Oculus Quest의 핸드 트래킹 기능을 통해 교통약자의 시점에서 실제 사용 환경을 체험하고, 그 적용 결과를 확인하였다

[5]는 VR 핸드 컨트롤러를 통한 체험을 나타낸 것이다

[5] VR hand controller experience

3.2 VR가상체험 서비스

Unity를 활용하여 캐릭터를 생성하고, 사용자가 해당 캐릭터를 조작해 대중교통 이용 환경을 체험할 수 있도록 설계하였다. 사용자는 시뮬레이션 내에서 승차 위치, 좌석 배치, 혼잡도 등을 사전에 확인하고, 이동 경로를 직접 선택하거나 조작할 수 있어 몰입감 있는 체험이 가능하다. [6]은 기차내부이다

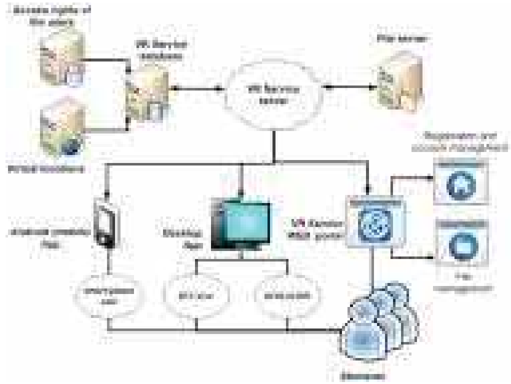
[6] Inside the train

VR 모드에서는 1인칭 시점이 적용되어, 사용자가 직접 교통약자의 시야에서 공간을 인지하고 준비하는 경험을 제공한다. 이는 실제 환경에서 겪는 불안과 혼란을 사전에 해소하고, 보다 능동적인 이동을 가능하게 하는 체험 기반 설계이다. [7]은 해당 시뮬레이션을 Unity의 3D Core 플랫폼으로 구현한 시안이다.

[7] bus stop

4. 결론

본 연구는 임산부, 노약자 등 교통약자를 대상으로 하는 VR 기반 대중교통 체험 콘텐츠를 제안하였다. 사용자는 VR 기기를 통해 실제 대중교통 환경을 사전에 시뮬레이션하며, 승차 위치, 좌석 정보, 이동 동선, 혼잡도 등을 미리 파악함으로써 불안감을 줄이고 자발적인 이동 준비를 할 수 있다. 기존 대중교통 시스템이 물리적 인프라 중심의 개선에 집중되었다면, 본 연구는 정보 접근성과 심리적 준비를 지원하는 사용자 맞춤형 가상 체험 서비스라는 점에서 의의가 있다. 또한, 본 시스템은 교통약자의 경험을 중심으로 기획되었기 때문에, 향후 다양한 대중교통 수단과 정보 시스템에 적용 가능성이 크며 실증 기반 서비스로 발전할 수 있다. 향후 연구에서는 사용자 피드백을 수집하고 체험 데이터를 분석함으로써, 서비스의 실제 효과성과 개선 방향을 검토하고, 현실과 가상의 연결을 통해 교통약자의 실질적인 이동권 향상에 기여할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 8은 통신서비스구조를 나타낸 것 이다



[8] 통신서비스구조

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] G. Wicahyono, A. Setyanto, S. Raharjo and A. Munandar, "Pregnancy Monitoring Mobile Application User Experience Assessment," 2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Yogyakarta, Indonesia, 2019, pp. 872-877, doi: 10.1109/ICOIACT46704.2019.8938446.

[2] W. Hsiao, C. Lee and W. Chang, "The study in the design of pregnant women's underwear," 2016 International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE), Tainan, Taiwan, 2016, pp. 143-146, doi: 10.1109/ICAMSE.2016.7840259.

증강현실을 활용한 딥러닝 기반 가구 배치 앱 구현

김예린[1], 박진휘[2], 정기윤[3], 양희원[4], 윤영지[5], 서쌍희[6*]
[1,2,3,4,5]경남대학교 컴퓨터공학부 학생
[6*]경남대학교 컴퓨터공학부 교수
e-mail : shseotwin@kyungnam.ac.kr

Development of an Augmented Reality-Based Furniture Arrangement App Using Deep Learning

Ye-Rin Kim[1], Jin-Hwi Park[2], Gi-Yoon Jung[3], Hee-Won Yang[4], Young-Gji Yoon[5], Ssang-Hee Seo[6*]
[1,2,3,4,5]Student, School of Computer Science and Engineering, Kyungnam University
[6*]Professor, School of Computer Science and Engineering, Kyungnam University

요 약

1인 가구가 증가하는 사회에서 다양한 크기와 무게의 가구를 혼자서 옮기고 배치하는 것은 상당한 시간과 노력을 필요로 한다. 또한 혼자서 무거운 가구를 옮기기 어려울 뿐만 아니라 옮기는 과정에서 벽이나 바닥에 자국이 생길 위험이 크다. 따라서, 본 논문에서는 변화를 주고 싶은 공간에 어울리는 가구 배치를 위한 증강현실 기반 가구 배치 앱을 개발하였다. 개발된 앱을 통해 사용자는 원하는 위치에 적합한 가구의 크기를 잴 수 있으며, 가상의 가구를 이동시켜 배치 적정성 여부를 미리 확인할 수 있다.

1. 서론

통계청 인구총조사에 따르면 2000년대 들어 1인 가구가 크게 늘어났으며, 2000년 15.5%에서 2022년 34.5%로 1인 가구의 비율이 대폭 증가하였다. 또한 행정안전부 주민등록 인구통계에 따르면, 2023년 3월 기준 전국 1인 가구 수는 사상 처음으로 1000만 세대를 넘어섰으며, 이는 전체 가구의 41.8%에 해당한다. 1인 가구의 비율이 높아지는 가장 큰 이유는 직장과 독립이며, 가치관의 변화, 불안정한 고용 환경, 경제적 여건도 중요한 요인으로 작용하고 있다[1, 2]. 특히 20-30대 청년의 경우 자신의 취향을 반영한 공간 구성에 많은 관심을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰을 통해 가상의 가구를 이동시켜 볼 수 있는 증강현실 기반 가구 배치 앱을 개발하였다.

2. 연구 내용

2.1. 시스템 설계 및 구현

2.1.1 시스템 구조

증강현실 기반 가구 배치 앱의 전체 시스템 구조는 크게 프론트엔드 부분과 백엔드 부분으로 구성된다. 프론트엔드 부분은 사용자 인터페이스 부분과 유니티와 연동하여 앱 상에서 증강현실을 표현하는 부분[3]으로 이루어진다. 백엔드 부분은 안드로이드 쪽과 데이터 송수신을 진행하는 리눅스 기반 네이버 클라우드 서버와 회원 정보를 저장하는 MySQL 데이터베이스와 촬영된 영상을 기반으로 공간 분석을 담당하는 AI 부분[4]으로 구성된다. 그림 1은 전체 시스템 구조를 나타낸다.

Figure 1. System Overview Architecture

2.1.2 세부 기능

주요 구성 부분별 기능은 다음과 같다. 1) AI 부분은 기존 'MIT Indoor Dataset'에서 부엌, 침실, 거실, 교실 카테고리로 분류하여 YOLOv8 모델 훈련을 진행하였으며, 사용자로부터 받은 영상을 바탕으로 검증된 공간 분석 알고리즘을 적용하여 최적화된 공간 분석을 수행하였다. 2) 서버는 안드로이드에서 전송한 영상을 서버 내부에 저장한 후 AI 모듈로 전달한 후 분석 결과를 다시 안드로이드에게 전달한다. 안드로이드로부터 전달된 회원 정보는 MySQL 데이터베이스에 저장되며, 안드로이드에서 회원 정보 수정 요청 시 해당 요청에 대한 성공 여부를 전달한다. 3) 사용자 인터페이스 부분은 회원 정보 관리 및 공간 분석용 영상 촬영 및 서버로

영상을 업로드 한다. 4) AR 부분은 가구 생성 및 배치 이동 기능을 제공하며, 가구 방향 및 크기를 조정한다. 줄자 기능을 제공함으로써 가구가 공간에 적합한지 여부도 판단한다. 또한 가구 목록 및 최근에 본 가구 정보를 제공한다. 그림 2는 안드로이드와 서버간 통신 시 전달되는 데이터를 보여준다.

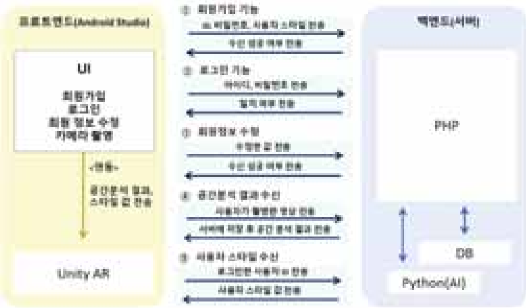


Figure 2. Communication Between Android and Server

2.1.3 구현 결과

개발된 시스템의 정상 동작을 확인하기 위해 각 주요 부분별 테스트를 진행하였다. 그림 3은 YOLOv8 을 활용한 공간분석 모델에 대한 성능을 나타낸 것이며, 그림 4는 회원 정보 관리에 대한 안드로이드 사용자 인터페이스 및 공간분석 결과에 따른 유니티 화면 전환 화면이다. 또한 그림 5는 안드로이드에서 공간별, 스타일별 가구 목록 제시 및 가구 크기 변경과 줄자 기능 동작을 나타낸다.

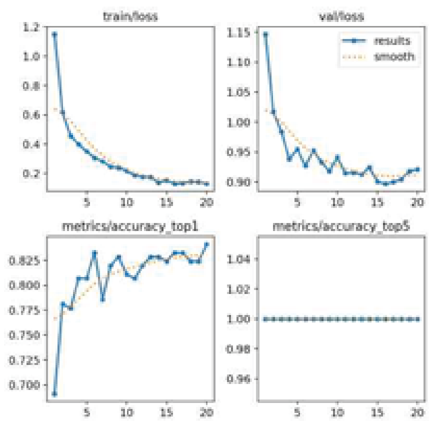


Figure 3. Performance of Deep Learning Model

Figure 4. User Interface of System

Figure 5. Augmented Reality Screen of System

Acknowledgments

The authors declare that there is no funding or institutional support to acknowledge.

참고문헌

[1] 인구총조사 각 연도, 통계청
https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=5065
[2] 2022 통계로 보는 1인 가구, 통계청
https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&tag=&act=view&list_no=422143&ref_bid
[3] G. R. Miriam, G. N. Ricardo, I. V. Orlando, C. C. Michael, S. José. (2021). Mobile application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12(10), Sensor-based convergence system in Ubiquitous Environment. Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 487-492.
[4] U. Sirisha, S. P. Praveen, P. N. Srinivasu. et al. (2023). Statistical Analysis of Design Aspects of Various YOLO-Based Deep Learning Models for Object Detection. International Journal of Computational Intelligence Systems, 16, 126.

새터민 사회적 참여를 위한 바리스타 직업 가상 체험 제작

이아연[1], 김도희[1], 이지수[1], 임성준[1], 최수빈[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : ayeon4745@naver.com

Creating a virtual barista job experience for North Korean defectors' social participation

A-yeon Lee[1], Do-hee Kim[1], Ji-soo Lee[1], Seong-jun Lim[1], Su-bin Choi[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

현재 북한이탈주민(새터민)의 경우 언어, 문화, 기술 환경의 차이로 인해 직업훈련 참여에 높은 진입 장벽을 겪고 있다. 이러한 제약은 교육 기회의 불균형을 초래하고, 안정적인 사회 정착을 어렵게 만든다. 그럼에도 불구하고 현재 직무교육은 대면 중심으로 이뤄져 있어 새터민의 심리적 부담을 완화하기 어렵고, 실제 업무 역량 향상에도 한계가 있다. 본 연구에서는 새터민이 실제 카페를 방문하거나 실습에 참여하지 않고도 XR 기기를 통해 가상의 바리스타 업무를 체험할 수 있는 몰입형 직무교육 시스템을 설계하였다. 사용자는 VR 환경에서 음료 제조, 손님 응대, 위생관리 등의 업무를 반복 학습함으로써 실질적인 직무 역량을 강화하고, 심리적 안정과 디지털 리터러시 향상이라는 이중 효과를 기대할 수 있다. 이를 통해 새터민의 직업훈련 진입 장벽을 낮추고, 자립적 사회참여를 촉진하고자 한다.

1. 서론

북한이탈주민(이하 새터민)은 남한 정착 과정에서 언어, 문화, 기술 격차로 인해 직업훈련과 사회 적응에 어려움을 겪는다. 특히 대면 중심 교육은 심리적 부담을 유발하며, 디지털 역량 부족은 현대 직무 습득에 제약이 된다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위해 XR(eXtended Reality) 기술을 활용한 바리스타 직무 체험 시스템을 제안한다. Unity 기반의 3D 가상공간에서 음료 제조, 고객 응대, 위생관리 등을 시뮬레이션하며 반복 학습과 피드백을 통해 직무 숙련도와 심리적 안정감을 동시에 높인다. 본 시스템은 새터민의 디지털 리터러시 향상, 직업 정체성 형성, 사회 적응력 강화를 목표로 하며, 향후 다양한 취약계층을 위한 XR 교육 모델로 확장 가능하다.

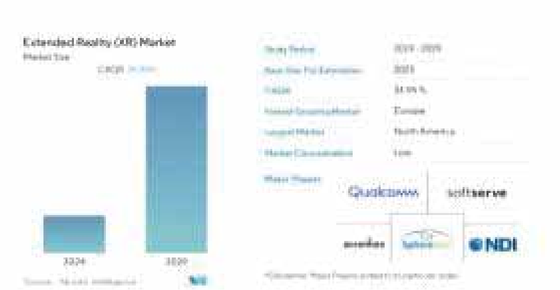


Figure 1. XR Technology Market Size Graph

그림 1은 XR 기술의 시장 규모가 해마다 빠르게 성장하고 있음을 나타낸 그래프로, 본 연구가 기술적 타당성과 사회적 시의성을 동시에 갖추고 있음을 시사한다.

2. 연구 내용

본 절에서는 새터민의 직업훈련 진입 장벽과 사회적 낯섦, 기술 습득 제약을 해소하기 위해 XR/VR 기반의 바리스타 직무 교육 프로그램을 설계한다. 대면 교육이나 현장 실습에 대한 심리적 부담을 줄이고자, 실제와 유사한 가상 카페 환경에서 반복 학습이 가능한 몰입형 시나리오를 제공한다. 손님 응대, 커피 추출, 위생관리 등 새터민 맞춤형 콘텐츠를 통해 문화적 이질감과 기술 격차를 완화한다. 교육은 초급부터 고급까지 단계별로 구성되어 학습자의 수준에 맞춘 진입을 유도한다. 본 시스템은 기능 습득을 넘어 사회 적응과 경제적 자립을 돕는 기반으로 작용할 것이다.

2.1.1 Sociocultural Adaptation Barrier

새터민들은 남한 사회에 정착한 이후에도 문화적 차이, 언어 습관, 사회적 상호작용 방식 등에서 상당한 혼란과 소외감을 경험하는 경우가 많다. 특히 서비스직과 같은 대인 접촉 중심의 직무에서는 언어 표현, 고객 응대 방식, 감정노동 등에 익숙하지 않아 직무 지속성이 낮은 경우가 발생한다. 본 연구에서는 이러한 사회

문화적 적응의 장벽을 완화하고, 실제 업무 상황을 반복적으로 연습할 수 있는 XR 기반 시뮬레이션 환경을 통해 현실 적응력을 높이고자 한다. 예를 들어, 가상 공간에서 고객 응대, 불만 대응, 메뉴 추천 등 다양한 시나리오 기반 훈련을 통해 새터민들이 한국식 서비스 문화에 대한 이해도를 높이고 심리적 불안을 줄일 수 있도록 구성하였다. 그림 2는 새터민들이 한국 생활에서 어려움을 느끼는 순위를 그래프로 나타낸 것이다.

Figure 2. Media photographs showing the social alienation of students from multicultural families

2.1.2 Technology Disruption and Digital Gap Issues

새터민은 북한과의 생활·교육 환경 차이로 인해 디지털 기술 활용에 어려움을 겪으며, 이는 직업훈련과 취업 과정에서 큰 장벽이 된다. 특히 XR/VR 기반 교육은 디지털 기기 활용이 필수이기에 학습 효과 저하 우려가 있다. 이에 본 연구는 디지털 리터러시 향상을 위한 사전 교육 모듈을 도입하고, 직관적인 UI와 난이도 조절을 통해 학습 접근성과 효과성을 높이고자 한다.

2.2.1 Configuring the XR-based Barista Job Training System

본 연구는 VR과 AR이 결합된 XR 기반 바리스타 직무교육 시스템을 설계하였다. 사용자는 VR 헤드셋과 컨트롤러를 통해 가상 카페에서 커피 추출, 손님 응대, 위생관리 등을 체험하며 학습한다. Unity 기반으로 구축된 시스템은 3D 객체 인식, 음성 명령, 터치 UI 등을 통해 몰입형 인터랙션을 제공하고, 초급~고급 단계별 시나리오와 사용자 데이터를 기반으로 개인화된 학습 경로를 지원한다. 본 시스템은 업무 시뮬레이션, 행동 피드백, 성과 진단의 세 모듈로 구성되며, 이동형 교육 키트로 다양한 현장 적용이 가능하다. 이는 새터민의 실질적 직무 능력 향상과 반복 학습 기반 자기주도 학습을 동시에 지원한다.

Figure 3. Training service table using MR-based Virtual Production of Reality Convergence

그림 3은 xr 기반 직무훈련 시스템의 훈련 서비스 구성도에 관한 표이다.이와 같은 구조는 새터민 학습자의 심리적 안정감, 실질적 기술 습득, 자기 주도 학습 역량을 함께 향상시키며, 디지털 격차 해소 및 사회 적응력 향상에도 효과적이다. 본 시스템은 향후 다양한 직무 영역에도 확장 가능한 모듈형 XR 학습 프레임워크로 활용 가능성을 가진다.

3. 구현

3.1 XR Implementation

본 프로젝트는 새터민의 직업 적응력 향상을 위해 VR 기반 바리스타 체험 콘텐츠를 개발하며, Unity를 활용해 3D 가상환경을 구축하고, 모델링은 Maya, UI/UX 설계는 Figma로 진행된다. 사용자는 Oculus Quest 2를 통해 체험하며, XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management로 오브젝트 상호작용을 구현하고, Unity Physics Engine으로 액체 이동 등 물리 반응을 처리한다. 콘텐츠는 C# 스크립트를 활용해 이벤트 및 영상 요소를 구현하며, 핸드 트래킹 기반의 상호작용도 지원된다. Unity는 다양한 기기와의 호환성과 직관적인 UI 구성으로 몰입형 직무 체험 구현에 적합하다. 그림 4는 XR Interaction Toolkit 환경설정 제작화면이다.

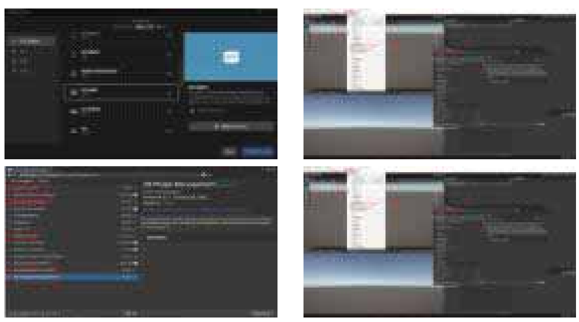


Figure 4. XR Interaction Toolkit Configuration Creation Screen

3.2 직업 가상 체험 제작

해당 프로젝트는 Unity 기반의 3D 가상공간에서 사용자가 직접 바리스타 역할을 체험할 수 있도록 구현하였다 사용자는 캐릭터를 조작하여 가상의 카페내부를 이동하고, 메뉴 주문과 음료제조, 테이블 정리등 실무 중심의 훈련을 단계별로 수행하게 된다.VR 착용시 캐릭터의 시점으로 플레이어 시점이 이동하기에 캐릭터는 무의미하다. 가상공간 내에는 커피머신,그라인더, 컵 등의 도구가 배치돼 있으며 사용자는 이 가상의 도구를 사용함으로 실제 바리스타 업무를 경험할 수 있다. UI는 직관적인 조작이 가능하도록 Figma 또는 영상 콘텐츠를 활용해 정보를 제공할 것이며, Unity 내부 c# 스크립트를 통해 메뉴선택, 피드백 등의 이벤트를 제공한다, 각 시나리오의 완료 시점에는 영상콘텐트를 통해 피드백을 제공해 학습 몰입도를 높힐 것이며, 사용자의 선택에 따라 상황이 변화하도록 설계할 것이다. 그림N은 해당 시뮬레이션을 3D로 구현한 시안이다.기 때문에 캐릭터의 유무는 무의미해진다. 그림 5는 해당 시뮬레이션을 3D Core로 구현한 시안이다.


Figure 5. Implement simulation in 3D Core

4. 결론

새터민의 직무 적응과 사회 정착을 지원하기 위해 XR 기술을 활용한 바리스타 교육 시스템을 제안하였다. XR 기반의 몰입형 학습 환경은 실제와 유사한 상황에서 반복학습을 가능하게 하여, 심리적 부담을 줄이고 직무 숙련도 향상에 기여할 수 있다. 또한, 맞춤형 시나리오와 직관적인 인터페이스는 디지털 기기에 익숙하지 않은 학습자에게도 안정적인 학습 환경을 제공하며, 실수에 대한 두려움을 줄이고 자기 주도 학습을 유도한다. 이러한 XR 기반 교육은 단순한 기술 습득을 넘어, 학습자의 자신감 향상과 직업 정체성 형성, 나아가 사회 적응력 강화에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털 교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Global Information. [Market Report] Extended Reality (XR): Market Share Analysis, Industry Trends and Statistics

[2] Kang Hye-ran. (2021). "Society Trapped in Discrimination They Not Us, 'Multicultural Families'. Mountain.

[3] Jin Sun-woo. "Expanding the base of XR training with the spread of advanced training centers for 'metabus construction'. Naviworks.

[4] Master of the spirit of young spring. (2022.11.12). XR Interaction Toolkit Overview and Environmental Settings. History Blog.

다문화 가정을 위한 XR기술을 활용한 K-푸드 문화 체험 서비스

김현정[1], 김진우[1], 임형근[1], 허선범[1], 황재하[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : mary3033@naver.com

An XR-Based K-Food Cultural Experience Service for Multicultural Families

Hyun-jung Kim[1], Jin-woo Kim[1]
Hyeong-geun Lim[1], Jae-ha Hwang[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

현재, 다문화 가정은 언어와 문화의 차이로 인해 한국 사회에 적응하는 데 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 식문화 영역에서는 조리 방식과 재료에 대한 이해 부족으로 인해 가족 간의 갈등이나 건강 문제로 이어지는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 다문화 가정을 위한 실질적인 식문화 교육 서비스는 매우 제한적인 상황이다. 본 연구에서는 다문화 가정이 직접 요리 교실이나 교육기관을 방문하지 않고도, XR 기술을 활용하여 가상 공간에서 한국 전통 요리를 체험하고 학습할 수 있는 실감형 조리 시뮬레이션 서비스를 제안한다. 이를 통해 다문화 가정의 한국 식문화에 대한 이해도를 높이고, 문화적 장벽을 완화하며, 사회적 통합을 촉진하고자 한다.

1. 서론

본 연구에서는 다문화 가정과 사회적 약자 등 한국 사회 적응에 어려움을 겪는 이들을 대상으로 XR(확장 현실) 기술을 활용한 K-푸드 문화 체험 서비스를 제안한다. 본 서비스는 가상현실(VR) 및 증강현실(AR)을 기반으로 한 가상 주방 시뮬레이션을 통해, 언어 장벽이나 물리적 제약 없이 실감나게 한국 전통 음식 조리를 체험할 수 있도록 설계되었다.

최근 XR 기술은 교육, 의료, 문화 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 기기의 대중화로 접근성 또한 높아지고 있다. 그림 1은 현재 XR시장의 성장성을 지표로 나타낸 것이다.

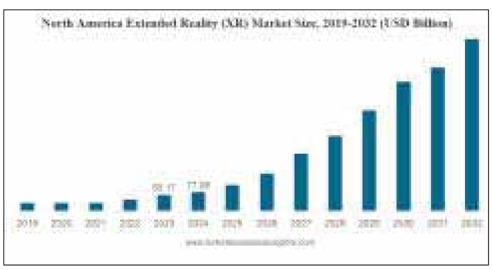


Figure 1. XR market growth indicators

이러한 기술 발전은 전통적인 요리 교육 방식의 한계를 보완하고, 실습이 어려운 환경에서도 몰입형 학습 경험을 제공할 수 있는 가능성을 확대시킨다. 본 논문은 2절에서 사회적 필요와 기술적 배경을 정리하고, 3절에서는 Unity를 활용한 구현 방식을 설명하며, 4절에서 결론을 맺는다. 본 논문은 다문화 가정을 위한 XR 기반의 한식 조리 시뮬레이션을 구현함으로써 한국 식문화에 대한 이해를 높이고, 사회적 참여와 문화적 통합을 촉진하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구는 다문화 가정 및 사회적 약자를 주요 대상으로 하여, XR(확장현실) 기반 실감형 콘텐츠를 통해 한국 전통 식문화 체험 기회를 제공하고자 한다. 특히, 기존의 전통적인 요리 학습 방식에서 발생하는 물리적·정서적 장벽을 기술적으로 해소하고, 가상 공간에서의 몰입형 조리 체험을 통해 음식문화에 대한 이해 및 정서적 포용을 증진하는 것을 목적으로 한다.

2.1. Social Background and User Characteristics

2.1.1 Dietary Issues

한국 내 다문화 가정, 특히 결혼이민자 가정은 언어 장벽, 식재료 이해 부족, 가족 내 식문화 차이 등으로 인해 식생활에서 다양한 어려움을 겪는다. 이는 영양 불균형, 편식, 불규칙한 식사 등으로 이어지며, 아동의 성장 발달에도 부정적 영향을 미친다. 또한 한국식 식문화에 대한 정보 접근성이 낮고, 기존 교육 콘텐츠는 언어·문화적 장벽으로 실효성이

낮다. 한편 그림 1에서 시장은 꾸준히 성장 중으로, 몰입형 교육 콘텐츠를 통해 다문화 가정의 식생활 적응을 효과적으로 지원할 수 있는 가능성이 커지고 있다.

2.1.2 XR SDK for Unity

Unity는 XR 콘텐츠 개발을 위한 통합 개발 환경(IDE)으로, 본 연구에서는 한국 전통 식문화 조리 체험 시뮬레이션을 구현하기 위해 Unity의 XR 기술 스택을 적극 활용하였다. Unity는 2D 및 3D 그래픽 기반의 멀티 플랫폼 콘텐츠 개발에 적합하며, C# 스크립트를 기반으로 유연한 기능 확장이 가능하다는 점에서 다문화 대상 맞춤형 인터랙티브 콘텐츠 개발에 강점을 가진다.

특히 Unity의 XR Interaction Toolkit은 VR 환경에서 사용자와 오브젝트 간의 직관적인 상호작용을 가능하게 해 주며, 조리 재료를 집고, 조리 순서를 따라가며, 가상 조리도구를 사용하는 과정을 핸드 트래킹 혹은 컨트롤러 입력을 통해 구현할 수 있도록 지원한다. 또한 XR Plugin Management는 다양한 XR 디바이스와의 호환성을 확보하는 핵심 구성 요소로, 본 프로젝트에서는 Oculus Quest를 주기기로 설정하고 Unity와 연동하였다. 그림 2은 Unity의 XR 플러그인 프레임워크를 나타낸 것이다.

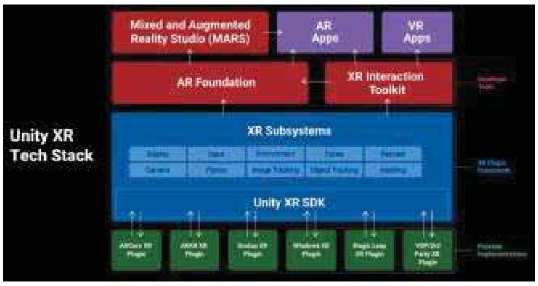


Figure 2. Unity XR tech stack

2.2. Technology-Based Approach Using XR

2.2.1 Principle of VR

본 연구에서 구현한 XR 기반 조리 체험 콘텐츠는 VR(Virtual Reality) 기기를 활용하여 몰입형 학습 환경을 제공한다. 사용자는 VR 헤드셋(Oculus Quest)을 착용하고, 가상 주방 내에서 요리를 실습하는 형태로 체험에 참여하게 된다. 초기 실행 시 Unity로 빌드한 프로젝트를 APK 파일 형식으로 Oculus 디바이스에 업로드하여 실행하며, 트래킹 시스템이 자동 활성화된다.

이 과정에서 사용자는 다국어 음성 안내 및 시각적 인터페이스를 통해 조리 단계를 안내받으며, VR 컨트롤러 혹은 핸드 트래킹 기능을 활용해 조리 재료를 선택하고 도구를 사용하는 등 실시간 상호작용을 수행할 수 있다. 이러한 몰입형 경험은 단순 시청각 중심의 교육 콘텐츠와 달리, 능동적 참여 기반의 체험학습을 유도함으로써 학습 효과와 정서적 몰입을 동시에 향상시킨다.

또한 해당 VR 콘텐츠는 단일 사용자 체험 외에도 가족 구성원이 번갈아 참여하거나, 복지기관·다문화센터와 연계된 그룹 학습 환경으로의 활용도 가능하다.

2.2.2 Unity-Based Simulation Architecture

Unity 엔진은 물리 기반 인터랙션 구현이 용이하고, 다수의 XR 기기와 호환성이 뛰어난 점에서 본 프로젝트에 적합하다. Maya 및 Blender를 활용하여 실제 한국 전통 주방과 조리도구, 음식 재료를 3D 객체로 모델링하고, Unity의 XR Interaction Toolkit을 통해 사용자 인터페이스를 구축하였다. 그림 3은 본 시스템 내 가상 조리 프로세스의 흐름도를 나타낸다.

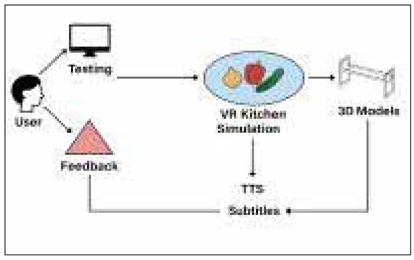


Figure 3. Virtual cooking process flow in Unity XR system

2.2.3 Feedback and Interaction System

단순한 시청각 자극을 넘어 사용자의 상호작용을 기반으로 학습 효과를 유도하기 위해, TTS(Text-to-Speech) 기반 음성 가이드, 다국어 자막 시스템, 사용자 입력 이벤트 기반 실시간 피드백 기능을 포함한다. 예를 들어 사용자가 잘못된 조리 순서를 선택하면, 가상의 요리사가 음성으로 올바른 순서를 설명하고, 자막으로 동시에 안내한다. 이는 비문해 사용자 또는 노년층에게도 효과적인 정보전달 방식이다.

3. 구현

3.1 Building an XR development environment

VR 시뮬레이션 콘텐츠를 실행하기 위해서는 Unity 기반의 개발 환경 구성이 선행되어야 한다. Unity는 다양한 XR 콘텐츠 제작에 최적화된 게임 엔진으로, 2D 및 3D는 물론, VR 환경에 필요한 인터랙션 기능과 기기 연동 기능을 폭넓게 지원한다.

본 프로젝트는 Unity의 3D Core 템플릿을 바탕으로 프로젝트를 생성하였다. 이후, 가상 환경 내 상호작용 및 디바이스 연동 기능을 구현하기 위해 XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management 패키지를 설치하였다. 이를 통해 XR 콘텐츠 개발에 필요한 기본 기능들을 사용할 수 있는 환경이 구축된다. 그림 4는 Unity Package Manager에서 해당 패키지를 검색하여 설치하는 과정을 보여준다.

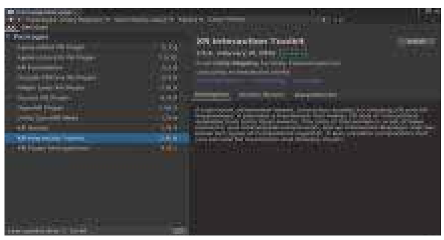


Figure 4. Installing XR interaction toolkit and plugin

설치가 완료되면, Unity의 Project Settings 내 XR Plugin Management 항목에서 Oculus를 선택하여 디바이스 연동을 활성화한다. 이를 통해 프로젝트가 Oculus Quest와 같은 VR HMD 기기를 인식하고 실행될 수 있는 기반이 마련된다. 그림 5는 프로젝트 설정에서 Oculus를 활성화하는 UI를 보여준다.

Figure 5. Setting up Oculus in XR plugin management

다음으로, Hierarchy에서 XR > Device-based > XR Origin (VR)을 생성함으로써 사용자 위치 기반의 시점 및 상호작용 포인트를 정의할 수 있다. 이는 사용자가 VR 공간 내에서 자연스럽게 이동하거나 객체를 조작할 수 있도록 하는 핵심 요소다. 그림 6은 XR Origin(VR)을 생성하고, 씬(Scene) 상에 배치하는 과정이다.

Figure 6. XR origin configuration screen

Unity 내에서 이러한 구성이 완료되면, VR 콘텐츠 실행 시 Interaction Manager를 통해 가상 오브젝트들과의 상호작용이 가능해진다. 사용자의 손 또는 컨트롤러 입력을 인식해 오브젝트를 잡거나 조작하는 기능은 C# 스크립트를 통해 제어되며, 시뮬레이션 내 이벤트 흐름도 이 방식으로 구현된다.

또한, Oculus Integration 패키지를 통해 핸드 트래킹 기능을 포함한 다양한 Oculus 고유 기능을 추가로 적용할 수 있으며, 이를 통해 더욱 몰입감 높은 인터랙션을 제공할 수 있다. 그림 7은 Unity Inspector에서 핸드 트래킹 기능을 활성화하는 과정을 보여준다.

Figure 7. Setting up Oculus integration and hand tracking

이러한 일련의 XR 포팅 작업을 통해, 본 연구에서 구현하고자 하는 XR 기반 K-푸드 문화 체험 콘텐츠의 실행 기반이 완성된다. 해당 환경은 Oculus Quest를 포함한 주요 VR 기기와 호환되며, 향후 플랫폼 확장에도 유연하게 대응할 수 있도록 설계되었다.

3.2 draft

본 서비스는 사용자가 가상현실 환경에서 한국 전통 음식을 직접 조리 해보며 문화를 체험할 수 있도록 설계되었다. 개발이 완료되면, 사용자는 손동작을 통해 식재료를 선택하고 조리 과정을 수행하며, 각 단계에서 음식의 유래와 문화적 정보를 함께 제공받게 된다.

VR 기기를 활용할 경우, 사용자의 시점이 그대로 반영되어 더욱 몰입감 있는 체험이 가능할 것으로 예상된다.

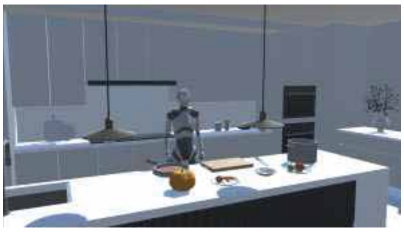


Figure 8. Expected implementation screen of XR-based K-food experience service

4. 결론

XR 기술을 활용하여 다문화 가정과 사회적 약자들이 한국의 식문화를 안전하고 몰입감 있게 체험할 수 있는 가상 조리 시뮬레이션 서비스를 제안하고 구현하였다. 사용자는 VR 기기를 통해 가상의 주방 공간에서 직접 재료를 선택하고 조리 과정을 따라가면서, 언어 장벽 없이 다국어 자막 및 음성 안내를 통해 한국 전통 요리를 쉽고 재미있게 학습할 수 있다. 이러한 방식은 단순히 요리 실습을 대체하는 것을 넘어, 가족 간 문화적 소통을 증진시키고 기존 오프라인 교육의 시간·공간 제약을 해소함으로써 다문화 교육 서비스의 접근성과 지속 가능성을 높인다. 또한 복지 기관, 다문화지원센터 등과 연계하여 실제 서비스로 확장될 경우, 한국 사회 내 문화적 포용성과 정서적 통합에도 실질적인 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 보다 다양한 국가의 요리 콘텐츠를 포함하여 사용자 맞춤형 콘텐츠 확장 및 정량적 효과 분석을 병행하고, 반복적 피드백 기반의 지속형 XR 플랫폼으로 발전시키는 것이 필요할 것이다.

Acknowledgments

This paper is the result of the Han-I-Eum Dream Up Project, which was carried out with the support of the Ministry of Science and ICT's University Digital Education Capacity Building Project.

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] M. Meccawy, “Creating an Immersive XR Learning Experience: A Roadmap for Educators,” Electronics, vol. 11, no. 21, pp. 1-17, 2022

[2] D. Gorman, S. Hoermann, R. W. Lindeman, and B. Shahri, “Using Virtual Reality to Enhance Food Technology Education,” Int. J. Technol. Des. Educ., vol. 32, pp. 1659–1677, 2021

[3] N. Romanchuk, S. Filippova, D. Sakhibgareeva, I. Mukhametkhanov, and A. Shubin, “VR Simulator for Catering Training,” BIO Web of Conferences, vol. 84, 02018, 2024

건강한 노후준비 및 시니어 케어를 위한 XR기반 노년기 체험 서비스

구본희[1], 노민지[1], 박수진[1], 박현주[1], 이현정[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : bons011207@naver.com

XR-based senior experience service for healty retirement preparation and senior care

Bon-hui Koo[1], Min-Ji Noh[1], Su-Jin Park[1], Hyeon-Ju Park[1], Hyun-Jeong Lee[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

급속한 고령화에도 불구하고 국내 시니어 복지정책은 실효성이 낮고, 사회적 연결망의 부재로 인해 노인의 기능적 역량 저하가 가속회되고 있다. 실제로 혼자 사는 시니어 중 상당수가 건강 악화, 경제적 고립, 정서적 단결을 경험하고 있으며, 이는 예방적 차원의 노후 준비와 세대 간 공감 부족으로 이어지고 있다. 본 연구는 이러한 사회 문제를 해결하기 위해 XR 기술을 활용한 노년기 체험 서비스를 통하여 젊은 세대가 시니어의 신체적 어려움을 경험함으로써 노후 준비의 필요성을 인식하게 하고, 산업체는 맞춤형 고령친화 제품 개발을 위한 데이터를 제공하여 시니어 복지 향상 및 B2B, B2G 비즈니스 모델 확장의 가능성을 제시한다.

1. 서론

본 연구에서는 실효성 낮은 국내 시니어 복지정책 및 사회적 연결망에 부재로 비롯된 시니어의 건강 악화, 경제적, 정서적 고립과 젊은 세대의 예방적 차원의 노후 준비와 세대 간 공감 부족을 해결하기 위해 XR 기술을 활용한 노년기 체험 서비스를 제안한다. 확장현실(XR, eXtended Reality)은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR)을 포함하는 기술로[1]. 현실과 가상의 경계를 융합하여 다양한 산업 분야에 변화를 일으키고 있다. 초기에는 게임과 엔터테인먼트 산업에서 주로 활용되었으나, 최근에는 교육, 의료, 제조, 군사훈련 등 실생활과 밀접한 분야로 급속히 확장되고 있다. 이러한 기술의 확산은 사용자의 몰입도와 체감 효과를 바탕으로 정보 전달과 학습 효과를 극대화할 수 있다. 또한, VR을 활용한 회상 요법은 무기력 증상을 완화하는데 효과적임을 보여준다[2]. 그림 1은 2024년 전세계 XR 기술의 활용 현황을 나타낸 지표이다.

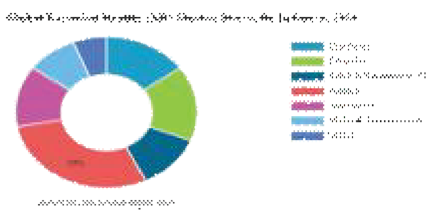


Figure 1. Global Extended reality (XR) Market Share, By Industry, 2024

본 논문에서는 이처럼 빠르게 확장되고 있는 XR기술을 활용하여, 고령화 사회에서 점차 심화되고 있는 세대 간 이해 부족 및 시니어 복지 문제를 해결하고자 한다. 특히, 젊은 세대가 XR 기반 콘텐츠를 통해 노년기의 신체적·정서적 어려움을 간접적으로 체험함으로써, 시니어에 대한 공감 능력을 제고하고 노후 준비의 중요성을 인식할 수 있는 체험형 서비스를 제안한다. 본 연구는 기술적 가능성과 사회적 필요성을 연결하는 콘텐츠 모델을 제시함으로써, XR 기반 복지 콘텐츠의 새로운 방향성을 모색하고자 한다. 본 논문의 구성은 2절에서 관련 연구를 3절에서는 Unity와 3D 모델링 제작 툴을 이용한 가상현실 구현의 필수 초기 설정과 간단한 구현 방법에 대하여 4절에서는 결론을 맺는다.

2. 연구 내용

본 절에서는 시니어 세대 즉 신체의 노화와 실효성 낮은 복지정책으로 인해 경제적, 정서적으로 고립된 이들의 사회적 어려움의 체험을 위해 XR을 통합 시뮬레이션 서비스를 제안함으로써 XR복지 콘텐츠의 모델을 제시하고 새로운 방향성을 모색하는데 기여한다.

2.1 Current Status and Major Social Callenges of thr Senior Generation

2024년 기준, 대한민국의 65세 이상 고령 인구는 약 993만 8천 명으로 전체 인구의 19.2%를 차지하며, 2025년에는 20%를 넘어 초고령사회에 진입할 것으로 전망된다[3]. 그

림 2는 2024년 국내의 고령화 지수를 나타낸 지표이다.

Figure 2. Current Status of Aging Population in 2024

이러한 고령화는 시니어 세대의 다양한 사회적 어려움을 동반한다. 특히, 혼자 사는 고령자 가구는 전체 고령자 가구의 37.8%에 달하며. 이들 중 상당수가 건강 악화, 경제적 고립, 정서적 단절을 경험하고 있다[4]. 또한, 66세 이상 은퇴 연령층의 상대적 빈곤률은 39.7%로 OECD 평균보다 높아 경제 불평등이 심각하다[3]. 그림 3은 개인의 연금 수급 현황 및 은퇴연령(66세 이상)층의 소득분배를 나타낸 지표이다.

Figure 3. Personal pension receipt status and major income distribution indicators for retirement age (66 years or older)

이러한 문제들은 시니어 세대의 삶의 질 저하와 사회적 고립을 초래하며, 세대 간 이해 부족으로 이어질 수 있다. 따라서 시니어 세대의 특성과 이들이 겪는 어려움을 정확히 이해하고, 이를 해결하기 위한 실질적인 방안이 시급하다.

2.2 Building a Unity-based XR simulation enviroment and studying the virtual reality device linkage mechanism

Unity는 XR(확장현실) 컨텐츠 개발을 위한 강력한 플랫폼으로, 가상현실(VR), 증간현실(AR), 혼합현실(MR) 환경을 구축하는 데 널리 사용된다. 이 연구는 Unity를 활용하여 XR 시뮬레이션 공간을 구축하고, 이를 다양한 가상현실 기기와 연동하는 전반적인 과정을 탐구한다. 그림 4는 Unity XR 플러그인 프레임워크 구조와 플랫폼 공급자 구현과 함께 작동하는 방식이다.

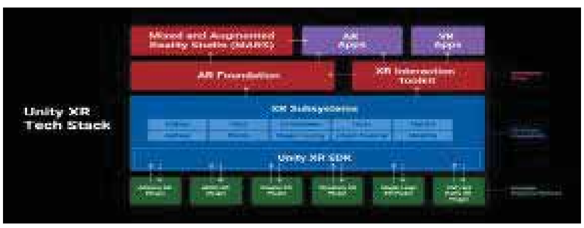


Figure 4. How the Unity XR plugin framework works with platform provider implementations and structure

2.3 Analysis of XR program operation principles and experience-centerd ststem structure from a design theory perspective

XR(확장현실 eXtended Reality) 프로그램의 동작 원리는 현실 세계와 가상 세계를 통합하여 사용자에게 몰입적이고 직관적인 상호작용 경험을 제공하는 데 중점을 둥 복합 시스템 구조로 구성된다. XR은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 등의 기술을 포함하는 개념으로, 사용자의 위치, 움직임, 시선, 음성 등 다양한 데이터를 실시간으로 수집하고 이를 기반으로 가상의 콘텐츠와 상호작용할 수 있도록 한다. 이러한 과정은 주로 센서, 카메라, 컨트롤러, 마이크와 같은 입력 장치를 통해 이루어지며, 수집된 데이터는 연산 장치에서 처리되어 렌더링 엔진을 거쳐 시각적·청각적 정보를 생성하고, 최종적으로 디스플레이 장치(HMD, AR 글래스, 스마트폰 등)를 통해 출력된다. 그림 5는 이러한 XR 콘텐츠의 제작과정을 그림으로 나타낸 것이다.

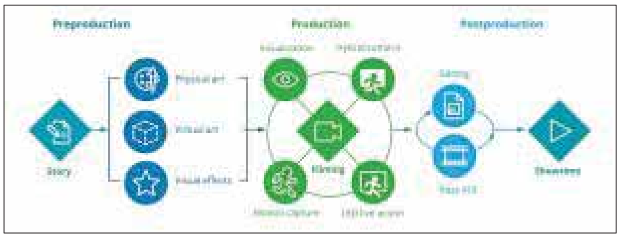


Figure 5. [Virtual Production] XR production process

이러한 XR 시스템의 동작 원리는 설계이론의 틀에서 해석할 수 있으며, 특히 '사용자 중심 설계(user-centerde design)'와 '상호작용 중심 설계(interaction-centered design)' 개념이 핵심적으로 적용된다. 사용자 중심 설계는 기술적 기능 구현 보다 사용자 경험(UX)을 우선시하며, 사용자의 기대와 행동을 중심으로 시스템 구조를 설계하는 방식이다. XR 환경에서는 동시에 가상 콘텐츠를 자연스럽게 인지하고 조작할 수 있어야 하므로, 입력과 출력 간의 지연(latency)을 최소화하고 직관적인 인터페이스를 구성하는 것이 필수적이다. 예를 들어, 사용자의 손짓이 가상 객체의 반응으로 바로 연결되기 위해서는 실시간 처리(real-time processing) 능력과 고속 연산이 수반되어야 하며, 이는 기술적 설계뿐만 아니라 논리적 흐름 설계 측면에서도 중요한 요소이다.

또한, 설계이론에서 말하는 '피드백 루프(feedback loop)' 구조는 XR 시스템의 핵심적인 동작 메터니즘을 설명하는 데 유용하다. 사용자의 행동이 시스템에 의해 인식되고, 이에 따라 가상 환경에서의 반응이 생성되어 다시 사용자에게 전달되는 일련의 순환 구조는 XR의 몰입성과 상호작용성을 높이는 데 기여한다. 이러한 피드백은 시각적 요소뿐만 아니라 청각, 촉각 등 다감각적 피드백(multisensiry feddback)을 통해 더욱 강화될

수 있으며, 이는 시스템 설계 시 고려되어야 할 중요한 요소이다. 결론적으로 XR 프로그램의 동작 원리는 단순한 하드웨어 및 소프트웨어 기술의 조합이 아니라, 사용자의 경험과 반응을 중심에 두고 이를 실시간으로 해석하고 반영하는 설계적 구조로 설명된다. 설계이론을 기반으로 XR 시스템을 해석하면, 기술적 구현 이상의 의미를 부여할 수 있으며, 사용자와 기술 간의 상호작용을 보다 효과적으로 조직화할 수 있다. 이는 향후 XR 기술이 다양한 산업 및 교육, 의료, 엔터테인먼트 분야로 확장될 때, 사용자에게 더 나은 경험을 제공하기 위한 필수적 접근 방법이라 할 수 있다. 그림 6은 AI 피드백 루프의 동작과정을 형상화한 것이다.

Figure 6. AI feedback loop operation process

3. Unity content 구현

3.1 Unity initail enviroment setup

VR 시뮬레이션 콘텐츠를 구현하기 위해서는 Unity 내에서의 초기 환경 설정이 선행되어야 한다. Unity는 VR을 포함, 다양한 형태의 인터랙티브 콘텐츠 제작에 널리 사용되는 게임 엔진으로 2D, 3D 환경 구축은 물론, 몰입형 시스템 개발에도 최적화 되어있다. XR 환경을 구축하기 위해 Unity Asset Store 또는 패키지 매니저를 통해 XR Interaction Toolkit과 XR Plugin Management를 프로젝트에 통합한다. 이후 프로젝트 설정(Projrct Setting) 메뉴로 이동해 XR Management 탭을 활성화하고, 사용하는 디바이스에 따라 플랫폼(ex. Oculus)을 선택하여 활성화한다. 이어서 Hierachy 창에서 'XR Origin' 오브젝트를 생성하여 가상 환경 내 사용자의 시점과 위치를 기준으로 하는 구조를 형성한다. 이 작업은 이후 사용자의 위치 추적 및 인터렉션을 구현하는 기반이 되므로, 반드시 정확하게 설정되어야 한다.

3.2 XR Implementation

Unity에서 XR 콘텐츠 제작의 초기 설정을 완료한 후에는, 실제 사용자가 경험하게 될 가상환경을 구성하는 단계로 넘어간다. 먼저 콘텐츠의 목적에 맞는 3D 배경과 오브젝트를 배치하여 전체 공간을 설계한다. 이때 사용자의 시점, 이동 동선, 공간의 몰입감을 고려한 구조 설계가 중요하다. 이후, XR Ineraction Toolkit을 활용해 사용자와 상호작용할 수 있는 요소에 기능을 부여한다. 오브젝트에는 잡기(Grab), 누르기(Slect) 등 인터랙션 컴포넌트를 추가하고, 컨트롤러나 손 제스처 인식 기능을 연동하여 자연스러운 조작이 가능하도록 설정한다. 또한, 조명 효과와 환경음, 피드백 사운드를 적절히 사용해 시청각적 몰입감을 강화한다. 사용자 이동, 시점 변화, 이벤트 발생 등의 요소는 C# 스크립트를 통해 제어되며, 이를 반복적으로 테스트하고 조정하여 안정적이고 완성도 높은 XR 콘텐츠를 구현할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 고령화로 인한 시니어 복지 문제와 세대 간 이해 부족을 해결하기 위한 방안으로 XR 기술 기반의 노년기 체험 서비스를 제안하였다. Unity를 활용한 VR 콘텐츠 제작 과정을 통해 사용자 중심의 몰입형 시뮬레이션을 구현하였으며, 이를 통해 젊은 세대는 노인의 신체적 제약을 간접적으로 체험하고, 노후 준비의 필요성을 인식할 수 있다. 또한 본 콘텐츠는 산업체에는 고령친화 제품을 위한 사용자 경험 데이터를 공공기관에는 정책 수립을 위한 공감 자료를 제공함으로써 실질적인 사회적 가치를 창출한다. 나아가 이러한 시스템은 B2B 및 B2G 영역으로의 확장 가능성도 높아, 향후 고령사회 대응 전략의 유용한 도구로 활용될 수 있을 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] .Shim Hyun-jun and Han Jeong-yeop. (2024). A study on the types and characteristics of experiential content based on XR technology - Focusing on representative cases of national museums -. Journal of the Korean Society of Spatial Design, 19(4), 599-606.

[2] Saredakis D, Keage H, Corlis M, Ghezzi E, Loffler H, Loetscher T The Effect of Reminiscence Therapy Using Virtual Reality on Apathy in Residential Aged Care: Multisite Nonrandomized Controlled Trial J Med Internet Res 2021;23(9):e29210

[3] T. Burger, W. Ganz and J. Liu, "Senior care service innovation: Service system design and testing for elderly people in Beijing," 2014 11th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), Beijing, China, 2014, pp. 1-2, doi: 10.1109/ICSSSM.2014.6874053.

다문화 가정을 위한 VR 한국 문화와 일상 한국어 체험

이인준[1], 김준홍[1], 최혁주[1], 고성준[1], 유현빈[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : injoon0526@naver.com

A Virtual Reality-Based Experience of Korean Culture and Everyday Korean Language for Multicultural Families

In-Jun Lee[1], Joon-Hong Kim[1], Hyuk-Ju Choi[1], Seong-Jun Koh[1], Hyeon-Been Yu[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media contents, Seowon University

요 약

다문화 가정을 위한 VR 한국 문화와 일상 회화 체험 서비스는 VR 기술을 활용하여 다문화 가정이 겪고 있는 일상생활에서 오는 불편함을 체험하고, 그에 대한 해결법을 제시함으로써 한국 사회에 적응할 수 있도록 돕는 서비스이며 사용자들이 가상 환경에서 한국 문화와 일상적인 회화 상황을 체험하며, 실생활에서 겪는 언어적, 문화적 장벽을 극복할 수 있도록 지원한다.
이를 통해 다문화 가정의 사회적 통합을 촉진하고, 한국 문화 이해도 향상을 돕고자 한다.

1. 서론

전 세계적으로 이주와 다문화 현상이 보편화되면서, 한국 사회 또한 다양한 문화적 배경을 지닌 구성원들이 함께 살아가는 다문화 사회로 빠르게 변화하고 있다. 특히 결혼 이주 여성과 외국인 노동자, 난민 가정 등으로 구성된 다문화 가정의 수가 꾸준히 증가하고 있으며, 이들이 한국 사회에 안정적으로 정착하고 통합되는 것은 사회 전체의 지속가능한 발전을 위해 매우 중요한 과제가 되었다. 그림 1은 한국사회에 다문화 가정의 혼인 이혼 출생의 지표를 나타낸 것이다.

Figure 1. Trends in Regional Proportions of Multicultural Marriages, Divorces, and Births

본 연구는 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술을 활용하여 다문화 가정 구성원들이 한국의 문화 및 일상생활 회화 상황을 몰입적으로 체험할 수 있는 서비스를 제안하고자 한다. 본 서비스는 실제 한국 사회에서 마주할 수 있는 다양한 상황을 가상 공간에서 경험하게 함으로써, 언어 및 문화적 장벽을 낮추고, 실생활 적응을 용이하게 하는 것을 목표로 한다. 나아가, 이러한 체험은 다문화 가정 구성원들의 심리적 안정과 자존감 향상에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 기존의 한국어 교육이나 다문화 교육은 주로 이론 중심의 교육으로 구성되어 있어 실생활에서의 적응력 향상에 한계를 보인다. 이에 반해 VR 기반 체험은 몰입감과 현장감 있는 학습을 가능하게 하여 언어와 문화를 실시간으로 습득하고 적용할 수 있는 장점을 가진다. 본 연구가 제안하는 서비스는 다문화 가정이 겪는 실제적인 문제를 구체적으로 체험하고 해결하는 과정을 제공함으로써, 한국 사회 내에서의 자립과 통합을 효과적으로 지원할 수 있다.

2. 연구 내용

2.1. 다문화가정의 한국문화적응 실태

최근 한국 사회에서 다문화 가정의 수가 증가하고 있으나, 이들의 한국 사회 적응은 여전히 많은 어려움을 동반하고 있다. 특히 언어적 장벽은 일상적인 소통뿐 아니라 교육, 고용, 사회 참여 전반에 영향을 미치며 가장 큰 도전 과제로 지목된다. 이와 함께 문화적 차이, 자녀 교육 문제, 사회적 고립 등도 적응을 어렵게 만드는 주요 요인으로 작용하고 있다. 그림 2는 다문화 가정이 겪고 있는 어려움을 나타낸 것이다.

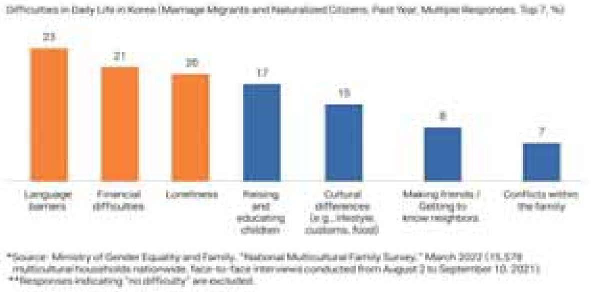


Figure 2. Survey on Difficulties Faced by Multicultural Families in Daily Life in Korea

2.2 다문화가정의 한국문화적응 실태

몰입형 가상현실(VR) 기반 학습은 교육학적으로 여러 이론적 기반을 가지고 있다. 몰입형 VR 학습은 학습자가 실제와 유사한 환경에서 직접적인 경험을 통해 학습하는 경험학습 이론과 상황인지 이론을 바탕으로 한다. 이러한 이론들은 학습이 실제적인 맥락에서 이루어질 때 가장 효과적이라고 주장한다. 멀티미디어 학습이론에 기반하여 인지부하를 줄이는 방법으로 체계적으로 설계된 VR 학습 환경은 학습자의 인지부하를 감소시킬 수 있다. 이를 통한 학습은 즉각적 학습성과를 보여주지는 않지만 학습동기를 유발하고 학습에 대한 긍정적 정서를 갖게 하여 지속적 효과를 나타낼 수 있다. 몰입형 VR 환경은 학습자의 몰입도를 높여 학습에 대한 동기를 유발하고, 학습에 대한 긍정적인 태도를 형성하는 데 도움을 준다. 가상 현실과 AI 튜터링의 통합은 개인화된 언어 학습 경험을 제공할 수 있는 잠재력이 있음이 연구를 통해 증명되었다. 이는 VR 기술과 AI 기술의 융합이 언어 학습 경험을 혁신적으로 변화시킬 수 있음을 시사한다. 특히 다문화 가정의 언어 및 문화 학습에 있어서 VR 기술은 1인칭 시점으로 가상현실에 직접 몰입을 가능하게 하는 학습 환경을 제공함으로써 언어 학습에 새로운 가능성을 제시한다. 이러한 환경에서 다문화 가정 구성원들은 한국의 일상적인 상황을 안전하고 반복적으로 경험하며 언어와 문화를 자연스럽게 학습할 수 있다.

2.3 Unity

Unity 엔진은 다양한 플랫폼에서 실행 가능한 3D 및 2D 게임과 인터랙티브 콘텐츠를 개발할 수 있는 강력한 게임 엔진이다. 본 연구에서는 Unity 엔진을 활용하여 다문화 가정을 위한 VR 한국 문화 및 일상 회화 체험 서비스를 구현한다. Unity 엔진 스트리밍 기술을 활용하면 VR 한국어 회화 서비스 및 다양한 분야의 VR 콘텐츠에 상호작용 기능을 접목한 인터랙티브 콘텐츠를 제작할 수 있다. Unity는 VR 개발을 위한 다양한 도구와 에셋을 제공하며, VR 헤드셋과의 호환성도 뛰어나 몰입감 있는 VR 환경을 구축하는 데 적합하다. 그림 3은 Unity 개발 환경에서의 VR 콘텐츠 제작 예시를 보여준다.

Figure 3. Example of VR Content Development in the Unity Environment

본 연구에서는 Unity의 XR Interaction Toolkit을 활용하여 사용자가 가상 환경에서 자연스럽게 상호작용할 수 있도록 구현한다. 또한 Unity의 애니메이션 시스템과 Cinemachine을 활용하여 실제 한국의 일상 환경을 사실적으로 재현하고, 다양한 상황별 시나리오를 통해 사용자가 한국 문화와 언어를 체험할 수 있도록 설계한다. Unity의 장점 중 하나는 사용자 인터페이스(UI) 시스템의 유연성이다. 다문화 가정 사용자의 다양한 언어적 배경을 고려하여, 다국어 지원 UI를 구현하고 직관적인 조작 방식을 적용하여 기술적 장벽을 최소화한다. 그림 4는 다문화 가정을 위한 VR 한국어 학습 시나리오 구성도를 보여준다.

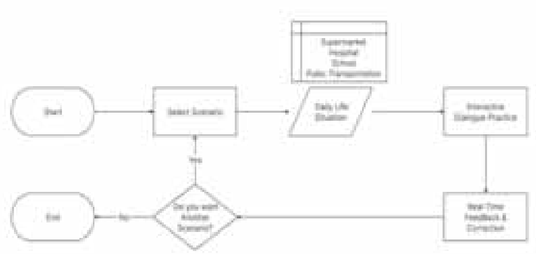


Figure 4. Scenario Structure for VR-Based Korean Language Learning for Multicultural Families

2.4 VR in voice

VR in voice 기술은 가상현실 환경에서 음성 인식 및 합성 기술을 활용하여 자연스러운 언어 학습과 상호작용을 가능하게 하는 기술이다. 본 연구에서는 OpenAI의 Whisper 모델과 같은 고급 음성 인식 기술을 활용하여 다문화 가정 사용자의 발화를 정확하게 인식하고 피드백을 제공하는 시스템을 구현한다. Whisper 모델은 사용자의 음성을 텍스트로 변환하며, 다양한 데이터를 기반으로 학습되어 고품질의 음성 인식이 가능하다. 이러한 기술을 통해 다문화 가정 사용자가 발화한 한국어를 정확하게 인식하고, 발음이나 문법적 오류에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있다. 그림 5는 음성 인식 및 상호작용 기술 구현 아키텍처를 보여준다.

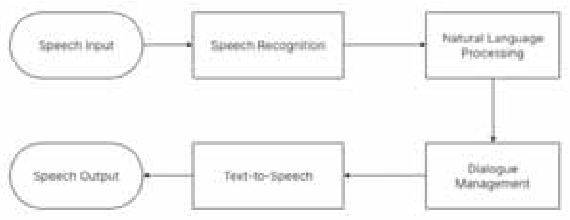


Figure 5. Implementation Architecture for Speech Recognition and Interactive Technologies

GPT에 의해 생성된 응답은 OpenAI의 음성 합성 API를 통해 자연스러운 음성으로 변환되어 사용자에게 전달된다. 이러한 텍스트-음성 변환(TTS) 기술을 활용하여 가상 환경 내의 캐릭터가 자연스러운 한국어로 사용자와 대화할 수 있도록 구현한다. 본 시스템은 다양한 악센트와 발음 특성을 인식할 수 있도록 학습된 음성 인식 모델을 적용하여, 다양한 국적의 다문화 가정 구성원들이 효과적으로 사용할 수 있도록 설계된다. 또한 사용자의 한국어 수준에 따라 난이도를 조절하는 적응형 학습 시스템을 구현하여, 개인화된 학습 경험을 제공한다.

3. 결론

본 연구에서는 다문화 가정 구성원들의 한국 사회 적응을 지원하기 위해 VR 기술을 활용한 한국 문화 및 일상 회화 체험 서비스를 설계하고 제안하였다. 다문화 가정이 겪는 언어적, 문화적 장벽을 극복하기 위한 몰입형 학습 경험을 제공함으로써, 기존의 전통적인 교육 방식이 가진 한계를 보완하고자 하였다. 몰입형 가상현실 학습은 학습 동기를 유발하고 학습에 대한 긍정적 정서를 갖게 하여 지속적 효과를 나타낼 수 있다는 점에서 다문화 가정의 한국어 학습과 문화 적응에 효과적일 수 있다. 특히 그림6 결과에 따르면, 다문화 가정은 자녀양육에 어려움을 느끼고 있으며, 이 중 "한글을 직접 가르치기 어려움(26.8%)"이 큰 부분을 차지하고 있어, 본 연구에서 제안하는 VR 기반 언어 학습 서비스가 이러한 문제 해결에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

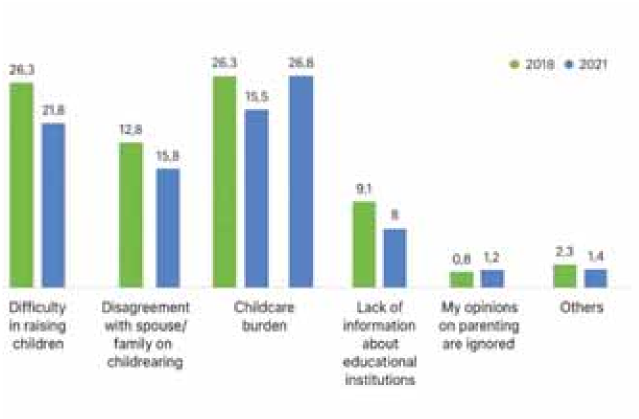


Figure 6. Parenting Challenges for Marriage Migrants and Naturalized Citizens Raising Children Aged 6 to 24

본 연구의 한계점으로는 VR 기기 접근성, 초기 개발 비용, 다양한 언어와 문화적 배경을 모두 포괄하기 어렵다는 점 등이 있다. 그러나 이러한 한계에도 불구하고, VR 기술의 지속적인 발전과 대중화에 따라 향후 더 많은 다문화 가정이 이러한 기술의 혜택을 누릴 수 있을 것으로 예상된다. 향후 연구 방향으로는 AI 기술의 발전을 활용한 더욱 개인화된 학습 경험 제공, 다양한 문화적 배경을 고려한 콘텐츠 확장, 장기적 효과성 검증을 위한 종단 연구 등이 필요하다. 또한 다문화 가정 구성원들뿐만 아니라, 일반 한국인들의 다문화 이해 교육을 위한 VR 콘텐츠 개발도 의미 있는 연구 주제가 될 수 있을 것이다. 결론적으로, 본 연구에서 제안하는 VR 기반 한국 문화 및 일상 회화 체험 서비스는 다문화 가정의 한국 사회 적응을 효과적으로 지원하고, 궁극적으로는 한국 사회의 다문화 통합에 기여할 수 있는 혁신적인 접근법이라 할 수 있다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Ministry of Gender Equality and Family. (2022). 2021 National Multicultural Family Survey Report. Seoul: Ministry of Gender Equality and Family.
[2] S. H. Kim. (2022). The forgotten language of multicultural families: Communication breakdown and loss of mother tongue with children. Jeonbuk Ilbo.
[3] Local Finance Research Institute. (2023). Current Status of Multicultural Family Support Policies. Seoul: Local Finance Research Institute.
[4] Ministry of Gender Equality and Family. (2021). National Multicultural Family Survey. Seoul: Ministry of Gender Equality and Family.
[5] S. H. Lee & J. H. Kim. (2019). The effect of immersive virtual reality learning on middle school students' academic performance. Journal of the Korean Association for Educational Information and Media, 25(1), 99–120.
[6] U. Park. (2022). A study on design elements of English learning using immersive virtual reality. Journal of the Korea Convergence Society, 13(5), 209–217.
[7] B. G. Seo. (2025). Leveraging virtual reality and AI tutoring for language learning: A case study of a virtual campus environment with OpenAI GPT integration with Unity 3D. Journal of the Korean Society for Educational Technology.

[8] Y. H. Jung & D. B. Jung. (2021). Development of Korean language learning content using VR. Creator Link.

[9] Y. H. Lee & M. J. Kim. (2023). A qualitative study on the social adaptation experiences of children from multicultural families in Korea. Journal of Multicultural Convergence Studies, 15, 29–55.

[10] Statistics Korea. (2023). School Life Adaptation and Psychosocial Characteristics of Students from Multicultural Families. Daejeon: Statistics Korea.Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 1–6.

XR/AR을 활용한 몰입형 여행 네비게이션 서비스

김현지[1], 김미경[1], 육서영[1], 전용하[2], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
[2](주)이노더스
e-mail : gimj88759@gmail.com

Immersive Travel Navigation with XR/AR

Hyun-ji Kim[1], Mi-kyung Kim[1], Seo-young Yook[1], Yong-ha Jeon[1], Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University
[2]Inodus Co., Ltd.

요 약

이 서비스는 휠체어 사용자를 위한 정확한 경로 안내 기능을 통해 안전하고 편리한 이동을 지원하며, VR 기술을 활용하여 사용자들이 다양한 여행지를 몰입감 있게 체험할 수 있도록 한다. 또한, 역사적 유적지와 문화적 명소를 VR로 생생하게 경험함으로써 교육적 가치를 제공하고, 이를 통해 학습 효과를 극대화한다. 마지막으로, 개인의 취향과 관심사에 맞춘 맞춤형 여행 경로 제안을 통해 사용자가 더욱 몰입하여 참여할 수 있는 여행 경험을 창출하는 기능을 갖추고 있다.

1. 서론

본 연구에서는 정보의 비대칭으로 인해 일상적인 공간 접근에 어려움을 겪는 거동이 불편한 이동 약자들을 위한 실감형 시뮬레이션 기반 공간 정보 제공 서비스를 제안한다. 오늘날 많은 장소 정보가 제공되고 있지만, 실제 공간을 사용하는 사람들의 접근성 정보는 충분히 전달되지 않고 있으며, 특히 휠체어 사용자와 같은 이동 약자에게는 큰 제약으로 작용하고 있다.

Figure 1. Outgoing frequency and income of persons with disabilities

최근 VR(Virtual Reality) 기술은 다양한 분야에서 활용 범위를 넓혀가고 있으며, 단순한 체험을 넘어 사회적 경험의 장으로 진화하고 있다. 단일 기기를 통해 몰입형 환경을 구성할 수 있는 특성은 공간 이동의 제약을 뛰어넘어 사회적, 물리적 장벽을 시뮬레이션을 통해 사전 체험하고 회피 경로를 설계할 수 있도록 돕는다. 이는 특히 이동 약자에게 있어 낯선 공간에 대한 불안감 해소와 자율적 외출 가능성을 높이는 데 기여할 수 있다. 또한 XR/AR 기반 몰입형 네비게이션 서비스의 가능성과 한계를 비판적으로 고찰하고, 향후 기술이 포용적 사회를 구현하는 데 기여할 수 있는 방향성을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

본 절에서는 이동에 제약이 있는 사용자, 특히 휠체어 사용자와 같은 거동이 불편한 이들을 위해 VR 내비게이션 기반의 여행 시뮬레이션 서비스를 제안함으로써, 실제로 접근이 어려운 공간에 대한 생생한 체험할 수 있도록 지원함으로써, 사회적·정서적 경험 확장에 기여한다.[3]

2.1.1 Mobility Impairment

이동에 제약이 있는 사람 즉, Mobility Impairment는 개인이 신체적 기능의 제한으로 인해 보조 수단 없이 일상적인 움직임이나 독립적인 활동을 수행하는 데 어려움을 겪는 상태를 의미한다. 이러한 장애는 선천적인 신체 기능 결손에서 비롯될 수 있으며, 후천적인 사고, 노화, 또는 신경계 질환 등의 건강 문제로 인해 발생하기도 한다. 그림 2는 연령대 별 장애를 가진 사람들의 비율을 나타낸 것이다.

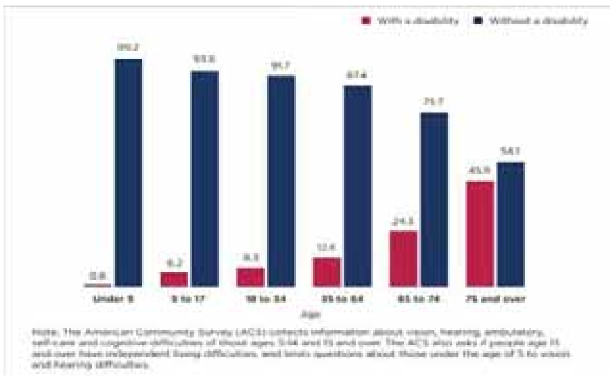


Figure 2. Disability Staus By Age Group

2.1.2 Unreal Engine SDK for VR

Unreal Engine은 Epic Games가 개발한 통합 개발 환경(IDE)으로, 고품질의 3D 게임 및 가상 현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 강력한 도구이다. Unreal Engine은 PC, 콘솔, 모바일, VR/AR 등 다양한 플랫폼을 지원하며, 실시간 렌더링과 사실적인 비주얼을 구현할 수 있고, 뛰어난 그래픽 렌더링, 사실감 넘치는 물리 엔진, 직관적인 블루프린트 시스템을 제공하여 VR 애플리케이션을 보다 쉽게 개발하고 최적화할 수 있습니다.

2.2.1 Implementing VR Systems

VR(Virtual Reality, 가상현실) 시스템의 구현을 위해서는 먼저 사용자가 VR 헤드셋(Oculus Quest 등)을 착용하고, 필요한 센서 및 트래킹 시스템을 설정하는 과정이 선행되어야 한다. 이 과정은 사용자로 하여금 가상 공간 내에서 자연스럽게 이동하고 상호작용할 수 있는 기반 기술을 제공한다. 트래킹 시스템은 사용자의 시선, 손 동작, 위치 정보를 실시간으로 인식하며, 이를 바탕으로 몰입감 있는 인터페이스를 구성한다. 예를 들어, Oculus Quest 2 기기의 경우 자체 플랫폼인 Oculus Home을 통해 콘텐츠를 구동할 수 있으며, SteamVR 기반 콘텐츠를 사용할 경우 별도의 연동 설정이 필요하다. 사용자는 VR 컨트롤러를 통해 오브젝트와의 상호작용, 경로 선택, 메뉴 조작 등을 수행할 수 있으며, 일부 장치는 핸드 트래킹 기능을 통해 컨트롤러 없이도 제스처 인식이 가능하다. 그림 3은 VR 시스템 구현에 적용된 기술적 접근 방식을 나타낸 것이다.

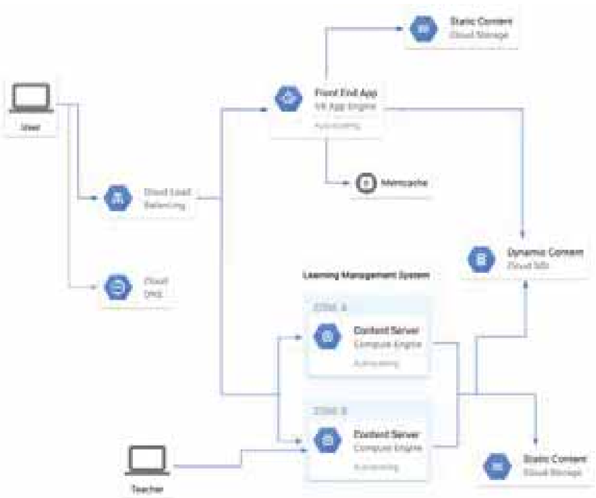


Figure 3. VR System Implementation

본 가상현실 플랫폼은 단순한 시청 중심 콘텐츠를 넘어서, 실시간 상호작용과 사용자 반응 기반 콘텐츠로 설계된다. 이러한 구조는 사용자의 행동 데이터를 바탕으로 가상 환경 내에서의 반응을 동적으로 처리할 수 있게 하며, 시뮬레이션, 교육, 문화체험, 등 다양한 분야에 걸쳐 활용된다. 특히, 몰입형 여행 콘텐츠의 경우 사용자 맞춤형 경로 제시 및 현장 정보 제공과 같은 기능을 포함하여, 실제 여행과 유사한 체험을 제공할 수 있도록 구성된다.가상현실 플랫폼을 사용자들에게 제공하기 위해서는 우선 Unreal Engine에서 제작 후, Android 기반(.apk) 또는 Windows 기반(.exe)의 실행 파일 형태로 Export되며, 대상 플랫폼(Oculus Quest2 등)에 설치된다. 이후 기기 내 런타임에서 콘텐츠 실행 → 3D 환경 로딩 → 사용자 입력 인터페이스 활성화 → 상호작용 기능 구동 순으로 진행된다.그림 4는 VR 핵심 기술 간의 상호작용 구조를 도식화한 것이다.

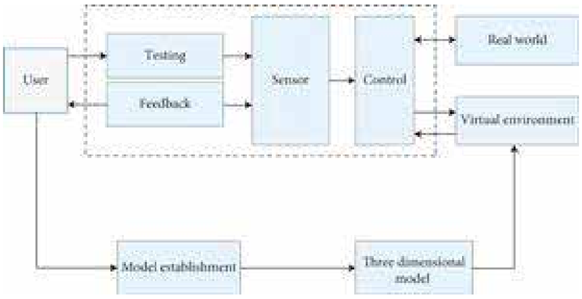


Figure 4. Principles of VR core technology

3. 구현

3.1 VR System

본 시스템의 몰입형 체험 구성은 Unreal Engine 5를 기반으로 제작되어, VR 환경에서 사용자가 실제 여행지에 있는 듯한 경험을 제공하는 것을 목표로 한다. Unreal Engine은 고품질의 실시간 렌더링 기술과 다양한 VR 기기와의 호환성을 제공하여 본 프로젝트에 적합한 개발 플랫폼으로 선정되었다.

엔진 버전은 Unreal Engine 5.3 이상을 사용할 것이며, 필수 플러그인으로는 OpenXR, SteamVR Plugin, VR Template(UE 기본 제공), Navigation Mesh, Datasmith (외부 데이터 불러오기 시)가 있다.

3.2 구현 기술 및 도구

여행지의 시각적 구현을 위해 포토그래메트리 기술 및 고해상도 3D 모델링을 활용하였다. 해당 모델은 Datasmith 및 RealityCapture와 같은 외부 툴을 통해 Unreal Engine으로 가져왔으며, 그림 5와 같이 Nanite 및 Lumen 기술을 적용하여 정밀한 디테일과 자연스러운 조명 효과를 구현하였다.

이러한 고품질 시각 요소는 사용자가 실제 여행지에 있는 듯한 현실감을 제공하는 데 중추적인 역할을 한다.

Figure 5. UE Nanite and Lumen

휠체어 사용자의 접근성을 고려한 경로 안내 기능은 Unreal Engine의 Navigation Mesh와 AI Navigation System을 기반으로 개발되었다. 사전에 휠체어 통행이 가능한 경로를 식별하고 NavMesh 상에 등록한 후, 사용자가 목적지를 선택하면 Spline과 Niagara FX를 활용하여 시각적으로 경로를 안내하였다. 이를 통해 이동의 정확성과 안전성을 동시에 확보하였다. 그림 6은 해당 Mesh를 활용하는 법이다.

Figure 6. Navigation Mesh

XR/AR 기술을 활용하여, 휠체어 사용자와 일반 사용자 모두가 몰입감 있고 안전한 여행 경험을 누릴 수 있도록 설계된 VR 기반 여행 네비게이션 시스템을 제안하고, 이를 Unreal Engine 5를 통해 실질적으로 구현하고자 하였다. 본 서비스는 시각적 사실성, 사용자 인터랙션, 접근성 기반 경로 안내, 그리고 맞춤형 콘텐츠 제공이라는 네 가지 핵심 요소를 중심으로 구성되었으며, 각각의 기능은 기술적 요소와 사용자 경험을 종합적으로 고려하였다.

3.2 여행 네비게이션 서비스 구현

Unreal Engine으로 구현된 몰입형 여행 네비게이션 시안은 실제 여행지를 정밀하게 재현한 3D 공간에서 몰입감을 제공하며, 휠체어 사용자가 안전하게 이동할 수 있는 경로를 시각적으로 안내한다. 사용자는 주요 관광지에 접근할 때마다 자동으로 정보를 제공받고, 맞춤형 경로 추천 시스템을 통해 개인화된 여행 경험을 한다. 이러한 시안은 사용자의 참여를 유도하고, 교육적 가치를 제공하는 경험을 창출한다.

Figure 7. Draft plan

4. 결론

본 연구는 거동이 불편한 이동 약자들이 일상 속에서 겪는 공간 정보의 단절 문제를 해결하고자, 실감형 시뮬레이션 기반 공간 정보 제공 서비스를 제안하고 구현하였다. 기술의 목적은 단순히 정보를 전달하는 데 그치지 않고, 사용자 스스로가 공간을 인지하고, 계획하며, 심리적 불안 없이 움직일 수 있도록 돕는 데 있다.

본 시스템은 단순한 접근성 확인을 넘어, 사용자에게 하나의 '여행 경험'으로 느껴질 수 있는 몰입감 있는 시뮬레이션을 제공하고자 한다. 실제 이동이 물리적으로 어렵더라도, 가상 공간 속에서의 '탐색'과 '체험'이 하나의 자기 주도적 활동이자 여행이 될 수 있도록 설계되었다. 이는 이동 약자들이 공간을 소비하는 주체로서 자신감을 가질 수 있도록 유도하며, 사회적 자율성과 심리적 해방감을 동시에 제공하는 데 큰 의의가 있다.

Unreal Engine 기반의 모델링과 사용자 관점 설계를 통해 구현된 본 시스템은, 실제 건물 환경을 기반으로 하여 현실감 있는 정보를 전달하며, 접근성과 체험성을 함께 충족시키는 플랫폼의 가능성을 제시하였다.

향후에는 보다 다양한 건축 유형에 대한 확장과 실사용자 대상의 피드백 수집을 통해, 기술적 완성도와 감성적 만족도를 동시에 높일 수 있는 방향으로 발전시킬 예정이다. 나아가 이러한 시스템은 단순히 장애인의 보조 수단을 넘어, 누구나 새로운 공간을 안전하게 경험할 수 있는 '새로운 여행의 방식'으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). "Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research." Computers & Education, 56(3), 702-709.

[2] Carlon, S. R., & Morrow, A. L. (2016). "Smart mobility for persons with disabilities." Journal of Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 11(6), 502-509.

[3] Sahoo, S. K., & Patnaik, B. (2020). "A review on smart robotic wheelchairs with advancing mobility and independence for individuals with disabilities." Journal of Decision Analytics and Intelligent Computing, 1(3), 31-39.

노약자를 위한 건강 모니터링 및 일정관리 프로그램 설계

김민범[1], 서강찬[1], 이재용[1], 주승환[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2]아우토크립트(주) 팀장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of A Health Monitoring and Schedule Management System for the Elderly

Min-Beom Kim[1], Gang-Chan Seo[1], Jae-Young Lee[1],Seung-Hwan Joo[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Team Manager, Autocrypt Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

세계적인 고령화 추세에 따라 건강 관리를 위한 스마트 헬스케어 디바이스를 설계하였다. 본 시스템은 갤럭시 워치를 활용하여 심박수, 산소포화도 등의 건강 데이터를 받아와 실시간 모니터링하고, 이를 스마트폰과 서버를 통해 관리할 수 있도록 지원한다. 또한 사용자 일정 관리를 사용자 본인 뿐만 아니라 보호자 또한 작성 관리를 할 수 있으며, 일상생활 속 건강 관리의 효율성을 높였다.

1. 서론

세계적으로 고령화가 급속히 진행되면서 개인의 건강관리에 대한 중요성이 크게 부각되고 있다. 특히 만성 질환 관리, 응급 상황 대응, 건강 상태의 지속적인 모니터링은 고령층 및 만성 질환자를 위한 중요한 과제로 자리 잡고 있다. 기존의 의료 서비스는 병원이나 보건소 등의 의료 기관 중심으로 제공되어 왔으나, 이러한 방식은 의료 기관 접근성, 의료 인력 부족, 개인 맞춤형 관리의 한계 등 여러 가지 문제를 내포하고 있다[1].

이를 해결하기 위해 최근 웨어러블 디바이스 기반의 스마트 헬스케어 기술이 주목받고 있다. 스마트 헬스케어 기술은 실시간 건강 데이터를 지속적으로 모니터링하여 사용자 및 보호자에게 제공하며, 비상 상황 시 즉각적인 대응이 가능하도록 지원하는 시스템이다. 본 연구에서는 특히 삼성 갤럭시 워치를 활용하여 사용자의 심박수, 산소포화도 등의 건강 데이터를 수집하고 이를 기반으로 일상 속에서 간편하게 건강 상태를 관리할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다[2].

제안된 시스템은 사용자의 건강 데이터를 스마트폰 및 서버와 연동하여 실시간으로 건강 및 일정을 관리할 수 있도록 지원한다. 본 논문에서는 이러한 스마트 헬스케어 시스템의 필요성과 구현 방안을 논의하고, 실질적인 효과성을 검증하는 것을 목표로 한다.

2. 연구 내용

2.1 시스템 설계

제안된 스마트 헬스케어 시스템은 사용자, 보호자, 서버 간의 연동을 통해 건강 데이터를 수집하고 관리하는 구조로 설계되었다. 전체 시스템은 크게 세 가지 주요 구성 요소로 이루어진다: (1) 생체 데이터를 수집하는 갤럭시 워치, (2) 데이터를 처리하고 시각화하는 스마트폰 애플리케이션, (3) 수집된 데이터를 저장하고 보호자가 접근할 수 있도록 지원하는 서버이다. 각 구성 요소는 독립적으로 동작하면서도 상호 유기적으로 연결되어 있어, 사용자와 보호자가 실시간으로 정보를 주고받을 수 있는 통합된 환경을 제공한다[3].

갤럭시 워치는 심박수, 산소포화도, 스트레스 지수 등의 생체 데이터를 실시간으로 측정하며, Bluetooth 통신을 통해 스마트폰 애플리케이션으로 데이터를 전송한다. 스마트폰 애플리케이션은 Samsung Health SDK를 기반으로 해당 데이터를 수신 및 처리하며, 수신된 데이터는 내부 저장소에 일시적으로 보관된 후, 서버로 안전하게 업로드된다. 서버는 수집된 데이터를 시간순으로 정리하고, 보호자가 언제든지 접속하여 확인할 수 있도록 별도의 사용자 인터페이스를 제공한다.

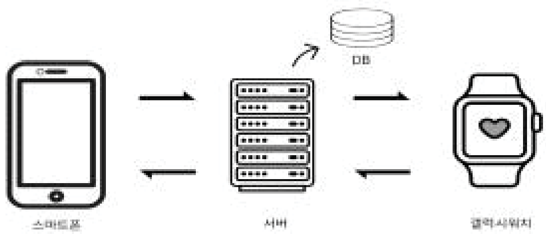


Figure 1. system structure

2.2 애플리케이션 설계

스마트폰 애플리케이션은 사용자와 보호자가 건강 정보를 손쉽게 확인하고 상호작용할 수 있도록 구성되었다. 본 애플리케이션은 직관적인 디자인과 간편한 조작 방식을 바탕으로, 다양한 연령대 사용자 중에서도 특히 고령자들이 불편함 없이 사용할 수 있도록 설계되었다. 주요 기능은 다음과 같다: (1) 실시간 생체 신호 확인, (2) 사용자 일정 등록 및 알림 기능, (3) SOS 긴급 호출 기능이다.

사용자는 애플리케이션을 통해 본인의 심박수, 산소포화도, 스트레스 지수 등 건강 데이터를 실시간으로 확인할 수 있으며, 복약 시간, 운동 스케줄, 병원 진료 등 개인 맞춤형 일정을 등록하고 알림을 받을 수 있다. 이로 인해 사용자는 자신의 건강 상태를 보다 능동적으로 관리할 수 있게 된다. 보호자 측면에서는, 별도의 보호자용 화면을 통해 사용자의 상태를 원격으로 모니터링할 수 있으며, 비상 상황 발생 시 SOS 알림 기능을 통해 즉시 위치 및 생체 상태를 전달받아 빠르게 대응할 수 있다[4].

UI는 버튼 크기, 글꼴 크기, 대비 색상 등을 고령자의 시각과 인지 특성을 고려하여 구성하였으며, 터치 오작동을 줄이기 위해 메뉴 배치도 단순하고 명확하게 설계되었다. 이러한 사용자 중심의 설계는 실제 사용 환경에서의 효율성과 만족도를 높이며, 시스템의 실용성과 접근성을 동시에 강화한다.

Figure 2. user interface

3. 결론

본 논문에서는 고령화 사회에서의 건강 관리를 지원하기 위한 스마트 헬스케어 시스템을 설계하고 구현하였다. 삼성 갤럭시 워치를 활용하여 실시간 생체 데이터를 수집하고, 스마트폰 애플리케이션 및 서버와 연동함으로써 사용자와 보호자가 모두 건강 상태를 확인하고 관리할 수 있는 환경을 구축하였다. 이는 기존의 병원 중심 건강 관리 방식의 한계를 보완하고, 일상 속에서 지속적인 건강 모니터링이 가능하도록 한다는 점에서 큰 의의가 있다.

제안된 시스템은 기본적인 건강 모니터링뿐만 아니라 일정 관리, 복약 알림, 긴급 상황 대응 기능을 포함하고 있으며, 특히 고령자를 주요 대상으로 고려하여 직관적인 UI 설계와 간편한 기능 사용성을 중심으로 구성되었다. 사용자는 자신의 건강 상태를 능동적으로 확인하고 스스로 일정을 조율할 수 있으며, 보호자는 원격으로 사용자 상태를 확인할 수 있어 관리 효율성과 안전성을 동시에 확보할 수 있다.

향후 연구에서는 AI 기반의 건강 상태 예측 기능과 음성 인식 인터페이스를 추가하여, 보다 정밀하고 사용자 맞춤형 헬스케어 서비스로 확장할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Samsung Developers. “Samsung Health SDK for Android.” https://developer.samsung.com/health

[2] T. M. Lim, Y. I. Park, and T. R. Lee, “Lifelog Data Analysis based on Wearable Devices,” Proceedings of the 2021 Autumn Conference of the Korean Society for Precision Engineering, p. 460, 2021.

[3] S. S. Kang, Y. S. Song, H. M. Ho, and H. K. Chung, “Bounce: Designing an EKG Monitoring Application Using a Wearable Sensor through a Design Thinking Process,” Proceedings of the HCI Korea Conference, pp. 470–474, 2021.

[4] B. J. Kim, Y. J. Kim, and J. S. Lee, “An Exploratory Study of Types of Daily Activity Patterns Analyzing Data from Wearables,” Proceedings of the HCI Korea Conference, pp. 460–464, 2018.

발달장애 아동을 위한 VR 게임 기반 창작 동화 구현 시스템 설계

김범진[1], 정용진[1], 이현호[1], 민영기[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2]이글루코퍼레이션 수석 부장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of VR game-based creative fairy tale implementation system for children with developmental disabilities

Beom-Jin Kim[1], Yong-Jin Jeong[1], Hyun-Ho Lee[1], Young-ki Min[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Senior Manager, Igloo Corporation Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

본 논문은 발달장애 아동을 위한 몰입형 교육 콘텐츠로서 「VR 게임 기반 동화 창작 구현 시스템」을 제안한다. 사용자는 VR 환경에서 동화를 선택하고, NPC와 상호작용하며 선택지를 통해 스토리를 전개한다. Unity, Flask, MySQL 기반의 구조를 통해 콘텐츠가 실시간 처리되며, 이는 아동의 창의력, 사회성, 정서 발달에 기여할 수 있다.

1. 서론

보건복지부에 따르면 2023년 기준 국내 등록 발달장애인은 약 29만 1천여 명이며, 이 중 약 35% 이상이 0세~14세 이하의 아동기로, 교육적 개입이 매우 중요한 시기에 해당한다[1]. 이들은 감각 과민, 언어 표현의 어려움 등으로 인해 전통적인 교과 중심 학습에 한계를 겪는 경우가 많다.

이와 동시에 디지털 기술의 발전으로 인해 교육 방식 역시 빠르게 변화하고 있으며, 게임 기반 학습(Game-based Learning), 몰입형 인터페이스, 스토리텔링 중심 콘텐츠가 결합된 형태의 교육이 새롭게 주목받고 있다[2]. 하지만 현재 발달장애 아동을 위한 콘텐츠는 정적인 그림책이나 반복 학습 중심의 구조가 대부분이며, 능동적인 선택과 참여를 유도하는 시스템은 여전히 드물다.

특히, '몰입감'과 '선택 경험' 중심의 학습 설계는 발달장애 아동에게 효과적인 접근으로 평가된다. 한국교육개발원(KEDI)에 따르면, 상호작용이 가능한 콘텐츠는 이해도 2.4배, 반복 학습 참여율은 3배 이상 높게 나타났다는 보고가 있다[3]. 이러한 특성을 반영하여, 본 연구에서는 사용자가 직접 동화 속 주인공이 되어 NPC와 상호작용하고, 선택지를 통해 스토리를 분기하며, 문제 해결 과제를 수행하는 VR 기반 인터랙티브 동화 시스템을 설계하였다.

본 시스템은 Unity와 Oculus Quest 2를 활용한 클라이언트를 기반으로 하고, Flask 서버와 MySQL 데이터베이스를 통해 스토리, 대사, 선택지, 게임 이벤트 등의 콘텐츠를 실시간으로 처리한다. 이러한 아키텍처는 동화의 다양한 전개와 분기를 유연하게 지원하며, 발달장애 아동의 창의력, 사회성, 감정 표현 능력 향상에 기여할 수 있는 교육 콘텐츠로서의 가능성을 제시한다.

2. 연구 내용

2.1 시스템 설계 이론

본 시스템은 발달장애 아동이 가상현실(VR) 환경에서 직접 동화의 주인공이 되어 이야기를 체험하고, 선택지 및 문제 해결 게임을 통해 스토리를 능동적으로 전개할 수 있도록 설계되었다. 이러한 몰입형 학습 경험을 구현하기 위해 Unity 기반의 클라이언트, Flask 서버, 그리고 MySQL 데이터베이스를 연동하는 클라이언트-서버 구조를 채택하였다.

클라이언트 측은 Unity 엔진을 사용하여 개발되었으며, VR 기기인 Oculus Quest 2를 통해 사용자에게 동화 선택, NPC 상호작용, 선택지 분기, 문제 해결 게임 등의 인터랙티브 콘텐츠를 제공한다. 아동은 컨트롤러를 활용하여 카드 UI를 선택하거나, NPC와 대화하고, 게임 이벤트를 수행하게 된다[4].

서버 측은 Python 기반의 Flask 프레임워크를 사용하여 구성되었으며, Unity로부터 HTTP 요청을 받아 이를 해석하고, 데이터베이스에 저장된 콘텐츠를 조회한 후 JSON 형식으로 응답을 반환한다. 이를 통해 사용자의 선택과 상호작용은 실시간으로 콘텐츠 흐름에 반영된다[5].

콘텐츠는 관계형 데이터베이스인 MySQL을 통해 관리되며, FairyTale, Story, NPC, NPCDialogue, Choice, ProblemSolvingGame 등의 테이블로 구성되어 있다. 각 요소 간의 외래키(FK)를 통해 논리적 흐름과 참조 무결성을 유지하며, 다양한 스토리 분기 및 NPC 상호작용을 안정적으로 처리할 수 있도록 설계되었다[6].

이러한 기술적 구성을 통해, 아동은 단순한 소비자가 아닌 이야기의 주체가 되어 스토리를 전개하고, 반복적인 문제 해결 경험을 통해 창의성과 사회성을 자연스럽게 키울 수 있는 동적 학습 경험을 누릴 수 있다.

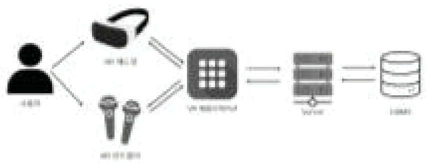


Figure 1. Overall architecture of the interactive VR storytelling system.

2.2 주요 기능 설계

2.2.1 동화 선택 기능

사용자는 VR 환경에서 동화를 선택하는 것으로 이야기를 시작한다. 시작 화면에는 카드 형태로 동화 목록이 배치되며, 각 카드는 제목과 간단한 설명을 포함한다. 사용자는 Oculus Quest 2의 컨트롤러로 카드를 가리켜 One 버튼을 누르고, 선택된 동화 ID는 서버에 전송된다. 이후 해당 동화의 스토리 데이터가 로드되어 본격적인 콘텐츠가 시작된다. 이 구조는 아동의 자율성과 몰입도를 높이기 위해 설계되었다.

2.2.2 NPC 상호작용 기능

스토리 진행 중 특정 시점에서 NPC가 등장하며, 사용자가 NPC를 가리켜 버튼을 누르면 대화가 시작된다. NPC의 등장 시점은 Story 테이블을 기반으로 하며, 관련 대사는 NPCDialogue 테이블에서 불러온다. 대사는 순차적으로 출력되며, 대화가 끝나면 NPC는 자동으로 사라지거나 다음 단계로 전환된다. 이 기능은 아동에게 이야기 속 인물과의 상호작용 경험을 제공하여 감정이입과 상황 이해를 돕는다.

2.2.3 선택지 기반 스토리 분기

스토리 진행 중 사용자에게 2개 이상의 선택지가 제시되는 구간이 존재한다. 이 선택지는 Choice 테이블 기반으로 구성되어 있으며, 각 선택지에는 연결될 다음 Story ID가 설정되어 있다. 사용자는 VR 공간 내에 배치된 버튼 중 하나를 선택하고 클릭함으로써 스토리를 분기시킨다. 이러한 방식은 아동의 판단력과 주도성을 자극하며, 반복 플레이를 유도하여 학습 효과를 높일 수 있다.

2.2.4 문제 해결 게임 구조

일부 스토리 구간에는 문제 해결 게임이 포함되어 있다. 이 게임은 ProblemSolvingGame 테이블을 기반으로 동작하며, 퍼즐 풀이, 상황 해결, 미션 달성 등의 형식으로 구성된다. 사용자는 게임을 수행하여 성공하거나 실패할 수 있으며, 그 결과에 따라 이후의 Story ID가 달라지거나 캐릭터의 생사가 결정되는 분기 구조가 설계되어 있다. 이러한 기능은 사용자의 인지력과 문제 해결 능력을 향상시키고, 이야기 속 긴장감을 높이는 핵심 요소로 작용한다.

Figure 2. VR System UI Examples: Tale Selection, NPC Dialogue, and Choice Interface

3. 결론

본 논문에서는 발달장애 아동의 몰입형 학습을 지원하기 위해 「VR 게임 기반 동화 창작 구현 시스템」을 제안하였다.

사용자는 VR 환경에서 동화를 선택하고, NPC와 상호작용하며, 선택지와 문제 해결 과정을 통해 스토리를 능동적으로 전개할 수 있도록 설계하였다.

시스템은 Unity와 Oculus Quest 2를 기반으로 하며, Flask 서버와 MySQL 데이터베이스를 통해 실시간 콘텐츠 연동 및 분기 구조를 지원한다.

이러한 구조는 아동의 자율성과 창의적 사고를 촉진하고, 사회성과 감정 표현 능력 향상에 기여할 수 있다.

향후에는 사용자 반응 기반 피드백 시스템과 보호자 모니터링 기능, 그리고 다양한 동화 콘텐츠 확장 등을 통해 교육적 활용성을 높일 예정이다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 보건복지부. 「2023 장애인 등록 현황」, 보건복지통계연보, 2023.

[2] 한국교육개발원(KEDI). 「특수교육 지원 방식의 디지털 전환 보고서」, 2022.

[3] 한국교육개발원(KEDI). 발달장애 아동의 디지털 학습 콘텐츠 활용 실태 조사, 2022.

[4] Unity Technologies. Oculus Integration Manual, Unity 공식 문서, 2023.

[5] Python Software Foundation. Flask Documentation, https://flask.palletsprojects.com, 2024.

[6] MySQL AB. MySQL 8.0 Reference Manual, Oracle Corp., 2024.Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 1-6.

자폐 범주성 장애 아동을 위한 AI 기반 감정 도우미 앱 설계

김은진[1], 김은수[1], 이세영[1], 민영기[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2]이글루코퍼레이션 수석 부장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of AI-based emotional support app for children with autism spectrum disorder

Eun-Jin Kim[1], Eun-Soo Kim[1], Se-Young Lee[1], Young-Ki Min[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Senior Manager, Igloo Corporation Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

현대 사회에서는 감정을 정확히 인식하고 표현하는 능력이 중요한 역량으로 여겨지며, 특히 자폐범주성 아동의 경우 감정 인식 및 표현에 어려움을 겪는 사례가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 감정 학습을 위한 훈련 시스템을 설계하였다. 본 시스템은 감정 이미지 및 음성 데이터를 기반으로 AI 모듈이 감정을 분류하고, 사용자로 하여금 감정을 이해하고 표현할 수 있도록 유도한다. 시스템은 Flask 서버를 기반으로 구성되며, CNN 기반의 감정 분류 모델을 통해 수집된 데이터를 학습한다. 훈련 단계에서는 사용자가 각 감정에 대해 단계적으로 학습할 수 있도록 설계하였고, 훈련 마지막 단계에서는 사용자의 감정 표현에 대해 GPT API를 활용한 자연어 분석을 통해 감정 일치 여부를 평가한다. 본 프로젝트는 감정 학습이 어려운 사용자에게 직관적이고 반복적인 훈련 기회를 제공하며, AI를 활용한 피드백 기능을 통해 사용자 중심의 맞춤형 감정 학습 시스템으로서의 효과를 기대할 수 있다.

1. 서론

자폐범주성장애(ASD)를 가진 아동은 사회적 상호작용과 의사소통에 어려움을 겪으며, 특히 타인의 감정을 인식하고 이를 표현하는 데 제한적인 특성을 보인다. 이러한 감정 인식의 결함은 또래 관계 형성뿐만 아니라 일상생활의 적응에도 부정적인 영향을 미치며, 정서적 고립과 사회적 발달의 지연을 초래할 수 있다[1]. 기존의 감정 훈련 프로그램은 대개 교사나 부모의 직접적인 피드백에 의존하거나, 정적인 시각 자료와 상황극 중심으로 구성되어 있어 아동의 흥미 유도와 몰입 유지에 한계를 드러낸다. 반복적인 학습에 대한 흥미 저하를 유발할 수 있다[2].

최근 인공지능 기술, 특히 딥러닝 기반의 감정 인식 모델과 자연어 처리 기술의 발전은 이러한 문제에 대한 대안으로 주목받고 있다. 이미지 및 음성 데이터를 통해 감정을 정밀하게 분류하는 CNN 기반 모델과, 텍스트 응답을 분석하여 감정의 맥락을 이해하는 GPT 기반 모델은 개인 맞춤형 감정 훈련에 유용하게 활용될 수 있다[3].

이에 본 연구에서는 자폐범주성장애 아동의 감정 인식 및 표현 훈련을 위한 AI 기반 감정 훈련 시스템을 설계하였다. 본 시스템은 감정 이미지 및 음성 데이터를 바탕으로 감정 분석 및 분류를 수행하고, 사용자로부터 입력받은 감정 경험 텍스트를 GPT API를 통해 분석함으로써 감정 일치 여부를 판단한다. 감정이 일치할 경우 훈련이 성공적을 완료되며, 그렇지 않을 경우 피드백과 힌트 메시지를 통해 사용자가 올바른 감정을 이해하고 다시 표현할 수 있도록 돕는다.

본 프로젝트는 기존의 정형화된 훈련 방식에서 벗어나, 아동 개개인의 감정 표현을 수용하고 기술 기반의 맞춤형 훈련 환경을 제공함으로써 자율성과 몰입을 동시에 강화하고자 한다. 이는 자폐범주성장애 아동의 정서적 발달과 사회적 상호작용 능력을 효과적으로 향상시키는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

본 연구는 사용자의 감정 인식 및 표현 능력을 향상시키기 위한 상호적인 감정 훈련 시스템을 설계하기 위해 다양한 심리학적, 교육학적 이론을 바탕으로 하였다.

우선, 또한 본 연구는 구성주의 학습 이론을 기반으로, 감정 학습이 학습자 주도의 의미 구성 과정이라는 관점에서 출

발하였다. 사용자는 이미지, 음성, 질문 등 다양한 감정 자극을 바탕으로 자신의 경험을 반영해 감정을 재구성하고, 이를 언어로 표현하게 된다. 이는 단순 정보 습득이 아닌, 감정에 대한 심층적 이해와 자기 주도적 표현 능력을 강화시키는 데 목적이 있다. 구성주의 접근은 특히 아동용 AI 교육 콘텐츠 개발에서 효과적인 학습자 반응을 이끌어내는 것으로 보고되었다[4].

감정 분류 모델은 Ekman의 기본 감정 이론을 기반으로 한다. Ekman은 인간이 보편적으로 공유하는 6가지 기본 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 놀람, 혐오, 두려움)을 제시하였으며, 본 연구에서는 그 중 일상적 학습에 적합한 5가지 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 당황, 중립)을 중심으로 훈련 콘텐츠를 구성하였다. 이러한 감정은 실제 사용자 테스트에서 표현 교육에 적합한 범주로 나타났다.

또한 본 시스템은 자기 조절 학습 이론(Self-Regulated Learning)에 기반하여, 사용자가 자신의 감정 상태를 자발적으로 점검하고 조절할 수 있도록 한다. 사용자 답변에 대해 AI가 피드백을 제공하며, 감정과 일치하지 않는 경우에는 GPT API를 활용하여 감정을 분석하고, 힌트를 통해 감정 표현 방향을 제시한다. 이는 학습자의 감정 메타인지를 자극하고, 감정 이해 및 표현의 정교화를 유도하는 효과적인 전략이다[5].

2.2. 모델 구조

본 연구에서 제안하는 감정 훈련 시스템은 총 다섯 단계의 훈련 프로세스로 구성되어 있으며, 각 단계는 이미지, 음성, 텍스트 질문을 포함한 멀티모달 감정 자극과 사용자 응답, 인공지능 분석 및 피드백으로 이루어진다. 전체 구조는 감정 학습을 위한 입력 → 분석 → 피드백 → 정교화의 순환적 흐름으로 설계되었다.

사용자가 선택한 감정에 따라 해당 감정을 설명하는 짧은 텍스트와 관련된 GIF 이미지, 음성 파일이 순차적으로 출력된다. 이후 사용자는 제시된 질문에 자신의 경험을 바탕으로 자유롭게 텍스트로 감정을 표현하고, 해당 답변은 Flask 서버를 통해 AI 분석 모듈로 전송된다.

AI 분석 모듈에 OpenAI GPT API를 활용하여 사용자의 텍스트 응답에서 감정의 적합성을 평가하며, 응답 감정이 사전에 지정한 훈련 감정과 일치하는 경우 성공 피드백을 제공한다. 반면, 감정이 불일치하거나 모호한 경우에는 AI가 감정 분석 결과를 바탕으로 힌트 메시지를 제공하고, 감정을 보다 정확하게 이해할 수 있도록 유도한다. 이러한 반복 과정을 통해 사용자는 감정에 대한 인식 및 표현 능력을 자연스럽게 학습하게 된다.

또한, 각 사용자별 훈련 진행 정보와 응답 데이터는 MySQL 기반 데이터베이스에 저장되며, 이후 사용자의 성향에 맞춘 감정 추천 학습 경로 제공 등 개인화된 확장 기능에도 활용된다[6].

2.3. 시스템 구성도

본 시스템은 사용자 인터페이스, Flask 기반 서버, AI 분석 모듈, MySQL 데이터베이스의 네 가지 핵심 요소로 구성되어 있으며, 전체 구성은 클라이언트–서버 모델 기반으로 동작한다.

① 사용자 측 클라이언트(UI)

Android Studio를 활용하여 개발된 모바일 애플리케이션은 사용자 감정 훈련의 시작점이자 중심이다. 사용자는 앱을 통해 감정을 선택하고, 감정에 맞는 이미지, 음성, 질문 등의 자극을 순차적으로 제공받는다. 이후 사용자의 텍스트 응답은 JSON 형식으로 Flask 서버에 전송된다.

② Flask 기반 서버

Flask는 클라이언트와 AI 분석 모듈 간 데이터 흐름을 제어하며, 사용자 요청을 받아 GPT API에 전달하고, 분석 결과를 다시 클라이언트에 반환하는 역할을 수행한다. 이 과정에서 감정 훈련 데이터를 불러오거나 저장하는 DB 통신도 함께 이루어진다.

③ AI 분석 모듈

GPT 기반 자연어 처리 모델은 사용자 응답을 입력으로 받아 감정의 적절성을 분석하고, 해당 감정과의 일치 여부에 따라 적절한 피드백 메시지를 생성한다. 감정이 일치하지 않는 경우, 감정 분석 결과에 기반한 설명형 힌트를 제공하여 사용자 감정을 재해석하도록 돕는다. 해당 구조는 자기 조절 학습 이론에 근거한 피드백 중심 설계로, 사용자 감정 인지 역량을 단계적으로 향상시키는 데 중점을 둔다.

④ MySQL 데이터베이스

시스템은 사용자 정보(User), 훈련 응답 데이터(EmotionAnswers), 감정별 훈련 콘텐츠(TrainingData) 등의 테이블을 기반으로 데이터를 관리한다. 사용자의 감정 응답과 AI 분석 결과는 모두 기록되며, 추후 사용자 맞춤 추천 콘텐츠 생성, 감정 훈련 이력 조회 등에 활용된다.

이러한 구성 요소는 서로 연동되어, 사용자에게 멀티모달 감정 자극 → 응답 입력 → AI 기반 감정 분석 → 정밀 피드백 → DB 기록의 일련의 감정 훈련 사이클을 제공한다. 시스템 구조도는 아래와 같다.

Figure 1. Emotion training system structure diagram

또한, 실제 사용자 경험을 고려하여 설계된 감정 훈련 애플리케이션의 인터페이스는 사용자 친화성과 직관성을 중심으로 구성되었다. 감정 선택 화면, 훈련 콘텐츠 출력, 감정 응답 입력, 피드백 수신 등 각 기능별 UI는 일관된 흐름을 유지하며, 시각적 요소·청각 자극·텍스트 입력을 유기적으로 통합한다. 아래 그림은 애플리케이션의 대표적인 UI 설계 예시를 보여준다.

Figure 2. Emotion Training Application Ui Design Example

3. 결론

본 연구에서는 사용자의 감정 인식 및 표현 능력 향상을 목표로, 멀티모달 자극과 인공지능 분석을 결합한 감정 훈련 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안된 시스템은 이미지, 음성, 텍스트 질문 등 다양한 감각 채널을 활용하여 사용자의 감정 몰입도를 높이고, AI 기반 분석 및 피드백을 통해 자기 주도적인 감정 학습을 유도한다. 특히, 사용자의 응답에 대해 OpenAI GPT 모델을 활용하여 정합성을 판단하고, 피드백을 제공하는 구조는 기존의 일방적인 학습 방식과 달리 상호작용적이고 정교한 정서 훈련을 가능하게 한다.

이 시스템의 가장 큰 기대효과는 감정 표현에 어려움을 겪는 사용자, 특히 아동, 청소년, 정서적 취약 계층 등에게 자기 감정에 대한 인식과 표현 훈련의 기회를 제공한다는 점이다. 사용자는 반복적인 훈련을 통해 감정에 대한 이해도를 높이고, 실제 상황에서 감정을 보다 적절하게 표현할 수 있는 역량을 자연스럽게 습득하게 된다. 이는 궁극적으로 의사소통 능력 향상, 공감 능력 증진, 심리적 안정감 확보 등 다양한 긍정적 효과로 이어질 수 있다.

종합적으로 본 시스템은 인공지능 기술을 기반으로 감정 교육의 실효성과 접근성을 크게 높인다는 점에서, 정서 교육의 새로운 모델로 자리 잡을 수 있는 잠재력을 지닌다. 향후 보다 다양한 감정 데이터와 실시간 멀티모달 입력 기능을 추가함으로써, 감정 훈련의 효과성과 실용성을 더욱 강화해 나갈 수 있을 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Na-Young Kim, Jeong-Hwa Yoon, & Sang-Woo Oh. (2023). The effectiveness of an emotional recognition and expression intervention program for children with autism spectrum disorder. Journal of Speech-Language Therapy Research, 32(2), 87-106.

[2] Jin-Kyung Lee & Hye-Won Kim. (2021). Exploring the applicability of emotion recognition-based AI educational content for children. Korean Journal of Child Education, 15(3), 55-72.

[3] Eun-Jeong Jeong & Si-Yeon Park. (2022). Emotion recognition study using GPT-based natural language processing model. Journal of DIgital Convergence Research, 20(11), 149-157.

[4] Lee, J.-K, & Kim, H.-W. (2021). Exploring the applicability of AI-based emotion recognition educational content for children. Korean Journal of Child Education, 15(3), 55-72.

[5] Jeong, E.-J., & Park, S.-Y. (2022). A study on emotion recognition using a GPT model based on natural language processing. Journal of Digital Convergence, 20(11), 149-157.

[6] Kim, J.-H., & Park, S.-H. (2020). Development of an interactive content system based on emotion recognition. Journal of the Korea Contents Association, 20(10), 45-54.

노년층 금융 교육 및 금융 사기 예방 애플리케이션 설계

박노현[1], 원재진[1], 박로사[1], 최진성[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2](주)오픈링크시스템 연구소장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of Senior Financial Education and Financial Fraud Prevention Applications

Noh-Hyeon Park[1], Jae-Jin Won[1], Ro-sa Park[1], Jin-Sung Choi[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Director of Research, Open Link System Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

노년층은 디지털 금융 환경에서 소외되기 쉬우며, 보이스피싱과 스미싱 등의 금융 사기에 취약한 구조적 문제를 안고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 실시간 사기 탐지, 시뮬레이션 학습, 맞춤형 금융 교육 기능을 포함한 애플리케이션을 제안한다. 이를 통해 노년층의 금융 이해력과 대응 역량을 강화하고, 디지털 포용 사회 실현에 이바지하고자 한다.

1. 서론

대한민국은 고령화 사회로 빠르게 진입하고 있으며, 이에 따라 노년층의 금융 소외와 디지털 금융 사기 피해가 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 디지털 금융 기술의 급속한 발전은 금융 서비스의 접근성과 효율성을 향상시켰지만, 이러한 기술 변화는 고령층에게 이해 부족과 사기 노출이라는 이중의 위험 요소로 작용하고 있다.

시니어금융협회 등 관련 통계에 따르면, 60세 이상 인구의 약 40%가 모바일 뱅킹이나 온라인 금융 서비스를 제대로 이용하지 못하고 있으며, 오프라인 은행 점포의 급격한 감소는 이러한 금융 접근성 문제를 더욱 심화시키고 있다. 특히 보이스피싱과 스미싱 피해자의 약 30%가 60대 이상이며, 최근 2년간 노년층의 피해 금액은 약 7,000억 원에 달한 것으로 나타났다. 이는 단순한 개인의 손실을 넘어, 사회 전반의 디지털 포용성과 금융 신뢰 기반을 위협하는 구조적 문제로 확산하고 있다[1].

이러한 문제를 해결하기 위해서는 노년층이 실질적으로 금융 사기를 인식하고 대응할 수 있는 역량을 갖추는 것, 그리고 디지털 금융을 안전하게 활용할 수 있도록 지원하는 맞춤형 기술 솔루션이 필요하다. 그러나 현재 제공되는 금융 교육은 대부분 일방적인 정보 제공에 그치고 있으며, 현실성과 상호작용이 부족하여 교육 효과가 제한적이라는 한계를 지닌다.

이에 본 논문은 노년층을 대상으로 한 AI 기반 금융 교육 및 금융 사기 예방 애플리케이션을 제안한다. 제안된 애플리케이션은 다음과 같은 세 가지 핵심 기능을 중심으로 구성된다. 첫째, 실시간 보이스피싱 및 스미싱 탐지 기능을 통해 금융 사기를 사전에 차단하고, 둘째, 가상 시뮬레이션 기반의 대처 훈련 기능을 통해 사용자가 안전한 환경에서 대응 방법을 학습할 수 있도록 하며, 셋째, 영상 콘텐츠 및 퀴즈를 포함한 맞춤형 교육 기능을 통해 금융 이해도를 자연스럽게 향상시키는 것을 목표로 한다.

특히 TTS(Text-to-Speech), STT(Speech-to-Text), 자연어 처리(NLP), 그리고 AI 기반 분석 기술을 활용하여, 사용자와의 실시간 상호작용을 중심으로 한 학습 경험을 구현한다. 이를 통해 단순한 사전 예방 수준을 넘어, 사용자가 실제 금융 사기 상황을 인식하고 주도적으로 대응할 수 있는 실질적 역량을 배양하는 데 목적이 있다.

본 애플리케이션은 이러한 사회적·기술적 배경을 바탕으로, 노년층을 포함한 디지털 소외 계층의 금융 접근성과 보안 역량을 동시에 강화하고, 나아가 디지털 포용성과 금융 안전망 확대에 이바지하는 것을 그 궁극적인 목표로 삼는다.

2. 연구 내용

2.1 시스템 아키텍처 개요

본 애플리케이션은 노년층의 금융 사기 피해를 예방하고 맞춤형 금융 교육을 제공하기 위한 모바일 기반 시스템으로, 다음과 같은 주요 구성 요소로 이루어진다. 프론트엔드는 Flutter를 기반으로 개발되어 사용자 인터페이스, 음성 안내, 시뮬레이션 기능 등을 제공하며, 백엔드는 Flask 서버를 중

심으로 모든 분석과 데이터 처리를 수행한다. 본 시스템은 음성 인식, 자연어 처리, 텍스트 음성 변환, 사용자 교육 기능을 통합한 구조로 설계되었으며, 각 처리 모듈은 독립적으로 동작하면서도 유기적으로 연결되어 있다.

시스템은 다음과 같은 외부 및 내부 모듈과 상호작용한다. Whisper AI는 사용자 통화 음성을 텍스트로 변환하는 음성 인식(STT) 처리 전용 모듈로, Flask 서버가 음성 파일을 전달하면 텍스트 결과를 반환한다. 탐지 기능은 KoBERT 기반 스미싱 탐지 모델로 구성되어 있으며, 입력된 문자 메시지나 변환된 음성을 분석하여 정상 여부를 판별한다. 교육 기능은 OpenAI의 ChatGPT API와 연동되어 있으며, 사용자 수준에 맞춘 금융 퀴즈나 가상 시나리오 기반 대화를 제공하는 데 활용된다. 텍스트 음성 변환은 Flask 서버에서 텍스트를 전달받은 Flutter 애플리케이션이 자체 내장된 TTS 기능으로 음성을 생성하여 사용자에게 안내한다. 모든 탐지 결과 및 학습 이력은 MySQL 데이터베이스에 저장되어 향후 맞춤형 콘텐츠 제공에 활용된다.

이러한 구조는 Whisper와 KoBERT 모델의 연산을 GPU 환경에서 수행함으로써 처리 속도와 정확도를 동시에 확보하며, 단일 Flask 서버 내에서 모든 연산과 통신이 이루어지는 통합 구조로 설계되어 유지보수 및 배포 측면에서도 효율성을 높인다.

2.2 기능 처리 흐름

Flutter 앱은 문자 수신 시 자동으로 해당 내용을 Flask 서버로 전송한다. 음성 통화가 감지되면 Whisper API가 통화 오디오를 실시간으로 텍스트로 변환하며, 해당 결과 역시 서버로 전달된다. Flask 서버는 KoBERT 모델을 통해 해당 입력이 스미싱 또는 정상인지 분류하고, 그 결과를 클라이언트로 전달한다. 클라이언트는 Flask TTS 모듈에서 생성된 음성 안내와 함께 사용자에게 탐지 결과를 제공한다. 이 모든 처리 과정은 실시간으로 이루어지며, 사용자 반응 및 탐지 결과는 MySQL에 저장된다[2,3].

2.3 사용자 인터페이스 설계

사용자 인터페이스는 Flutter 프레임워크를 기반으로 구현되었으며, 고령 사용자의 접근성과 이해도를 높이기 위해 직관적인 구성과 시각적 명확성을 중심으로 설계되었다. 로그인 화면에서는 이메일과 비밀번호 입력을 통한 기본 로그인 방식 외에도, 구글 계정을 통한 간편 로그인 기능을 제공한다. 화면 상단에는 "안전한 금융 생활을 위해"라는 문구와 함께 일러스트 이미지가 배치되어 사용자 신뢰감을 높이고 있다. 입력창은 이메일과 비밀번호로 단순화되었으며, 비밀번호 가리기 및 보이기 기능이 포함되어 있다.

로그인 후 홈 화면에서는 네 가지 주요 기능 메뉴가 그리드 형태로 제공된다. 각 메뉴는 시각적으로 구분된 색상과 아이콘으로 구성되어 있으며, 기능별 명칭과 설명이 함께 표기되어 있어 사용자가 자신의 목적에 맞는 메뉴를 직관적으로 선택할 수 있다. 제공되는 기능은 메시지 관리(스미싱 탐지 메시지 확인), 통화 내역 관리(보이스피싱 통화 탐지), 금융 콘텐츠(교육 영상 제공), 사기 예방 평가(가상 시뮬레이션 및 퀴즈)이다.

Figure 1. User Interface Design

3. 결론

본 애플리케이션은 고령층 사용자를 대상으로 한 금융 교육 및 사기 예방을 위한 AI 기반 모바일 애플리케이션을 제안하고, 이를 위한 시스템 구조 및 사용자 인터페이스를 설계하였다. 제안된 시스템은 문자 및 통화 기반 금융 사기 유형을 탐지하고, 사용자 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공함으로써 노년층의 금융 이해도를 향상시키고 실질적인 대응 역량을 강화하는 것을 목표로 한다. 또한 기술적 실현 가능성과 사회적 필요성을 동시에 만족시키는 구조를 갖추고 있으며, 향후 고령층의 디지털 금융 접근성과 정보 보안 인식 향상에 실질적으로 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 애플리케이션은 사용자 사용성과 효과에 대한 실증적 분석을 기반으로 기능을 고도화하고, 교육 콘텐츠의 다양성과 실제 대응력 향상에 대한 지속적인 검증을 통해 시스템의 완성도를 높이고자 한다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 경기도공익활동지원센터. (n.d.). 어르신을 지키는 보이스피싱 예방 전략. 공익활동플랫폼. Retrieved from https://gggongik.or.kr/m/page/archive/archiveinfo_detail.html?board_idx=5177

[2] Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. Retrieved from https://arxiv.org/abs/1810.04805

[3] OpenAI. (2023). Whisper: Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. Retrieved from https://openai.com/research/whisper

시각장애 아동을 위한 점자 학습 시스템 설계

이은선[1], 송석한[1], 김경연[1] ,전용하[2] ,김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2](주)이노더스 대표이사
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of braille learning system for visually impaired children

Eun-Seon Lee[1], Seok-Han Song[1], Gyeong-Yeon Kim[1], Jin-Sung Choi[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]CEO, Inodus Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

시각장애 아동을 위한 점자 교육은 가정 내 비장애인 보호자의 한계와 특수학교의 부족 등으로 어려움이 존재한다. 본 논문에서는 낮은 비용으로 점자 학습 기기와 입력 시스템을 제공하여, 시각장애 아동이 가정에서도 보호자와 함께 효과적으로 점자를 학습하고 시험을 볼 수 있는 점자 학습 및 테스트 시스템을 제안한다. 본 시스템은 아두이노 기반 점자 출력 및 입력 장치와 안드로이드 애플리케이션을 연동하여, 점자 학습, 테스트, 게임, 통계 기능을 포함한 통합 플랫폼으로 설계되었다.

1. 서론

시각장애인의 점자 문맹률은 매우 높은 수준으로, 전체 시각장애인 중 약 90%가 점자를 읽지 못하는 것으로 조사된다. 이러한 점자 문맹 현상이 나타나는 주된 이유는 시각장애인을 위한 교육 인프라가 부족하기 때문이다. 실제로 국내 특수학교 중 시각장애 학교는 수가 매우 제한적이며, 많은 시각장애 아동들이 거주지 인근에 전문 교육기관이 없어 충분한 점자 교육을 받지 못하고 있다. 더욱이 상당수 시각장애 아동의 보호자는 비장애인으로서 점자 지식이 부족하므로, 가정에서 아동에게 점자를 가르치는 데 한계가 있다. 이로 인해 시각장애 아동들은 학교 밖에서 체계적인 점자 학습을 지속하기 어려워 교육 격차가 발생하고 있다[1].

한편, 시각장애인을 위한 전자 점자 기기(점자 정보 단말기 등)는 가격이 수백만 원대로 매우 고가이다. 예를 들어 대표적인 점자 정보 단말기인 한소네의 가격은 550만~600만 원에 달하며, 이처럼 비싼 기기를 개인이 가정에 구비하기는 현실적으로 어렵다. 이러한 경제적 장벽 또한 시각장애 아동의 점자 접근성과 학습 기회 부족을 심화시키는 요인으로 작용한다[2].

이에 본 연구에서는, 저비용의 점자 출력/입력 장치를 기반으로 가정에서도 손쉽게 활용할 수 있는 시각장애 아동용 점자 학습 및 테스트 시스템을 개발하였다. 제안하는 시스템은 시각장애 아동이 보호자의 도움 하에 점자를 효과적으로 학습하고 실력을 점검할 수 있는 통합 환경을 제공한다. 본 논문에서는 개발된 시스템의 전체 아키텍처와 주요 구성 요소(하드웨어 및 소프트웨어 설계), 사용자 기능(학습 모드, 시험 평가, 게임, 통계 기능 등)을 중점적으로 설명하고, 이를 통한 기대 효과를 논의한다. 본 연구를 통해 가정 기반의 점자 교육 활성화 및 시각장애 아동의 점자 문해력 향상에 기여하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 하드웨어 설계

2.1.1 점자 출력 모듈

본 시스템의 점자 출력 모듈은 시각장애 아동이 손끝으로 점자를 촉각적으로 학습할 수 있도록 돕는 장치이다. 6점 점자 셀(Braille Cell)을 기반으로 물리적인 점자를 형성하며, 각각의 점은 솔레노이드 혹은 서보 모터를 이용해 올라오거나 내려가는 방식으로 동작한다. 이 출력 모듈은 Arduino Mega 2560을 제어 보드로 사용하며, 최대 3개의 점자 셀을 배치하여 한 번에 세 글자의 점자를 출력할 수 있도록 설계하였다. 각 점자 셀은 6개의 점으로 구성되므로, 총 18개의 핀을 할당하여 제어하고 있다. 출력된 점자는 시각장애 아동이 손끝으로 만져볼 수 있으며, 스마트폰 애플리케이션에서 출력할 글자를 선택하면 해당 점자가 출력 모듈을 통해 즉시 재현된다.

2.1.2 점자 출력 모듈

점자 입력 모듈은 시각장애 아동이 점자를 스스로 입력하고 연습할 수 있도록 설계된 입력 장치이다. 입력 장치는 6개의 점에 대응하는 버튼으로 구성되며, 점자 1글자를 입력하기 위해 총 6개의 버튼을 누르는 방식이다. 본 시스템에서는 3글자 입력이 가능하도록 총 18개의 점자 입력 버튼을 제공하고 있으며, 입력 완료 버튼과 취소 버튼이 별도로 부착되어 있다. 사용자는 버튼을 눌러 점자를 구성하고, 입력 완료 버튼을 누르면 해당 입력이 시스템에 전송되어 스마트폰 애플리케이션 또는 서버에서 해석된다. 잘못 입력한 경우에는 취소 버튼으로 정정이 가능하며, 입력한 점자는 출력 모듈에 즉시 반영되어 피드백을 제공함으로써 학습 효과를 극대화한다[3].

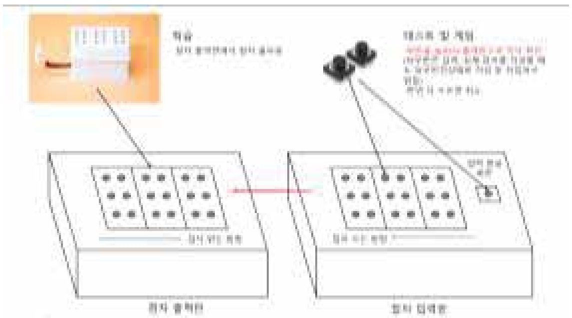


Figure 1. 하드웨어 설계도

2.2. 소프트웨어 구성

스마트폰 애플리케이션은 시각장애 아동과 보호자가 함께 사용할 수 있도록 설계된 사용자 중심의 인터페이스를 제공한다. 애플리케이션은 Android 운영체제를 기반으로 개발되었으며, 시각장애 아동의 사용을 고려하여 복잡한 시각적 요소를 최소화하고 음성 안내 중심의 접근 방식을 채택하였다. 보호자는 애플리케이션을 통해 아동의 학습 항목을 설정하고, 시험 결과를 확인하며, 학습 진행 상황을 관리할 수 있다[4].

애플리케이션 내에는 점자 학습 기능, 점자 시험 기능, 게임 기능 등 다양한 학습 도구가 포함되어 있으며, 각 기능은 아동이 점자를 촉각적으로 인식하고 입력하는 과정을 자연스럽게 반복할 수 있도록 구성되어 있다. 예를 들어, 점자 학습 기능에서는 앱에서 제시하는 글자를 점자 출력 장치를 통해 손끝으로 느끼고, 그에 대한 학습 피드백을 음성으로 받을 수 있다.

시험 기능에서는 일정 수의 문제를 통해 아동이 직접 점자를 입력하고, 각 문제에 대한 채점 결과를 실시간으로 확인할 수 있으며, 보호자는 이를 통해 아동의 이해도를 평가할 수 있다. 또한 게임 기능은 시간 내에 점자를 맞히는 방식, 숫자 문제를 점자로 입력하는 방식 등 다양한 형태로 구성되어 있으며, 학습의 지루함을 줄이고 학습 동기를 유도하는 역할을 한다.

이러한 애플리케이션은 시각장애 아동의 자율 학습을 돕는 동시에, 보호자가 아동의 학습을 능동적으로 관리하고 보조할 수 있도록 설계되었다. 향후에는 콘텐츠의 다양화를 통해 학습 범위를 확대하고, 개별 학습자의 수준에 맞는 개인화 기능도 추가할 계획이다.

3. 결론

본 시스템은 시각장애 아동이 가정에서도 점자 교육을 받을 수 있도록 지원하는 저비용 학습 플랫폼으로, 점자 출력 및 입력 장치와 스마트폰 애플리케이션, 서버 간 유기적인 연동을 통해 완성도 높은 학습 환경을 제공한다. 기존 고가 점자 기기의 경제적 장벽을 극복하면서, 보호자와 아동이 함께 참여할 수 있는 실습 기반 학습 구조를 구현한 점에서 의의가 크다.

특히 점자 시험 및 게임 기능을 통해 학습자의 흥미와 집중도를 높이며, 피드백 기반의 반복 학습이 가능하게 설계되었다. 보호자는 앱을 통해 학습 경과를 실시간으로 모니터링하고, 통계 자료를 바탕으로 자녀의 점자 능력 향상 정도를 객관적으로 평가할 수 있다.

더불어 본 시스템은 향후 다양한 점자 유형(영문, 수학, 특수기호 등)과 커리큘럼으로 확장 가능하며, 공공 교육 현장이나 복지 기관 등 다양한 분야로 보급될 수 있는 확장성과 실용성을 갖추고 있다. 이러한 점에서 본 연구는 시각장애 아동의 정보 접근성, 교육 형평성 제고에 실질적으로 기여할 수 있는 모델로 평가될 수 있다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다

참고문헌

[1] Y. Kim, “A study on the current status and improvement of braille education for visually impaired children,” Journal of Special Education Research, 2021.

[2] Ministry of Health and Welfare, “2022 National Survey on Persons with Disabilities,” Government of the Republic of Korea, 2022.

[3] Arduino, “Official Arduino Documentation,” [Online]. Available: https://www.arduino.cc

[4] The Scoop, “Article on the pricing of braille terminals,” The Scoop Magazine, 2024.

저시력자를 위한 AI 기반 쇼핑 지원 음성 챗봇

이주형[1], 소예찬[1], 조수호[1], 주승환[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학전공
[2]아우토크립트(주) 팀장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

AI-based Shopping-Enabled Voice Chatbot for Low Vision User

Ju-Hyeong Lee[1], Ye-Chan So[1], Soo-Ho Jo[1], Seung-Hwan Joo[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Science, Seowon University
[2]Team Manager, Autocrypt Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Science, Seowon University

요 약

저시력자들이 음성만으로 쉽게 온라인 쇼핑을 이용할 수 있도록 지원하는 AI 기반 음성 챗봇 시스템을 제안하고 구현하였다. 기존 온라인 쇼핑 환경에서 저시력자들이 겪는 정보 접근성 문제를 해결하기 위해 자연어 처리 기술인 Rasa와 사용자 친화적 UI 설계를 적용하였다. 시스템은 사용자의 음성 요청을 정확히 이해하고 웹 크롤링 및 AI 기반 상품 요약 기술을 활용하여 주요 상품 정보를 명확히 전달한다. 본 시스템은 향후 다국어 지원 및 다양한 플랫폼 확장을 통해 더 많은 사용자의 접근성을 높이고, 디지털 격차를 해소하는 데 기여할 것으로 기대된다.

1. 서론

디지털 기술의 발전으로 온라인 쇼핑은 일상 속 필수적인 소비 수단으로 자리잡았지만, 장애인, 특히 저시력자를 위한 접근성은 여전히 미흡한 수준이다. 한국소비자원의 조사에 따르면, 시각장애인과 저시력자의 92.2%가 상품 정보 확인에 불편을 겪고 있으며[1], 이는 대부분의 쇼핑 플랫폼이 시각적 요소 중심으로 설계되어 있기 때문이다.

저시력자는 확대 기능이나 음성 안내 도구를 활용하고 있으나, 상품 상세 정보의 파악, 비교, 요약에는 여전히 한계가 존재한다. 이에 따라 본 연구에서는 음성 기반 인터페이스와 AI 기술을 접목한 챗봇 시스템을 통해, 저시력자도 음성만으로 온라인 쇼핑을 수행할 수 있는 환경을 제안한다.

본 시스템은 자연어 처리와 음성 인식 기술을 바탕으로 사용자의 요청을 이해하고, 웹 크롤링과 AI 요약을 통해 상품의 핵심 정보를 명확히 전달함으로써 저시력자의 정보 접근성과 쇼핑 편의성을 향상시키고자 한다.

2. 연구 내용

2.1 Rasa 개요

대화형 AI 구축을 위한 오픈소스 프레임워크인 Rasa를 사용하여 구현하였다[2]. Rasa는 크게 자연어 이해(NLU)와 대화 관리(Core)의 두 가지 주요 구성 요소를 가지고 있다. Rasa NLU는 사용자의 음성 또는 텍스트 입력을 처리하여 발화의 의도(intent)를 식별하고 핵심 키워드인 엔티티(entity)를 추출한다. 이를 통해 사용자의 요청을 정확히 이해할 수 있다. 또한 Rasa Core는 사용자의 요청에 따라 특정 작업(action)을 수행하는 대화 흐름을 관리한다. 본 시스템에서는 상품 정보 검색, 상품 정보 요약 등 다양한 작업을 처리하는 액션을 정의하여 사용자의 쇼핑 경험을 최적화하였다.

Rasa는 폼(forms), 슬롯(slots), 액션(actions) 등 다양한 구성 요소를 제공하며, 이를 통해 사용자의 요청을 체계적으로 관리하고 효과적인 응답을 제공할 수 있도록 설계되었다. 예를 들어, 사용자가 "에어팟 프로 검색해줘"라는 요청을 하면 시스템은 사용자의 의도를 인식하고, 필요한 슬롯을 수집한 후 웹 크롤링을 실행하여 해당 상품 정보를 제공한다.

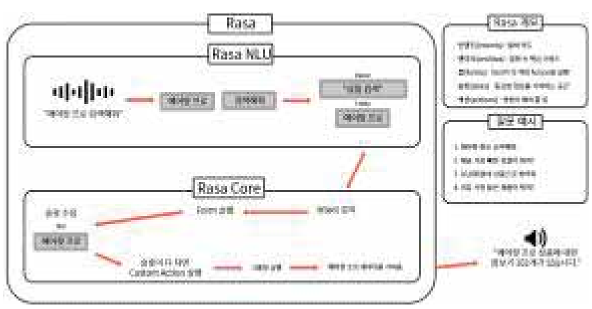


Figure 1. Rasa Architecture

2.2 시스템 흐름

본 시스템은 상품 검색 요청과 상품 정보 요약 요청의 두 가지 주요 흐름으로 구성된다. 사용자가 Flutter 기반 애플리케이션에서 음성 명령을 입력하면, Flutter STT 모듈이 이를 텍스트로 변환하고, GPT 기반 자연어 보정 과정을 통해 문맥 오류나 누락된 표현을 보완하여 보다 명확한 문장으로 정제한다. 보정된 텍스트는 Flask 서버를 통해 Rasa로 전달된다.

상품 검색 요청 시, Rasa는 검색어를 기반으로 오픈마켓에서 관련 정보를 크롤링하고, 결과를 Flutter 앱에 전달하여 텍스트 및 TTS로 사용자에게 안내한다. 정보 요약 요청의 경우, 상세 페이지에 포함된 이미지 설명은 OCR로 텍스트화되며, GPT가 이를 요약한 뒤 동일한 방식으로 사용자에게 제공된다.

이처럼 STT, 자연어 보정, 웹 크롤링, OCR, GPT 요약, TTS 등 다양한 기술이 유기적으로 연결되어, 저시력자가 시각 정보 없이도 온라인 쇼핑 전 과정을 수행할 수 있도록 설계되었다.

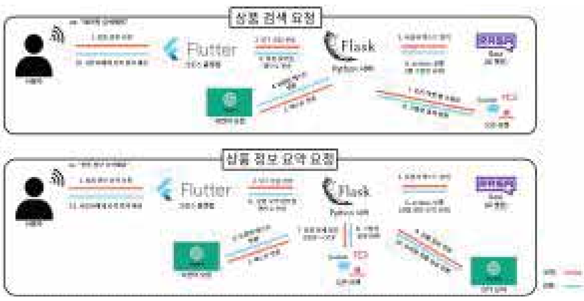


Figure 2. System flow

2.3 사용자 인터페이스 설계

본 시스템은 저시력자의 요구를 반영하여 UI를 설계하였다. 기존 연구에서도 저시력 사용자의 정보 접근성을 높이기 위해 고대비 색상, 명확한 폰트, 대체 텍스트, 시각적 피드백 등이 중요하다고 제안되었다. 이를 바탕으로 Flutter 프레임워크를 활용하여 폰트 크기를 키우고, 명도 대비가 충분한 색상 조합을 적용하였다.

메인, 검색, 요약 화면 등 주요 화면은 불필요한 요소를 제거하고 핵심 정보만 강조하였다. 또한 사용자 시력에 따라 기본, 반전, 흑백, 흑백반전 모드를 선택할 수 있게 하여 가독성을 높였다. 이는 NWCAG 1.0의 명도 대비 4.5:1 이상 기준을 반영한 것이다[3].

Flutter TTS를 통해 핵심 정보를 음성으로 안내하고, 시각적 강조와 결합해 저시력자가 음성과 화면만으로도 쇼핑을 수행할 수 있도록 UX를 최적화하였다.

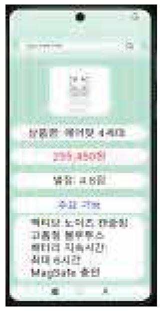


Figure 3. User Interface Design

3. 결론

본 연구에서는 저시력자를 위한 AI 기반 쇼핑 지원 음성 챗봇 시스템을 제안하고 구현하였다. 이 시스템은 Rasa를 활용한 자연어 처리 및 대화 관리 기능과 사용자 친화적인 인터페이스를 통해 저시력자가 온라인 쇼핑 과정에서 겪는 다양한 불편함을 효과적으로 해결할 수 있다. 웹 크롤링과 AI 기반 상품 요약 기술을 결합하여 상품의 가격, 리뷰, 배송 정보 등 중요한 정보를 정확하고 신속하게 제공함으로써 사용자의 쇼핑 경험을 크게 향상시킬 수 있다.

향후 본 시스템은 사용자의 피드백을 기반으로 지속적으로 기능을 개선하고 확장할 계획이며, 다국어 지원 및 다양한 플랫폼 호환성 등을 고려하여 보다 폭넓은 사용자층을 지원할 수 있도록 발전시킬 예정이다. 이를 통해 디지털 접근성을 증대시키고, 저시력자뿐만 아니라 더 많은 장애인들이 온라인 쇼핑의 편리함과 혜택을 누릴 수 있도록 사회적 포용성을 증진하는 데 기여할 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 한국소비자원 (2024). 장애인 소비자 모바일 거래 실태조사. Korean Consumer Agency.

[2] Bocklisch, T., Faulkner, J., Pawlowski, N., & Nichol, A. (2017). Rasa: Open Source Language Understanding and Dialogue Management. arXiv preprint arXiv:1712.05181.

[3] S. Song, E. Kim, S. Kang, C. Kim, and J. Chung, "Mobile Web UI/UX Research for Low Vision in Visually Handicapped People," in Proceedings of the 2017 Fall Conference of the Korea Institute of Communications and Information Sciences (KICS), vol. 2017, no. 10, pp. 391–394, Oct. 2017.

노인 맞춤형 알레르기 관리 앱 설계

이혜진[1], 함현비[1], 최가연[1], 민영기[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2]이글루코퍼레이션 수석 부장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : KimS@hankook.ac.kr

Design of Development of a Personalized Allergy Management Application for Older Adults

Hye-Jin Lee[1], Hyun-Bi Ham[1], Ga-Yeon Choi[1], Young-Ki Min[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Director of Research, Open Link System Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

고령화로 인해 노인의 복약 오류와 음식 알레르기 사고가 증가하고 있다. 이에 본 논문에서는 딥러닝 기반 이미지 분석 기술을 활용하여 약물과 음식 속 알레르기 유발 성분을 인식하고, 사용자와 보호자에게 실시간으로 정보를 제공하는 노인 맞춤형 알레르기 관리 앱을 설계하였다.

1. 서론

우리나라 65세 이상 노인은 하루 평균 5.3개의 약물을 복용하며, 고혈압, 당뇨, 알레르기 등 다양한 질환을 동시에 관리하는 경우가 많다[1]. 이로 인해 제형이 유사한 약물을 혼동하여 복용하는 사례가 발생하고 있으며, 특히 수면제와 항히스타민제는 모양이 비슷해 잘못 복용할 가능성이 높다. 또한 노인은 특정 음식에 대한 알레르기 반응을 보일 가능성이 높으며, 음식을 섭취하기 전, 해당 음식에 알레르기 유발 물질이 포함되어 있는지를 확인하기 어렵다[2].

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 딥러닝 기반의 이미지 분석 기술과 모바일 애플리케이션을 활용한 노인 맞춤형 알레르기 관리 앱을 설계했다. 이 앱은 사용자가 촬영한 약물 이미지를 통해 약의 이름과 성분을 분석하고, 음식 이미지를 통해 재료를 추출하여 알레르기 여부를 판별한 후 섭취 가능 여부를 사용자와 보호자에게 알려준다.

본 프로젝트는 노인의 안전한 약물 복용 및 음식 섭취를 지원하는 것을 목표로 하며, 실시간 이미지 분석과 보호자 공유 기능을 통해 개인 건강관리의 효율성을 높이는 것을 기대한다.

2. 연구 내용

2.1. 시스템 개요

본 시스템은 안드로이드 기반의 모바일 애플리케이션으로 구현되며, 클라이언트-서버 구조를 기반으로 한다. 사용자는 카메라를 통해 약물 또는 음식 사진을 촬영하고, 촬영된 이미지는 서버에서 학습된 딥러닝 모델에 의해 분석된다. 이후 분석 결과가 사용자에게 시각적으로 제공되며, 보호자 계정에도 동일한 정보가 전달된다. Figure 1은 본 시스템의 전체 구조를 나타낸다.

2.2 주요 기능

본 시스템은 다음과 같은 기능을 제공한다.

음식 사진 분류 기능: 사용자가 촬영한 음식 사진을 분석하여 음식에 포함된 재료를 식별하는 기능이다. 딥러닝 기반 객체 탐지 모델을 통해 음식 구성 요소를 이미지 상에서 탐지한다.

알레르기 유발 물질 확인 기능: 식별된 음식 재료 중 사용자의 등록된 알레르기 정보와 대조하여, 알레르기 유발 물질이 포함되어 있는지를 확인하고 섭취 가능 여부를 안내하는 기능이다.

알레르기 약 사진 분류 기능: 사용자가 촬영한 알레르기 약 사진을 분석하여 해당 약의 이름과 주요 성분을 식별하는 기능이다. 외형이 유사한 약물을 구분하여 복약 오류를 줄이는 데 기여한다.

알레르기 정보 분석 기능: 인식된 알레르기 약에 대해 주의사항, 복용 방법, 주요 효과 등의 정보를 제공하는 기능이다. 이를 통해 사용자는 약물의 정확한 복용 방법과 특이사항을 쉽게 파악할 수 있다.

보호자 공유 기능: 사용자가 촬영한 약물 및 음식 이미지와 분석 결과를 보호자에게 실시간으로 전송하는 기능이다.

2.3 AI 모델 구성

약물 및 음식 이미지를 분석하기 위해 두 가지 모델을 사용하였다.

EfficientNet: 음식 종류를 분류하는 데 사용된다. 경량화가 용이하고, 모바일 환경에서 높은 정확도와 속도를 보여준다[3].

YOLOv8: 객체 검출에 활용되어 음식 속 재료 또는 약물의 구성 성분을 탐지하는 데 사용된다. 정확도와 실시간성 측면에서 기존 모델보다 우수하며, 모바일 앱에 쉽게 배포할 수 있다.

2.4 데이터 라벨링 및 증강

AI 모델 학습을 위해 약물과 음식 이미지를 수집하고, 객체 단위로 바운딩 박스를 활용한 라벨링 작업을 수행했다. 이를 통해 모델이 각 객체의 위치와 클래스 정보를 학습할 수 있도록 구성했다.

또한 데이터 부족 문제를 해결하고 모델의 일반화 성능을 향상시키기 위해 OpenCV 기반의 데이터 증강 기법을 적용하였다. 구체적으로 회전, 확대, 밝기 조절, 반전, 블러 처리, 노이즈 추가 등의 방법을 활용했다. 특히 노이즈 추가는 이미지에 임의의 픽셀 잡음을 삽입하여 다양한 환경에서의 인식 성능을 높이는 데 기여하였다[4].

2.5 데이터베이스 설계

사용자 정보, 약물 정보, 음식 분석 데이터, 알레르기 정보, 보호자 공유 데이터 등은 MySQL을 활용하여 구성된 데이터베이스에 저장된다. 이를 통해 사용자 맞춤형 데이터를 체계적으로 관리하고 추후 기능 확장 시 연동이 용이하도록 설계했다.

2.6 UI 설계

본 애플리케이션은 고령 사용자를 대상으로 하는 만큼, 직관성, 가독성, 간결성을 중심으로 UI(User Interface)를 설계하였다. 주요 화면은 다음과 같은 구조로 구성된다.

Figure 2는 본 애플리케이션의 약물 및 음식 촬영 화면과 분석된 결과 화면 UI 설계를 나타낸다.

홈 화면: 사용자가 분석된 약물 또는 음식 버튼을 선택할 수 있도록 큰 버튼 2개로 구성되어 있으며, 하단에는 보호자에게 공유된 정보를 확인할 수 있는 버튼을 만들었다. 그리고 사용자가 복용하는 약물과 함께 먹으면 좋은 음식과 피해야 할 음식을 알려주는 버튼을 만들었다. 또한 하단 내비게이션 바에는 메모, 카메라, 마이페이지 버튼을 배치하여 사용자가 분석 결과를 확인하고 이미지를 촬영하며 개인 정보를 관리할 수 있도록 구성하였다. 전체 UI는 직관적이고 시인성 높은 설계를 통해 노인 사용자에게 최적화하였다.

약물 촬영 화면: 카메라로 약물 사진을 촬영하거나 앨범에서 불러올 수 있는 버튼이 제공되며, 인식 결과로 약 이름과 성분, 주의 사항, 복용법 등이 텍스트로 출력된다.

음식 인식 화면: 음식 사진을 촬영하거나 불러오면, YOLO 모델과 EfficientNet 모델을 통해 탐지된 재료가 함께 표시되며, 사용자의 등록된 알레르기 정보와 비교된 결과가 하단에 출력된다. 인식된 재료 정보, 알레르기를 유발할 가능성 여부, 섭취 가능 여부 등의 결과가 시각적으로 표시된다. 분석된 결과들은 보호자에게 전송된다.

보호자 공유 화면: 실시간으로 보호자에게 분석 결과가 전달되며, 보호자는 앱 알림을 통해 확인할 수 있다.

Figure 1. System Structure Chart

Figure 2. User Interface Design

3. 결론

본 연구에서는 노인의 안전한 약물 복용과 음식 섭취를 돕기 위한 딥러닝 기반 노인 맞춤형 알레르기 관리 앱을 설계했다. 해당 앱은 약물과 음식 사진을 분석하여 사용자의 알레르기 정보를 실시간으로 판단하고, 보호자와 정보를 공유함으로써 노인의 자가 건강관리와 보호자 지원을 동시에 실현할 수 있다.

EfficientNet과 YOLOv8을 기반으로 한 이미지 분석 모델은 모바일 환경에서도 높은 정확도와 속도를 보였으며, 데이터 증강을 통해 모델의 성능을 더욱 향상시킬 수 있었다. 특히 노이즈 추가와 같은 증강 기법은 실제 환경에 가까운 데이터를 제공하여 일반화 성능 개선에 효과적이었다.

향후에는 사용자 경험(UX)을 강화하고, 다양한 약물 및 음식 데이터를 지속적으로 수집·학습하여 시스템의 신뢰성을 높이는 방향으로 발전시킬 계획이다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Y. I. Kim. (2017). An Oral Health Promotion Behavior Model for Adolescents. Journal of Innovation Industry Technology, 11(2), 129–142.

[2] G. D. Hong & H. K. Kim. (2022). Sensor-based convergence system in Ubiquitous Environment. Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 1-6.

[3] M. Tan & Q. Le. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning, 6105–6114.

[4] A. Shorten & T. M. Khoshgoftaar. (2019). A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. Journal of Big Data, 6(1), 1-48.

노인 사기를 예방하기 위한 딥페이크 탐지 앱 설계

이홍구[1], 김영제[1], 원영재[1], 최진성[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2](주)오픈링크시스템 연구소장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail :bhkim@seowon.ac.kr

Design of a Deepfake Detection App for Preventing Scams Targeting the Elderly

Hong-Goo Lee[1], Hong-Goo Lee[1], Hong-Goo Lee[1], Jin-Sung Choi[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Director of Research, Open Link System Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

이 논문은 노년층을 대상으로 한 딥페이크 사기 범죄를 예방하기 위해 실시간 탐지 모바일 앱을 제안한다. 영상은 CNN 기반, 음성은 SafeEar 기반으로 분석하며, 두 기술을 결합한 이중 탐지 시스템을 설계한다. 이를 통해 노년층의 디지털 범죄 피해를 줄이고, 탐지 정확성과 신뢰도를 높이는 것을 목표로 한다.

1. 서론

정보통신 기술의 급속한 발전은 일상생활의 편리성을 높였지만, 동시에 다양한 형태의 신종 범죄의 등장과 확산을 초래하였다. 특히 최근 인공지능(AI) 기술의 발전으로 등장한 딥페이크(Deepfake) 기술은 사진, 영상, 음성 등을 인위적으로 합성하여 실제와 구별하기 어려운 가짜 콘텐츠를 생성함으로써 심각한 사회적 문제로 부상하고 있다. 딥페이크는 특정 개인의 얼굴이나 목소리를 정교하게 위조하여 허위 정보 유포, 명예훼손, 사기 범죄 등의 수단으로 악용되고 있으며, 특히 디지털 기기에 대한 적응력이 낮은 노년층이 주된 피해자가 되는 사례가 증가하고 있다.

고령층은 일반적으로 디지털 미디어와 최신 기술에 대한 이해와 접근성이 낮아 새로운 형태의 기술적 범죄에 특히 취약하다. 최근 딥페이크 기술을 이용해 자녀나 친인척을 사칭하여 영상 통화로 금전을 요구하거나 개인 정보를 탈취하는 범죄가 늘어나고 있으며, 이는 피해자에게 경제적 손실뿐만 아니라 심각한 정신적 충격과 사회적 고립감을 초래한다. 이러한 문제를 효과적으로 예방하기 위해서는 고령층을 보호할 수 있는 기술적 방어 체계의 구축이 필수적이다.

본 연구에서는 노년층을 주요 보호 대상으로 설정하여 딥페이크 기술을 이용한 사기 범죄를 실시간으로 탐지하고 경고하는 모바일 기반 애플리케이션 개발을 제안하고자 한다. 제안된 딥페이크 탐지 앱은 영상 통화 중 발생 가능한 딥페이크 콘텐츠를 실시간으로 분석하고 탐지하여 사용자에게 즉각적으로 알림을 제공함으로써, 사기 피해를 미연에 방지하는 것을 목표로 한다. 본 연구를 통해 노년층 대상 딥페이크 사기 범죄의 예방 가능성을 제고하고, 기술적 대응 방안을 마련하여 사회적 안전망 구축에 기여할 것으로 기대된다.

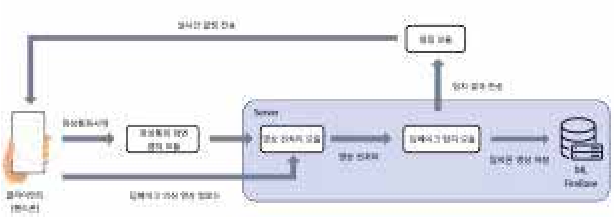


Figure 1. 시스템 흐름도

2. 연구 내용

2.1 합성곱 신경망(CNN) 기반 영상 탐지

합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)은 이미지 내의 복잡한 공간적 특징을 자동으로 추출할 수 있는 강력한 딥러닝 모델이다. 딥페이크 탐지에 있어 CNN은 영상에서 발생하는 미세한 얼굴 왜곡(warping) 및 픽셀 이상 현상을 효과적으로 탐지할 수 있다는 장점을 가지고 있다[1]. 또한 기존에 학습된 대규모 CNN 모델을 미세 조정하는 전이학습(Transfer Learning) 기법을 활용하면 데이터가 부족한 상황에서도 높은 정확도의 탐지가 가능하며, 딥페이크 발생 영역의 정밀한 위치까지 식별할 수 있는 이점이 있다[2]. 따라서 CNN과 전이학습을 결합하여 영상 속 딥페이크 콘텐츠를 실시간으로 정확하게 탐지하고 위치를 특정할 수 있는 시스템을 구축함으로써 높은 탐지 성능을 기대할 수 있다.

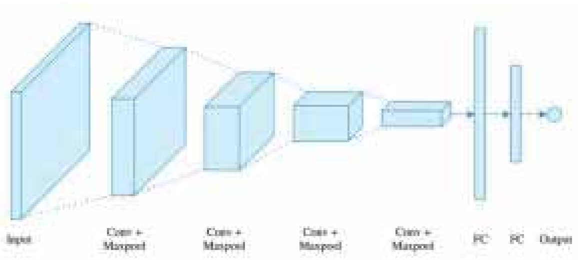


Figure 2. CNN 모델 구조

2.2 SafeEar 기반 음성 딥페이크 탐지

SafeEar는 음성 딥페이크 탐지를 위해 설계된 프라이버시 보호 중심의 프레임워크로, 음성 데이터를 의미 정보와 음향 정보로 분리하여 처리하는 독특한 접근 방식을 채택한다. SafeEar의 핵심 기술은 신경 오디오 코덱을 활용하여 음성 데이터를 의미 토큰과 음향 토큰으로 분리하는 방식으로, 의미 토큰은 탐지 과정에서 배제하고 오직 음향 토큰만을 분석하여 딥페이크 여부를 판단한다[3]. 이 기술은 사용자의 음성 내용을 보호하면서도 음색, 억양 등 음향적 특징을 분석하여 높은 탐지 정확도를 제공한다. 또한, 실제 환경에서의 적용 가능성을 높이기 위해 다양한 오디오 코덱 환경에서 견고한 탐지 성능을 발휘할 수 있도록 실제 오디오 코덱 변환을 활용한 데이터 증강 기법을 적용한다. 이러한 특성으로 인해 SafeEar를 활용한 시스템은 실시간 탐지와 프라이버시 보호가 요구되는 환경에 매우 적합하며, 영상 기반 탐지 결과와 교차 검증하여 탐지 신뢰도를 더욱 향상시킬 것으로 기대된다.

Figure 3. SafeEar 동작 방식

3. 결론

본 논문에서는 딥페이크 기술의 확산으로 인해 특히 디지털 환경에 취약한 고령층이 사기 범죄의 주요 피해자가 되고 있는 현실에 주목하여, 이를 예방하기 위한 실시간 딥페이크 탐지 시스템의 필요성을 제시하였다. 제안된 모바일 기반 애플리케이션은 합성곱 신경망(CNN)을 활용한 영상 분석과 SafeEar 프레임워크를 이용한 음성 분석을 결합하여, 영상 통화 중 발생 가능한 딥페이크 콘텐츠를 효과적으로 탐지하고 경고할 수 있도록 설계되었다.

CNN 기반 탐지는 얼굴 왜곡 및 픽셀 이상과 같은 미세한 시각적 특징을 감지하고, 전이학습을 통해 높은 정확도를 확보한다. 동시에 SafeEar는 음성 딥페이크의 주요 단서를 음향 신호에서 추출함으로써 개인정보 보호와 탐지 성능을 동시에 만족시키는 방식으로 구현되었다. 두 기술을 통합하여 영상 및 음성 기반 교차 검증 체계를 구축함으로써, 더욱 신뢰도 높은 탐지가 가능할 것으로 기대된다.

향후 본 시스템은 고령층이 디지털 환경에서 보다 안전하게 소통할 수 있도록 지원하며, 딥페이크 기술에 대응하는 실질적 방어 수단으로서의 가치를 지닌다. 궁극적으로 본 연구는 사회적 취약계층을 보호하고, 기술 기반 사회 안전망을 강화하는 데 기여할 수 있을 것이다.

Acknowledgements

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Y. Li and S. Lyu, "Exposing DeepFake Videos By Detecting Face Warping Artifacts," IEEE Trans. Inf. Forensics Security, vol. 15, pp. 1309–1322, 2020.
[2] V. Kumar and A. Bhavsar, "Face Warping Deepfake Detection and Localization in a Digital Video using Transfer Learning Approach," Multimedia Tools Appl., vol. 81, no. 6, pp. 8477–8498, 2022.
[3] X. Li, K. Li, Y. Zheng, C. Yan, X. Ji, and W. Xu, "SafeEar: Content Privacy-Preserving Audio Deepfake Detection," IEEE Trans. Dependable Secure Comput., early access, 2024, doi: 10.1109/TDSC.2024.3309722.

영·유아 낙상 방지 스마트 침대 시스템 설계

장진우[1], 최민국[1], 안도건[1], 전용하[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2](주)이노더스 대표이사
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design of a Smart Crib System for Preventing Falls in Infants and Toddlers

Jin-Woo Jang[1], Min-Guk Choi[1], Do-Gun Ahn[1], Yong-Ha Jeon[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]CEO, Inodus Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

본 연구에서는 영·유아의 낙상 사고를 예방하기 위한 AI 기반 스마트 아기침대 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 기존의 수동적 안전장치와 달리, 웹캠을 활용한 실시간 영상 인식을 통해 아기의 자세와 행동을 자동으로 감지한다. 낙상 위험이 감지되면 침대 울타리가 자동으로 상승하여 사고를 미연에 방지하며, 보호자에게도 알림이 즉시 전송되어 빠른 대응이 가능하다.

1. 서론

바쁜 현대 사회에서 육아 부담이 증가함에 따라 가정 내 육아 환경의 안전성과 편의성에 대한 요구도 함께 높아지고 있다. 특히 돌 전후의 영·유아는 뒤집기, 기기, 일어서기 등 급격한 자세 변화를 보이며, 침대 낙상 사고가 자주 발생한다. 이러한 사고는 보호자에게 심리적·육체적 부담을 유발하는 주요 요인 중 하나이다.

기존 아기침대는 보호자에 의존한 수동적 안전 구조로, 능동적인 상태 인식이나 자동 대응 기능이 제한적이다. 이에 본 연구에서는 인공지능 기반 자세 분석 및 IoT 기술을 접목한 시스템을 통해, 영·유아의 자세를 실시간 인식하고 낙상 전조를 감지하여 자동 대응할 수 있는 스마트 침대 시스템을 설계하였다.

본 시스템은 YOLO 기반 객체 탐지, AlphaPose 자세 추정, LSTM 기반 시계열 행동 예측 모델을 활용하여 행동 패턴 변화까지 분석할 수 있도록 구성하였다. 위험 상황 발생 시 침대 울타리가 자동 상승하며, 보호자는 전용 모바일 앱을 통해 아기의 상태 확인과 침대 제어가 가능하다.

본 논문에서는 제안 시스템의 구조 및 핵심 기술을 중심으로 설명하고, 이를 통해 영·유아의 안전한 육아 환경 구축 가능성을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

본 연구는 영·유아의 낙상 위험을 실시간으로 감지하고, 상황에 따라 자동으로 대처할 수 있는 지능형 스마트 아기침대 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 해당 시스템은 웹캠 기반의 영상 입력을 통해 아기의 자세 및 위치를 실시간으로 분석하며, 위험 동작이 인식될 경우 자동으로 침대 울타리를 상승시켜 낙상을 예방한다. 또한 보호자에게 푸시 알림 전송을 통한 즉각 대응이 가능하며, 시스템은 객체 및 자세 인식을 위한 YOLOv3+AlphaPose, 이상행동 예측을 위한 LSTM, 울타리 제어 장치, 모바일 앱 연동 모듈로 구성된다.

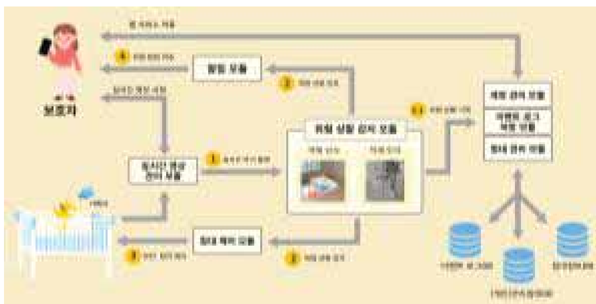


Figure 1. system structure

2.1.1 객체 탐지 및 자세 인식

웹캠으로 수집한 실시간 영상은 먼저 YOLOv3 객체 탐지 모델을 통해 아기(사람)와 침대를 인식한다[1]. 이후 탐지된 아기 영역을 중심으로 AlphaPose 모델을 적용해 18개의 관절 키포인트를 추출하고, 이를 기반으로 아기의 현재 자세를 분석한다.

AlphaPose는 하향식(Top-Down) 자세 추정 방식을 채택하며, 높은 정확도로 알려져 있다[2]. AlphaPose는 COCO

데이터셋 기준 AP 73.3%로, OpenPose나 Mask R-CNN 등 상향식 방식보다 키포인트 검출 성능이 뛰어나다. 또한 CCTV 환경에서도 안정적인 자세 추정이 가능해 다양한 안전관리 분야에 활용되고 있다.

이에 따라 본 연구는 AlphaPose로부터 추출된 관절 정보를 LSTM에 시계열 데이터로 입력할 수 있도록 구조를 설계하였다.

Figure 2. YOLOv3+AlphaPose

2.1.2 LSTM 기반 행동 예측

AlphaPose로부터 추출된 관절 키포인트 시퀀스는 시간 흐름에 따라 행동 패턴을 인식할 수 있는 시계열 데이터로 변환된다. 이를 기반으로, 본 연구는 이상행동을 예측하기 위해 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 적용하였다.

LSTM은 시계열 데이터 분석에 적합한 딥러닝 모델로, 연속된 자세 데이터를 학습하여 침대 밖으로 이동하려는 동작, 일어서기 시도, 넘어지는 상황과 같은 이상행동을 효과적으로 예측한다.

기존 연구에서도 "누워있기"와 "쓰러지기" 행동을 LSTM으로 인식한 바 있으며, 특히 "Lying Down" 행동은 95% 이상의 인식 정확도를 보였다. 본 연구는 이를 바탕으로, 유아 환경에 최적화된 행동 예측 모델로 확장하였다[3].

Figure 3. LSTM

2.2 울타리 제어 및 침대 설계

LSTM에서 이상행동이 예측되면, 침대에 장착된 리니어 액추에이터 또는 유압 실린더가 구동되어 침대 울타리를 자동으로 상승시킨다. 동시에 Flask 기반 서버는 보호자의 모바일 앱에 푸시 알림을 전송하며, 보호자는 앱을 통해 침대의 상태 확인 및 원격 제어(높이 조절, 안전 모드 전환 등)가 가능하다.

앱과 서버는 Socket.IO 기반 통신으로 실시간 연결되며, 모든 행동 인식 결과 및 침대 동작 이력은 서버에 저장되어 데이터 기반 육아 분석 및 추후 서비스 확장에도 활용될 수 있다.

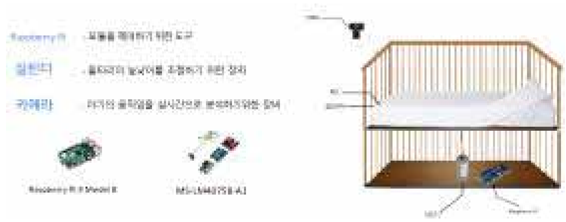


Figure 4. crib-Design

3. 결론

본 연구는 YOLOv3와 AlphaPose 모델을 연계하여 아기의 위치와 관절 정보를 정밀하게 추출하고, 이를 기반으로 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 구성하여 낙상의 전조가 되는 행동(예: 일어서기 시도, 침대 밖 이동 등)을 효과적으로 인식하였다.

특히 기존 연구에서 제안된 AlphaPose-LSTM 구조를 바탕으로, 이를 영·유아 환경에 적합하도록 확장하여 이상행동 인식 시스템을 구현한 점에서 의의가 있다.

제안된 시스템은 웹캠 기반 영상 입력, Flask-SocketIO 서버 연동, 울타리 자동 제어, 보호자 앱 기능까지 통합되어 실사용이 가능한 형태로 구현되었다. 향후에는 다양한 유아 행동 데이터를 바탕으로 정밀한 클래스 분류, 다중 시점 기반 3D 자세 인식, 수면 상태 분석 등 기능을 고도화할 계획이다.

이를 통해 본 시스템은 가정 내 유아 안전 확보는 물론, AI 기반 육아 지원 기술의 실용화 가능성을 제시한다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767. https://arxiv.org/abs/1804.02767

[2] Fang, H.-S., Xie, S., Tai, Y.-W., & Lu, C. (2017). RMPE: Regional Multi-Person Pose Estimation. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2334–2343. https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.254

[3] Bae, H.-J., Jang, G.-J., Kim, Y.-H., & Kim, J.-P. (2021). LSTM(Long Short-Term Memory)-Based Abnormal Behavior Recognition Using AlphaPose. KIPS Transactions on Software and Data Engineering, 10(5), 187–194. https://doi.org/10.3745/KTSDE.2021.10.5.187

독거노인을 위한 AI기반의 스마트 냉장고 프로그램 설계

제형규[1], 김지성[1], 이민경[1], 주승환[2], 김봉현[3*]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과 학생
[2](주)아우토크립트 팀장
[3*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bnkim@seowon.ac.kr

Design of AI-based Smart Refrigerator Program for Elderly Living Alone

Hyeong-Gyu Je[1], Ji-Sung Kim[1], Min-Kyeong Lee[1], Seung-Hwan Joo[2], Bong-Hyun Kim[3*]
[1]Student, Department of Computer Engineering, Seowon University
[2]Team Manager, Autocrypt Co., Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

전 세계적으로 고령화가 심각하게 진행되고 있으며, 이에 따라 독거노인의 건강 관리와 생활 지원이 중요한 사회적 과제로 떠오르고 있다. 본 논문에서는 독거노인의 식생활 관리 문제를 해결하고자, 시기 기반 센서와 인공지능 기술을 활용한 스마트 냉장고 시스템을 제안한다. 해당 시스템은 음식물의 유통기한을 자동 인식하고, 섭취 알림 및 영양 분석 기능을 제공함으로써, 독거노인이 보다 건강한 식생활을 유지할 수 있도록 지원한다.

1. 서론

전 세계 고령화 사회 진입이 가속화되면서 독거노인의 식생활 관리와 건강 문제가 사회적 이슈로 대두되고 있다. 특히, 치매나 인지 저하 등의 문제로 인해 식사나 약 복용을 제때 하지 못하는 사례가 증가하고 있다. 이에 따라 일상생활을 보조할 수 있는 스마트 헬스케어 기술의 수요가 증가하고 있다[1].

본 연구는 이러한 문제를 해결하고자, 독거노인을 위한 AI 기반 스마트 냉장고 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 유통기한 인식, 섭취 시간 알림, 재료 상태 분석, 원격 모니터링 기능 등을 포함하여 독거노인의 건강한 식생활 유지에 기여하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1 시스템 설계

본 연구에서 제안하는 시스템은 독거노인의 식생활 관리를 지원하고 건강 유지를 도모하기 위한 AI 기반 스마트 냉장고로, 식재료 인식, 유통기한 추적, 섭취 알림, 원격 모니터링 등의 기능을 통합한 통합형 지능형 솔루션이다. 해당 시스템은 사용자의 자율성과 보호자의 간접적 관리 기능을 동시에 충족할 수 있도록 설계되었다[2].

시스템은 다음과 같은 주요 모듈로 구성된다.

첫째, 이미지 인식 모듈은 YOLOv5 기반의 객체 탐지 알고리즘을 활용하여 냉장고 내부의 식재료를 실시간으로 인식 및 분류한다. 이를 통해 식재료 종류를 자동으로 식별하고, 데이터 수집의 정확성과 효율성을 확보할 수 있다.

둘째, 서버 및 데이터베이스 모듈은 Flask 프레임워크를 기반으로 하는 경량 서버와 SQLite 데이터베이스로 구성되며, 각 식재료의 이름, 유통기한, 촬영일 등의 정보를 안정적으로 저장하고 관리한다. 이를 통해 지속적인 데이터 관리와 추적이 가능하다.

셋째, 모바일 연동 모듈은 보호자 및 사용자가 스마트폰 애플리케이션을 통해 냉장고의 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 지원한다. 이를 통해 원격 모니터링이 가능하며, 보호자가 간접적으로 사용자의 식생활 상태를 확인하고 필요한 경우 개입할 수 있는 기반을 제공한다.

2.2 시스템 흐름

사용자가 식재료를 냉장고에 보관하면, 내장된 카메라가 자동으로 식재료를 촬영하고 이미지 인식 모듈을 통해 분류한다. 이후 유통기한 및 종류 정보가 서버에 저장되며, 정해진 시간이 되면 섭취 알림 또는 유통기한 경고가 제공된다. 보호자는 스마트폰을 통해 냉장고 상태를 확인하거나 알림을 받을 수 있다.

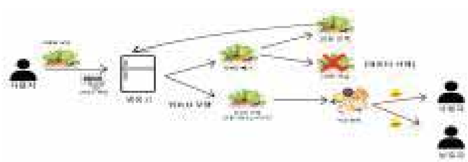


Figure 1. System flow

Figure 2. System UI

2.3 사용 모델

본 시스템은 YOLOv5 객체 탐지 알고리즘을 기반으로 다양한 식재료를 높은 정확도로 실시간 분류하며, 사용자 편의성과 정확한 인식 성능을 동시에 확보하였다. 해당 모델은 경량화된 구조와 우수한 연산 속도를 바탕으로, 임베디드 환경에서도 안정적인 동작이 가능하다.

서버 측은 Flask 프레임워크 기반의 RESTful API 서버로 구성되어 있으며, 실시간으로 수신되는 데이터를 처리하고 외부 모바일 애플리케이션과의 원활한 통신을 지원한다. 이를 통해 사용자 인터페이스와 시스템 백엔드 간의 연계성을 강화하였다.

데이터베이스는 경량 관계형 DB인 SQLite를 기반으로 설계되었으며, 각 식재료의 이름, 유통기한, 촬영일 등 핵심 정보를 효율적으로 저장 및 조회할 수 있도록 구성하였다. 이러한 구조는 데이터의 일관성과 접근성을 보장하면서도 시스템의 전반적인 경량화를 실현하였다.

3. 기대 효과

본 시스템은 독거노인의 자율적인 식생활 유지를 지원함으로써, 사용자가 스스로 식재료의 보관 현황을 관리하고 섭취 계획을 수립할 수 있도록 하여 식생활 자립 역량을 강화한다. 이는 고령자의 일상적 영양 관리와 건강 증진에 실질적인 기여를 할 수 있는 기반으로 작용한다.

또한, 보호자는 시스템을 통해 실시간으로 식사 여부 및 식재료 소비 현황을 간접적으로 모니터링할 수 있어, 물리적 동반이 어려운 상황에서도 간접적인 건강관리 지원 수단으로 활용 가능하다. 이는 가족 구성원 또는 사회적 보호자가 독거노인의 생활을 보다 안정적으로 지원할 수 있도록 돕는다.

더불어 본 시스템은 지자체 복지사업, 방문간호 서비스 등 사회복지 시스템과의 연계를 통해 활용 범위를 확장할 수 있으며, 사회적 약자에 대한 맞춤형 복지 제공과 삶의 질 향상에도 기여할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

마지막으로, 본 시스템은 향후 스마트홈 환경 및 다양한 헬스케어 기기와의 연동을 통해 기술적 확장성과 범용성을 확보할 수 있다. 이는 단일 기능에 국한되지 않고 통합 건강관리 플랫폼으로의 발전 가능성을 제시한다.

4. 결론

본 논문에서는 독거노인을 위한 AI 기반 스마트 냉장고 시스템을 제안하고, 프로토타입을 구현하였다. YOLOv5를 활용한 식재료 인식 및 Flask 기반의 서버 구조를 통해, 식재료 정보 관리와 섭취 알림 기능을 구현하였다. 이를 통해 독거노인의 식생활을 체계적으로 관리할 수 있는 가능성을 확인하였다.

향후 연구에서는 식단 추천 기능, 사용자 행동 분석 기능 등을 추가하고, 실제 독거노인 대상 사용자 테스트를 통해 시스템의 실효성과 편의성을 향상시키는 방향으로 확장할 예정이다.

본 시스템은 독거노인의 냉장고 내부 식재료를 실시간으로 인식하여 사용자와 보호자에게 정보를 제공한다.

왼쪽 냉장고 화면은 실제 냉장고 내 식재료를 시각적으로 보여주며, 요거트, 우유, 달걀, 고기, 채소 등 다양한 식품 이미지가 배치되어 있다.

오른쪽 보호자 화면은 스마트폰 UI를 통해 식재료 상태를 직관적으로 알 수 있도록 구성되어 있다. 예를 들어, 달걀의 유통기한이 끝난 경우 '주의' 문구와 함께 유통기한 만료 사실이 명확히 표시되고, 소비 가능 기간(예: 14일 남음)도 함께 안내한다.

이 화면은 AI 이미지 인식 기술과 연동되어 식재료의 신선도와 상태를 자동으로 판단하고, 보호자가 원격으로 식재료 상태를 쉽게 모니터링할 수 있게 한다. 이를 통해 독거노인의 식생활 관리를 효과적으로 지원한다.

Acknowledgments

본 논문은 2025년 ICT 한이음 드림업 프로젝트의 일환으로 수행되었으며, 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행한 과제의 결과입니다.

참고문헌

[1] Y. L. Kim, (2017). An Oral Health Promotion Behavior Model for Adolescents. Journal of Innovation Industry Technology, 11(2), 129–142.

[2] G. D. Hong & H. K. Kim, (2022). Sensor-based convergence system in Ubiquitous Environment. Journal of Innovation Industry Technology, 7(1), 1–6.

사전 학습 언어 모델을 활용한 문맥 기반 지식 그래프 임베딩

김주리*
*원광대학교 교양교육원 교수
e-mail : cyanic@wku.ac.kr

Contextualized Knowledge Graph Embedding Using Pre-trained Language Models

Ju-Ri Kim*
*Professor, Collage of Convergence & Liberal Arts, WonKwang University

요 약

본 논문에서는 의료 데이터를 효과적으로 처리하기 위해 Knowledge Graph Embedding(KGE)과 사전 학습된 언어 모델(BERT, GPT 등)을 결합한 새로운 방법론을 제안한다. 기존 KGE 방식은 의료 데이터에서 전문 용어와 일반 언어의 맥락 차이를 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 사전 학습된 언어 모델을 활용하여 의료 데이터의 복잡한 맥락 정보를 효과적으로 반영하는 임베딩을 생성한다. 본 논문에서 제시하는 방법론은 Hits@K, 정확도(Accuracy), 정밀도(Precision) 및 재현율(Recall)을 사용하여 평가되며, 기존 접근 방식과 비교하여 우수한 성능을 입증한다.

1. 서론

의료 전문 용어는 복잡한 맥락을 가지며, 이를 일반 언어로 번역하거나 해석하는 과정에서 정보 손실이 발생할 수 있다. 또한, 기존 KGE(Knowledge Graph Embedding) 방법은 그래프의 구조적 정보에 중점을 두는 반면, 텍스트 데이터를 포함한 맥락 정보를 효과적으로 통합하지 못하는 경우가 많다[1,2].

이러한 한계를 극복하기 위해, 본 연구에서는 사전 학습된 언어 모델(BERT, GPT 등)을 활용한 새로운 KGE 방법론을 제안한다. 사전 학습된 언어 모델은 텍스트 데이터의 맥락적 의미를 이해하고 추출하는 데 강점을 가지며, 이를 지식 그래프와 결합함으로써 보다 정교한 임베딩 생성을 가능하게 한다[3,4]. 특히, 본 연구는 의료 데이터를 대상으로 전문 용어와 일반 언어 간의 맥락적 차이를 효과적으로 반영하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 의료 데이터의 분석 및 활용 가능성을 한층 높이고자 한다.

2. 관련 연구

사전 학습된 언어 모델(PLM)은 전문 용어와 일반 언어 간의 차이를 충분히 반영하지 못해 한계를 보완할 수 있다. BERT와 GPT는 대규모 코퍼스를 기반으로 언어의 맥락적 의미를 학습하며, 도메인 특화 모델(예: MedBERT, BioGPT)은 의료 데이터에서 더욱 정교한 텍스트 표현을 할 수 있다. 기존 연구에서는 PLM을 활용하여 텍스트 데이터를 Knowledge Graph와 통합하는 시도가 있었으나, 대부분 특정 도메인에 한정되거나 그래프 구조와의 상호작용이 제한적이다[5,6].

본 연구에서는 이러한 기존 연구의 한계를 극복하고, 의료 데이터의 특수성을 반영한 새로운 KGE 방법론을 제안한다. 제안된 방법론은 사전 학습된 언어 모델을 활용하여 텍스트 데이터의 맥락적 의미를 학습하고, 이를 지식 그래프의 구조적 정보와 결합하여 보다 정교한 임베딩을 생성한다. 이를 통해 기존 KGE 방식이 가지고 있던 텍스트 데이터 처리의 한계를 해결하고, 의료 데이터를 보다 효과적으로 분석할 수 있는 가능성을 제시한다.

3. 제안 방법론

3.1. 사전 학습된 언어 모델의 활용

사전 학습된 언어 모델(예: BERT, GPT)은 대규모 텍스트 데이터에서 학습된 맥락적 의미 표현 능력을 제공한다. 본 연구에서는 의료 데이터를 반영할 수 있도록 MedBERT와 같은 도메인 특화 모델을 활용한다. 이러한 모델은 텍스트 데이터의 복잡한 맥락 정보를 효과적으로 캡처하며, 특히 전문 용어와 일반 언어 간의 관계를 학습하는 데 유리하다.

3.2. 지식 그래프 구조 정보 통합

지식 그래프는 노드(개체)와 에지(관계)로 구성된다[8]. 본 연구에서는 변환 거리 모델(TransE)을 활용하여 그래프의 구조적 정보를 학습한다. TransE는 관계를 벡터 공간에서 선형 변환으로 모델링하며, 간단하지만 효과적인 방식으로 그래프의 구조적 특성을 반영한다.

3.3. 통합 임베딩 생성

텍스트 임베딩과 그래프 임베딩을 결합하여 통합 임베딩을 생성한다. 이를 위해 가중치 기반의 결합 방식을 도입하여 두 가지 정보를 효과적으로 통합한다. 가중치는 각 데이터의 중요도를 반영하며, 학습 과정에서 동적으로 조정된다.

3.4. 학습 및 최적화

최적화 과정에서는 임베딩 간의 거리와 관계의 선형 변환 손실을 최소화하는 목적 함수를 사용한다. 추가적으로, 의료 데이터의 특수성을 고려한 정규화 항목을 도입하여 모델의 일반화 성능을 향상시킨다.

4. 실험 결과

표 1은는 제안된 KGE+NLP 통합 모델과 기존 모델의 성능 비교를 나타낸다. 주요 지표는 Hits@10, Precision, Recall, F1 Score로, 각각 검색 정확도, 정밀도, 재현율, 그리고 전반적인 성능 균형을 평가한다.

표 1에서 확인할 수 있듯이, 제안된 KGE+NLP 통합 모델은 모든 평가 지표에서 기존 모델을 능가하는 성능을 기록하였다. 특히, Hits@10에서 88.6%의 정확도를 달성하며, 기존의 최고 성능 모델인 MedBERT와 비교하여 6.2% 향상된 결과를 보였다. Precision(85.3%)과 Recall(84.0%)에서도 높은 성능을 보이며, 검색 정확성과 포괄성을 동시에 만족시켰다.

Table 1. Performance Comparison of KGE+NLP Model and Existing Models

Model	Hits@10 (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1 Score (%)
TransE	72.3	70.5	68.7	69.6
DistMult	75.1	73.2	71.5	72.3
ComplEx	78.5	76.4	75.0	75.7
MedBERT	82.4	79.8	78.2	79.0
KGE+NLP	88.6	85.3	84	84.6

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 텍스트와 그래프 데이터를 통합하여 데이터 분석의 새로운 가능성을 제시하였으며, 향후 연구를 통해 실시간 시스템 구현 및 다양한 도메인 확장을 통해 더 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 다양한 의료 데이터셋으로의 확장을 통해 제안된 방법론의 일반화 가능성을 평가해야 하며, 모델의 계산 효율성을 개선하여 실시간 응용에 적합한 경량화된 구조를 설계할 필요가 있다. 더 나아가, 의료 전문가가 결과를 신뢰하고 활용할 수 있도록 설명 가능성을 강화해야 한다. 이미지, 비디오 등 다양한 데이터 유형을 통합하여 다중 모달 분석을 수행하는 것도 중요한 연구 방향이 될 것이다. 마지막으로, 본 방법론을 의료 외의 다른 도메인으로 확장하여 그 유효성을 검증할 필요가 있다.

참고문헌

[1] Nickel. M. (2016). A Review of Relational Machine Learning for Knowledge Graphs. Proceedings of the IEEE. 104(1), 11-33.

[2] Wang, Q. (2017). Knowledge Graph Embedding: A Survey of Approaches and Applications. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 29(12), 2724-2743.

[3] Mikolov, T. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.

[4] Vaswani, A. (2023). Attention is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS).

[5] Sun, Z. (2019). Rotate: Knowledge Graph Embedding by Relational Rotation in Complex Space. International Conference on Learning Representations (ICLR). arXiv:1902.10197

[6] Yang, Z. (2019). XLNet: Generalized Autoregressive Pretraining for Language Understanding. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 517. 5753-5763.

[7] Wang et al. (2021). DyLex: Incorporating Dynamic Lexicons into BERT for Sequence Labeling. 2679-2693.

해오름이: 농촌 디지털 취약 계층을 위한 맞춤형 정보 제공 시스템

도진혁[1], 김정우[1], 송호진[1], 장주현[1], 백영미[2*]
[1]창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공
[2*]창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공 교수
e-mail : ymbaek@cs.ac.kr

Haeoreum-i: Development of a Customized Information-Providing System for the Digital Vulnerable in Rural Areas

Jin-Hyeok Do[1],Jeong-Woo Kim[1],Ho-Jin Song[1],Ju-Hyeon Jang[1],Youngmi Baek[2*]
[1]Department of Computer Engineering, School of Smart Convergence Engineering, Changshin University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, School of Smart Convergence Engineering, Changshin University

요 약

농어촌 지역은 도시 지역 대비 노령 인구가 많아 디지털 기기를 통한 정보 습득에 어려움이 있으며 이는 정보 격차로 이어져 정보 소외계층의 불이익이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 농어촌 지역에서 다양한 계층이 개인화된 맞춤형 정보를 쉽게 습득할 수 있는 모바일 앱을 설계하였다.

1. 서론

농어촌 지역 65세 이상 인구 비율은 25.7%로, 전국 평균인 18.6%보다 높다[1]. 또한 도시 지역의 스마트폰 보급률은 78.8%, 주거지 내 인터넷 사용 가능 비율은 50.2%인 반면, 농어촌 지역 고령 인구 스마트폰 보급률은 71.6%, 주거지 내 인터넷 사용 가능 비율은 35.1%에 그친다 [2]. 이처럼 농어촌 지역의 디지털 기기 활용 능력이 상대적으로 낮아 정보 격차 문제가 심화되고 있으며, 이에 따라 농어촌 지역의 디지털 취약 계층을 대상으로 필요한 정보를 효과적으로 제공할 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 농촌 디지털 취약 계층을 위한 맞춤형 정보 제공 시스템을 개발한다. 제안한 시스템은 음성을 통해 사용자가 장치와 상호작용 하는 VUI(Voice User Interface)를 적용하여 노령 인구의 낮은 디지털 기기 조작 능력을 보완한다. 또한 인터넷이 사용 가능한 환경에서 사용자의 이용이 예상되는 정보를 예측하고 저장하는 예측형 업데이트 모델을 개발하여 주거지 내 낮은 인터넷 환경 문제 해결 통한 노령 인구의 접근성을 개선한다. 이러한 접근성 개선을 바탕으로 농어촌 지역 정보를 학습시킨 정보 제공 LLM(large language model) 앱을 개발하여 농어촌 지역의 정보격차 문제를 효과적으로 해결할 방안을 제시한다.

2. 관련 연구

정보를 제공하는 유사 서비스로는 Table 1과 같이 대구광역시의 또봇과 서울특별시의 서울톡이 있다. 하지만 이러한 서비스들은 노령층을 고려하지 않은 설계로 인해 노령층 정보 접근성이 떨어지며 사용자 정보를 기반으로 하는 맞춤형 정보를 제공하지 않아 사용자 만족도가 떨어지는 문제점으로 인해 사용률이 저조하다. 제안한 시스템은 기존 서비스의 문제를 해결하기 위해 VUI와 맞춤형 정보 추천의 기능을 통해 양질의 정보를 제공할 수 있도록 개선된 구조를 설계하였다.

Table 1. 유사 서비스

서비스명	주요기능	문제점
서울톡(서울시)	생활정보, 민원	맞춤 정보 제공 불가
뚜봇(대구시)	민원상담	맞춤 정보 제공 불가 지역 방언 인식 불가

3. 해오름이

3.1. 해오름이 시스템 구조

해오름이 시스템에서는 디지털 취약 계층인 고령자와의 상호작용 편의성을 증대시키기 위해 음성으로 시스템을 제어할 수 있는 VUI(Voice User Inteface)를 도입하여 노령층 사용자 접근성을 향상시켰다. Figure 1과 같이 사용자는 음성을 통해 Chat Bot System과 상호작용하면서 정보를 제공 받을 수 있고, Chat Bot System은 RAG(Retrieval Augmented Generation) 기법을 적용시킨 LLM(Large Language Model)이 서버 데이터베이스와 연동하여 답변을 제공한다. 미리 수집한 데이터를 바탕으로 답변을 생성하여 사

1 All authors contributed equally to this work and are designated as co-first authors.

2 Corresponding author

용자는 신뢰도 높은 정보를 제공받을 수 있다.

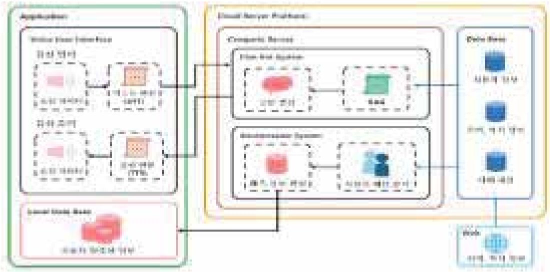


Figure 1. 시스템 구조도

3.2. Voice User Interface

노령층은 노안과 같은 신체기능의 저하와 익숙하지 못한 조작 방식으로 인해 디지털 기기를 활용하는 데 어려움이 있다[3]. 따라서 VUI를 통해 음성만으로 앱 내 기능을 조작할 수 있는 기능이 필요하다. 또한 노령인구는 지역 방언의 사용 빈도가 높기 때문에 VUI에 사용할 ASR(Automatic Speech Recognition) 모델의 방언 인식률을 높이는 방법이 필요하며 인식률을 높이기 위해 ASR 모델에 지역 지역 방언 데이터셋을 파인튜닝 시킴으로써 방언 인식률을 향상시키는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 챗봇 시스템에 VUI 결합하여 음성 질문 시 앱에서 음성으로된 답변 출력 및 앱 내 기능 조작을 가능하게 구현한다

3.3. 콜드스타트 개선 방안

추천 시스템은 초기 이용 시 사용자의 상호작용 데이터가 부족하여 패턴 파악이 힘들어지고 이로 인하여 추천 시스템 성능이 저하되는 콜드 스타트 문제를 겪게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 적응형 피처 융합(Adaptive Feature Fusion)과 대조 학습(Contrastive Learning), 그래프 합성곱 신경망(GCN, Graph Convolutional Network)을 활용하여 상호작용 데이터가 부족한 환경에서도 사용자와 아이템의 표현(Embedding)을 효과적으로 학습할 수 있는 구조를 적용한다. 먼저 사용자의 프로필 정보와 아이템의 다양한 정보들을 임베딩하고 Attention Mechanism을 통해 여러 피처들의 중요도를 동적으로 조정하여 유의미한 표현으로 통합한다. 이후 기존 사용자들의 양성(positive) 및 음성(negative) 상호작용 쌍을 구성하여 대조 학습을 수행, 이렇게 학습된 표현은 콜드 스타트 사용자에게도 일반화되어 활용된다. 즉 콜드 스타트 유저는 직접적으로 대조 학습에 참여하지는 않지만, 해당 메커니즘을 통해 간접적인 영향을 받게 된다. 하지만 대조 학습 만으로는 콜드 스타트 유저나 아이템의 피처를 완전히 반영하기에는 한계가 존재한다. 따라서 이를 보완하기 위해 사용자를 노드로, 아이템을 다른 종류의 노드로 연결한 이분 그래프를 구성하고 각 노드의 특징을 GCN 계층을 통해 전달 및 갱신함으로써 상호작용 데이터가 희소한 환경에서도 사용자와 아이템 간의 간접적인 연결성과 유사성을 학습할 수 있게 한다. 최종적으로는 추천 손실(Cross-Entropy Loss)과 대조 손실(InfoNCE Loss)을 함께 최적화하여 추천 정확도와 표현 일반화 성능을 동시에 확보할 수 있도록 설계된 최종 손실 함수를 사용한다.

3.4. LLM(Large Language Model)

사용자 맞춤 정보는 LLM 모델을 기반으로 하는 챗봇을 통하여 제공된다. 이때 정보의 정확성과 신속한 업데이트가 동시에 요구되고 이를 위해 답변 생성시 외부 DB를 참조하는 RAG기법을 적용한다. RAG 동작의 구현을 위해 먼저 수집한 정보들을 임베딩 모델을 통해 벡터화시킨 후 벡터 DB에 저장을 한다. 그 후 사용자의 질문이 들어오면 질문을 벡터화시킨 후 질문 벡터와 가까운 거리를 가진 벡터값들을 벡터 DB에서 retrieve하여 LLM의 답변 생성에 반영한다. 이를 통해 벡터 DB의 업데이트만으로 LLM에 신속한 정보의 반영과 정확한 정보 제공이 가능해진다.

4. 결론

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 추천 정보의 신뢰도 향상을 위한 RAG와 콜드 스타트 시나리오에서의 문제점 개선을 위한 대조 학습 기반의 추천 시스템, 사용자 편의성을 위해 VUI를 지원하는 앱을 개발한다. 현재 연구에서는 RAG 구조와 일부 정보 예측 모델 구현까지 진행하였으며 차후 자동화된 정보 수집 모듈을 개발하여 데이터를 수집한 후 추천 시스템 성능 향상을 위한 연구를 진행할 계획이다. 이러한 연구를 바탕으로 높은 접근성과 개선된 추천 시스템을 탑재한 정보 제공 앱을 통하여 디지털 취약 계층의 디지털 격차 해소에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This research was supported by the 2025 Capstone Design Program of Changshin University.
Following are results of a study on the "Gyeongsangnam-do Regional Innovation System & Education(RISE)" Project, supported by the Ministry of Education and Gyeongsangnam-do.(2-2-1)

참고문헌

[1] S. Y. Kim. (2024). 2023 Population and Housing Census Results < Registration Census Method >. Statistics Korea. https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=203&act=view&list_no=431972

[2] E. N. Kang. (2023). Survey on the Elderly in 2023(2023-084). Ministry of Health and Welfare. https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10411010100&bid=0019&act=view&list_no=1483359&tag=&nPage=1

[3] N. H. Hwang . (2022). Older Adults and the Digital Divide: Current conditions and policy implications(2020-46). Korea Institute for Health and Social Affairs. https://repository.kihasa.re.kr/bitstream/201002/37360/1/%ec%97%b0%ea%b5%ac%eb%b3%b4%ea%b3%a0%ec%84%9c%202020-46.pdf

[4] H. J. (2025). Contrastive Learning for Cold Start Recommendation with Adaptive Feature Fusion. arxiv. arXiv:2502.03664v1. 1-5

권선계자형 동기전동기 비대칭 회전자에 따른 운전 특성 분석

박정훈[1], 김태수[1], 신재각[1], 류성한[1], 박진하[1], 김기찬[1*]
국립한밭대학교
e-mail : 20217126@edu.hanbat.ac.kr

Operational Characteristic Analysis of a Wound Field Synchronous Motor According to Asymmetric Rotor Design

Jeong-Hun Park[1], Tae-Su Kim[1], Jae-Gak Shin[1], Seong-Han Ryu[1], Jin-Ha Park[1], Ki-Chan Kim[1*]
[1]Hanbat National University

요 약

본 논문은 계자권선형 동기전동기(WFSM : Wound Field Synchronous Motor)의 극편(Pole Shoe)를 비대칭 구조로 설계하여 각 운전점에서 효율, 토크 및 토크리플을 비교 분석 하였다.

1. 서론

전 세계적으로 환경 규제 강화와 정책적 변화에 따라 전기자동차(EV)의 수요가 빠르게 증가됨에 따라 IPMSM의 연구가 활발히 진행되고 있다. 고효율, 고출력 밀도를 달성하기 위한 IPMSM의 핵심 소재인 희토류 영구자석은 자원의 희소성으로 인해 원가 상승 및 안정적인 수급에 어려움이 발생하고 있다. 이에 대한 대안으로, WFSM은 회전자 철심에 계자권선을 감아 전자석으로 사용하며, 계자 전류의 조절을 통해 넓은 운전 영역확보 및 비용 절감이 가능하다는 장점을 가진다. 하지만 돌극비가 매우 크기에 회전자 극편의 형상에 따라 자속 분포 특성이 크게 달라지며, 이는 효율, 소음 및 진동에 큰 영향을 미친다.

본 논문에서는 230kW급 EV 구동용 WFSM의 성능 개선을 위한 회전자 극편 형상을 비대칭으로 설계하고, 이에 따른 운전 특성을 비교 분석한다.

2. 연구 내용

2.1. 기본모델

Figure 1은 230kW급 EV 구동용 WFSM의 2D 형상이다. 6극 54슬롯 형태를 가지고 있으며, 고정자 권선은 4층의 헤어핀 구조를 가진다. Table 1은 기본모델의 기저속도 및 최대속도에서의 사양이다.

Table 1. 기본모델 사양

Parameter	기저	최대	Unit
출력	230		kW
속도	5,400	17,000	rpm
토크	406.78	129.25	Nm
토크리플	5.19	6.94	%
효율	88.94	89.6	%

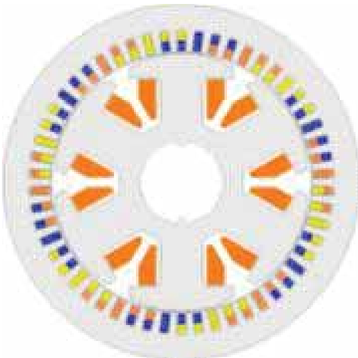
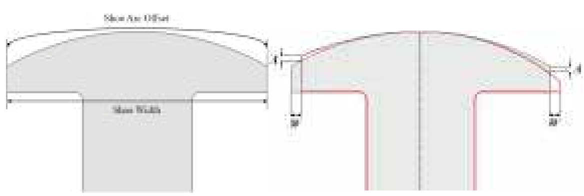


Figure 1. 기본모델 2D 형상

2.2.1 비대칭 모델 설계변수 선정

회전자 극편의 비대칭 모델을 설계하기 위해 기본모델을 선정하고, Figure 2 (a)와 같이 슈 길이(Shoe Width)와 슈 아크 오프셋(Shoe Arc offset)을 설계 변수로 설정하였다. Figure 2 (b)는 기본 모델과 비교한 비대칭 설계 모델로, 회전자 극의 중심축을 기준으로, Shoe Width는 좌우에 각각 W, Shoe Arc Offset은 A 간격 차이를 두어 반대칭 구조로 설계하였다. 비대칭 형상의 유효성을 평가하기 위해, Table 2에 제시된 설계 변수를 기반으로 FEM해석을 진행하였다.



(a) (b)

Figure 2. (a) 회전자 설계 변수 (b) 비대칭 설계 모델

Table 2. 설계 변수 범위 및 FEM 해석 조건

Parameter	해석조건	Unit
속도	5,400	rpm
전류	323.3	A
계자전류	12	A_{dc}
W	-6 ~ 6, step : 0.5	mm
A		
Shoe Width	64.48	
Shoe Arc Offset	15	

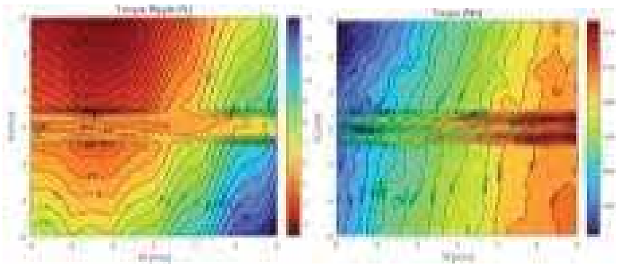


Figure 3. 설계변수에 따른 토크 및 토크리플 맵

Figure 3은 설계 변수인 W와 A의 변화에 따른 토크 및 토크리플 분포를 나타낸다. W는 토크에 영향을 미치며, A는 토크리플에 영향을 주는 것으로 나타났다. 분석 결과를 바탕으로, 토크 및 토크리플이 모두 개선된 모델을 Case1, 토크리플만 개선된 모델을 Case2로 정의했으며, 각 모델의 설계 변수는 Table 3에 정리하였다.

Table 3. 기본모델 및 Case의 주요 설계변수

	기본모델	Case1	Case2	Unit
Shoe Width (좌/우)	32.24 / 32.24	31.49 / 32.99	33.24 / 31.24	mm
Shoe Arc Offset (좌/우)	15 / 15	19.5 / 10.5	21 / 9	

2.3.1 전동기 운전 특성 비교 분석

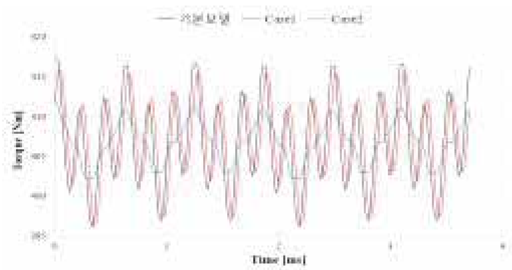


Figure 4. 기저속도 토크파형

Table 4. 기저속도 해석 결과

Parameter	기본모델	Case1	Case2	Unit
속도		5,400		rpm
전류	323.3	323.3	326.8	A
토크	406.78	406.8	406.77	Nm
토크리플	5.19	4.71	2.42	%
효율	88.94	88.98	88.88	%

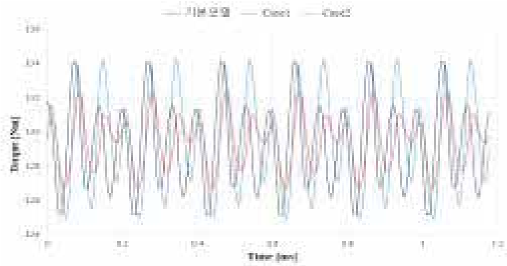


Figure 5. 기저속도 토크파형

Table 5. 최대속도 해석 결과

Parameter	기본모델	Case1	Case2	Unit
속도		17,000		rpm
전류	272.7	272.6	272.6	A
토크	129.25	129.49	129.42	Nm
토크리플	6.94	4.3	7.17	%
효율	89.6	89.62	89.72	%

Table 4와 Table 5는 동일 출력 조건에서 각 Case에 대해 기저속도 및 최대속도에서의 분석 결과를, Figure 4와 Figure 5는 Case별 토크 파형을 비교한 것이다. Case1은 기저속도와 최대속도 모두에서 효율이 향상되고, 토크리플이 감소하여 전반적인 토크 특성이 개선되었다. Case2는 기저속도에서 효율이 감소하였으나 토크리플이 크게 감소하였고, 최대속도에서는 효율이 향샹된 반면, 토크리플은 오히려 증가하는 경향을 보였다.

3. 결론

본 논문에서는 회전자 극편 비대칭 설계에 따른 운전 특성을 분석하였다. Shoe Width와 Shoe Arc Offset을 좌우 반대칭 구조를 적용하여 분석 결과를 바탕으로 Case1, Case2 모델을 도출하고, 기저속도 및 최대속도에서 특성을 비교 분석하였다. WFSM 운전 특성 개선을 위한 유효한 설계 변수로서 회전자 극편 비대칭 형상의 적용 가능성을 제시하는 결과로 판단된다.

Acknowledgments

This work was supported by the Technology Innovation Program (K_G01200183304, Development of WFSM drive unit technology for complete exclusion of rare earths magnet) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE, Korea)

참고문헌

[1] 이용복, 이상현, 신영철, 박동진, 김기찬, “WFSM의 최적설계 기법을 이용한 고성능 모델 도출”, 한국산학기술학회 학술대회 논문집, 486-488, 2014

[2] 이상현, 신영철, 유석현, 김기찬, “권선계자형 동기전동기의 토크리플 저감을 위한 회전자의 스큐와 비대칭 설계모델의 비교 분석”, 대한전기학회, 학술대회 논문집, 812-813, 2015

산악 지형에 특화된 자율비행 무인드론 기반 실종자 수색 시스템

신영현[1], 이금용[1], 한동훈[1], 황경민[1], 백영미[2*]
[1]창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공
[2*]창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공 교수
e-mail : ymbaek@cs.ac.kr

Autonomous Unmanned Aerial Vehicle-Based Search System for Missing Persons Specialized in Mountainous Terrain

Young-Hyeon Shin[1], Geum-Yong Lee[1], Dong-Hoon Han[1], Kyung-Min Hwang[1], Youngmi Baek[2*]
[1]Department of Computer Engineering, School of Smart Convergence Engineering, Changshin University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, School of Smart Convergence Engineering, Changshin University

요 약

본 연구는 산악 지역에서 반복적으로 발생하는 실종 사고에 효과적으로 대응하기 위해, SLAM 기반 자율비행 드론과 React 기반 대시보드를 연동한 수색 자동화 시스템을 제안한다. ROS 2 기반 모듈형 구조를 바탕으로 TSP 및 A* 알고리즘, WebSocket 통신, React 대시보드 등을 연계하여 자율 탐색 시스템의 핵심 구조를 설계하였으며, 이 시스템은 SLAM 지도 생성과 센서 및 객체 인식 자동화를 통해 산악 환경에서도 활용할 수 있는 고도화된 시스템이다.

1. 서론

최근 5년간 국내에서 발생한 등산 사고는 총 36,700건에 달하며, 이로 인한 사망자는 462명, 실종자는 134명으로 보고되었다 [1]. 이러한 사고는 매년 반복적으로 발생하고 있으며, 산악 구조 작업은 넓은 탐색 범위, 통신 음영, 수동 조종 의존 등의 제약으로 인해 신속하고 정밀한 대응이 어렵다. 이에 따라, 복잡한 지형에서도 안정적이고 효율적인 수색 작업을 수행할 수 있는 자율 수색 시스템의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. 또한, 2015년부터 2019년까지 발생한 소방 드론 사고 64건 중 약 39%에 해당하는 25건이 조종 및 운용 절차상의 과실에 기인한 것으로 나타났다 [2]. 이는 기존 수색 체계가 조종자의 숙련도에 과도하게 의존하고 있다는 구조적 한계를 드러낸다.

Figure 1. Statistics on Mountaineering Accidents and Casualties in Korea (Past 5 Years)

본 연구는 이러한 수색 환경과 인적 오류의 제약을 보완하고자, 산악 지형에 특화된 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기반 자율 비행 드론과 React 기반 대시보드를 연동한 통합 수색 자동화 시스템을 제안한다.

2. 관련 기술 및 시스템 구성

해외에서는 자율 비행 드론이 산불 감시, 재난 구조, 환경 모니터링 등 다양한 현장에 적용되고 있다. 미국은 실시간 영상 수집 기반의 구조 활동을, 유럽은 EU 차원의 드론 기반 감시 시스템을 운영하고 있다 [3][4]. 한편, 국내에서는 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 SLAM 기반 자율 비행 드론 기술이 개발되고 있으며, 실제 수색 환경을 모사한 실증 실험을 통해 현장 적용 가능성이 입증된 바 있다 [5]. 그러나 해당 기술은 현재 실증 시험 단계로, 실시간 사용자 인터페이스(UI, User Interface) 연동, 자율 경로 생성, 임무 제어와 같은 상용 수준의 통합 수색 자동화 시스템으로 보기에는 제한적인 측면이 있다. 이에 본 연구는 이러한 기술적 한계를 보완하기 위해, SLAM 기반 자율 비행 시스템과 실시간 사용자 대시보드를 통합한 수색 자동화 시스템을 제안한다. 특히, Drone Industry Insights(DRONEII)에서 정의한 자율성 수준 기준(Levels of Autonomy)에 따라, 본 시스템은 Level 4 (고도 자동화, High Automation) 수준 구현을 목표로 한다. [6]. Level 4의 핵심 요소인 실시간 장애물 회피(Sense & Navigate), 자율 경로 재설정, 조종자 개입 없는 임무 자동 완수 기능을 중심으로 시스템을 구성하였다. 이를

위해 뎁스 카메라 기반 SLAM, TSP(Traveling Salesman Problem) 및 A* 알고리즘 기반 경로 계획, ROS 2(Robot Operating System 2)기반 모듈형 아키텍처, 웹소켓(WebSocket) 기반 실시간 통신, React 기반 대시보드 연동 등의 기술을 통합하여 자율 비행을 실현할 예정이다.

3. 제안 시스템 설계 및 구현

3.1. 시스템 아키텍처

본 시스템은 기존 기술의 분산된 기능을 통합적으로 연동하기 위해, ROS 2 기반 자율 비행 드론 플랫폼과 React 기반 대시보드를 결합한 구조로 설계되었다. 사용자가 설정한 임무 정보는 FastAPI 서버를 통해 ROS 2로 전달되며, ROS 2는 기능별로 구성된 노드 구조를 기반으로 실시간 경로 생성 및 드론 제어를 수행한다. 탐색 중 대상이 인식되면 자동 촬영이 수행되며, 촬영된 이미지는 대시보드에 실시간 전송되어 상황 판단을 지원한다.

3.2. ROS 2 노드 구성

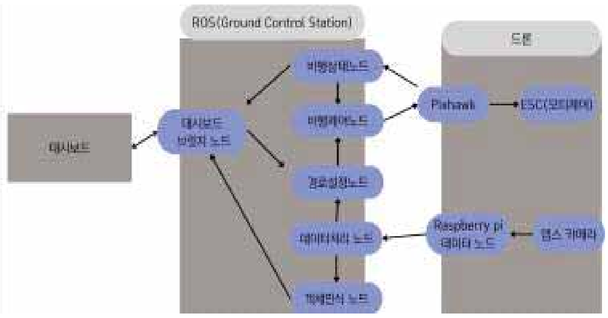


Figure 2. ROS 2 Node Flow of the Drone System

ROS 2는 브릿지 노드, 객체 인식 노드, 데이터 처리 노드, 비행 제어 노드로 구성되며, 각 노드는 pub/sub 구조를 기반으로 임무 정보 수신, 영상 분석, 지형 정제, 드론 제어 등의 기능을 상호 협력적으로 수행한다.

3.3. 경로 생성 알고리즘

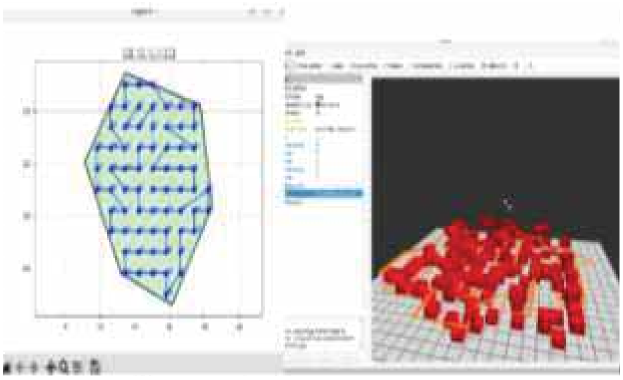


Figure 3. Visualization of Global Path Planning Using TSP and Local Obstacle Avoidance Using A*

전역 경로 생성을 위해 TSP 문제를 설정하고, Nearest Neighbor 기법과 2-Opt 최적화 기법을 적용하였다. 지역 경로는 A* 알고리즘을 이용하여 장애물 회피를 수행하였다. 그림 3은 RViz를 이용한 3D 경로 시각화 결과를 나타낸 것이다. 향후에는 이를 실제 환경에 적용하고 대시보드와의 실시간 연동을 추진할 예정이다.

3.4. 감지 이벤트 및 UI 연동

Figure 4. Figure 5. Dashboard UI Displaying Real-Time Detection Events and Search Area Status

객체 인식 시 자동 촬영된 이미지와 함께 인식 시간, 위치 좌표 등의 정보가 대시보드에 실시간으로 표시된다. 대시보드는 드론 상태, 수색 구역 설정, 임무 제어, 탐지 로그 등을 직관적으로 제공하며, 현재는 더미 데이터를 기반으로 UI 및 통신 흐름 검증을 완료한 상태이다. 사용자가 대시보드에서 지정한 다각형 수색 구역 좌표는 FastAPI 서버를 통해 ROS 2의 토픽으로 전달하고 ROS 2는 상태 정보, 파라미터, 감지 이벤트를 JSON 형식으로 발행하며, FastAPI는 이를 WebSocket을 통해 React 프론트엔드에 중계한다.

4. 결론

본 연구는 산악 지형에서 발생하는 실종자 수색 작업의 자동화와 효율화를 위해, 자율비행 드론기반 통합 수색 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 자율 비행 및 탐색 기능의 기본 구조를 구성하였으며, UI 흐름과 ROS 간 통신 기능을 중심으로 연동 테스트를 완료하였다. 향후에는 SLAM 기반의 정밀 지도 생성, 실제 드론과 센서 연동, 객체 인식 자동화를 고도화하여, 실전 수색과 다수 드론 운용에도 안정적으로 대응할 수 있는 시스템으로 발전시킬 계획이다.

Acknowledgments

This research was supported by the 2025 Capstone Design Program of Changshin University. Following are results of a study on the "Gyeongsangnam-do Regional Innovation System & Education(RISE)" Project, supported by the Ministry of Education and Gyeongsangnam-do.(2-2-1)

참고문헌

[1] Newsis. (2024). “Monthly hiking accident statistics in Korea.” Newsis. Retrieved from https://www.newsis.com/view/NISX20240911_0002884922

[2] Heo, C., Lee, Y., & Park, J. (2023). “A comparative study on the operational efficiency of pre-secured takeoff and landing zones for firefighting drones in disaster sites.” National Fire Agency.

[3] AITimes. (2024). “USA: Finding missing persons in cornfields using drones.” AI Times.Retrieved from https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=163189

[4] Skydio. (2024). “European drone use cases for search and rescue.” Skydio Official Website. Retrieved from https://www.skydio.com/solutions/dfr/search-and-rescue-drones

[5] Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI). (2024).“Autonomous flight drones enhance efficiency in search and rescue.” ETRI Press Release.

[6] Radovic, M. (2019). Tech Talk: Untangling the 5 Levels of Drone Autonomy. Drone Industry Insights. Retrieved from https://droneii.com/drone-autonomy

권선 계자형 동기전동기(WFSM)의 고정자 권선 분포에 따른 전동기 성능 분석

류성한[1], 김태수[1], 신재각[1], 박정훈[1], 김진한[2], 김기찬[3*]
[1]국립한밭대학교 전기공학과 석사과정
[2]국립한밭대학교 전기공학과 학부생
[3*]국립한밭대학교 전기공학과 교수
e-mail : kckim@hanbat.ac.kr

Performance Analysis of a Wound Field Synchronous Motor According to Stator Winding Distribution

Seong-Han Ryu[1], Tae-Su Kim[1], Jae-Gak Shin[1], Jin-Han Kim[2], Ki-Chan Kim[3*]
[1]Master's Student, Department of Electrical Engineering, Hanbat National University
[2]Undergraduate Student, Department of Electrical Engineering, Hanbar National University
[3*]Professor, Department of Electrical Engineering, Hanbat National University

요 약

본 논문은 전기자동차 구동용 계자 권선형 동기전동기 (WFSM : Wound Field Synchronous Motor)에서 고정자 권선 분포에 따른 전동기의 특성을 비교 분석하고, 최적 모델을 선정하여 전동기 성능을 도출하였다.

1. 서론

현재 대부분의 전기자동차 구동용 전동기는 높은 출력밀도를 가진 매입형 영구자석 동기전동기 (IPMSM : Interior Permanent Magnet Synchronous Motor)를 주로 사용하고 있다. 하지만 최근 친환경 정책 기조와 희토류 가격 불안정성으로 인해 희토류 완전 배제를 위한 계자 권선형 동기전동기의 개발에 대한 필요성이 대두되고 있다. 계자 권선형 동기전동기는 회전자에 돌극 형태의 철심이 있으며 자석 대신 권선을 감는 구조로 구성되어 있다. 이 회전자 권선에 전류를 흘리면 전자석의 원리로 자속이 발생하면서 구동한다. 계자 권선형 동기전동기는 영구자석 전동기와 비교하여 가격이 상대적으로 저렴하고 고온 운영이 가능하며 계자 자속 제어가 용이하다는 장점이 있다. 또한 최근 개발되고 있는 전기자동차 구동용 전동기는 기존의 환동선 권선이 아닌 각동선의 권선을 사용하여 점적률을 극대화하는 설계 기법이 적용되고 있다. 이와 같은 각동선을 헤어핀 권선이라고 한다. 헤어핀 권선을 적용하면 높은 점적률로 권선의 DC 저항이 작아지고, 고정자 동손이 감소하여 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서는 헤어핀 권선으로 설계된 전기자동차 구동용 WFSM을 대상으로 고정자 권선의 배치에 따른 전동기의 무부하 역기전력 및 THD를 분석하여 최적의 모델을 도출한 뒤, 최적 모델의 전자장 특성에 대해서 분석하였다.

2. 연구 내용

2.1. 모델 소개

본 연구에서는 6극 54슬롯 구조의 WFSM을 사용하였으며, 고정자 권선 배치를 <그림 1>과 같이 적용하여 해석을 진행하였다. 해당 모델은 전기자동차 구동용 전동기로, 설계 사양은 <표 1>과 같다.

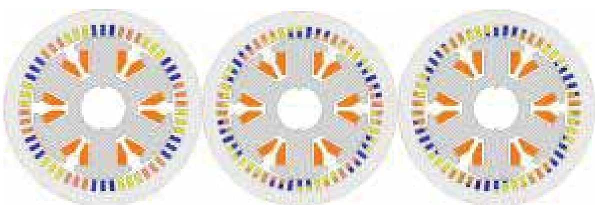


Figure 1. FEM 2D 해석 모델 Case

Table 1. Model Spec.

Parameter	Value	Unit
Stator Outer Dia.	220	Φ
Stator Inner Dia.	161	Φ
Airgap	1	mm
Conductor per Stator Slot	4	-
Turn per Rotor Teeth	408	turn

2.2. 무부하 시 전자장 특성 분석

Table 2. 무부하 역기전력 특성 분석 결과

구분	무부하 상 역기전력 [V_rms]	무부하 상 역기전력의 THD [%]
Case 1	286.59	2.54
Case 2	269.27	1.60
Case 3	277.93	2.00

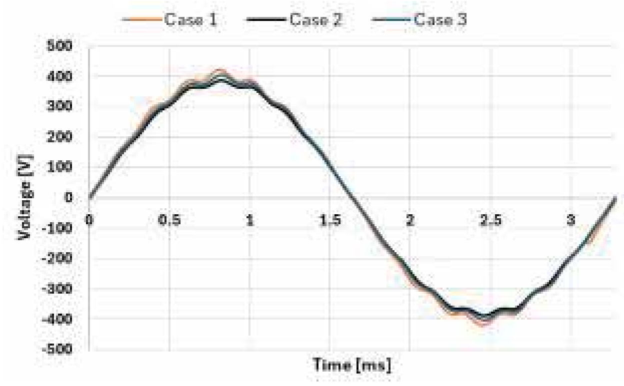


Figure 2. 무부하 상 역기전력 파형

<그림 2>는 비교 분석 대상 모델의 무부하 상 역기전력의 파형을 나타내며, <표 2>는 역기전력의 rms 값과 전고조파 왜율(THD : Total Harmonic Distortion)을 나타낸다.

2.3. 부하 시 전자장 특성 분석

본 연구에서는 가장 작은 고조파가 발생한 Case 2 모델을 선정하여 전자장 특성을 분석하였다.

Table 3. 연속 정격 최대 토크 운전점 부하 특성

Parameter	Value	Unit
속도	5,400	rpm
토크	200.51	Nm
계자 전류	7	A
토크 리플	3.67	%
계자 동손	1618.41	W
효율	93.24	%

Table 4. 순시 최대 토크 운전점 부하 특성

Parameter	Value	Unit
속도	5,400	rpm
토크	406.71	Nm
계자 전류	12	A
토크 리플	3.18	%
계자 동손	4756.13	W
효율	89.02	%

Table 5. 순시 최대 속도 운전점 부하 특성

Parameter	Value	Unit
속도	1,7000	rpm
토크	129.24	Nm
계자 전류	12	A
토크 리플	4.34	%
계자 동손	4756.13	W
효율	89.56	%

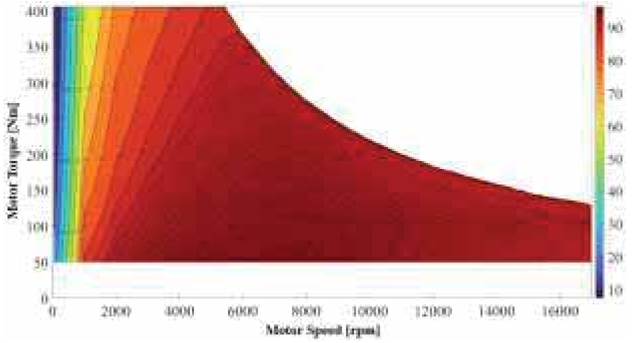


Figure 3. Case 2 모델 효율맵

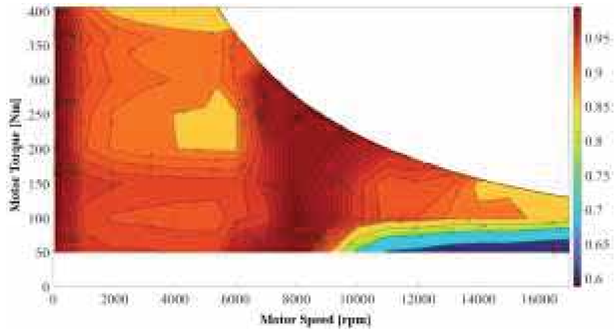


Figure 4. Case 2 모델 역률맵

3. 결론

본 논문은 전기자동차 구동용 WFSM에서 고정자 권선 분포에 따른 무부하 상 역기전력 및 THD를 도출하여 최적의 모델을 선정하고, 해당 모델의 주요 운전점에서의 성능을 분석하였다. 연구 결과 권선이 비교적 넓게 분포되어 있는 모델에서 무부하 상 역기전력 파형의 전고조파 왜율이 가장 작게 나타났음을 확인하였으며, 해당 모델을 선정하여 연속 정격 최대 토크, 순시 최대 토크, 순시 최대 속도 지점에서의 성능을 도출하였다. 이와 더불어 전체 운전 영역에 대한 효율맵과 역률맵을 도출하여 전기자동차 구동용 WFSM의 성능을 파악함으로써 희토류 완전배제를 위한 전기자동차 구동용 계자 권선형 동기전동기의 연구 방향을 제시하였다. 최종 목표인 기존 영구자석형 동기전동기 대체를 위하여 계자 권선형 동기전동기에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

Acknowledgments

This work was supported by the Technology Innovation Program (K_G01200183304, Development of WFSM drive unit technology for complete exclusion of rare earths magnet) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE, Korea)

참고문헌

[1] 김철민, 김기찬. “고출력밀도 모터 설계를 위한 헤어핀 권선의 권선법과 Skew Effect 전자기적 특성 연구”. 한국콘텐츠학회논문지, 23(10), 17-25. 2023.23.10.017

저소득층 아동을 위한 실감형 3D 교육 콘텐츠 서비스

신수영[1], 곽민지[1], 김지현[1], 유회창[1], 김병완[1], 이병권[1*]
[1]서원대학교 미디어콘텐츠학부
e-mail : notablyf@naver.com

Realistic 3D Educational Content Service for Children from Low-Income Families

Su-young Shin[1], Min-ji Kwak[1], Ji-hyeon Kim[1], Hoi-chang Yoo[1],
Byung-wan Kim[1], Byong-Kwon Lee[1*]
[1]Department of Media Contents, Seowon University

요 약

본저소득층 아동은 경제적 제약, 디지털 환경의 불균형, 체험 기회의 부족 등으로 인해 창의적 학습과 사회적 상호작용의 기회를 충분히 누리지 못하고 있다. 이러한 상황은 교육 참여의 지속성을 낮추고, 학습 의욕과 자기표현 능력의 위축으로 이어지는 등 사회적 격차를 더욱 심화시키는 원인이 된다. 본 연구에서는 이러한 교육 불평등 문제를 완화하기 위한 방안으로, VR 기반의 실감형 3D 콘텐츠를 활용한 학습 서비스를 기획하였다. 해당 서비스는 아동이 가상 공간에서 스스로 학습 환경을 구성하고 다양한 주제를 몰입감 있게 체험할 수 있도록 설계되었으며, 학습 참여의 흥미를 높이고 능동적인 학습 태도를 유도하는 것을 목표로 한다.
이를 통해 디지털 체험에서 소외된 아동에게 보다 평등한 학습 환경을 제공하고, 사회적 경험의 확장을 도모할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

1. 서론

본 연구는 교육 자원이 부족한 저소득층 아동이 효과적으로 학습에 접근할 수 있도록, 실감형 3D VR 기술을 활용한 교육 서비스를 제안한다. 본 연구는 저소득층 아동이 경제적·문화적 제약으로 인해 디지털 기기 활용이나 체험 중심의 학습 기회에서 소외되기 쉽고, 이는 학습 동기 저하나 정서 발달 지연으로 이어질 수 있다. 이를 보완하기 위해, 최근 빠르게 확산되고 있는 VR 기술을 교육 서비스에 적용함으로써 보다 몰입감 있고 참여 중심의 학습 환경을 제공하고자 한다. 그림 1[1]은 이러한 VR 기반 교육 산업의 성장 가능성을 보여주는 자료로, 기술 기반 교육이 향후 주요한 학습 방식으로 자리잡을 수 있음을 시사한다.

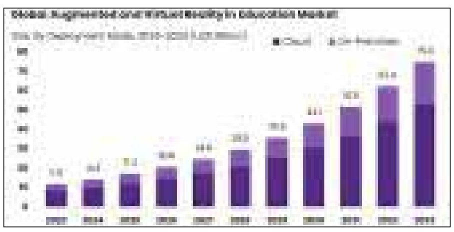


Figure 1. Global Augmented and Virtual Reality in Education Market Size by Deployment Mode, 2023-2033 (USD Billion)

VR 기술은 학습자 중심의 몰입형 교육 환경을 제공함으로써, 기존 교육의 한계를 보완하고 학습 기회의 평등성을 높일 수 있는 가능성을 제시한다. 특히 체험과 참여가 어려운 환경에서는 이러한 기술 기반 접근이 더욱 효과적인 대안이 될 수 있다. 본 연구는 이러한 사회적·기술적 배경을 바탕으로, 실감형 교육 콘텐츠가 학습 격차 해소에 어떤 기여를 할 수 있는지를 살펴본다. 2장에서는 관련 선행 연구를 통해 교육 격차와 실감형 콘텐츠의 효과를 검토하고 관련 플랫폼과 기기에 대해 설명한다, 3장에서는 Unity 기반의 시뮬레이션 구현 과정을, 4장에서는 시스템의 활용 가능성과 향후 방향성을 제시한다.

2. 연구 내용

본 절에서는 학업 성취율이 낮은 저소득층 아동을 위한 교육적 대안으로, VR 기술을 활용한 체험 중심 학습 프로그램의 가능성을 제안한다. 경제적 제약으로 인해 학습 자원과 체험 기회에서 소외되기 쉬운 아동들에게, 몰입형 환경은 새로운 학습 동기를 제공할 수 있다.

2.1.Educational Disparity Based on Socioeconomic Status

가구의 경제적 수준은 아동의 학업 성취도에 유의미한 영향을 미치는 요인으로 작용한다. 그림 2는

소득 수준이 높은 가정일수록 전반적으로 높은 학업 성취

도를 나타내며, 일부 구간에서는 격차가 좁혀지기도 하지만 장기적인 추세에서는 뚜렷한 차이를 보인다.

이러한 경향은 교육 기회의 불균형이 실제 학업 결과로 이어지고 있음을 시사하며, 저소득층 아동이 구조적으로 학습에서 불리한 조건에 놓여 있음을 보여준다.[2]

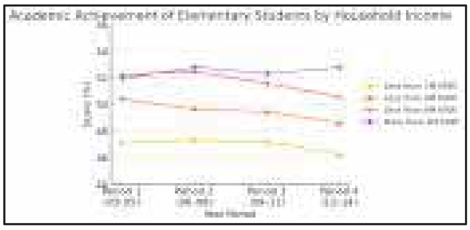
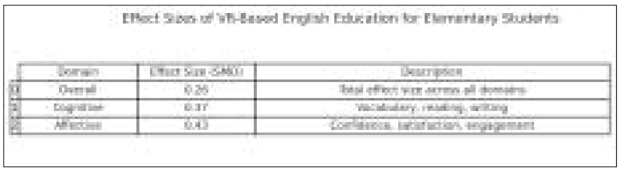


Figure 2.Academic achievement trends of elementary students by household income level (Unit: %)

2.2 Design Principles for VR-Based Learning Environments



Effect Sizes of VR-Based English Education for Elementary Students

Domain	Effect Size (SMD)	Description
Overall	0.26	Total effect size across all domains
Cognitive	0.37	Vocabulary, reading, writing
Affective	0.43	Confidence, satisfaction, engagement

Figure 3. Effect Sizes of VR-Based English Education for Elementary School Students

그림 3[3]은 VR을 활용한 영어 교육의 효과크기를 요약한 것이다. 정의적 영역(자신감, 만족도, 몰입 등)에서의 효과가 인지적 영역(어휘력, 읽기 등)보다 더 크게 나타났으며, 전체적으로도 긍정적인 효과가 보고되었다. 이는 VR 기반 학습이 학습자의 흥미와 정서적 몰입을 유도하는 데 효과적임을 시사하며, 특히 저학년 아동과 같은 학습 동기 유도가 중요한 대상에게 적합한 교수 전략으로 활용될 수 있음을 보여준다.

2.3 Unity-Driven Framework for Virtual Learning Environments

Unity는 실시간 3D 콘텐츠 제작을 위한 통합 개발 플랫폼으로, 다양한 기기에서 작동 가능한 XR(VR/AR/MR) 콘텐츠를 효율적으로 제작할 수 있는 환경을 제공한다. 특히 Unity의 XR SDK는 Oculus, HTC Vive, Windows MR 등 주요 HMD 장치와의 호환성을 갖추고 있어, 하나의 프로젝트를 기반으로 다양한 기기에서 동일한 콘텐츠를 구동할 수 있는 구조를 지원한다. 본 연구에서는 Unity를 기반으로, 초등학생을 위한 실감형 학습 콘텐츠를 설계하고자 하며, 이는 추후 실제 수업 현장이나 공공 교육 시설 등 다양한 환경에 적용 가능한 범용 콘텐츠 개발을 목표로 한다. Unity의 시각화 기능과 XR 플러그인 체계는 사용자의 시선, 손동작, 이동 등을 인식하여 현실감 있는 체험 기반 학습을 가능하게 하며, 다양한 상호작용 요소를 손쉽게 통합할 수 있다는 장점이 있다.

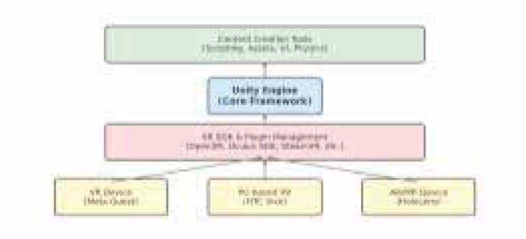


Figure 4. Unity-Based Development Framework for XR Learning

2.4

HMD(Head-Mounted Display) 기반의 VR 기기는 360도 시야를 제공하여, 사용자가 정적인 화면이 아닌 공간 전체를 시각적으로 인식하고 몰입할 수 있도록 설계되었다. 기기를 착용한 사용자는 고개를 돌리거나 몸을 움직이는 것만으로 시점을 자연스럽게 전환할 수 있으며, 양손 컨트롤러를 이용해 가상 환경 내 오브젝트를 선택하거나 조작하는 상호작용이 가능하다. 예를 들어, Meta Quest는 기기 자체에 내장된 인사이드아웃 트래킹 카메라를 통해 사용자의 위치와 손 동작을 실시간으로 추적하며, HTC Vive는 외부 베이스 스테이션을 통해 더 높은 정밀도의 위치 인식을 제공한다. 이러한 장치들은 센서를 기반으로 사용자의 움직임을 반영하고, 컨트롤러의 버튼, 트리거, 스틱 조작 등을 통해 다양한 입력을 받아 학습 콘텐츠와의 즉각적인 피드백을 가능하게 한다. VR 콘텐츠의 일반적인 사용 흐름은 그림 4와 같다.

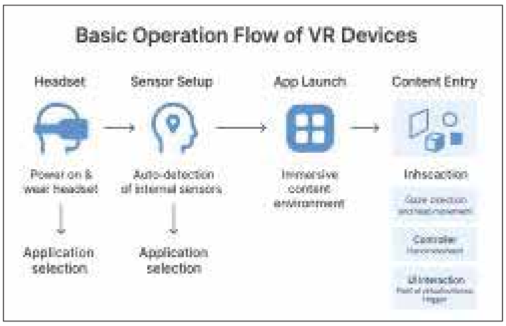


Figure 4. Basic User Interaction Flow in HMD-Based VR Learning Systems

Unity에서 개발한 VR 기반 교육 콘텐츠는 플랫폼 설정을 통해 APK 파일 형태로 추출할 수 있으며, 이를 Meta Quest와 같은 독립형 VR 기기에 사이드 로딩 방식으로 설치하여 실행할 수 있다. 사용자는 기기를 착용한 후 '알 수 없는 출처' 메뉴에서 앱을 선택해 학습 콘텐츠에 진입하게 되며,별도의 컴퓨터 연결 없이도 독립적으로 콘텐츠를 체험할 수 있는 구조이다. 다음은 그림 5의 내용과 같다.

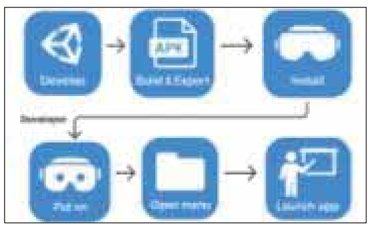


Figure 5. Deployment and Access Flow of the VR-Based Educational Program

3. 구현 내용

3.1 Unity 기반 VR 플랫폼 구현 과정

VR 교육 콘텐츠는 Unity 엔진을 기반으로 설계되었으며, 개발 초기 환경 설정부터 실행 가능한 프로그램 배포까지의 일련의 절차를 따랐다. 전체 개발 과정은 콘텐츠 제작, APK 파일 빌드, 그리고 VR 기기에서의 실행이라는 세 단계로 나뉘며, 그 순차적 흐름은 그림 8에 제시되어 있다. 먼저, Unity 에디터와 함께 XR Plugin Management, Android Build Support 등 필수 모듈을 설치하고, 개발 대상 기기에 맞는 SDK(OpenXR 또는 Oculus SDK)를 활성화하였다. 그 다음, XR Interaction Toolkit을 활용하여 사용자 상호작용 기능(오브젝트 조작, UI 선택 등)을 포함한 학습 콘텐츠를 구성하였다. 개발된 콘텐츠는 Android 플랫폼에 맞게 빌드 설정을 조정한 후, APK 파일 형식으로 추출되었다. 이 APK 파일은 개발자 모드가 활성화된 독립형 VR 기기(Meta Quest 등)에 사이드로딩 방식으로 설치되며, 사용자는 기기 내 앱 메뉴에서 직접 실행할 수 있다. 이러한 구조는 실제 수업 환경이나 체험 중심 공간에서도 손쉽게 설치 및 운영이 가능하도록 설계되었으며, 기술적 복잡성은 줄이면서도 높은 확장성을 확보하였다.

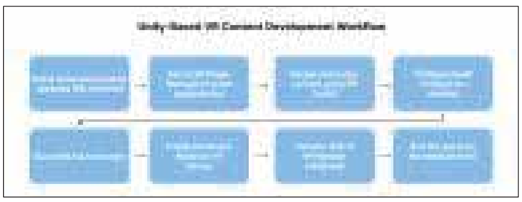


Figure 6. Unity-Based Development Workflow for VR Educational Content

3.2 아동을 위한 실감형 3D 교육 콘텐츠 서비스

본 콘텐츠는 초등 저학년 아동을 주요 대상으로 하여, 단순하고 직관적인 사용자 흐름(User Flow)을 중심으로 설계되었다. 시작 화면에서는 아동이 흥미를 느낄 수 있도록 캐릭터 선택 단계를 배치하였고, 이어서 학습자가 원하는 주제 또는 활동 유형을 자유롭게 선택할 수 있도록 구성하였다.

이후 콘텐츠 내부에서는 사용자가 '학습하기', '퀴즈풀기', '놀이형 활동' 중 하나를 선택하여 각기 다른 방식으로 학습을 경험하게 된다. 학습 모드에서는 2D UI로 전환되어 정보 중심 콘텐츠(텍스트, 음성, 이미지)가 제공되며, 퀴즈 모드에서는 3D 공간에서 퍼즐을 조작하며 직접적인 문제 해결을 수행하게 된다. 놀이형 활동은 공간 탐색이나 가벼운 미션 수행을 통해 학습 몰입을 자연스럽게 유도한다. 그림 7은 이러한 사용자 흐름과 콘텐츠 전환 구조를 시각적으로 표현한 UX 흐름도이다. UI는 복잡한 조작 없이 컨트롤러 또는 시선 중심으로 작동되며, 선택 가능한 오브젝트와 메뉴는 아이콘 또는 색상 강조로 안내되어 사용자의 혼란을 최소화하도록 설계되었다. 또한 본 시스템은 모듈형 콘텐츠 구조를 기반으로 구성되어 있어, 향후 새로운 학습 주제, 학년별 난이도 조정, 또는 피드백 방식 등의 개선이 용이하다. 이는 실제 교육 현장 또는 체험 중심 콘텐츠가 다양화될 경우, 추가적인 학습 경험을 설계하고 구현하는 데 유연하게 대응할 수 있는 기반이 된다.

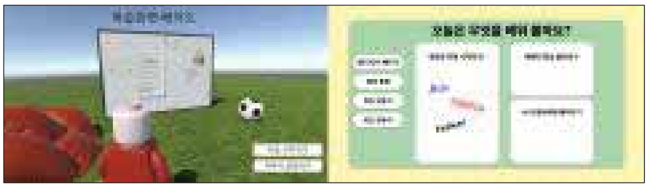


Figure 7. Learning Interface Design - 3D Onboarding and 2D Activity Selection

4. 결론

본 연구는 디지털 환경에 대한 접근성이 낮은 저소득층 아동을 대상으로, VR 기술을 활용한 실감형 교육 콘텐츠를 기획하고 Unity 기반 플랫폼을 통해 구현하였다. 사용자는 캐릭터 및 주제를 선택한 뒤, 2D 학습, 3D 퀴즈, 놀이형 활동 등 다양한 학습 모드를 자유롭게 체험할 수 있도록 설계되었으며, 직관적인 인터페이스와 반복 가능한 콘텐츠 구조를 통해 초등 저학년 아동도 쉽게 참여할 수 있도록 구성되었다. 해당 콘텐츠는 APK 파일 형태로 독립형 VR 기기에서 실행 가능하며, 교육 현장에서의 실질적 적용 가능성과 확장성을 고려하여 모듈화된 콘텐츠 구조를 기반으로 개발되었다. 향후 다양한 학습 주제 추가, 난이도 조정, 사용자 피드백 기반 개선을 통해 콘텐츠의 학습 효과와 몰입도를 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 무엇보다 본 연구는 기술 기반 학습 도구가 교육 격차 해소에 기여할 수 있는 하나의 실질적 대안이 될 수 있음을 제시하며, 이를 바탕으로 실감형 교육 콘텐츠의 공공 활용 가능성을 넓히는 기반 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Market.us, "Augmented and Virtual Reality in Education Market," Apr. 2024. [Online]. Available: https://market.us/report/augmented-and-virtual-reality-in-education-market/

[2] N. Kim, "Current Status of Educational Inequality through Statistics," KEDI Issue Statistics, Korea Educational Development Institute, Jan. 2021.

[3] S. M. Kang and I. S. Shin, "The Effectiveness of AR/VR-Based English Education for Elementary Students: A Meta-Analysis," Korean Journal of Youth Studies, vol. 31, no. 3, pp. 225-254, 2024. doi: 10.21509/KJYS.2024.03.31.3.225.

Hadoop을 위한 동적 확장 메타데이터 관리 프레임워크

박정규[1], 백영미[2*]
[1]대진대학교 컴퓨터공학과 교수
[2*]창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공 교수
e-mail : jkpark@daejin.ac.kr, ymbaek@cs.ac.kr

Dynamic Scalable Metadata Management Framework for Hadoop

Jung Kyu Park[1], Youngmi Baek[2*]
[1]Professor, Department of Computer Engineering, Daejin University
[2*]Professor, Department of Smart Convergence Engineering, Computer Science Major, Changshin University

요 약

Hadoop의 분산 파일 시스템은 마스터-슬레이브 구조를 기반으로 대규모 데이터를 효율적으로 저장 및 관리하며, 이때 NameNode는 메타데이터를 담당하고 DataNode는 실제 데이터를 저장한다. 그러나 NameNode의 메인 메모리 용량 제한은 시스템 확장성에 중대한 제약을 초래하며, 특히 메타데이터가 증가하는 환경에서 병목 현상이 심화된다. 기존의 캐싱 기법은 자주 접근되지 않는 메타데이터를 보조 저장소로 이동시키는 방식으로 메모리 부담을 줄이려 하지만, 재로드 시 반복적인 메모리 포화 문제를 야기한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 메타데이터 단편화 알고리즘(Metadata Fragmentation Algorithm)을 제안하고, 메타데이터의 동적 분산 관리를 통해 효율적인 메모리 사용을 가능하게 하였다. 제안된 알고리즘은 메인 메모리의 최대 3/4까지만 메타데이터 저장에 활용하도록 제한하고, 이를 초과할 경우 보조 저장소를 이용해 실시간 처리 공간을 확보한다. 이 동적 확장형 NameNode(Dynamically Scalable NameNode) 방식은 기존 기법 대비 메모리 활용률을 17% 향상시키고, 처리 시간 효율을 0.0005% 개선하는 성능 향상을 보였다. 따라서 본 연구는 Hadoop의 메타데이터 관리 확장성 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 방안을 제시한다.

1. 서론

현대 사회는 센서 네트워크, 금융 거래, 위성 이미지, 소셜 미디어 등 다양한 경로를 통해 초당 수많은 데이터가 생성되는 빅데이터 환경으로 진입하고 있다. 전 세계 데이터의 약 90%가 최근 2년 사이에 생성되었으며, 이 데이터는 대부분 비정형 또는 반정형 데이터로 구성되어 있다. 이러한 데이터는 기존의 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)으로는 처리에 한계가 있으며, 저장 및 분석 효율성에서 제약을 보인다. 특히 RDBMS는 구조화된 데이터를 대상으로 최적화되어 있어, 복잡하고 예측 불가능한 데이터 유형에는 적합하지 않다. 이에 따라 유연하고 확장 가능한 데이터 관리 시스템의 필요성이 대두되고 있다 [1].

이러한 요구를 충족하기 위해 분산 저장 및 병렬 처리 기능을 갖춘 Hadoop과 NoSQL 기반 시스템이 등장하였다. Hadoop은 대규모 데이터셋을 효율적으로 분산 저장하고 고속으로 처리할 수 있는 오픈소스 프레임워크로, 내결함성과 확장성이 뛰어나다. 특히 MapReduce 모델을 통해 병렬 컴퓨팅을 수행함으로써 대용량 데이터 분석에 강점을 가진다. 또한 Hive, Spark, HBase와 같은 다양한 도구와의 통합을 통해 실시간 처리와 고급 쿼리 기능을 제공한다. 이러한 특성으로 인해 Hadoop은 금융, 의료, 과학연구 등 다양한 산업 분야에서 폭넓게 활용되고 있다 [2].

Hadoop의 핵심 구성 요소 중 하나인 Hadoop Distributed File System(HDFS)은 파일 시스템 메타데이터와 실제 데이터를 분리하여 저장함으로써 관리 효율성을 높인다. 이 구조에서 NameNode는 메타데이터를 관리하고, DataNode는 실제 데이터 블록을 저장한다. 수많은 클라이언트가 동시에 HDFS에 접근하는 환경에서는 빠른 메타데이터 조회가 필수적이다. 그러나 NameNode의 메타데이터는 메인 메모리에 저장되기 때문에 DataNode 수가 증가하면 메모리 용량이 한계에 도달하게 된다. 이는 시스템 확장의 장애 요소가 되며, 성능 저하 및 장애 발생 가능성을 높이는 주요 요인으로 작용한다.

기존의 메타데이터 캐싱 및 계층적 네임스페이스 관리 기법은 메모리 부담을 일부 완화하려 했지만, 구조적 한계를 완전히 해소하지는 못한다 [3]. 특히 중앙집중형 구조를 유

지하는 NameNode는 단일 실패 지점(SPOF)이 되며, 메모리 포화 시 전체 시스템의 신뢰성을 위협할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 메타데이터 분산 처리 및 동적 관리 기법이 주목받고 있다. 본 연구는 NameNode의 확장성과 안정성을 개선하기 위한 동적 스케일링 메타데이터 관리 기법을 제안하며, 메모리 효율성 향상과 성능 안정화를 동시에 달성하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 대규모 Hadoop 환경에서의 메타데이터 처리 병목 문제를 근본적으로 해결하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구는 Hadoop 분산 파일 시스템(HDFS)의 확장성 한계를 극복하기 위해 DSMN(Dynamic Scalability Method for NameNode) 프레임워크를 제안한다. HDFS에서 NameNode는 메타데이터를 메인 메모리에 저장하고 관리하지만, 대규모 클러스터 환경에서는 메타데이터 증가로 인해 메모리 포화 문제가 발생한다. 기존의 캐싱 기법은 접근 빈도가 낮은 메타데이터를 보조 저장소로 이동시켜 메모리 부담을 줄이려 했으나, 재접근 시 다시 RAM으로 불러와야 하는 비효율이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구는 메인 메모리의 활용 한계를 설정하고, 실시간 메타데이터 분산 관리가 가능한 알고리즘을 설계하였다. DSMN은 메타데이터의 동적 이동을 통해 확장성과 성능을 동시에 확보하고자 한다.

DSMN의 시스템 구조는 하나의 NameNode와 다수의 DataNode, 클라이언트, 그리고 메인 및 보조 메모리로 구성된 이중 메모리 체계를 포함한다. 그림 1에 제시된 아키텍처는 메타데이터 처리의 중심이 되는 NameNode가 모든 파일 시스템 요청을 담당하고, 중요도가 높은 메타데이터는 메인 메모리에, 낮은 항목은 보조 저장소에 저장되도록 한다. 클라이언트 요청은 우선적으로 메인 메모리에서 처리되며, 부재 시 보조 저장소를 통해 데이터를 검색하고 이를 캐시에 유지한다. 이 구조는 메모리 사용의 효율성과 조회 속도 개선에 중점을 두고 설계되었으며, 시스템의 신뢰성과 장애 대응 능력도 함께 향상시킨다. 이중 메모리 구조는 메타데이터 저장 한계를 효과적으로 분산시킬 수 있는 기반이 된다.

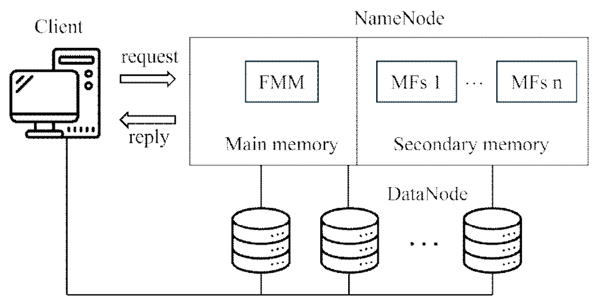


Figure 1. Architecture of Dynamic Scalability Method for NameNode

핵심 알고리즘인 AMFM(Metadata Fragmentation Algorithm)은 메타데이터 접근 빈도와 시간 기준의 우선순위 계산을 통해 메타데이터를 정렬 및 분산 저장한다. 메인 메모리는 전체 용량의 3/4까지만 사용되며, 이 임계치를 초과하면 우선순위가 낮은 항목부터 보조 저장소로 이동된다. 메타데이터는 우선순위 값(P)을 기준으로 내림차순 정렬되어 유지되며, 다단계 보조 저장소 파일(MFs[i])에 저장된다. 이는 메모리 포화를 방지하면서도 주요 메타데이터는 항상 빠르게 접근 가능한 상태로 유지하게 한다. 이러한 방식은 기존 고정형 저장 구조 대비 훨씬 더 유연하고 확장 가능한 메타데이터 처리를 가능하게 한다.

DSMN은 실험을 통해 기존 캐싱 기반 기법보다 향상된 메모리 활용률과 응답 시간을 보였다. 예를 들어, 동일한 1GB 메모리 환경에서 기존 기법은 700MB를 메인 메모리에 할당하는 반면, DSMN은 512MB를 메인 메모리에, 256MB를 보조 저장소에 분산함으로써 보다 균형 잡힌 메타데이터 저장 구조를 형성하였다. 또한 파일 요청 시 페이지 테이블 기반 캐싱 기법을 적용함으로써 반복 조회에 대한 응답 시간이 크게 단축되었다. 이러한 성능 향상은 고성능 컴퓨팅 환경에서 DSMN의 효용성을 뒷받침하며, 향후 대규모 Hadoop 클러스터의 실시간 메타데이터 관리를 위한 효과적인 해법으로 활용될 수 있다. 결과적으로, DSMN은 Hadoop의 확장성과 안정성을 강화할 수 있는 실질적 기술적 기여를 제공한다.

3. 결론

본 연구는 Hadoop NameNode의 메타데이터 처리 한계를 해결하기 위해 DSMN 프레임워크와 AMFM 알고리즘을 제안하였다. 제안 기법은 메모리 임계치와 우선순위 기반 분산 저장을 통해 메타데이터를 효율적으로 관리한다. 실험 결과, 메모리 활용률은 17%, 응답 시간은 0.0005% 개선되었다. 이는 대규모 Hadoop 환경의 확장성과 성능 향상에 기여할 수 있다.

참고문헌

[1] A. Ahmed, R. Xi, M. Hou, S. A. Shah and S. Hameed. (2023). Harnessing Big Data Analytics for Healthcare: A Comprehensive Review of Frameworks Implications, Applications, and Impacts. IEEE Access, 11, 112891-112928.

[2] M. S. Mahmud, J. Z. Huang, R. Ruby, A. Ngueilbaye and K. Wu. (2023). Approximate Clustering Ensemble Method for Big Data. IEEE Transactions on Big Data. 9(4), 1142-1155.

[3] J. K. Park, Y. Seo and J. Kim. (2019). A Flash-Based SSD Cache Management Scheme for High Performance Home Cloud Storage. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 65(3), 418-425.

개인 민감정보 등급화 방안에 대한 고찰

김자원*
*대진대학교 AI융합대학 스마트융합보안학과 조교수
e-mail : jjawon@daejin.ac.kr

A Study on the Classification Scheme for Personal Sensitive Information

Jawon Kim*
*Assistant Professor, Department of Smart Convergence Security,
College of AI Convergence, Daejin University

요 약

최근 이동통신사의 해킹사고 발생과 같이 정보의 유출과 위협은 조직의 막대한 손실과 관계자들의 피해로 이어질 수 있어 보안사고의 민첩한 대응은 물론이고, 예방적 차원의 보호조치들이 가장 중요한 부분으로 손 꼽히고 있다. 본 논문에서는 개인 민감정보를 차등 관리할 수 있는 방안에 대해 고찰하여 민감정보 등급화 기준 설계 및 등급화 기준의 정량화 및 표준화 방안에 대해 제안하고자 한다. 세부적으로 선행연구를 기반으로 한 민감정보에 대한 범위 및 유형을 확인 및 분류하고 유형별 등급에 따른 보안 대책을 논의해본다. 본 논문에서 제안하는 민감정보 등급화 기준 및 적용가능한 정량화 기법 등을 기반으로 향후 연구에서는 실제 개인 민감정보에 등급화 보호조치를 적용해볼 수 있는 밑거름이 될 연구로 기대된다.

1. 서론

정보유출 사고는 조직의 규모와 관계없이 존망을 다툴 수 있는 큰 위험요소로 자리잡고 있다. 특히 최근 이동통신사의 정보유출 사고의 예 에서도 알 수 있듯이 상대적으로 보안체계가 잘 갖춰진 대기업에서도 정보유출 사고는 얼마든지 발생할 수 있으며, 일반 소비자들을 대상으로 하는 비즈니스 모델에서는 정보유출의 규모가 상대적으로 클 수 밖에 없다는 것을 확인할 수 있다[1].

우리나라는 데이터 3법 개정과 금융, 의료 분야 등으로 마이데이터 사업을 확대함에 따라 이전보다 더 많은 양의 개인 민감정보를 다루는 서비스들이 증가하고 있다. 사용자의 개인정보를 다루고 있는 만큼 기업에서 그에 상응하는 보안체계를 구축하고 운영하는 것이 마땅하지만, 자원의 제약과 효용성을 고려해 보안 체계를 차등 적용하는 것도 조직이 선택할 수 있는 좋은 선택지가 될 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 조직에서 다루고 있는 개인 민감정보의 범위와 유형을 정리하고 주요 정보의 등급화 기준 마련에 대해 제안한다. 연구 방법으로는 선행연구를 기반으로 개인 민감정보의 범위와 종류를 살펴보고 정리한다. 이후 유형별 등급을 나눌 수 있는 기준을 제안한다. 본 연구에서는 탐색적 수준의 개인 민감정보의 분류와 등급화를 제안하지만, 본 연구의 결과물이 추후 개인 민감정보의 보안 차등적용의 기반이 될 수 있는 연구로 기대된다.

2. 본론

문헌적 탐색을 통해 개인 민감정보의 유형과 범위를 설정할 수 있도록 선행연구를 참고하고자 한다. 특히 참고하고자 하는 분야는 개인 민감정보에 대해 논하는 선행연구들을 확인하여 민감정보의 유형과 정의를 정립하고자 한다. 이어서 정보등급화 관련 연구를 살펴보며 유형에 따라 차등적인 보안대책을 설계할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

2.1. 개인 민감정보

개인 민감정보는 다양한 유형의 데이터와 범위를 가지고 있고 법령체계에서도 그 범위를 언급하고 있다. 개인정보보호법상 개인정보는 살아 있는 개인에 관한 정보로서 개인을 알아볼 수 있는 정보, 해당 정보만으로는 특정 개인을 알아볼 수 없더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 알아볼 수 있는 정보, 추가 정보가 없이는 특정 개인을 알아볼 수 없도록 처리하는 가명정보의 범위까지 포함하고 있다[2]. 문재완[3], 이인호[4], 김민호[5]의 연구에서는 개인정보보호법에서 논하고 있는 개인정보의 범위와 해석에 대한 연구를 수행하였으며, 위 연구에서 공통적으로 이야기 하고 있는 것은 개인정보가 유통됨에 있어서도 관리되어야 한다는 점과 정보의 결합 등과 같은 정보통신 기술의 발달을 기반으로 한 가명화, 익명화 등과 같은 조치의 범위도 고려해야한다는 점이다.

2.2. 정보 등급화

보안을 적용하는 측면에서 등급화와 차등 보안대책 적용은 보안 경제성을 내포하며 항상 이슈가 되어왔다.나원철[6]의 연구에서는 기업이 소유하고 처리하는 정보를 대상으로 등급화를 구현할 수 있는 평가모형 측정방법을 제안하는 연구를 수행하였고, 이는 기업이 갖는 민감정보를 대상으로 하기 때문에 기술정보에 한정되어왔다. 안성준[7]의 연구에서는 정보등급화의 대상을 연구보안 구현을 위한 연구정보로 한정하여 해당 정보의 특성을 기반으로 한 정보 등급화 방안을 제안하였다. 이와 같이 조직 측면에서 보안관리를 효율성있게 수행하기 위해서는 정보의 차등적 보호조치가 필요로 하고 그 기준이 되는 것은 정보를 등급별로 나누는 정보등급화가 선제되어야 한다고 할 수 있다. 선행연구를 통해 살펴본 것과 같이 등급화를 수행할 정보의 특성을 반영할 수 있도록 대상별로 정보등급화의 기준이 각각 설계되어야 하는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 개인 민감정보에 대한 유형과 범위를 정립하고 이후 민감정보 등급화를 설계하여야 한다고 제안한다.

3. 결론 및 향후연구

본 논문은 기초 단계의 탐색적 연구로 조직이 보유 및 처리하는 개인 민감정보의 범위와 유형을 식별하고 유형에 따른 민감정보 등급화 기준 마련이 시급함을 제언하였다. 향후 연구로는 실제 개인 민감정보의 범위를 설정하고 유형에 따른 예시를 보이며, 데이터 결합 이슈와 가명처리, 익명처리 정도에 따른 등급화 기준을 상세히 설계하는 연구가 진행될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 남혜정. (2025). SKT해킹사태 한달... 40만명 통신사 갈아탔다. 동아일보 (access: https://www.donga.com/news/It/article/all/20250522/131663075/1)

[2] 개인정보보호법.(2023)

[3] 문재완. (2014). 개인정보의 개념에 관한 연구. 공법연구, 42(3), 53-77.

[4] 이인호. (2015). [개인정보 보호법] 상의'개인정보'개념에 대한 해석론-익명화한 처방전 정보를 중심으로. 정보법학, 19(1), 59-87.

[5] 김민호. (2016). 개인정보의 의미. 성균관법학, 28(4), 1-22.

[6] 나원철, & 장항배. (2020). 기업정보 등급화를 위한 평가모형 측정방법 연구. 한국경영정보학회 정기 학술대회, 236-237.

[7] 안성준, & 장항배. (2021). 연구보안을 위한 연구정보 등급화 방안 연구. 한국정보처리학회 학술대회논문집, 28(2), 273-275.

미세기포 기반 탄산 주입 공정 적용 시 온실가스 배출량 분석 연구

신성욱[1*], 정병조[2], 정재억[3]
[1*]한국공학대학교 탄소중립혁신센터
[2]한국승강기대학교
[3]한국이엔지
e-mail : seonk6221@tukorea.ac.kr

Study on Greenhouse Gas Emissions when Applying Microbubble-based Carbonation Injection Process

Seong Uk Shin[1*], Byeong Jo Jeong[2], Jae Oak Jeong[3]
[1*]Carbon Neutral Innovation Center, Tech. University of Korea
[2]Korea Lift College
[3]Hankook ENG. Co., Ltd.

요 약

탄산음료 제조 공정은 에너지 소비와 탄소배출이 집중되는 대표적 사례로, 기후변화 대응과 탄소중립 실현을 위해 개선이 요구된다. 미세기포 기반 탄산 주입 기술을 적용하면 고압 유지로 인한 증가분보다 냉각·열처리 공정의 절감 효과가 커, 연간 약 34,141 tCO_2의 온실가스 감축이 가능함을 확인하였다.

1. 서론

최근 기후변화 문제와 함께 탄소중립 실현의 중요성이 전 세계적으로 부각됨에 따라, 에너지 다소비 산업 분야에서는 온실가스 배출을 줄이기 위한 적극적인 대책 마련이 요구되고 있다[1,2]. 특히 식음료 산업에서 탄산음료 제조 공정은 에너지 소비와 탄소배출이 집중되는 사례로 주목받고 있다. 선행 연구에서는 이러한 공정 중 탄산 주입 단계가 가장 큰 전력 소모처이며, 동시에 탄소배출과도 밀접한 관련이 있음을 보고하였다[3]. 또한 미세기포를 활용한 탄산 주입 방식을 적용함으로써, 에너지 효율성과 탄소배출 저감 효과를 기대할 수 있음이 예비 실험을 통해 제시되었다. 이에 본 연구에서는 미세기포 기반 탄산 주입 공정이 실제로 어느 정도의 탄소 배출량 감축 효과를 가져올 수 있는지 수식적으로 분석함으로써, 탄산음료 제조공정에서의 지속가능한 개선 방안을 구체적으로 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1. 분석 가정

본 연구에서는 연간 약 25,000 ㎘ 규모의 사이다를 생산하는 중형 공정을 기준으로 설정하였다. 또한, 공정 단위별 에너지 소비량 및 개선율에 대하여 아래와 같은 가정을 설정하였다.

2.1.1 사이다 제조공정 현황

기존 사이다 제조공정은 음료를 약 4 ℃까지 냉각한 뒤 3 bar에서 탄산을 주입하며, 이때 냉각에만 연간 약 490 MWh의 전력이 소모되어 제품 1 L당 2.94 W의 에너지를 사용한다. 또한 병입 후 살균을 위해 스팀을 활용한 열처리가 이루어지는데, 이는 1 L당 약 2.40 Nm³의 천연가스를 필요로 한다. 한편, 마이크로버블 기술을 도입하면 냉각 없이 실온(20 ℃)에서 6 bar 고압으로 탄산을 주입할 수 있어 냉각 부하가 크게 줄고, 병입 후 열처리 공정 또한 생략되어 전체 에너지 사용량이 대폭 감소한다. 선행 연구 및 산업 사례에 따라, 이러한 공정 변화로 냉각 공정에 대한 전력 사용량은 기존 대비 약 30% 절감(2.94 → 2.06 W/L)되고, 스팀 사용량 역시 약 30% 감소(2.40 → 1.68 Nm³/L)할 것으로 가정하였다[4].

2.1.2 고압 유지에 따른 에너지 증가

압축 공정의 전력 소비는 압력 상승에 따라 비선형적으로 증가하며, 일반적으로 이상기체의 등온 압축 시 필요한 일(W)은 식 (1)와 같이 표현된다[5].

기존 공정(1→3 bar)과 비교할 때, 마이크로버블 공정(1→6 bar)은 약 63.09%의 추가 에너지가 필요한 것으로 산정되었다. 이를 연간 전력 소비량 기준으로 환산하면 63 MWh가 추가 소요된다고 가정하였다.

$$W \propto \ln(P_2/P_1) \tag{1}$$

2.1.3 탄소배출 계수

전기(전력 사용)와 천연가스(증기 생산용 보일러)는 각각 0.5 kg CO_2/kWh, 1.9 kg CO_2/Nm³의 배출계수를 적용하였다.[5,6]

음료 제조공정에 필요한 증기는 공장 내 천연가스 보일러에서 생산된다고 가정하며, 이에 따라 스팀 사용량에 대한

탄소배출량은 천연가스 배출계수를 사용하여 산정한다.

2.2. 탄소배출 저감량 산출

각 에너지원의 절감에 따른 탄소배출 저감량(ΔCO_2)은 수식 2과 같이 계산된다. V는 사이다 제조공정에서 1개 공장에 대한 생산량, ΔE는 냉각 공정의 단위당 전력 소비 개선량, α은 에너지원별 배출계수(전력, 가스)를 의미한다.

$$\Delta CO_2 = V \times \Delta E \times \alpha \qquad (2)$$

마이크로버블 공정 적용으로 인한 냉각 에너지 및 열처리 공정 절감분과 압축 공정 추가분을 일괄적으로 반영하여 순 탄소배출 저감량을 도출하여 표 1과 같이 정리하였다. 이는 연간 사이다 생산량 25,000,000ℓ를 기준으로 계산된 값이며, 최종적으로 약 34,141 tCO2의 저감 효과를 확인하였다.

Table 1. Summary of CO2 Emission Analysis

Classification	Annual CO2 Emissions Change (tCO2/yr)	Impact (Reduction/Increase)
Cooling Process Power Consumption Improvement	11	Emission Reduction
Steam Usage Reduction in Heat Treatment Process	34,200	Significant Emission Reduction
Additional Power Consumption from High-Pressure (6 bar) Maintenance	0.868	Emission Increase
Total (Annual Net Reduction)	Approx. 34,141	Emission Reduction

3. 결론

본 연구에서는 사이다 제조공정에 미세기포 기반 탄산 주입 기술을 적용함으로써 에너지 사용량 저감에 따라 냉각 공정에서 11 tCO_2/yr, 열처리 공정에서 34,200 tCO_2/yr 의 탄소 배출량의 감소를 확인하였다. 이는 고압 유지로 인한 전력 소비 증가분에 따른 탄소배출량 0.868 tCO_2/yr을 고려하더라도 연간 약 34,141 tCO_2/yr의 순 탄소배출 저감 효과가 있음을 수식적 분석을 통하여 확인하였다.

이는 탄산음료 산업에서 에너지 효율성을 높이고 온실가스를 저감하는 실질적인 대안으로서, 향후 미세기포 공정 도입이 기후변화 대응과 탄소중립 실현에 긍정적으로 기여할 수 있음을 시사한다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20224000000200).

참고문헌

[1] Hwang, J., & Jang, H. (2024). Low-carbon transition of greenhouse gas-intensive industries: A comparative analysis of major countries' policies and implications. Korea International Trade Association, International Trade & Commerce Institute Report.

[2] Ji, D., & Jeon, W. (2024). A study on the impact of carbon intensity on the corporate value of companies participating in the emissions trading scheme. Energy Economics Research Institute Journal, 23(1).

[3] Shin, S.U., Yoo, K.S., & Jeong, J.O. (2025). An energy efficiency study on beverage manufacturing processes using microbubble-based CO_2 injection. Journal of Next-Generation Convergence Technology, 9(4).

[4] JBT (2024). Delivering Better Carbonated Soft Drinks with Bevcorp MicrO_2 . JBT FoodTech Blog, Feb 8, 2024.

[5] Minnuo Compressor (2023). The Relationship Between Air Compressor Power, Operating Pressure, and Volumetric Flow Rate. Technical Article, http://mncompressor.com

[6] Christensen, T. H., Damgaard, A., & Astrup, T. F. (2014). Waste-to-Energy in a CO_2 -Perspective. Waste Management World, December 2014, 2-3.

[7] U.S. EPA (1998). AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol.1, Ch.1.4 Natural Gas Combustion. U.S. Environmental Protection Agency.

차량용 프로젝션 시스템을 위한 초광각 광학계 최적화 연구

최성욱[1], 신성욱[1], 노명재[2], 정병조[3], 민경택[1*]
[1]한국공학대학교
[2]에스이피협동조합
[3]한국승강기대학교
e-mail : 2024811065@tukorea.ac.kr

Optimization Study of an Ultra-Wide-Angle Optical System for Automotive Projection Systems

Seong Uk Choi[1], Seong Uk Shin[1], Myeong Jae Noh[2], Byeong Jo Jeong[3], Kyungtaek Min[1*]
[1]Tech. University of Korea
[2]SEP Cooperative
[3]Korea Lift College

요 약

정보화 시대의 급속한 발전에 따라 초광각 Projection Optical System의 중요성이 증가하고 있다. 본 연구에서는 Lens 최적화를 통해 동적 환경에서도 무왜곡, 초근접 및 초광각 이미지의 효과적 투사 가능성을 제시하였고, 이를 통해 진동 및 설치 위치에 관계없이 고해상도 이미지를 제공하고자 하였다.

1. 서론

최근 들어 정보화 시대가 급속히 발전하면서, 넓은 시야를 구성할 수 있는 디스플레이 장치의 중요성이 대두되고 있다[1]. 이에 따라 Projection TV 등 여러 분야에서 초광각 Projection Optical System 개발을 위해 노력하고 있으나, 이러한 시스템의 개발은 Projection TV, Digital Signage, Projector 등 정적인 환경에 대한 분야로 국한된다는 문제가 있다.

본 연구에서는 기존 Projection Optical System의 복잡한 구성에 의한 문제점을 해결하고자 단순한 광학 Lens 배열 구조로 최적 설계하여 차량과 같은 동적인 환경에서도 진동에 상관없이 무왜곡, 초근접, 초광각의 이미지를 투사하는 차량용 Projection을 개발하고자 한다.

2. 연구 내용

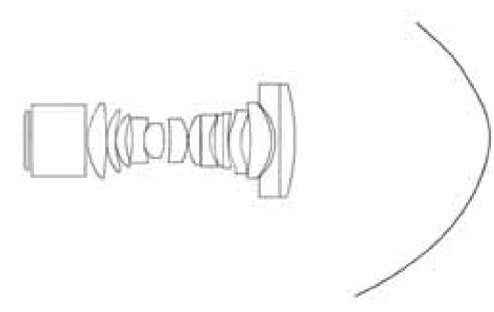
2.1. Projection Optical System 최적화 설계

본 연구는 Projection Optical System의 Lens 개수를 최소화하는 방향으로 설계를 진행하였다. 이때 정밀 Lens Optical System 설계 프로그램인 OSLO를 통해 진행하였다. 이에 대하여 기존의 차량용 Projection Optical System에 관한 특허인 US 9703110 B2의 설계도면과 비교를 진행하였다.

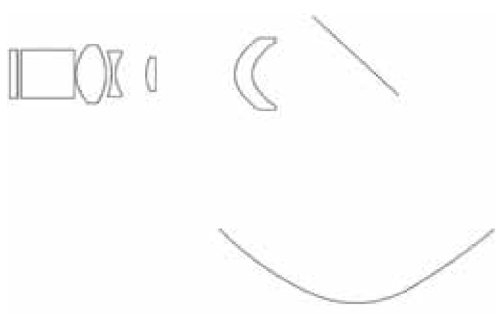
해당 특허는 구면 Lens 10장, 비구면 Lens 3장을 사용하였으며, 이때 적용된 비구면 Lens는 4차에서 6차 비구면 방정식 기반으로 설계되어 수차 보정을 위해 복수의 비구면 Lens를 사용하였다[2].

본 연구에서 설계한 Optical System에서는 8차 이상의 고차 방정식을 기반으로 한 비구면 Lens를 사용하여 수차를 보정하였으며, 이를 통하여 구면 Lens 3장, 비구면 사출 Lens 1장으로 Optical System의 구성을 최소화하였다.

그림 1은 기존 특허와 최적 설계한 초광각 140D 무왜곡 Projection Optical System을 비교한 그림이다.



(a) Patent US 9703110 B2



(b) 140D Distortionless Optical System

Figure 1. Comparison of Projection Optical Systems

2.2. Projection Optical System Simulation

앞서 설계한 최적화된 Optical System에 대하여 3D 기반 광학 해석 프로그램인 TracePro를 통해 광학 Simulation을 통하여 색수차 및 광학 왜곡을 확인하였다.

Simulation에서 활용한 광원은 Image Source를 통하여 설정하였다. 해당 Image는 현대자동차㈜의 Genesis 로고를 활용하였으며, 이때의 Ray는 10,000,000개로 설정하였다. 또한, 이때의 Target Place는 5,700㎜ × 5,700㎜, Mesh의 크기는 0.66㎜ × 0.66㎜으로 설정하였다. 유효 초점 거리(EFL)는 1.22mm, Target과의 거리는 각각 0.2m, 0.3m, 1.0m로 설정하여 Simulation을 진행하였다.

Lens의 소재는 Flint-Crown소재와 Crown-Flint소재로 구성하였다. Flint유리와 Crown유리는 산화납 및 산화비륨 등의 성분으로 이루어져 있어, 색수차 보정, 광학 왜곡의 최소화가 가능하다[3].

Simulation 결과, 그림 2와 같이 Target Place 범위 내 중심부분 및 가장자리 부분에서 CIE Color Map 분석을 통하여 색수차를 확인하였다.

중심기준(10.7, 274)에서 $\triangle CCT$ 6992K, $u'v'$ (0.198, 0.464)로 측정되었으며, 가장자리 기준 (864,162)에서 $\triangle CCT$ 6701K, $u'v'$ (0.1986, 0.465)로 측정되었다. 이는 $\triangle CCT$약 300K의 차이로 맥아담 SDCM 단계 중 4-스텝에 해당한다. 이에 따라 다차항 비구면 Lens를 통한 색수차 보정이 효과적임을 확인하였다.

그림 3은 Optical System에 의한 화상 이미지 투사 과정에서 투사 거리에 따른 왜곡 변화를 측정한 결과이다.

해당 Projection의 설치 위치와 Target 간 거리가 0.3m일 때 Max ±0.2%의 광학 왜곡을 확인하였고, 0.2M에서 Max -1.2%의 광학 왜곡, 1M에서는 Max +1.72%의 광학 왜곡을 확인하였다. 이는 국제표준화기구(ISO)에서 제시하는 Lens의 허용 왜곡 한계인 Max ±5% 이내로, 설치 위치에 상관없이 화상 이미지를 무왜곡, 초광각으로 투사가 가능함을 확인하였다[4].

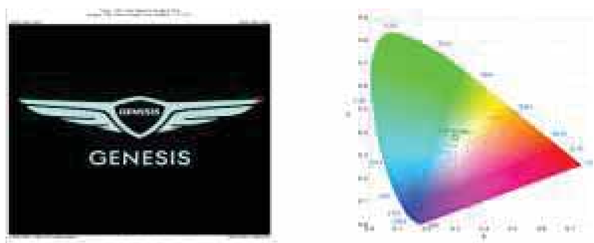


Figure 2. CIE Color Map Analysis for Center & Edge

(a) 0.2M (b) 0.3M (c) 1.0M

Figure 3. Working Distance dependent Distortion changes

3. 결 론

본 연구에서 단순한 Projection Optical System으로 동적인 환경에 상관없이 화상 이미지를 색수차 없이 무왜곡, 초근접, 초광각으로 투사가 가능함을 확인하였다.

기존 특허에서 최적화 설계한 초광각 140D 무왜곡 Projection Optical System의 성능 확인을 위하여 색수차와 투사 거리별 왜곡 변화를 확인하였다. CIE Color Map 분석을 통하여 색수차를 확인하였으며, 중심기준(10.7, 274)에서 $\triangle CCT$ 6992K, $u'v'$ (0.198, 0.464)로, 가장자리 기준(864, 162)에서 $\triangle CCT$ 6701K, $u'v'$ (0.1986, 0.465)로 측정되었다. $\triangle CCT$ 차이를 300K로 최소화했으며, 맥아담 SDCM 단계 중 4-스텝으로 최적화하였다.

광학 왜곡 값은 -1.2 m에서 +1.7 m 범위로 측정되었다. 이는 ISO 기준 허용 왜곡 한계 ±5% 범위에 포함되며, 최소화된 광학 왜곡 변화를 확인하였다.

연구 결과를 토대로 단순화된 Lens의 소재 및 굴절률, 분산률에 의해 Projection Optical System을 최적 설계하는 경우, 진동이나 설치 위치에 상관없이 고해상도 이미지 투사가 가능할 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE) (Training DX-based carbon supply network environmental experts).

참고문헌

[1] H. E. Lee, E. S. Ko, Y. Lee & C. J. Park. (2025). Analysis of The Patent Trends of The Viewing Angle Control Technology applied to The Automotive Display, Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, 26(2), 1-10.
DOI : 10.5762/KAIS.2025.26.2.1

[2] J. Park, et al. (2013). Optical System and Image Projection Apparatus Having the Same, US Patent No. 9,703,110 B2.

[3] Y. Lai, et al. (2019). Direct measurement of refractive index and dispersion of optical glass by dual-prism configuration with imaging spectrograph. Japanese Journal of Applied Physics. 58(9). 096503.
DOI : 10.7567/1347-4065/ab3863

[4] International Organization for Standardization (ISO). (2008). ISO 9039: Optics and photonics — Quality evaluation of optical systems — Determination of distortion. ISO.

구강건강특성에 따른 저작근의 EMG활성도에 대한 연구

김경민[1,2], 김혜진[3*]
[1]동의대학교 치위생학과 조교수
[2]동의대학교 임상치위생학연구소 소장
[3*]동의대학교 치위생학과 교수
e-mail : khj1126@deu.ac.kr

EMG Activity of Muscle according to Oral Health Characteristics

Kyung-Min Kim[1,2], Hye-Jin Kim[3*]
[1]Professor, Dept of Dental Hygiene, Dong-eui University
[2]Institute of director, Dept of Clinical Dental Hygiene Research, Dong-eui University
[3*]Assistant Professor, Dept of Dental Hygiene, Dong-eui University

요 약

본 연구는 정상교합을 가진 성인을 대상으로 구강건강특성에 따른 저작근 활성도를 분석하였다. 연구결과 저작근의 근전도 활성도는 구강건강상태에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 향후 저작기능을 정량적으로 평가할 수 있는 체계마련을 위한 기초자료로 활용되기를 바란다.

1. 서론

저작기능은 식사의 즐거움과 영양 섭취, 사회적 관계 유지에 있어 필수적인 역할을 하며, 소화의 시작점으로서 영양 흡수 및 전신 건강 유지에 기여한다. 특히 고령자에게서 저작기능 저하는 인지기능 저하 및 전신 쇠약 등과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[1].

저작 기능은 복잡한 생체역학적 과정으로, 측두근과 교근을 포함한 저작근의 협응 작용을 하며, 이러한 근육들은 턱의 개폐, 전후방 운동, 측방 운동을 조절하며, 치아의 교합을 통해 음식물을 분쇄하는 역할을 수행한다[2]. 저작근은 정상적인 저작과 안모 균형 유지에 필수적이다. 저작근이 손상되면 치아가 건강하더라도 정상적인 저작이 어려워지며, 이는 전반적인 소화기능 저하와 전신 건강 문제로 이어질 수 있다[3]. 이러한 저작근의 기능은 표면 근전도(surface electromyography, sEMG)를 활용하여 객관적으로 측정할 수 있다. sEMG는 턱관절장애(TMD), 비정상적 교합, 편측 저작 습관 등의 진단과 평가에도 널리 사용되고 있다[4]. 국내에서도 sEMG 연구가 되어지고 있지만, 아직까지 이러한 기능 평가 도구의 임상적 적용이 활발하지 않으며, 연구 역시 제한적으로 이루어지고 있다.

이에 본 연구는 정상 교합을 가진 성인을 대상으로 구강건강특성에 따른 저작근의 활성도를 분석하고 기능 중심의 구강건강 평가 기준 마련에 실질적인 기초자료로 활용되고자 한다.

2. 연구 내용

2.1.1 연구대상

2024년 05월 21일부터 2024년 09월 01일까지 울산광역시에 위치한 H치과병원에 내원한 정상교합을 가진 성인을 대상으로 설문, 구강검사, EMG측정 및 교합검사를 시행하였다. 연구는 동의대학교 생명윤리위원회(DIRB-202405-HR-R-24)의 승인을 받아 진행하였으며, G*Poser 3.1.9.7. program을 이용하여 F-test에서 유의수준 0.05, 효과크기 0.85, 검정력 0.95를 유지하기 위한 표본 수는 총 43명이었으며, 최종 대상자는 69명이었다.

2.2.1 설문도구

구강건강특성은 주관적 구강건강상태, 구강건강에 대한 관심도, 정기적인 스케일링 경험 유무, 구강보건교육 이수 여부 등을 포함하여 총 6문항으로 구성하였다.

2.4.1 근전도검사

저작근의 활성도는 표면근전도 기기인 DTS EMG(Noraxon U.S.A Inc.)를 사용하여 측정하였다. 측정전 해당부위 제모와 소독을 통해 근전도 측정시 발생할 수 있는 방해파를 최소화하였으며, Frankfurt horizontal plane이 지평면과 수평이 되도록 정자세로 한 후 측정하였다. 1분간 껌 저작시의 EMG평균값과 최대 교합력 측정시 5초간 최대교합 상태에서 근전도를 동시에 측정하였으며, 수집된 신호는 각 근육이 수축한 시간 동안의 값을 기준으로 실효 평균값(RMS)처리를 통해 정량화 하였다.

2.5.1 통계분석

구강건강특성에 따른 근육의 EMG값을 확인하기 위해 교차분석과 t-test, ANOVA를 시행하였다.

3. 연구 결과

3.1. 1분간 껌 저작시 EMG 평균값

구강건강특성에 따른 1분간 껌 저작 시 EMG 평균을 분석한 결과 주관적 구강건강상태에서 '보통이다'라고 응답한 대상자의 평균값이 모든 부위에서 더 높게 나타났다. 특히 우측 측두근에서는 ‘나쁜편이다’라고 답한 집단이 61.72±19.83μV인 반면, ‘보통이다’ 집단은 77.92±26.32 μV로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.04$).

3.2. 최대교합력 측정시 EMG평균값

구강건강특성에 따른 최대교합력 측정 시 EMG를 분석한 결과, 구강건강상태에서 우측 및 좌측 측두근과 교근 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며($p>.037$), ‘보통이다’라고 응답한 대상자 집단에서 가장 높은 EMG 최대값을 보여 저작근 활성도가 가장 높은 것으로 나타났다.

4. 결론

구강건강특성 분석에서는 주관적 구강건강 상태가 ‘보통이다’라고 응답한 집단에서 EMG 평균값이 가장 높았고, 구강건강 관심도가 높은 집단에서 교합력이 높은 경향을 보였으나, 일부 항목에서만 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). 저작근의 근전도 활성도는 구강건강상태에 영향을 받는 것으로 나타났으며 본 연구는 저작기능을 중심으로 구강건강을 바라보고자 한 시도였다는 점에서 의의가 있다. 향후 저작기능을 정량적으로 평가할 수 있는 체계마련을 위한 기초자료로 활용되기를 바란다.

참고문헌

[1] Morita, K, Tsuka, H, Kato, K, et al. (2018). Factors related to masticatory performance in healthy elderly individuals. The Journal of Prosthetic Research, 62 (4), 432-435.

[2] Y.H. Kim, J.A. Kang, J.Y. Moon, et al. (2015). Oral Anatomy. Seoul: Daehannarae.

[3] J. E. Kim, & Y. H. Choi. (2024). Changes in activities of daily living accroding to oral function in Korean community-dwlling older adults: a follow-up study. J Korean Acad Oral Health, 48(4), 210-215.

[4] H.Y. Yang, J.H. Shin, J.H. Ahn, et al. (2005). Influence of Preferred Chewing Habit on Electromyographic Activity of Masticatory Muscles and Bite Force. Journal of Oral Medicine and Pain, 30(1), 45-55.

Table 1. EMG mean calue at 1 minute of chewing

Division		Temporal muscle(R)	Masseter muscle(R)	Temporal muscle(L)	Masseter muscle(L)
Oral Health Condition	Bad	61.72±19.83	49.72±22.20	56.94±23.32	52.27±26.03
	Normal	77.92±26.32	60.57±23.01	97.08±124.36	65.14±31.69
	Good	65.92±21.99	46.25±24.85	66.02±21.29	50.40±26.17
	t/F(*p*)	3.378(.040)	2.479(.092)	1.674(.195)	1.939(.152)
Interest in Oral Health	No interest in	64.46±23.69	55.66±21.67	64.88±29.11	53.35±22.29
	Normal	76.72±23.45	55.26±26.33	73.87±34.56	61.27±33.98
	Lot of interest in	65.18±24.01	50.7±122.51	83.09±124.03	55.18±27.00
	t/F(*p*)	2.023(.140)	.322(.726)	.223(.801)	.444(.644)
Scaling Experience	Regular	68.98±24.82	53.80±24.61	77.73±95.82	55.45±25.60
	Irregular	71.11±22.62	52.45±21.76	71.64±37.07	61.87±36.86
	t/F(*p*)	-.326(.746)	.210(.835)	.268(.789)	-.819(.416)

Table 2. EMG average for maximum occlusal force measurement

Division		Temporal muscle(R)	Masseter muscle(R)	Temporal muscle(L)	Masseter muscle(L)
Oral Health Condition	Bad	296.61±128.98	265.52±151.29	271.80±154.36	272.54±162.46
	Normal	406.24±194.04	375.68±219.13	377.32±209.45	360.83±188.58
	Good	288.69±139.68	222.28±141.99	265.55±86.93	207.19±116.79
	t/F(*p*)	4.101(.021)	4.501(.015)	3.472(.037)	4.932(.010)
Interest in Oral Health	No interest in	325.26±164.97	326.76±187.34	369.49±221.60	344.54±213.77
	Normal	375.86±186.82	304.70±166.84	335.22±191.26	300.87±165.37
	Lot of interest in	314.97±153.29	286.40±216.02	270.81±123.05	263.87±162.87
	t/F(*p*)	.971(.384)	.204(.816)	1.785(.176)	1.002(.373)
Scaling Experience	Regular	341.25±181.94	300.88±202.63	301.59±157.76	283.85±166.17
	Irregular	339.37±134.48	301.90±158.96	348.86±213.48	319.08±196.17
	t/F(*p*)	.041(.967)	-.020(.984)	-1.005(.318)	-.748(.457)

지하매설물 안전관리체계 고도화를 위한 매립배관 탐지기 개발 연구: 사고사례분석과 정책제언

남기훈[1], 윤원섭[2*]
[1]창신대학교 스마트팩토리학부 산업안전전공 교수
[2*]원광대학교 안전보건학과 교수
e-mail : totoma13@wku.ac.kr

Development of a Buried Pipeline Detection System for Enhancing Underground Utility Safety Management: Case Study Analysis and Policy Recommendations

Ki-Hun Nam[1], Won-Sub Yoon[2*]
[1]Professor, Dept. of Smart Factory, Industrial Safety Engineering
[2*]Professor, Deprt. of Safety and Health

요 약

최근 통신구 화재, 열수송관 파열, 지반침하 등 지하시설물과 관련된 대형 재난사고가 빈발하면서 지하매설물의 안전에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 그러나 현재 국내 지하시설물 관리체계는 민간시설물의 정보 부재, 탐지기술의 한계, 제도적 미비로 인해 구조적 취약성을 내포하고 있다. 본 연구는 주요 지하매설물 사고사례를 분석하고, 현재 활용 중인 탐지기술의 문제점을 고찰함으로써, 다중센서 융합 기반의 고정밀 매설배관 탐지기 개발 방향을 제시하였다. 또한, 지하시설물 통합정보시스템 고도화 및 정밀 탐지 의무화를 포함한 정책 개선 방향도 함께 제안하였다. 더불어, 딥러닝 기반 영상·센서 데이터 분석 기술과 이를 표준화하는 중앙분석 시스템의 필요성, 휴대용 장비와 연동되는 통신 프로토콜 구축의 필요성을 도출하였다. 본 연구는 향후 지하 인프라 안전관리를 위한 기술적·제도적 기반 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 국내에서는 통신구 화재, 열수송관 파열, 도시가스 누출, 도로함몰 등 지하매설 기반시설로 인한 대형 재난사고가 빈발하고 있다. 이에 따른 국민적 불안감이 지속적으로 증가하고 있다. 특히, 통신, 열수송, 전력, 가스관 등 주요 지하시설물의 경우 민간이 관리 주체로 존재하면서도 공공의 통합 관리체계 밖에 위치하고 있어, 매설 위치나 재질, 상태에 대한 정보 파악이 제한적이다[1][2].

현재 지하시설물의 안전관리는 공공과 민간이 혼재된 구조 속에서 정보의 단절과 제도적 사각지대가 존재한다. 통신, 열수송, 전력, 가스관 등의 주요 시설물은 관리주체가 민간인 경우가 많으며, 이들은 지자체가 운영 중인 지하시설물 통합관리시스템에 포함되지 않아 매설위치, 재질, 상태 등의 정보를 정확히 파악하기 어렵다[2]. 또한 이들 시설물은 대부분 법정관리대상 시설물로 지정되어 있지 않아 정기적 점검이나 성능평가의 의무도 부재한 상황이다.

이러한 상황에서 발생한 사고 사례로는 2018년 KT 통신구 화재, 2020년 미국 볼티모어 수도관 파열, 2021년 김포 가스 누출 사고 등이 있으며, 대부분이 정보 부재 및 탐지오류에서 기인하였다[3]. 아울러, 최근 빈번히 발생하는 지반침하 사고의 주요 원인 역시 노후 하수관, 부적절한 복구공사, 매설 구조물의 침하 등에 의한 지하 공동화 현상으로 나타나고 있다.

국토교통부와 지자체는 이를 개선하기 위해 지하시설물 전산화 사업을 추진 중이나, 금속관로의 약 20~30%는 현재의 탐지기술로는 탐지가 불가능하며, 중복 매설 및 복잡 지형에서는 오차가 크고, 실측값과의 편차가 심하다. 이에 따라 지하시설물 탐지 기술의 고도화와 정보의 디지털 전환, 그리고 이를 뒷받침할 법·제도 개선이 시급한 과제로 부상하고 있다.

Figure 1. Heating Pipe Burst Accident in Goyang city(2018.12.4.)

2. 연구방법

본 연구는 지하매설물로 인한 사고의 구조적 원인을 규명하고, 이를 바탕으로 한 고정밀 매설배관 탐지기 개발 방향과 정책적 개선 방안을 제안하는 데 목적이 있다. 이를 위해 첫째, 국내에서 발생한 주요 지하매설물 사고 사례들을 분석하였다. 분석 대상은 2000년대부터 최근까지 보도된 통신구 화재, 도시가스 폭발, 열수송관 파열, 대형 도로함몰 사고 등으로, 사고의 직접적인 원인뿐만 아니라 사고 발생 당시의 관리 체계, 시설 노후도, 탐지정보 유무 등의 요소를 종합적으로 고려하였다.

3. 연구결과 및 고찰

사례 분석 결과, 다수의 사고는 탐지 오류 또는 위치 정보의 부재로 인해 발생하고 있으며, 특히 사각지대에서의 시공 실수나 비정형적인 매설로 인한 파손이 반복되고 있음이 확인되었다. 사고의 원인은 구조적 결함이나 시공 부주의에만 국한되지 않고, 정보관리 체계의 미비와 탐지기술의 신뢰도 부족 등으로 나타났다.

둘째, 현재 사용 중인 지하시설물 탐지기술의 현황을 조사하고 기술적 한계를 분석하였다. 국내외에서 상용화된 주요 기술로는 지표투과레이더(GPR), 전자탐지기, 자기탐지기 등이 있으며, 각 기술은 특정 재질 또는 지형에 대해 강점을 가지나, 복잡한 도시 환경이나 비금속 소재의 배관 탐지에서는 오차가 크게 발생하는 경향이 있다. 특히, 대형 철제 구조물 주변이나 복수의 배관이 교차하는 지점에서는 현재의 단일센서 기반 기술로는 정확한 매설 위치 확인이 어렵다는 한계를 보였다[3][4].

셋째, 위와 같은 분석을 기반으로 본 연구에서는 차세대 매설배관 탐지기의 개발 방향을 다음과 같이 도출하였다. 우선, GPR, EMI, 적외선(IR) 등 다양한 탐지 센서를 융합한 다중 센서 기반 시스템이 요구된다. 이는 재질별 반응 특성을 동시에 활용함으로써 탐지 정확도를 높일 수 있으며, 복합 지하환경에서도 적용이 가능하다. 또한, AI 기반의 패턴 인식 기술을 도입하여 과거 데이터 및 지형 정보를 학습하고, 매설 가능성 영역을 사전 예측할 수 있도록 한다. 여기에 현장에서 실시간으로 매설 정보를 시각화하고, GPS 및 GIS와 연동하여 자동으로 데이터를 기록·전송할 수 있는 인터페이스가 필요하다.

마지막으로, 제도적 측면에서도 현행 제도의 문제점을 도출하고 선진국 사례를 고찰하였다. 현재 서울시나 국토교통부에서 운영 중인 지하시설물통합관리시스템은 민간 소유 시설을 포함하지 못하고 있으며, 통신구, 열수송관 등 주요 지하시설물이 2종 법정시설물로 지정되어 있지 않아 정기적인 성능 평가와 유지관리가 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 이에 반해 미국, 일본 등은 성능 기반 평가 체계를 바탕으로 노후 시설물의 정기 점검, 유지보수 계획 수립, 데이터베이스 통합 등의 정책을 운영 중이며, 이러한 선진 사례는 향후 국내 제도 개선에 있어 유용한 비교 지점이 될 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 반복적으로 발생하고 있는 지하매설물 사고의 근본적인 원인을 사고사례 분석과 기술·제도 분석을 통해 종합적으로 고찰하였다. 분석 결과, 현재의 지하매설물 관리체계는 정보의 불완전성과 기술의 불확실성, 제도적 미비가 복합적으로 얽혀 있어 사고의 위험을 증폭시키고 있는 실정이다. 이에 따라 본 연구는 고정밀 지하매설물 탐지를 위해 다중센서 기반의 융합 탐지기 개발 방향을 제시하였으며, 이를 통해 금속 및 비금속 재질, 복잡한 도시 환경에서도 높은 탐지 신뢰도를 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이러한 기술개발은 실시간 데이터 연동, AI 기반 예측 기능, 작업자 피드백 시스템과 결합하여 지하시설물의 선제적 진단과 정비를 가능하게 할 것이다. 정책적 측면에서는 지하시설물 통합정보 시스템의 고도화, 민간 시설 포함 및 데이터 표준화, 법정 시설물 지정 범위 확대, 정밀탐지 의무화 등의 제도 개선이 병행되어야 한다. 향후 본 연구의 결과는 기술 실증 실험과 연계한 현장 적용성 평가, 탐지기 인증 기준 마련, 그리고 법·제도 개선을 위한 정책 제언으로 확장될 수 있으며, 지하 인프라의 안전성과 국민의 신뢰도를 제고하는 데 실질적인 기여를 할 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This study was supported by Technology Innovation Development Program for SMEs Ministry of SMEs and Startups(No.S3430310)

참고문헌

[1] 지하시설물 안전관리 개반방안 모색, 서울특별시의회, 2019

[2] 서울시 지하시설물 안전관리 개선방안, 서울연구원, 2019

[3] 해외 주요 국가의 인프라 유지관리 시스템 연구, 국회입법조사처, 2018

[4] Paola Boldrin, Giacomo Fornasari, and Enzo Rizzo (2024). Review of Ground Penetrating Radar Applications for Bridge Infrastructures. Journal of NDT, 2(1), 53-75

스마트폰 기반 지하 내비게이션을 위한 위치 추정 알고리즘 개발

최민호[1], 박정규[2*]
[1]대진대학교 컴퓨터공학과 학부생
[2*]대진대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : smartdavid0627@gmail.com, jkpark@daejin.ac.kr

Development of a Smartphone-Based Localization Algorithm for Underground Navigation

Minho Choi[1], Jung Kyu Park[2*]
[1]Undergraduate student, Department of Computer Engineering, Daejin University
[1]Professor, Department of Computer Engineering, Daejin University

요 약

대한민국은 급속한 고령화로 인해 교통약자의 이동 편의성 확보가 중요한 사회적 과제로 부상하고 있다. 특히 지하철과 같은 지하 공간에서는 방향 인지 및 경로 탐색에 큰 어려움이 존재하며, 기존의 외부 장치 기반 내비게이션은 비용과 공간적 제약으로 보편적 활용에 한계가 있다. 본 연구에서는 스마트폰만을 활용하여 외부 장치 없이 사용자의 실내 위치를 추정하고 경로를 안내하는 인공지능 기반 내비게이션 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 Visual SLAM 기술을 통해 실내 3D 가상 지도를 생성하고, IMU 센서로부터 수집된 방향 데이터를 CNN 및 Transformer 모델에 입력하여 위치 및 이동 방향을 실시간으로 예측한다.

1. 서론

우리나라의 장애인 등록 인구는 2023년 5월 기준 약 367.4만 명으로, 그중 65세 이상 고령자의 비율은 54.3%에 달한다. 이는 2020년 대비 4.4%p 증가한 수치로, 급격한 고령화와 더불어 교통약자의 이동 편의성이 중요한 사회적 문제로 대두되고 있음을 보여준다. 특히 지하철 역사와 같은 복잡한 지하 환경에서는 시각적 구조 인지가 어렵고, 경사로나 엘리베이터와 같은 이동 보조 인프라가 부족하거나 접근성이 떨어지는 문제가 발생한다. 기존의 실내 내비게이션 시스템은 외부 장치나 통신 인프라에 의존하는 경우가 많으며, 신호 음영 지역에서는 정확한 위치 추정이 어려워 범용성에 한계가 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 별도의 인프라 없이도 스마트폰만으로 사용자의 위치를 인식하고 경로를 안내할 수 있는 기술 개발이 필요하다 [1].

본 연구에서는 Visual SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기반의 위치 추정 기술을 활용하여 실내 지하 공간에서도 안정적인 사용자 위치 추정 및 경로 안내가 가능한 스마트폰 기반 내비게이션 시스템을 제안한다 [2]. Visual SLAM은 단일 카메라 및 IMU 센서를 이용하여 사용자의 이동 경로상에 존재하는 문, 계단, 벽면 등 특징점을 실시간으로 인식하고, 이를 바탕으로 고정밀 3차원 가상 지도를 생성하는 기술이다. 본 시스템에서는 IMU 센서로부터 획득한 방향 데이터를 CNN(Convolutional Neural Network)과 Transformer 모델에 입력하여 사용자의 현재 위치와 이동 방향을 정확히 예측한다. 복잡한 실내 구조에서도 지도 기반 AR(증강현실) 안내 기능을 통해 직관적인 경로 안내가 가능하며, 외부 인프라에 의존하지 않아 다양한 실내 공간에 쉽게 적용될 수 있다.

2. 연구 내용

2.1 시스템 개발의 필요성

예를 들어 지하철 역사에서 A 구역에서 B 환승 구역으로 이동하려는 교통약자가 있다고 가정할 때, 일반인조차도 복잡한 역사 내에서는 혼동하여 잘못된 방향으로 가는 경우가 빈번하다. 교통약자에게는 이러한 혼란이 더 심각하게 작용할 수 있다. 만약 실내 내비게이션이 지하 공간에서 작동하여 현재 위치를 인식하고, 목적지를 입력하면 사전에 학습된 위치 정보로부터 엘리베이터나 경사로 등 편리 이동 경로를 불러와 음성 안내 및 AR 기반 시각적 경로 표식을 제공한다면, 불필요한 이탈이나 방향 인지의 어려움을 효과적으로 해소할 수 있을 것이다.

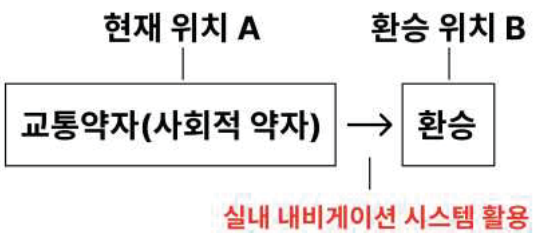


Figure 1. 실내 내비게이션이 활용될 수 있는 경우

2.1.1 실내 내비게이션이 작동하는 원리

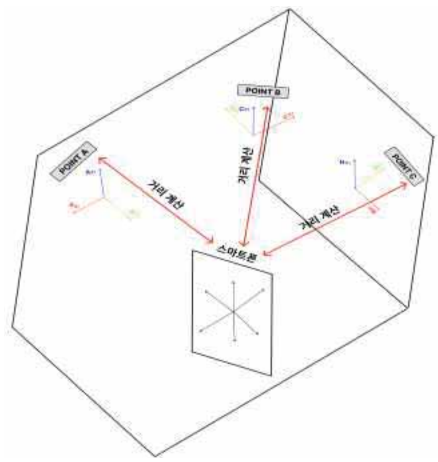


Figure 2. 실내 내비게이션이 작동되는 과정

본 시스템은 Visual SLAM을 기반으로 실내 공간과 유사한 3D 가상 지도를 생성하며, 이 안에는 주요 지점을 의미하는 가상 좌표(Point)가 정의된다. 이 가상 좌표는 내비게이션 기능을 위해 설정된 지점으로, 각 좌표에는 방향 벡터 정보가 포함된다. 사용자가 특정 위치에서 초기 방향 데이터를 수신하면, 시스템은 이 데이터를 기준으로 가장 유사한 두 개의 가상 좌표를 선택하고, 이를 기반으로 삼각측량(Triangulation)을 수행하여 스마트폰의 현재 위치를 추정하고 이를 지도에 시각화한다. 또한 Visual SLAM은 단순히 실내 공간의 특징점을 인식하는 데 그치지 않고, 해당 지점 간 연결 구조(가상 노드 및 간선)를 그래프 형태로 구성한다. 이 그래프는 각 노드를 특징점에 매핑하고, IMU 센서를 통해 수집된 방향 벡터 및 이동 거리 데이터를 반영해 점진적으로 구축된다. 사용자가 A 지점에서 B 지점으로 이동하고자 할 경우, 이 경로 그래프를 기반으로 경로를 탐색하게 된다.

2.1.2 위치 추정 기술 및 경로 안내 시스템 제안

실내 내비게이션 시스템을 구현하기 위해서는 초기 위치 추정 과정이 필요하다. 그러나 지하 공간에서는 GPS 신호 수신이 불가능하기에 이를 대체하기 위해 이미지 처리 기법을 활용한다. CNN 모델이 초기 위치(이미지 방향 정보)를 추정하는 데 활용된다. 이후 사용자가 설정한 목적지까지의 경로로 안내하기 위해서는 Transformer 모델에 CNN으로부터 제공받은 초기 위치의 방향 정보를 입력받아 사용자가 향해야 할 방향을 시계열적으로 예측하고 목적지까지의 안내를 가능하게 한다.

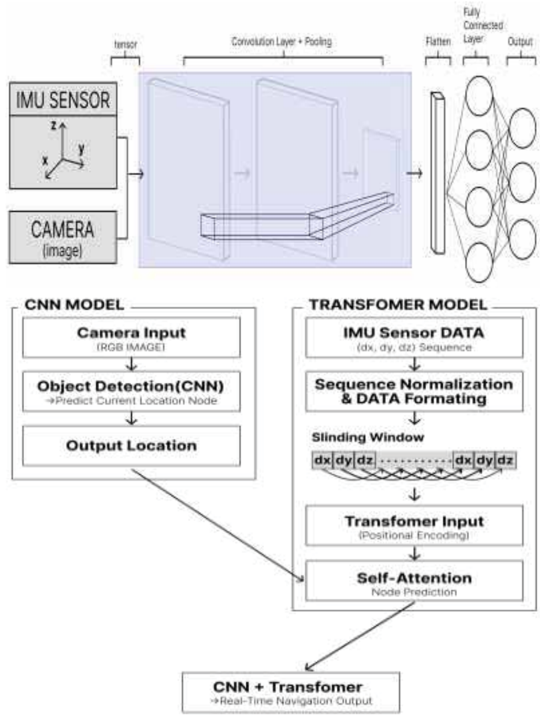


Figure 3. CNN 및 Transformer 인공지능 모델 설계

3. 결론

본 기술은 Visual SLAM 기반의 3D 가상 지도에 방향 벡터를 통합하고, CNN과 Transformer 모델을 활용해 외부 장치 없이 스마트폰만으로 실내 위치를 예측할 수 있는 내비게이션 시스템이다. 이미지와 방향 정보를 결합한 하이브리드 구조로 복잡한 지하 공간에서도 실시간 경로 안내가 가능하다. 초기 데이터 구축 비용, 센서 오차, 연산 부담 등 기술적 과제가 존재하지만 이를 보완한다면 교통약자의 이동 편의를 높이고 디지털트윈 플랫폼과의 융합 또한 가능할 것이다.

참고문헌

[1] D. Adapa, V. S. Shekhawat, A. Gautam and S. Mohan. (2024). Visual Assist System With Enhanced Localization for Indoor Navigation of Visually Impaired People. IEEE Access, 12. 162075-162093.

[2] M. Wicaksono and S. Y. Shin. (2025). GO-SLAM: GPS-Aided Visual-Inertial SLAM for Adaptive UAV Navigation in Outdoor-Indoor Environments.IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 74, 1-8.

공공 연구비 감사 시스템에 블록체인 기술 도입이 미치는 정책적 효과

김화희[1*], 김동일[2]
[1*]부산대학교 경영학과 박사과정생
[2]한국대학교 경영학과 교수
e-mail : heather5659@pusan.ac.kr

Policy Effects of Blockchain Integration in Public R&D Audit Systems

Hwa-Hee Kim[1*], Dong-Il Kim[2]
[1*]Dept.of Business Administration, Ph.D. Course Student, Pusan National University
[2]Dept.of Business Administration, Professor, Pusan National University

요 약

본 연구는 공공 연구비 부정 사용과 비효율적 감사체계 문제를 해결하기 위한 기술적 대안으로서 블록체인 기술의 도입 가능성을 검토한다. 블록체인 기반 감사 시스템의 정책적 효과를 투명성, 효율성, 신뢰성 관점에서 분석하고, 이를 기반으로 제도적 시사점과 정책적 제언을 도출한다.

1. 서론

공공 연구개발(R&D) 자금은 국가 경쟁력 강화를 위한 핵심 수단이며, 매년 막대한 예산이 투입되고 있다. 그러나 이러한 연구비의 집행 및 사후 관리 과정에서는 여전히 부정수급, 이중계상, 불투명한 회계 처리 등의 문제가 빈번히 발생하고 있으며, 이는 국민의 신뢰를 저해하고 국가 재정 운영의 비효율을 초래한다. 기존 감사 시스템은 사후 점검 중심이며 표본감사 방식에 의존하기 때문에 실시간 모니터링이나 거래의 전 과정 추적에는 한계가 있다. 이러한 구조적 문제를 해결하기 위한 기술적 대안으로 최근 주목받고 있는 것이 바로 블록체인 기술이다. 블록체인은 데이터 불변성, 분산 기록, 실시간 처리, 그리고 스마트 계약을 통한 자동화 기능을 갖춘 기술로서, 공공 자금의 집행 및 관리 투명성을 획기적으로 개선할 수 있는 잠재력을 지닌다. 본 연구는 공공 연구비 감사 시스템에 블록체인 기술을 도입할 경우, 정책적으로 어떠한 효과가 나타날 수 있는지를 투명성, 효율성, 신뢰성의 세 가지 축을 중심으로 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 공공 연구비 집행 및 감사 시스템의 구조와 한계

대한민국의 공공 연구개발(R&D) 예산은 다양한 부처(과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부 등)에서 관리되며, 연구기관은 전자적 시스템(예: NTIS, 이지바로 등)을 통해 연구비 집행 내역을 보고한다. 감사는 주로 사후 중심, 표본 기반으로 진행되며, 실제 집행과정의 실시간 모니터링은 어려운 구조이다.

2.2. 블록체인 기술의 개요 및 회계/ 감사 분야 응용 가능성

현재의 공공 연구비 집행 및 감사 시스템은 여러 한계를 내포하고 있다. 첫째, 행정적 비효율성이 크다. 연구자들은 보고서 작성, 영수증 제출, 증빙자료 준비 등 반복적인 행정 절차에 많은 시간과 노력을 소모하고 있으며, 이는 본연의 연구 활동에 집중하는 데 방해가 된다. 둘째, 투명성이 부족하다. 연구비 집행 내역이 실시간으로 공유되지 않으며, 기관 간 정보 연동이 원활하지 않아 외부 감사나 타 기관의 모니터링이 제한적이다. 셋째, 부정 사용의 가능성이 존재한다. 예산의 이중 계상, 유령 인건비 계상, 과다 집행 등 여러 형태의 부정 사용이 반복적으로 발생하고 있으며, 이를 방지할 수 있는 시스템적 장치가 미흡하다. 마지막으로, 감사의 형식화 문제도 지적된다. 현재의 감사는 대부분 사후 처리 방식에 의존하고 있어, 문제의 조기 발견이나 선제적 대응이 어려운 구조이다. 이러한 한계들은 공공 연구비의 효율적이고 책임 있는 운영을 저해하는 핵심 요인으로 작용하고 있다.

2.3. 공공 연구비 집행 및 감사 시스템의 구조와 한계

본 연구는 공공 연구비 감사 시스템에 블록체인 기술을 도입할 경우 나타나는 정책적 효과를 투명성(Transparency), 효율성(Efficiency), **신뢰성(Integrity & Accountability)**의 세 가지 축을 중심으로 분석한다.

1) 투명성 (Transparency)
블록체인 기술은 모든 예산 집행 내역을 실시간으로 기록하고 공유할 수 있게 함으로써, 국민, 감사기관, 정부 부처 간의 정보 비대칭을 감소시킨다. 이는 부정 사용의 조기 적발 가능성을 높이고, 결과적으로 도덕적 해이를 억제하는 효과를 기대할 수 있다.

2) 효율성 (Efficiency)
블록체인의 자동화 및 분산 원장 기술은 행정 절차의 간소화를 가능하게 하며, 중복된 서류 제출과 행정 처리 시간을 크게 줄인다. 또한 조건부 예산 집행이 자동화되어 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 감사 목적의 데이터 접근성과 분석 효율성도 대폭 향상된다.

3) 신뢰성 (Integrity & Accountability)
블록체인의 핵심인 데이터 불변성은 위변조를 원천적으로 차단함으로써 회계 정보의 정직성과 신뢰성을 확보한다. 예산 집행에 참여하는 수혜자 및 담당자의 책임성 또한 강화되며, 이는 제도의 정당성과 정책 집행 전반에 대한 국민적 신뢰 제고로 이어진다.

3. 분석모형

3.1. 분석모형 개요

본 연구는 블록체인 기술의 공공 연구비 감사 시스템 통합이 미치는 정책적 효과를 투명성, 효율성, 신뢰성이라는 세 가지 정책목표 기준에 따라 분석한다. 이를 위해 다음의 분석 프레임워크를 설정한다.

■ 분석 프레임워크 도식

블록체인 기술 도입
↓
자료 불변성　실시간 기록　스마트 계약
↓
투명성 제고　행정 효율성 향상　제도 신뢰성 강화
↓
정책 효과

3.2. 주요 변수 및 정의

분석항목	정의	기대효과
투명성	연구비 거래정보를 실시간으로 확인 가능하고 변경 불가	부정 사용 억제, 감사 접근성 향상
효율성	보고 및 감사 프로세스 자동화로 시간·비용 절감	행정 효율 향상, 예산 낭비 방지
신뢰성	데이터 위변조 불가능 및 계약 조건 자동이행	국민 신뢰 회복, 제도 정당성 확보

4. 정책 시사점

4.1. 제도적 시사점

1)블록체인 기록의 법적 효력 확보

블록체인에 기록된 거래 및 지출 내역이 감사 및 회계의 법적 근거 자료로 인정받기 위해서는, 국가재정법, 회계예규 등 관련 법령의 개정이 필수적이다. 특히, 스마트 계약을 통한 조건부 예산 집행이 실효성 있게 작동하기 위해서는 자동화된 지급 방식에 대한 명확한 제도적 보장이 필요하다. 이는 블록체인의 기술적 잠재력을 제도적으로 수용하는 핵심 과제라 할 수 있다.

2) 기존 시스템과의 연계 필요

공공 연구비 집행 및 감사는 현재 다양한 정보 시스템(NTIS, e-R&D, 이지바로 등)에 의해 관리되고 있다. 따라서 블록체인 기반 감사 시스템이 효과적으로 작동하기 위해서는 이들 기존 시스템과의 연계성이 확보되어야 한다. 이를 위해서는 데이터 구조의 표준화, API 기반 연동 체계 구축 등 기술적·제도적 인프라 정비가 요구된다.

4.2. 기술적 시사점

1) 보안성과 개인정보 보호

블록체인은 불변성과 투명성이 핵심 장점이나, 공공 연구비 내역에는 민감한 개인정보 및 급여 정보가 포함될 수 있다. 이에 따라 정보 보호를 위한 암호화, 접근 제어, 프라이빗 블록체인 도입 등이 필요하다. 특히, 영지식증명(Zero-Knowledge Proof, ZKP) 등의 프라이버시 강화 기술을 적극 도입하는 것이 바람직하다.

2) 시범 도입과 점진적 확산

블록체인 시스템의 전면 도입보다는 과제 유형이나 기관 특성을 고려한 시범사업 형태로 단계적 도입을 추진하는 것이 현실적이다. 이를 통해 초기 성과를 분석하고, 성과 기반 정책 피드백 시스템을 구축함으로써 기술 수용성과 정책 효과성을 동시에 확보할 수 있다.

4.3. 행정·운영상 시사점

1) 사용자 교육 및 수용성 제고

블록체인 시스템에 대한 이해 부족은 기술 도입의 주요 장애 요인이 될 수 있다. 따라서 감사 담당자, 연구비 집행자 등을 대상으로 한 맞춤형 교육 프로그램의 개발 및 운영이 요구된다. 또한 제도 전환기에는 기존 시스템과 블록체인 시스템을 병행 운영하여 혼란을 최소화하는 전략이 필요하다.

2) 부처 간 협력 및 책임 분담

감사원, 과학기술정보통신부, 기획재정부 등 관련 부처 간의 명확한 역할 정의와 책임 분담이 필요하다. 이를 위해 정책 협의체 또는 실무협의 조직의 구성을 검토할 수 있으며, 장기적으로는 블록체인 기반 감사체계를 운영할 전담 조직 또는 중간지원기관의 설립도 고려되어야 한다.

5. 결론

5.1. 연구요약

본 연구는 공공 연구개발(R&D) 자금의 효율적 관리와 부정수급 방지를 위한 방안으로 블록체인 기술의 도입 가능성을 탐색하고, 그 정책적 효과를 투명성, 효율성, 신뢰성의 세 가지 기준을 중심으로 분석하였다.

기존의 공공 연구비 감사 시스템은 사후적, 비정형적, 표본 기반 감사에 의존하고 있어, 정보의 불일치, 지연, 위변조 가능성 등 다양한 한계를 가지고 있었다. 이러한 구조적 한계를 해결할 수 있는 대안으로 블록체인 기술의 불변성, 실시간성, 스마트 계약 기능이 주목받고 있다.

본 연구는 국내 시범 사례(ETRI), 해외 적용 사례(EU Horizon, 에스토니아), 시나리오 기반 시뮬레이션, 전문가 설문조사를 통해 블록체인 기술이 실제 감사 시스템에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과, 블록체인 도입은 다음과 같은 긍정적 효과를 확인 할 수 있었다.

- 투명성 향상 : 예산 흐름의 실시간 기록 및 추적 가능성 증가
- 효율성 제고 : 문서 제출, 감사 시간, 행정 비용의 현저한 감소
- 신뢰성 강화 : 회계 오류 감소 및 정책 수용성 확대

5.2. 연구의의

학술적 의의로써는 본 연구는 블록체인 기술의 공공 회계 시스템 적용 가능성을 정책학적 관점에서 체계적으로 분석하였으며, 기존의 기술 중심 블록체인 연구와 차별화된다.

정책적 의의로써는 정부 및 공공기관이 디지털 회계감사 체계를 도입할 때 고려해야 할 제도적·운영상 쟁점을 구체적으로 제시하였고, 정책 도입의 단계별 전략을 설계하였다.

5.3. 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 국가 단위 전면적 도입 사례가 부재한 상황에서, 시범사업 및 이론적 시뮬레이션 중심으로 분석을 수행하였다. 향후에는 **실제 도입 후 성과에 대한 종단적 분석(longitudinal study)**이 필요하다. 또한, 본 연구는 기술 수용성 및 정책 효과에 대한 전문가 인식을 기반으로 하였으므로, 일반 사용자(연구자, 회계 담당자)의 경험 기반 분석이 추가될 필요가 있다. 마지막으로, 향후 연구는 블록체인 도입 시 발생할 수 있는 **사회적 비용(보안, 개인정보, 기술 유지비 등)**에 대한 정량적 분석을 포함하는 것이 바람직하다. 블록체인 기술은 단순한 기술 도입을 넘어, 공공 예산 집행의 패러다임을 바꾸는 정책 혁신 도구로 기능할 수 있다.특히 공공 연구비와 같이 복잡하고 장기적인 회계관리가 필요한 영역에서, 블록체인은 투명하고 책임 있는 행정 구현을 위한 핵심 기반이 될 수 있으며, 향후 정책 실험과 제도적 준비를 통해 단계적으로 확산될 필요가 있다.

Acknowledgments

This study was supported by the Research Program funded by Pusan National University.

참고문헌

[1]Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. Journal of Information Systems, 31(3), 5-21. https://doi.org/10.2308/isys-51804

[2]Kokina, J., Mancha, R., & Pachamanova, D. (2017). Blockchain: Emergent industry adoption and implications for accounting. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 14(2), 91-100. https://doi.org/10.2308/jeta-51911

[3]OECD. (2018). Blockchain technology and its use in the public sector. OECD Working Papers on Public Governance, No. 28.
https://doi.org/10.1787/7c3c9f00-en

[4]World Bank. (2019). Blockchain and emerging digital technologies for enhancing public procurement. World Bank Group. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31245

[5]Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchains. Review of Finance, 21(1), 7-31. https://doi.org/10.1093/rof/rfw074

[6]Kim, S., Jung, Y., & Lee, K. (2019). A study on improving accounting practices in government R&D projects. Korean Journal of Public Administration, 53(4), 113-139.

[7]Kwon, O., Park, J., & Jung, H. (2020). Policy directions for introducing blockchain technology in the public sector. Korea Institute of Public Administration Policy Research Report, 2020-12.

[8]Park, J., Kim, T., & Jung, Y. (2021). A study on the applicability of blockchain technology in the public sector. National Information Society Agency (NIA) Research Report.

[9]Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI). (2022). Pilot project report on blockchain-based budget management system for national R&D programs. Internal report.

임상실습 수행평가 루브릭의 타당도 비교

윤수지[1], 김경민[2,3*]
[1]영산대학교 간호학과 조교수
[2]동의대학교 임상치위생학연구소 소장
[3*]동의대학교 치위생학과 조교수
e-mail : kimkm0607@deu.ac.kr

Comparison of the Validity of the Rubric Evaluation Tool for Field Training Practice Evaluation

Susie Yoon[1], Kyung-Min Kim[2,3*]
[1]Assistant Professor, Dept of Nursing, Young-san University
[2]Institute of director, Dept of Clinical Dental Hygiene Research, Dong-eui University
[3*]Assistant Professor, Dept of Dental Hygiene, Dong-eui University

요 약

본 연구는 치위생(학)과 현장실습 평가의 문제점을 해결하고 보다 체계적적이고 신뢰할 t 있는 평가체계를확립하기 위해 루브릭을 개발하고 타당성을 검증하였으며, 향후 실제 적용을 통해 효과검증을 진행하여 현장실습 수행평가지로 활용되기를 바란다.

1. 서론

치위생(학)과 교육과정에서 치과현장실습은 학생들이 이론적으로 학습한 내용을 실제 임상 환경에서 적용하고, 전문적인 실무 역량을 함양할 수 있는 중요한 과정이다[1]. 특히, 치과위생사는 치과 진료 환경에서 환자의 구강 건강을 관리하고 진료협조와 예방적 치위생처치를 수행하는 역할을 담당하므로 실무 경험을 통한 역량 개발이 필수적이다.

2023년 10월 6일 의료기사 등에 관한 법률의 일부 개정안이 국회 본회의를 통과하여 보건의료계열 학과 학생들의 현장실습 이수를 법적으로 의무화한 점에서 현장실습의 의의가 더욱 있다[2]. 치위생 전공 지식의 습득 뿐만 아닌 교육기관에서 습득한 이론을 바탕으로 현장실습을 통하여 의료기사로서의 갖추어야 할 기술과 태도의 습득도 중요시 한다는 것을 법적으로 명시함에 따라 현장실습의 중요성이 강조되었다 할 수 있다. 그러나 현재 치위생(학)과의 현장실습 과정은 실습기관과 교육기관 간의 일관된 평가 기준이 부족하여, 학생들의 실습 성과를 객관적으로 평가하는 데 어려움이 존재한다[3]. 이에 본 연구에서는 치위생(학)과 현장실습 평가의 문제점을 해결하고 보다 체계적이고 신뢰할 수 있는 평가 체계를 확립하기 위해 루브릭을 개발하고 타당성을 분석하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1.1 설계이론

본 연구는 치위생(학)과 학생들의 현장실습 수행능력을 평가하기 위한 평가 항목을 도출하고, 이를 학습성과 및 핵심개념에 기반한 지식, 기술, 태도 영역으로 구분하여 측정 가능한 평가도구(루브릭)를 개발하고자 Zimmaro[4]의 루브릭 개발 절차를 적용하여 예비 루브릭을 구성하였으며, 평가도구의 타당성을 확보하고자 하였다. 연구에 앞서 동의대학교 생명윤리위원회(IRB)의 심의를 요청하여 연구 승인(DIRB-202402-HR-R-03)을 받은 후 진행하였다.

내용 타당도 검증은 임상 전문가 3인(3차 병원, 2차 병원, 1차 병원 각각 1인씩)과 치위생(학)과 전임교수 3인으로 구성된 두 그룹의 전문가 집단을 대상으로 델파이(Delphi) 조사를 2차에 걸쳐 실시하였다. 델파이 조사는 1차 조사 후 수렴된 전문가 의견을 반영하여 예비 루브릭을 수정·보완한 뒤, 2차 조사를 통해 최종 항목을 확정하였다.

2.2.1 내용타당도 분석

내용타당도 지수(content validity index, CVI)는 교육 보건, 간호 등 분야에서 도구 개발에 기준이 되는 분석방법으로, 평가 항목 별 1점=전혀 적절하지 않다, 2점=적절하지 않다, 3점=적절하다, 4점=매우 적절하다,로 4점 척도로 평가한다. 델파이 조사에서 문항별 3점 또는 4점을 준 전문가의 비율을 I-CVI(item-level CVI, I-CVI), 전체 문항의 CVI를 S-CVI(Scale-level content validity index, S-CVI) 라고 하며 I-CVI를 합해서 문항의 수로 나누어 산출한다(28). 이 때 전문가 6~10인으로 구성된 경우 전문가들의 점수가 78% 이상이면 타당도가 만족됨을 의미한다.

개발된 현장실습 평가 루브릭은 현장실습 평가를 위한 학습성과에 대해 내용타당도와 명확성 2문항, 핵심개념에 대한 내용타당도와 명확성 2문항, 지식평가영역, 기술평가영역, 태도평가영역에 각각 내용타당도, 명확성, 동질성, 상호배타성 4문항, 총 16문항으로 구성하였다. 검증 시 각 항목별 수정 및 보완이 필요한 항목에 대해 전문가의 의견을 기

술하게 하였으며 이를 참고로 하여 수정·보완하였다.

3. 연구 결과

3.1 현장실습 수행평가 1차,2차 핵심성과 및 핵심개념 타당도 비교

현장실습 수행평가 1차 예비루브릭의 학습성과의 내용타당도 지수는 1.0으로 전문가 6-10인 이상인 경우 0.78 이상이면 타당도가 높음을 의미하며 제시한 핵심성과 및 핵심개념 타당도가 적합한 것으로 나타났다.

Table 1. Comparison of Core Performance and Validity of Core Concepts in the 1st and 2nd Evaluation of Filed Training Practice

Division	Category	1st I-CVI	2nd I-CVI
Learning outcomes	Content Validity Clarity	1.00 1.00	1.00 1.00
Core concept	Content Validity Clarity	1.00 1.00	1.00 1.00
1st	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	
2nd	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	

3.2 현장실습 수행평가 1차,2차 지식평가영역 타당도 비교

1차 지식평가영역에서 프로그램 사용에 대한 평가항목의 추가와 평가카테고리를 수정한 후 1차 S-CVI 지수 0.66에서 2차 0.89지수로 수정·보완되어 더욱 신뢰할 만한 도구로 검증하였다.

Table 2. Comparison of the Validity of the 1st and 2nd Knowledge Evaluation of Filed Training Practice

Division	Category	1st I-CVI	2nd I-CVI
Knowledge evaluation	Content Validity	1.00	1.00
	Clarity	1.00	1.00
	Homogeneity	0.80	0.80
	Mutual Exclusivity	0.80	0.80
1st	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	
2nd	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	

3.3 현장실습 수행평가 1차,2차 기술평가영역 타당도 비교

1차 기술평가영역에서 주체적으로 준비, 능숙한 수행, 우선순위 파악을 진료 전, 진료 중, 진료 후 순으로 구분하는 것을 수정하여, 1차 S-CVI 지수 0.66에서 2차 0.89지수로 수정·보완되어 더욱 신뢰할 만한 도구로 검증하였다.

Table 3. Comparison of the Validity of the 1st and 2nd Technical Evaluation of Filed Training Practice

Division	Category	1st I-CVI	2nd I-CVI
Technical evalution	Content Validity	0.83	1.00
	Clarity	1.00	1.00
	Homogeneity	1.00	1.00
	Mutual Exclusivity	0.83	1.00
1st	Proportion levelant	S-CVI*=0.915	
2nd	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	

3.4 현장실습 수행평가 1차,2차 태도평가영역 타당도 비교

1차 태도영역평가에서 전문가적 태도, 협력태도, 질문·실습일지 작성 세 개의 세부영역을 구체화 하였으며, 1차 S-CVI 지수 0.915에서 2차 1.00지수로 수정·보완되어 더욱 신뢰할 만한 도구로 검증하였다.

Table 4. Comparison of the Validity of the 1st and 2nd Attitude Evaluation of Filed Training Practice

Division	Category	1st I-CVI	2nd I-CVI
Attitude evalution	Content Validity	1.00	1.00
	Clarity	0.83	1.00
	Homogeneity	1.00	1.00
	Mutual Exclusivity	0.83	1.00
1st	Proportion levelant	S-CVI*=0.915	
2nd	Proportion levelant	S-CVI*=1.00	

4. 결론

현장실습 수행평가 루브릭 평가지의 핵심성과 및 핵심개념, 지식평가영역, 기술평가영역, 태도평가영역의 타당도 검증이 입증되었으며, 향후 직접 적용을 통한 효과검증을 진행하여 현장실습 수행평가지로 활용되기를 바란다.

참고문헌

[1] S. J. Kim, M. J. Kim, J. Y. Yang. et al. (2017). Study of Clinical Practice Standardization in Dental Hygiene. J Den Hyg Sci, 17(1), 1-11.

[2] https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=255811&viewCls=lsRvsDocInfoR#

[3] G. J. Park. (2023). A Study on the Validation of Rubric for Performance Assessment of Dental Hygiene Management Process. Busan:Dong-Eui University. Master's thesis.

[4] S. H. Kim, G. W. Jang, M. J. Kim. et al. (2016). Development of national-level dental hygienist's competency.

심정지 결과가 심폐소생술 시행의지에 미치는 영향

김지희[1], 엄태환[2*],노혜지[2], 신다해[2]
[1]강원대학교 응급구조학과
[2*]을지대학교 응급구조학과
e-mail : kjh1962@hanmail.net, emtec@eulji.ac.kr

Effect of cardiac arrest outcomes on willingness to perform cardiopulmonary resuscitation

Jee Hee Kim[1], Tai Hwan Uhm[2*],Noh Hye-ji[2],Shin Dahae[2]
[1]Department of Paramedicine, Kangwon National University
[2*]Department of Paramedicine, Eulji University
e-mail : kjh1962@hanmail.net, emtec@eulji.ac.kr

요 약

The willingness to perform CPR by layperson is affected by the patient recovery, the rate of performing CPR can be increased as the possibility of recovery increases. Therefore, this study attempted to clarify willingness to perform CPR according to the outcomes from OHCA.

1. Introduction

According to the Statistics Korea, 8.8% of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) got survival to discharge, 5.6% of OHCA recovered to good neurological conditions (cerebral performance category, CPC=1 or 2), and 'gray patients' who survived with bad neurological conditions (CPC=3 or 4 or 5) was 3.8%p.

2. Study method

2.1. Study subject

This study was conducted by interviewing a total of 200 students randomly extracted, 100 paramedic students, and 100 non-paramedic students at a university, who were fully understood by receiving face-to-face guidance.

2.2. Study method

From September 9-13, 2024, 200 university students were surveyed in condition of thought experiment and veil of ignorance on the willingness according to the survival periods and the cerebral performance category (CPC). The collected responses were verified at the level of p=.05 and analyzed by Pearson's X2 using SPSS 22.0 for Windows(IBM Inc, New York, USA).

3. Result

There was a statistically significant difference in the willingness in over 1-year survival with 100% in the higher grades and 97% in the lower grades(p=.01), and the willingness was differed more in the CPC than the survival period.

4. Conclusion

The effect of the outcomes of OHCA on the willingness was limited, however, the longer the survival period and the better the CPC, the greater willingness to perform CPR by layperson.

References

[1] Chew KS, Ahmad Razali S, Wong SSL, et al.(2019). The influence of past experiences on future willingness to perform bystander cardiopulmonary resuscitation. Int J Emerg Med. 12(12), https://doi.org/10.1186/s12245-019-0256-5

[2] Riggs M, Franklin R, Saylany L.(2019). Associations between cardiopulmonary resuscitation (CPR) knowledge, self-efficacy, training history and willingness to perform CPR and CPR psychomotor skills:A systematic review. Resuscitation 138:259-72.

포인트 클라우드의 엣지 기반 다운샘플링 성능 비교

김유경[1], 윤석헌[2*]
[1]경상국립대학교 건축공학과 석사과정
[2*]경상국립대학교 건축공학과 교수
e-mail : gfyun@gnu.ac.kr

Performance Comparison of Edge-Based Downsampling for Point Clouds

You-Kyung Kim[1], Seok-Heon Yun[2*]
[1]Marster's Student, Dept. of Architectural eng., Gyeongsang National University
[2*]Professor, Dept. of Architectural eng., Gyeongsang National University

요 약

기존의 다운샘플링 기법은 공간의 형상이 손실된다는 문제점이 존재한다. 본 논문에서는 엣지 정보를 보존하며 비엣지 영역만을 다운샘플링하는 하이브리드 기법을 제안한다.

1. 서론

최근 건축 분야에서 3차원 포인트 클라우드(Point Cloud)를 활용한 디지털 트윈, BIM, 시공 정합 기술 등이 활발하게 연구되고 있다. 그러나, 스캔 과정에서 장비 성능과 위치, 스캔본의 개수 등에 따라 포인트가 부족하거나, 과하게 수집되는 경우가 발생한다. 따라서 연산 효율성과 분석 정확도 향상을 위해 포인트의 수를 증가시키거나, 감소시키는 샘플링 기법을 적용한다. 기존의 다운샘플링 기법(RANSAC, Uniform Sampling 등)은 전체 포인트에 균일하게 적용되며, 밀도를 줄이는 방식이다[1, 2]. 해당 방식은 구조적으로 중요한 엣지 정보까지 손실되는 문제가 있으며, 이는 3D 공간의 형상 인식 정확도 및 공간 분석 결과에 영향을 미친다.

본 연구에서는 엣지 정보를 보존하며 비엣지 영역만을 선택적으로 다운샘플링하는 하이브리드 기법을 제안한다. 포인트 클라우드를 기존의 방식으로 전체 다운샘플링한 데이터(Case 1)와 엣지 정보를 보존하며 다운샘플링을 한 데이터(Case 2)를 정량적으로 비교 분석하고자 한다. 정량적 비교 분석 기준은 RMSE와 C2C를 활용하였다.

2. 연구 범위 및 방법론

2.1. 연구 범위

본 연구는 경상국립대학교 407동 504호 강의실(약 60 m^2)을 대상으로 하였다. Laser 스캐너 'BLK360'을 이용해 총 8개 위치에서 데이터를 수집하였고, Cyclone REGISTER 360을 통해 자동 정합하여 하나의 통합 점군으로 병합하였다. 통합 데이터는 LAS 파일 형태로 추출 후, 메모리 최적화를 위해 1% 샘플링을 선행하였다. 원본 포인트 수는 약 3억 3천만 개(337,584,642점)였으며, 샘플링 후 총 3,375,846개의 포인트를 실험에 활용하였다.

2.2. 연구 방법론

본 연구의 방법은 다음과 같다 [Figure 1].

정합된 포인트 클라우드 데이터를 기반으로, 두 가지 실험 케이스를 구성하여 다운샘플링 성능을 비교하였다.

Case 1은 전체 포인트 클라우드에 대해 Voxel Grid 알고리즘을 적용하는 방식이다. Case 2는 normal 기반 곡률 분석을 통해 엣지 영역을 추출한 뒤, 비엣지 영역에만 동일한 Voxel Grid 알고리즘을 적용하여 다운샘플링하고 엣지 영역은 그대로 보존하는 하이브리드 방식이다.

Voxel Grid는 일정 크기의 격자를 기준으로 포인트를 대표값으로 치환하여 데이터 밀도를 줄이는 방식으로, 두 Case 모두 동일한 복셀 크기를 사용하였다. 또한, 형상 보존 성능 비교를 위해 Cloud-to Cloud(C2C)와 Root Mean Square Error(RMSE)를 비교 지표로 사용하였다. 각각 기준 점군과 비교 점군 간의 거리 차이를 기반으로 형상의 변화 정도를 수치화하는 방식으로, 본 연구에서는 3차원 형상 유사도 평가를 위해 활용하였다.

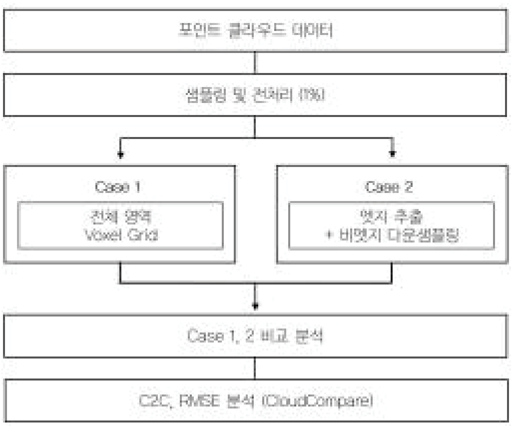


Figure 1. Research Flowchart

3. 연구 결과 및 분석

3.1. 다운샘플링 효율 비교 분석

포인트 클라우드에 Case 1, 2를 적용한 결과는 [Table 1]과 같다. 원본 포인트 수에서 Case 1과 2의 압축률은 각각 14.26%, 21.96%로 나타났다.

Table 1. Downsampling Efficiency Analysis

항목	포인트 수	압축률 (%)
원본	3,375,846	-
Case 1	481,448	14.26
Case 2	741,282	21.96

두 방식 모두 일정 수준 이상의 데이터 경량화에는 성공했으나, Case 2의 다운샘플링 이후 포인트가 더 많이 잔존했다. 이는 Case 2가 엣지 정보를 보존했기 때문에, 똑같은 조건의 다운샘플링에도 더 많은 포인트가 잔존했다는 것을 의미한다.

그러나, 포인트 수와 압축률만을 기준으로 판단할 경우, Case 1이 더 높은 다운샘플링 효과를 보인 것으로 판단 될 수 있다. 따라서 이후 정량 분석 지표(C2C, RMSE 등)를 통해 형상 보존 측면까지 고려해야 한다.

3.2. 형상 보존 성능 비교 분석

Case 1, 2의 형상 보존 성능 비교 분석을 위해 C2C와 RMSE 비교 지표를 활용하였다. C2C는 기준 포인트와 비교 포인트 간 1:1 대응 거리로써 전체적인 거리 오차 분포를 파악하고, 형상이 얼마나 변화하였는지 확인할 수 있다. RMSE는 전체 거리 오차의 대푯값으로, 형상 오차의 전반적인 크기를 하나의 수치로 요약함으로써 수치적으로 형상 보존도를 확인할 수 있다.

Table 2. Quantitative Evaluation of Geometric Accuracy (RMSE and C2C Metrics)

항목	C2C 평균거리	RMSE	표준편차
Case 1	0.021	0.022	0.004
Case 2	0.004	0.011	0.010

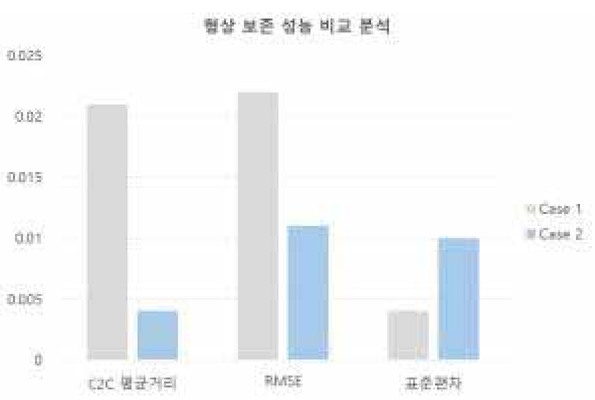


Figure 2. RMSE and C2C Metrics

연구 결과를 요약한 표는 [Table 2]와 같다. Case 2는 Case 1보다 C2C 평균거리 측면에서 81%, RMSE 측면에서 50% 개선된 우수한 형상 보존 성능을 나타냈다. 특히 평균 C2C 거리는 Case 1의 0.021에 비해 Case 2는 0.004로, 약 80% 이상 낮은 거리 오차를 보였다. 이는 엣지 중심의 하이브리드 다운샘플링이 형상 왜곡을 줄이고, 엣지 정보를 보다 정확히 유지하는 데 효과적임을 나타낸다.

4. 결론

본 연구에서는 기존 다운샘플링 방식(Case 1)과 엣지 보존 기반 하이브리드 다운샘플링 방식(Case 2)을 비교하여, 엣지 기반 다운샘플링 방식의 포인트 클라우드 형상 보존 성능을 평가하였다. 연구 결과, 두 방식 모두 원본 포인트 클라우드에 대해 유사한 압축률을 보였으나, 형상 보존 측면에서 차이가 나타났다.

Case 1은 전체 포인트 클라우드에 Voxel Grid를 적용해 압축한 방식으로, 엣지와 비엣지를 구분하지 않고 균일하게 샘플링이 이루어졌다. 그 결과, 구조적 특징을 담고 있는 엣지 정보까지 부분 손실되었음을 확인하였다. 반면 Case 2는 엣지 영역을 우선 추출하고, 해당 영역은 보존한 채 비엣지 영역만 선택적으로 다운샘플링하였다. 비교 결과, Case 2는 엣지 부근의 포인트가 Case 1보다 조밀하게 유지되었다. 또한 형상 정보가 보다 뚜렷하게 보존되었으며, 정량적으로도 낮은 RMSE와 평균 C2C 거리 값을 나타내어 형상 보존 측면에서 우수함을 확인할 수 있었다.

결과적으로 Case 2는 데이터 압축율은 유지하면서도 구조적으로 중요한 정보를 효과적으로 보존한 방식이다. 해당 방식은 실내 공간 분석이나 시공 정확도 검토, BIM 활용 3D 공간 구축 등 정확도가 중요한 건축 응용 분야에서 높은 실용 가능성을 보일 것으로 판단된다.

Acknowledgments

This work was supported in 2025 by a grant from the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant RS-2021-KA163269).

참고문헌

[1] S. Park, M. Choi, & C. You. (2024). A Study on the Optimal Transmission Data Generation Method for Low-latency Streaming of 3D Point Clouds. Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, 61(12), 9-16.

[2] [2] S.-J. Park, K.-T. Lee, J.-B. Im, & J.-H. Kim. (2022). Design of Experiments for Voxel Down-sampling Indoor Point Cloud Data. Proceedings of the Architectural Institute of Korea Conference, 42(2), 1082-1085.

공간 개방성에 따른 몬모릴로나이트 필터 적용 전·후 에너지 절감 효과 분석

응웬티프엉아잉[1*], 박승호[2], 현진우[1], 현동훈[1], 문순기[3]
[1*]한국공학대학교
[2]에스이피협동조합
[3]CNCM
e-mail : nguyenphuonganh.203@gmail.com

Analysis of Energy-Saving Effects Before and After Montmorillonite Filter Application According to Spatial Openness

NGUYENTHIPHUONGANH[1*], Seung Ho Park[2], Jin Woo Hyun[1], Dong Hoon Hyun[1], Soon Ki Moon[3]
[1*]Tech University of Korea
[2]SEP Cooperative
[3]CNCM co.,Ltd.

요 약

전 세계적으로 에너지 소비 증가와 기후 변화 대응이 중요해짐에 따라, 냉방 시스템의 효율 개선이 필수적인 연구 분야로 부각되고 있다. 본 연구에서는 몬모릴로나이트(Montmorillonite, MMT) 기반 필터를 적용하여 냉방기의 에너지 절감 효과를 분석하였다.

1. 서론

냉난방기는 건물 에너지 사용량의 약 30% 이상을 차지하며, 비효율적인 운영은 전력망 부담 증가와 탄소 배출량 상승을 초래한다. 냉방 시스템의 효율성 개선을 위한 혁신적인 기술 개발이 지속적으로 요구되고 있으며, 최근에는 공기 정화 필터를 활용한 냉방 부하 감소 및 에너지 절감 기술이 주목받고 있다.

본 연구의 주요 목표는 몬모릴로나이트 기반 필터를 적용한 냉방기의 에너지 절감 효과를 실험적으로 검증하고, 기존 필터와의 성능 비교를 통해 실용적 적용 가능성을 분석하는 것이다.

2. 실험 및 측정

2.1 필터 설계

본 연구에서 몬모릴로나이트 기반 필터는 공기 흐름의 최적화 및 압력 손실의 최소화를 우선으로 설계하였다. 설계는 3D 모델링 프로그램인 Solidworks를 사용하였으며, 형상은 그림 1과 같다. 육각형 격자 패턴을 적용하여 공기 흐름을 원활하게 하고, 난류 발생을 최소화하였다.

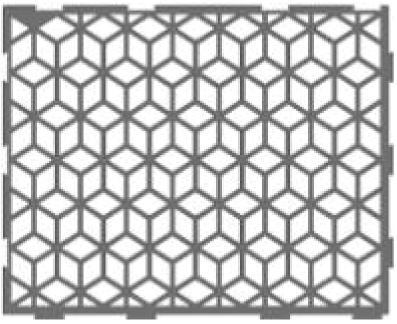


Figure 1. 3D Modeling of Filter (Honeycomb)

특히, 필터의 재질은 몬모릴로나이트로 설정하였으며, 이는 높은 흡착성, 양이온 교환 능력, 기공 구조 및 친환경성을 갖춘 기능성 소재이다. 이 특성을 통해 공기 중 유해 물질 제거 및 습도 조절 기능을 기대할 수 있다.

2.2 필터 성능 실험

2.2.1 실험 방법

앞서 설계한 몬모릴로나이트 기반 필터에 대하여 냉·난방기의 에너지 소비에 미치는 영향을 분석하고자 실험을 진행하였다. 앞서 진행한 연구 결과에 의하여 몬모릴로나이트 기반 필터가 닫힌 공간에서 전력 소비 감소에 유효함을 확인하였다. 닫힌 공간과 열린 공간의 에너지 절감량 차이를 확인하고자 닫힌 공간(Test-bed 1)과 열린 공간(Test-bed 2)에서 필터를 설치하고 유효전력과 유효에너지 변화를 측정하여 각 공간 내 에너지 절감량 차이를 평가하였다. Fluke 434-II / BASIC 434-2 장비를 사용하여 각각 480분 동안 데이터를 측정하였다. 측정 환경은 그림 2와 같다.

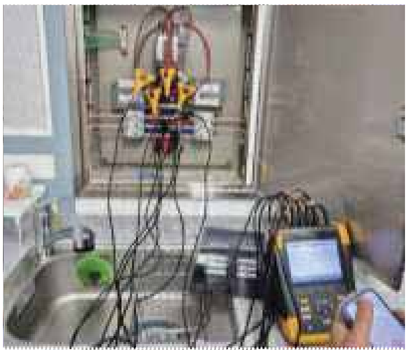


Figure 2. Measuring Equipment

2.2.2 실험 및 결과

실험 결과, 닫힌 공간에서의 필터 설치 후 유효전력은 445.9W 감소하였고, 총 소비 전력량은 3,072Wh 절감되었다. 에너지 절감율은 22.9%로 나타났으며, 시간에 따른 에너지 절감량은 그림 3과 같다.

열린 공간에서의 필터 설치 후 평균 유효전력은 약 536.7W 감소하였으며, 총 소비 전력량도 약 4,299Wh 절감되었다. 시간에 따른 에너지 절감율은 그림 4와 같으며, 최종 에너지 절감율은 14.3%로 나타났다.

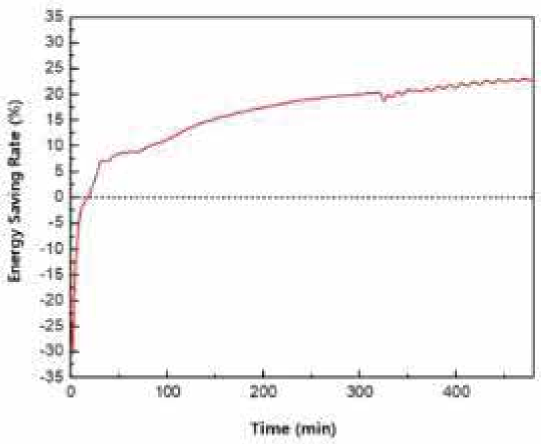


Figure 3. Energy Saving Rate of Closed Space

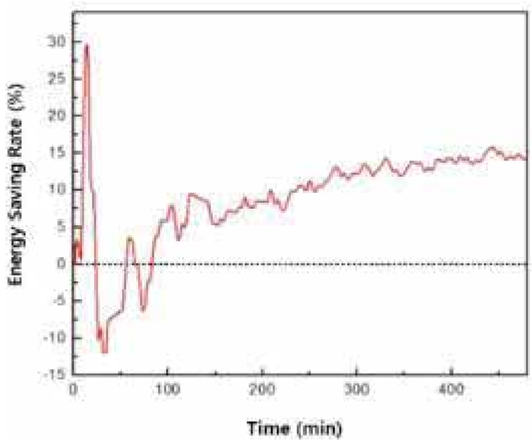


Figure 4. Energy Saving Rate of Open Space

닫힌 공간에서의 에너지 절감율은 22.9 %로, 열린 공간(14.3 %)보다 8.6 %p 높게 나타났다. 또한 닫힌 공간에서는 절감량이 비교적 안정적으로 증가한 반면, 열린 공간에서는 외기 유동의 영향으로 절감량이 지속적으로 변동하는 양상이 관찰되었다. 이러한 결과는 공기 흐름이 냉방기의 에너지 소비에 직접적인 영향을 미친다는 점을 시사하며, 환경 조건 변동에도 불구하고 몬모릴로나이트 필터가 일관되고 유의미한 에너지 절감 효과를 제공함을 확인해 준다.

3. 결론

본 연구는 몬모릴로나이트 기반 필터를 냉방기에 적용해 닫힌 공간(Test-bed 1)과 열린 공간(Test-bed 2)에서의 에너지 절감 효과를 비교한 결과, 닫힌 공간에서의 절감율이 22.9 %로 열린 공간의 14.3 %보다 8.6 %p 높게 나타났으며, 절감량 또한 시간 경과에 따라 안정적으로 증가한 반면, 열린 공간에서는 외기 유동으로 인해 주기적 변동이 관찰되었다. 이는 공기 흐름이 냉방기의 에너지 소비에 직접적인 영향을 미친다는 점을 보여 주며, 몬모릴로나이트의 높은 흡착성·양이온 교환 능력·다공성 구조 덕분에 환경 조건이 변해도 일관된 절감 효과를 확인하였다.

이를 통하여 본 연구에서 설계한 몬모릴로나이트 필터의 실제 적용 가능한 지속 가능한 에너지 절감 기술로 활용될 수 있음을 입증하였으며, 향후 연구를 통해 그 적용 범위가 확장될 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This study was supported by the Research Program funded by the Tech University of Korea.

참고문헌

[1] M. Bonomolo & M. Strobel. (2023). Building and process optimization potential. IEA. DOI : 10.18777/ieashc-task65- 2023-0003

[2] D. Westphalen & S. Koszalinski. (2001). Energy consumption characteristics of commercial building HVAC systems. Office of Building Equipment Office of Building Technology State and Community Programs U.S. Department of Energy. DOI : DE-AC01-96CE23798

[3] S. M. Jang, J. G. Cho, W. S. Oh, J. A. Park, C. W. Shin & J. H. Kim. (2024). Experimental study on the applicability of high-efficiency filters to existing air conditioners for enhancing air purification function. Journal of Air Conditioning and Refrigeration Engineering, 36(10), 490-499.

V2G 기반 전기차 화재 진압 로봇의 방열 성능 연구

임종석[1*], 신성욱[1], 문덕영[2], 정병조[3], 홍성수[1]
[1]한국공학대학교
[2]한국폴리텍대학교
[3]한국승강기대학교
e-mail : rimjs01@tukorea.ac.kr

Study on the Heat Dissipation Performance of V2G-based Electric Cehicle Fire Suppression Robots

Jong Seok Lim[1*], Seong Uk Shin[1], Byeong Jo Jeong[2], Sung Soo Hon[1]
[1]Tech. University of Korea
[2]Korea Polytechnics
[3]Korea Lift College

요 약

V2G 기반 전기차 화재에 대응하기 위해 무인 진압 로봇을 설계하고, 고온 환경에서도 내부 부품이 안정적으로 작동할 수 있도록 방열 설계를 수행하였다. SolidWorks Flow Simulation을 통해 각 단열재 별 내부 부품 온도 변화 및 기능을 검증하였다.

1. 서론

전 세계적으로 친환경 정책이 강화되면서 전기차에 대한 수요와 기술 개발이 급속히 확대되고 있다[1]. 특히 V2G(Vehicle-to-Grid) 기반 전기차는 전력망과 양방향으로 에너지를 주고받을 수 있는 기술로, 효율적인 에너지 자원 활용과 재생에너지 수급 안정화에 기여할 것으로 기대된다. 그러나 V2G 기반 전기차는 일반 전기차에 비해 충·방전 주기가 증가하고, 배터리 사용 시간이 길어짐에 따라 열화 현상이 가속될 가능성이 있어, 주차 중 발생하는 화재가 증가하고 있다.

기존 전기차 화재 진압 과정은 간접 소화 방식으로 배터리 커버에 소화 약재를 분사하여 1차 소화 후 차량을 수조에 옮겨 완전 소화를 진행한다. 이 과정에서 3~4시간이 소요되며, 유해물질과 재발화로 인한 소방관의 인명 위험도 존재한다. 최근에는 배터리 하부에 구멍을 뚫어 직접 소화하는 방식이 활용되고 있으나, 이 역시 사람이 접근해야 하는 물리적 한계가 있다.

본 연구에서는 V2G 기반 전기차 화재 진압을 위한 무인 로봇 시스템을 제안하고, 해당 로봇이 고온의 차량 하부에서 정상 작동할 수 있도록 내부 방열 설계를 수행하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 무인 로봇 기반 전기차 화재 진압 과정

기존 전기차 화재 간접 소화 방식은 총 6단계의 절차가 필요하나, 본 연구에서는 화재 발생 시 전기차 하부로 진입하여 배터리에 직접 소화하는 무인 로봇 시스템을 설계하여 그림 1과 같은 3단계로 간소화된 진압 절차를 제안하였다. 이때 전기차 화재 발생 시 배터리 온도는 최대 약 800℃에 도달하며, 직접 소화 작업에는 평균 500~600초가 소요된다[2].

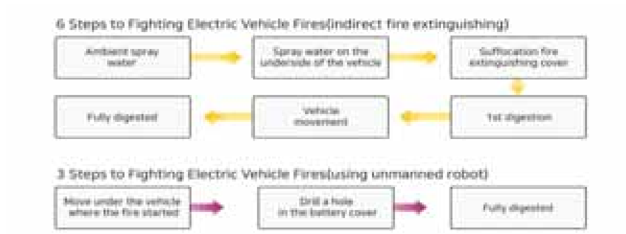


Figure 1. Electric Vehicle Fire Suppression Process

2.2. 무인 로봇 방열 시뮬레이션

화재 진압 과정에서 발생하는 고온 환경 내 로봇의 정상 작동을 확인하고자 방열 유동 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션은 SolidWorks Flow Simulation을 통하여 열원에 대한 무인 로봇 내부의 온도를 확인하였다.

이를 위하여 전기차 화재 발생 시 하부 진입하는 로봇 부품의 정상 작동을 위하여 내부 설계를 진행하였으며 내부 형태는 그림 2와 같다.

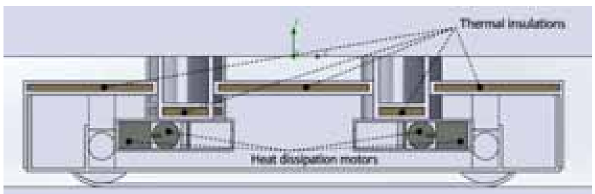


Figure 2. Modeling and Internal Parts

2.2.1 시뮬레이션 조건

화재 차량 배터리는 800℃의 열원으로 설정하였으며 시뮬레이션 시간은 실제 진압 시간(500~600초)보다 긴 1,000초로 설정하였다.

로봇 내부 부품은 방열 모터와 전선과 같은 케이블이 있다. 해당 부품 중 발열량이 있는 방열 모터만 발열량 1.8~2.6W로 설정하였고 이때 발열량이 없는 그 외 구성 요소와 소화 시 작동하지 않는 이동용 모터는 시뮬레이션에서 제외하였다. 또한 방열 모터의 허용 작동온도는 100℃로 각 모터에 Point Goal을 설정하여 결과값이 허용 작동온도를 초과하는지 확인하고자 하였다.

외부 하우징 재질은 일반적으로 내열성이 우수한 스테인리스 스틸(STS)로 설정하였으며 단열재는 전도율 유형이 등방성이며 전기 전도율이 유전체인 3종류를 비교하고자 하였다. 각 단열재의 특성값은 표 1과 같다[3-5].

Table 1. Types and Characteristics of Thermal Insulation

Thermal Insulation	Density (kg/m^3)	Specific Heat J/(kg*K)	Thermal Conductivity W/(m*K)	Melting Tempera ture (K)
Ceramic Fiber	160	1050	0.13	1873
Aerogel Blanket	180	1795	0.028	1473
Mineral Wool	200	850	0.12	1473

2.2.2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션을 통하여 총 3가지 경우의 결과를 확인하였다. 단열재로 세라믹 섬유를 적용한 경우, 모터의 최고 온도는 113.2℃로 모터의 허용 작동온도인 100℃는 약 946.32초에 도달하였다. 단열재로 에어로젤 블랭킷을 적용한 경우, 모터의 최고 온도는 111.5℃였으며 모터의 허용 작동온도인 100℃는 약 901.9초에 도달하였다. 단열재로 미네랄 울을 적용한 경우, 모터의 최고 온도는 113.2℃였으며 모터의 허용 작동온도인 100℃는 약 891초에 도달하였다.

따라서, 장기간(800초 이상)에서는 세라믹 섬유가 유리함을 확인하였다. 시간별 온도 변화는 그림 3과 같으며, 단면도는 그림 4와 같다.

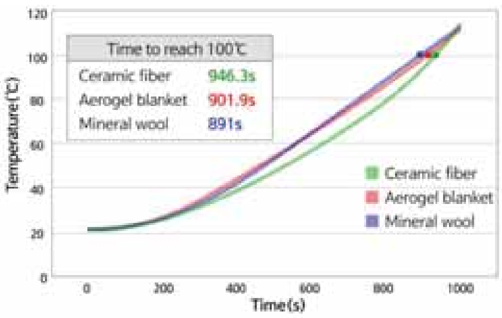


Figure 3. Temperature Change Graph by Thermal Insulation

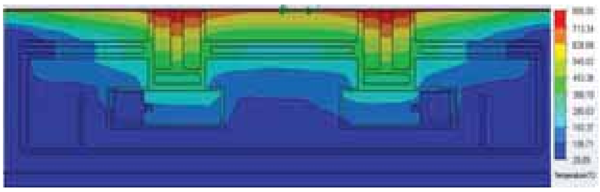


Figure 4. Heat Dissipation Simulation Cross Section

3. 결 론

본 연구에서는 V2G 기반 전기차 화재 진압을 위한 로봇의 방열 성능을 확보하고자, 다양한 단열재를 적용한 방열 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과, 세라믹 섬유, 에어로젤 블랭킷, 미네랄 울 순으로 방열 효과가 우수한 것으로 나타났으며, 평균 전기차 화재 진압 시간인 600초 내에서는 모든 단열재가 부품의 허용 작동온도를 유지하는 데 효과적이었다. 그러나 화재 진압 시간이 약 900~950초 이상 지연될 경우, 허용 작동온도를 초과할 수 있음을 확인하였다..

이러한 분석을 통해 로봇의 단열 설계에 있어 단열재 선택이 중요한 변수임을 확인하였으며, 세부 설계의 최적화를 통해 방열 성능을 보다 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 특히, 본 연구에서 제시한 방열 설계는 V2G 기반 전기차뿐만 아니라 리튬 이온 배터리를 사용하는 다양한 기기의 화재 진압 시스템에도 적용 가능성이 있으며, 추후 다양한 조건과 환경을 고려한 실증 연구를 통해 상용화 가능성을 더욱 높일 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (RS-2024-00442817).

참고문헌

[1] Fortune Business Insights. (2025). Electric Vehicle Market Size, Share, Trends & Growth Insights, 2032. https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/electric-vehicle-market-101678

[2] Dunn, B., & Williamson, A. (2022, September 27). Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression (Rev. 4). Southwest Research Institute. https://www.swri.org/ DOI: 10.4491/KSEE.2021.43.1.1

[3] CeraMaterials. (n.d.). Ceramic Fiber Blanket Technical Data Sheet. Retrieved from https://www.ceramaterials.com

[4] Kotov, E. V., Nemova, D., Sergeev, V., Dontsova, A., Koriakovtseva, T., & Andreeva, D. (2024). Thermal Performance Assessment of Aerogel Application in Additive Construction of Energy-Efficient Buildings. Sustainability, 16(6), 2398. DOI: 10.3390/su16062398

[5] International Atomic Energy Agency (IAEA). (2008). Thermophysical Properties of Materials for Nuclear Engineering: A Tutorial and Collection of Data. IAEA-THPH, Vienna.

이산화탄소 흡착이 가능한 PAN 기반 나노 섬유 공기 필터 연구

이태준[1], 박해빈[1], 신성욱[2], 민경택[3*]
[1]한국공학대학교 반도체공학부 학생
[2]한국공학대학교 IT반도체융합공학과 박사과정
[3*]한국공학대학교 반도체공학부 교수
e-mail : k.min@tukorea.ac.kr

Investigation of PAN-Based Nanofiber Air Filters for Effective Carbon Dioxide Adsorption

Tae Joon Lee[1], Haebin Park[1], Seong Uk Shin[2], Kyungtaek Min[3*]
[1]Student, Department of Semiconductor Engineering, Tech University of Korea
[2]PhD Student, IT Semiconductor Convergence Engineering Department, Tech University of Korea
[3*]Professor, Department of Semiconductor Engineering, Tech University of Korea

요 약

최근 산업 발전으로 에너지 수요가 급증하며 탄소 배출 감축보다 배출된 CO_2 를 줄이는 기술의 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 PAN(Polyacrylonitrile) 기반 나노섬유 멤브레인 공기 필터를 설계·제작하여 이산화탄소 흡착 성능을 확인하였다. 실험 결과, 이 멤브레인은 공기 중 CO_2 농도를 효과적으로 감소시키며 환경 친화적 정화 시스템으로서의 가능성을 입증하였다.

1. 서론

산업화의 급격한 발전은 온실가스, 특히 CO_2 의 대기 중 농도를 지속적으로 상승시키고 있다[1,2]. 이러한 문제 해결을 위해 DAC(Direct Air Capture) 시스템과 같은 후처리형 탄소 포집 기술이 대두되고 있으며, 이와 함께 흡착 효율이 높고 친환경적인 소재의 필요성이 커지고 있다[3].

본 연구는 고분자 기반의 PAN(Polyacrylonitrile)을 활용하여 고성능 이산화탄소 흡착 필터 소재를 개발하고, 공기 중 CO_2 제거 효율을 실험적으로 검증하는 것을 목적으로 한다.

2. 섬유제작 및 평가

PAN의 분자 구조에는 극성기인 니트릴기(-CN)가 다량 존재하여 CO_2 와의 정전기적 상호작용 및 수소결합을 유도함으로써 우수한 흡착 특성을 나타낸다. 또한, 이를 통해 제작된 나노섬유는 수백 나노미터 수준의 균일한 직경과 얽힌 섬유망 구조를 형성하여 높은 비표면적과 공극률을 확보할 수 있다. 이러한 구조적 특성은 기체 분자와의 접촉 면적을 극대화하여 이산화탄소의 빠른 확산 및 흡착에 유리하게 작용된다. 이러한 이유로 본 연구에서는 이산화탄소 흡착 성능이 기대되는 전기방사 PAN 나노섬유 멤브레인을 공기 정화 필터 소재로 채택하였다.

2.1. 제작방법

본 연구에서는 이산화탄소 흡착용 공기 필터 소재로 활용하기 위해, PAN(평균 분자량 150,000 g/㏖)을 기반으로 한 전기 방사용 고분자 용액을 제조하였다. PAN은 유기 용매인 DMF(99.5%, Sigma-Aldrich)에 9.9wt%의 비율로 첨가하였으며, 실온(25℃)에서 자석 교반기(Magnetic Stirrer)를 사용하여 12시간 이상 교반함으로써 균일한 점성을 갖는 고분자 용액을 얻었다.

제조된 용액은 10㎖ 주사기에 장착한 후, 주사기 펌프를 이용해 0.8 ㎖/h의 속도로 일정하게 주입하였다. 전기방사 장치는 고전압 전원장치(최대 출력 30 ㎸), 스테인리스 스틸 노즐(내경 0.6 ㎜), 알루미늄 수집판으로 구성하였으며, 노즐과 수집판 간의 거리는 10 ㎝로 설정하였다. 방사 중 노즐에는 18 ㎸의 전압을 인가하였으며, 섬유는 공기 중에서 용매가 자연 증발되면서 나노섬유 형태로 수집판에 형성되었다. 전기 방사 과정은 상대습도 30%, 온도 25℃의 조건에서 수행되었으며, 형성된 섬유는 Figure 1 같이 직경 약 200~400 ㎚ 범위의 균일한 나노섬유로 확인되었다.

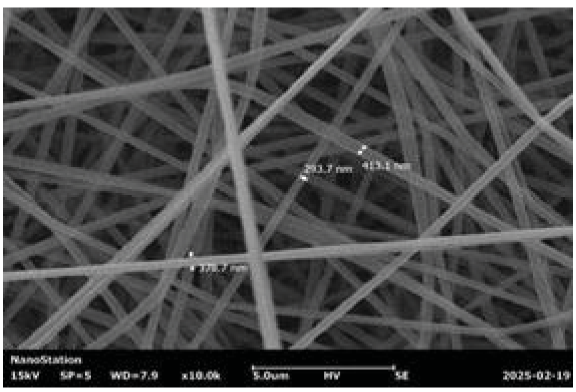


Figure 1. SEM image of PAN-based Nanofiber

3. 실험 및 결과

이산화탄소 흡착 성능을 평가하기 위해, 제작된 PAN 나노섬유 멤브레인은 아크릴 재질의 밀폐형 챔버(부피: 33 ㎤, 내부 공기 순환 가능)에 장착하였다. 초기 CO_2 농도는 5,000 ppm으로 설정하였으며, 멤브레인은 챔버 중앙에 고정된 지지대에 부착하였으며, 대조군으로는 멤브레인을 넣지 않은 동일 조건의 챔버를 병행하여 비교 실험을 수행하였다. CO_2 농도는 NDIR(Non- Dispersive Infrared) 방식의 가스 분석기를 사용하여 6초 간격으로 측정하였다.

3.1. 실험결과

측정 결과, PAN 나노섬유 멤브레인을 적용한 실험군에서는 15분 이내에 초기 주입된 CO_2 0.2 ㎎이 완전히 제거되었으며, 동일 조건의 대조군에서는 농도 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 본 멤브레인이 짧은 시간 내에도 유의미한 수준의 이산화탄소 흡착 효과를 발휘함을 의미하며, 실질적인 공기 정화 필터로서의 기능성을 입증하는 결과로 해석할 수 있다.

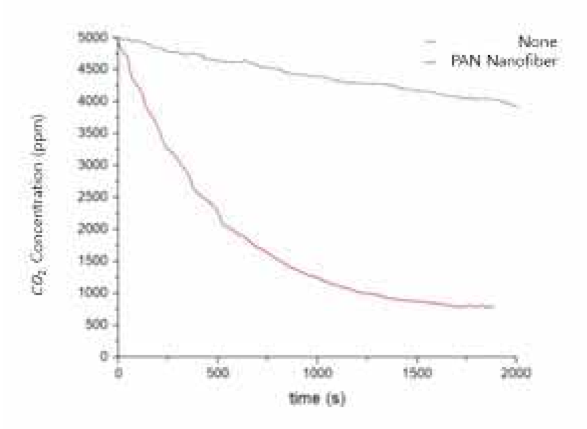


Figure 2. CO_2 adsorption performance of PAN nanofibers

3.2. 분석 및 고찰

PAN 기반 나노섬유 멤브레인의 높은 비표면적과 다공성 구조는 이산화탄소 분자의 빠른 확산과 물리적 흡착을 유도하는 데 효과적이었다. 또한, 본 멤브레인은 공기 흐름에 대한 저항이 낮아 실내 공기 순환 환경에서도 효율적인 CO_2 제거가 가능하다.

4. 결론

본 연구를 통해 전기방사 방식으로 제작된 PAN 기반 나노섬유 멤브레인이 높은 CO_2 흡착 성능을 갖춘 공기 정화 필터 소재로서의 가능성을 입증하였다. 나노섬유의 균일한 직경과 얽힌 구조는 기체와의 접촉 면적을 극대화하여 빠른 흡착을 유도하였으며, 실험 결과 15분 이내에 0.2 ㎎의 CO_2 를 효과적으로 제거하였다. 또한, 해당 멤브레인은 공기 흐름에 대한 저항이 낮아 실제 실내 공기 정화 시스템에 적용 가능성이 높다. 향후 연구에서는 장기적 내구성 및 재사용 가능성, 타 소재와의 복합화 등을 통해 성능을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE) (Training DX-based carbon supply network environmental experts).

참고문헌

[1] D. W. Jung. (2018). Preparation of activated carbon nanofiber for low level CO2 capture. Unpublished master's thesis, Kyung Hee University, Seoul, South Korea.

[2] S. H. Hwang. (2016). Preparation and characterization of activated carbon fiber for CO2 capture. Master's thesis, Kyung Hee University.

[3] S. B. Jeon, H. C. Jeong, S. H. Kim & K. B. Lee (2018). Study on the Effect of Double Layer Structure for Amine-Silica CO2 Adsorbent to enhance Physical and Chemical Stability, The Korean Society for Energy, 246

이산화탄소 포집을 위한 PAN 기반 나노 섬유 필터의 탄화에 관한 연구

박해빈[1], 이태준[1], 신성욱[2], 민경택[3*]
[1]한국공학대학교 반도체공학부 학생
[2]한국공학대학교 IT반도체융합공학과 박사과정
[3*]한국공학대학교 반도체공학부 교수
e-mail : k.min@tukorea.ac.kr

Research on the Carbonization of PAN-Based Nanofiber Air Filters for CO_2 Capture

Haebin Park[1], Tae Joon Lee[1], Seong Uk Shin[2], Kyungtaek Min[3*]
[1]Student, Department of Semiconductor Engineering, Tech University of Korea
[2]PhD Student, IT Semiconductor Convergence Engineering Department, Tech University of Korea
[3*]Professor, Department of Semiconductor Engineering, Tech University of Korea

요 약

온실가스가 환경에 미치는 악영향을 막기 위해, 전 세계가 탄소 배출량 감축에 노력을 기울이고 있다. 산업공정에서 발생하는 이산화탄소의 감축 및 실내 공기질 개선에 폭넓게 활용할 수 있는 PAN(Polyacrylonitrile) 기반 탄화 나노섬유 필터를 제작하여 그 성능을 확인하고, 공기 중 이산화탄소를 줄이고자 하였다.

1. 서론

산업의 발전으로 에너지 수요가 증가하며 이산화탄소 발생량이 급증하였다. 이는 기후변화를 가속시키며 환경과 생태계에도 악영향을 미친다. 지난 2015년 파리 기후 협정이 체결되었으나, 모든 국가가 탄소 배출량 감축에 적극적으로 동참하지는 않고 있다. 따라서 이미 배출된 탄소를 직접 포집하여 공기 중 이산화탄소 농도를 낮추는 DAC(Direct Air Capture) 기술과 CCUS(Carbon Capture, Utilization, and Storage) 기술이 해결책으로서 제시되었다.

아민 기반의 흡착제는 이산화탄소 선택성과 흡착 성능이 우수하나, 아민 증발로 인한 손실과 산화를 통한 비활성화 등 물리적, 화학적 안정성이 떨어지는 문제가 있다[1]. 또한 인체에 유해한 독성 물질로서 실내 공기 정화를 위한 제품으로써 개발 및 활용되기에 어려움이 있다.

이를 대체하기 위해 개발한 PAN(Polyacrylonitrile) 기반 나노섬유 멤브레인 필터는 무독성이지만, 물리적 흡착만이 가능하므로 효율과 선택성이 다소 떨어진다. 이에 Urea를 추가하고 탄화하는 방법으로 물리적, 화학적 흡착이 모두 가능한 필터를 개발하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. PAN 기반 나노섬유 탄화

Urea를 포함한 PAN 섬유를 탄화하면 질소 작용기가 도입되어 이산화탄소 흡착 효율을 증가시킬 수 있으며, 탄화 과정에서 섬유의 비표면적이 증가하여 이산화탄소와 나노섬유 표면 간 반응이 활발해진다[2,3]. Urea가 첨가된 PAN 용액을 전기 방사하여 얻은 나노섬유 필터를 공기 분위기의 퍼니스에 넣고, 200℃-250 ℃ 하에서 1시간 동안 안정화 및 탄화하였다.

2.2. 섬유 비표면적 비교

SEM을 통해 섬유 굵기를 확인한 결과, 탄화 후 나노섬유의 직경이 감소하여 비표면적이 증가하였음을 확인하였다. 탄화 후의 나노섬유 필터는 일반 나노섬유 필터에 비해 이산화탄소 포집 성능이 우수할 것으로 예측된다.

2.3. 흡착 성능 비교

내부 이산화탄소 농도가 5000 ppm인 밀폐된 챔버 안에 필터를 넣고 공기를 순환시켜 시간에 따른 이산화탄소 농도 변화를 관찰하여 그 결과를 아래 그래프로 나타내었다.

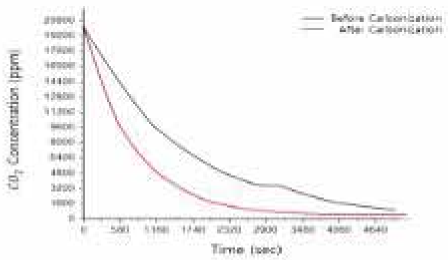


Figure 1. CO_2 adsorption performance of PAN nanofibers before (black solid line) and after carbonization (red solid line)

공기 정화 실험을 수행한 결과, 일반 섬유 필터에 비해 탄화 섬유 필터의 이산화탄소 포집 성능이 우수함을 확인하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 PAN 나노섬유를 탄화함으로써 이산화탄소 흡착 성능을 개선하고자 하였다. 전기방사된 PAN 나노섬유를 200℃-250 ℃ 하에서 안정화 및 탄화하였으며, 탄화 후 나노섬유의 직경이 약 271~612 ㎚에서 112-225 ㎚로 감소하여 비표면적이 증가한 것을 확인하였다. 또한 밀폐 챔버 내 공기 순환실험 결과, 탄화 나노섬유 필터를 사용한 경우 이산화탄소 농도가 일반 PAN 나노섬유를 사용한 경우보다 가파르게 감소하는 것을 확인하였다. 산업 공정 중 발생하는 이산화탄소의 감축 및 실내 공기 질 개선에 흡착 성능을 개선한 탄화 나노섬유 필터의 활용을 기대할 수 있다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE) (Training DX-based carbon supply network environmental experts).

참고문헌

[1] S. B. Jeon, H. C. Jeong, S. H. Kim & K. B. Lee (2018). Study on the Effect of Double Layer Structure for Amine-Silica CO2 Adsorbent to enhance Physical and Chemical Stability, The Korean Society for Energy, 246

[2] D. W. Kim (2017). Preparation and characterization of electrospun nanofibrous adsorbents for CO2 capture. Unpublished master's thesis, Kyung Hee University, Seoul, South Korea.

[3] S. H. Hwang. (2016). Preparation and characterization of activated carbon fiber for CO2 capture. Master's thesis, Kyung Hee University.

ESG 공시등급 자동화 기반 기업 지속가능경영 전략 내 영향 분석

김태연[1*], 신성욱[1], 박종태[2], 문덕영[3]
[1]한국공학대학교 탄소중립혁신센터
[2]㈜태산솔루젼스
[3]한국폴리텍대학교
e-mail : seonk6221@tukorea.ac.kr

Analysis of the Impact on Corporate Sustainable Management Strategies based on Automation of ESG Disclosure Ratings

Shin, Seong Uk[1*], Jeong, Jae Oak[2], Moon Duk Young[3]
[1]Carbon Neutral Innovation Center, Tech. University of Korea
[2]Taesan Solutions. Co., Ltd.
[3]Korea Polytech University

요 약

기업의 ESG 정보공개 수준이 투자자 평가와 내부 의사결정 체계에 어떤 영향을 미치는지, 신호 이론과 정당성 이론의 관점에서 실증적으로 검증하고자 하였다. CDP 공시 자동화 도입 후 T사의 주가가 35% 상승(동기간 경쟁사 S사는 25% 하락)하고, 외국인 지분율도 0.8%에서 3.4%로 증가하였으며, 이사회 안건으로 ESG 경영 현황 보고가 신규 상정되는 등 투자자 신뢰 및 내부 제도 모두에서 긍정적 변화가 확인되었다.

1. 서론

최근 기후위기 대응과 이해관계자 요구 증대로 기업의 ESG(환경·사회·지배구조) 성과 공시와 평가(CDP 등급 등)가 경영의 핵심 과제로 부상하였다. 기업들은 지속가능경영 전략을 강화하고 이해관계자와의 신뢰 구축을 위해, 탄소정보공개프로젝트(CDP) 등급 관리 및 실시간 탄소배출량 모니터링 등 내부 역량을 높이고 있다. 특히 ESG 공시등급을 내부에서 자동 산정하는 디지털 도구의 도입은 기업 의사결정에 ESG 정보를 통합하고 외부 커뮤니케이션의 투명성과 신뢰성을 높이는 방안으로 주목받는다.

본 연구는 이러한 맥락에서 ESG 공시등급(CDP) 내부 산정 자동화 도구가 기업의 지속가능경영 전략과 대외 커뮤니케이션에 미치는 영향을 신호이론과 정당성 이론의 관점에서 분석하는 것을 목적으로 한다.

2. 본론

2.1. 연구 설계와 변수

2.1.1 연구 대상 및 기간

본 연구는 비금융 중견기업 T사가 2023년 7월에 CDP 등급 자동 산정 시스템(이하 'CDP 공시 자동화')을 도입한 사례에 주목하여, ESG 공시 자동화가 투자자 반응과 기업 내부의 ESG 정책 변화에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다. 연구 대상 기간은 도입 시점을 기준으로 전후 12개월에 해당하는 2023년 7월부터 2024년 6월까지로 설정하였다. 더불어, 비교 집단으로 동일 업종에 속한 경쟁사 S사를 선정함으로써 ESG 공시 자동화 도입 효과의 상대적 크기와 방향성을 확인하고자 하였다.

2.1.2 변수 정의 및 자료 수집

본 연구에서는 독립변수로 ESG 정보공시 수준을 나타내는 대표적인 지표인 CDP 등급을 활용하였다. 이는 T사가 공식적으로 제출한 CDP 설문 응답서를 기반으로 측정되며, 도입 전후 등급 변화를 중심으로 실증분석을 수행하였다. 종속변수는 투자자 반응 지표와 내부 ESG 정책 지표로 구분하였다. 먼저 투자자 반응은 CDP 공시 자동화 도입 전후 6개월간의 주가 수익률 변화와 외국인 지분율 변화를 통해 파악하였으며, 이를 위해 Bloomberg가 제공하는 주가 및 지분 데이터를 활용하였다. 내부 ESG 정책 변화는 ESG 관련 이사회 안건이 전체 안건에서 차지하는 비중과, 환경성과와 관련된 정량 목표(예: 온실가스 감축률 등)의 수립 여부를 기준으로 파악하였고, 이 자료는 T사의 사업보고서와 이사회 의사록을 참고하여 수집하였다. 이렇게 수집된 정량 지표를 바탕으로, CDP 공시 자동화 도입 전후의 변화를 비교·분석하여 ESG 공시 자동화가 시장 평가와 내부 의사결정 체계 모두에 미치는 영향을 다각도로 검증하였다.

2.2 도입 영향 분석

T사의 ESG 공시 자동화 사례를 바탕으로 신호이론과 정당성 이론의 관점에서 도입 효과를 분석하면 다음과 같

은 결과가 도출된다.

2.2.1 투자자 반응: 신호 이론 관점

CDP 공시 자동화 도입이 투자자에게 미친 영향을 신호 이론의 관점에서 분석한 결과, 도입 후 6개월간 T사의 주가는 약 35% 상승하였다. 반면 동일 기간 동안 비교 대상인 S사의 주가는 25% 하락하여, ESG 공시 수준의 개선이 투자자들에게 긍정적인 가치 신호로 작용하였음을 보여준다. 또한 T사의 외국인 지분율은 도입 전 0.8%에서 도입 후 3.4%로 약 2.6%포인트 증가하였는데, 이는 ESG를 중시하는 장기적 투자 성향의 투자자들이 자본시장에서 T사로 자금을 이전했음을 시사한다. 이 같은 결과는 기업이 ESG 정보공개의 신뢰도와 투명성을 높임으로써 정보 비대칭을 해소하고, 시장에서 유리한 평가를 이끌어낼 수 있다는 신호 이론의 주장을 지지한다.

2.2.2 내부 정책 변화: 정당성 이론 관점

정당성 이론의 관점에서 내부 변화를 살펴본 결과, T사는 2024년 5월 이사회에서 최초로 ESG 경영 현황 보고 안건을 공식 상정·의결하였다. 이는 과거에 ESG 관련 안건이 논의되지 않던 이사회에 새로운 의사결정 사안으로서 ESG 이슈가 진입하였다는 점에서 의미가 크다. 또한 비록 구체적인 온실가스 감축 목표치는 제시되지 않았으나, 자원순환, 에너지 절감, 용수 재활용 등 분야별 환경 목표를 수립하고 실행에 착수하였다. 이 같은 움직임은 ESG 공시 자동화가 단순히 보고 체계의 효율화를 넘어 조직 내부 의사결정 구조와 전략 체계 자체에 변화를 가져오며, 이해관계자의 기대에 부응하는 방식으로 조직의 정당성을 확보하기 위한 제도적 대응이 이루어졌음을 보여준다.

3. 결론

본 연구는 비금융 중견기업 T사가 2023년 7월 CDP 등급 자동 산정 시스템(이하 'CDP 공시 자동화')을 도입한 사례를 분석하여, ESG 공시 자동화가 투자자 반응과 내부 ESG 정책 변화에 미치는 영향을 신호 이론과 정당성 이론의 관점에서 검증하였다.

도입 후 6개월간 T사의 주가는 35% 상승(동기간 경쟁사 S사는 25% 하락)하고 외국인 지분율이 0.8%에서 3.4%로 증가하였으며, 이사회 안건으로 ESG 경영 현황 보고가 공식 상정·의결되었다. 이는 ESG 정보공개 역량 강화가 자본시장에서 긍정적 가치 신호를 발산함과 동시에, 내부 의사결정 구조와 전략 체계에 실질적 변화를 유도함을 보여준다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20224000000200).

참고문헌

[1] Carnini Pulino, S., Ciaburri, M., Magnanelli, B. S., & Nasta, L. (2022). Does ESG disclosure influence firm performance? Sustainability, 14(13), 7595. DOI: 10.3390/su14137595

[2] Choi, J. S., & Noh, J. H. (2016). Usefulness of voluntarily disclosed carbon emissions information. Hoegyegy Hakyeongu, 41(6), 105–157.

[3] Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. Management Science, 60(11), 2835–2857.

[4] Ioannou, I., & Serafeim, G. (2017). The consequences of mandatory corporate sustainability reporting (Harvard Business School Research Working Paper No. 11-100). Harvard Business School.

[5] Itan, I., Sylvia, S., Septiany, S., & Chen, R. (2025). The influence of environmental, social, and governance disclosure on market reaction: Evidence from emerging markets. Discover Sustainability, 6, 347. DOI: 10.1007/s43621-025-01085-0

[6] Jiang, L., Chang, Z., Yao, W., Huang, L., & Zhou, S. (2024). Transcend local for global: ESG as a legitimacy signal in the global expansion of emerging multinational enterprises. Finance Research Letters, 69, 106174. DOI: 10.1016/j.frl.2024.106174

[7] Seonwoo, H. Y., Lee, S. H., Lee, W. J., & Lee, I. H. (2022). The usefulness of material disclosure on ESG activities. Hoegyegy Hakyeongu, 47(6), 59–86.

팜유 슬러지 기반 바이오디젤 생산 시 온실가스 감축량 연구

김재현[1], 김태연[1], 박승호[2], 백영순[3*]
[1]한국공학대학교 탄소중립·AI융합공학과 학생
[2]에스이피협동조합 선임연구원
[3]수원대학교 환경에너지공학과 교수
e-mail : thfqks24@gmail.com

Quantitative Study on Greenhouse Gas Reduction in Biodiesel Production Based on Palm Oil Sludge

Jae-Hyeon Kim[1], Tae-Yeon Kim[1], Seung-Ho Park[2], Young-Soon Baek[3*]
[1]Student, Department of Carbon Neutrality and AI Convergence Engineering, Tech University of Korea
[2]Senior Researcher, SEP Cooperative
[3*]Professor, Department of Environmental Energy Engineering, University of Suwon

요 약

본 연구는 팜유 부산물 중 슬러지를 촉매로 전이 에스테르화 반응시켜 바이오디젤을 생산하여, 기존 슬러지의 매립 처리 및 디젤 연료 사용으로 인한 온실가스 배출을 동시에 회피하고자 한다.

1. 서론

2024년, 세계 평균 기온은 산업화 이전 대비 1.5°C를 초과한 역대 최고치 1.55°C의 상승치를 기록하며 파리협정의 기후목표가 위협받고 있다[1]. 이에 따라 국제사회는 온실가스 감축을 위한 기술적 · 제도적 노력을 강화하고 있다. 그 중에서도 재생에너지는 화석연료를 대체함으로써 온실가스 배출 저감에 직접적인 기여를 하고 있으며, 태양광, 풍력, 바이오에너지 등 다양한 형태로 전 세계적으로 확대 적용되고 있다. 특히 말레이시아를 포함한 팜유 산업국에서는 팜유 생산 과정에서 발생하는 다량의 부산물이 적절히 활용되지 못하고 대부분 버려지거나 낭비되고 있는 실정이다[2]. 본 연구에서는 그 중 팜유 슬러지를 바이오디젤로 전환하여, 기존 디젤 연료 및 폐기물 매립 처리에 의한 온실가스 배출을 저감할 수 있는 가능성을 정량적으로 분석하였다.

2. 연구 내용

2.1. 팜유슬러지 바이오디젤 전환

본 연구에서는 기존에 방치되는 Palm Oil Sludge(POS)를 그림 1과 같이 건조 후 촉매를 통한 반응 및 분리 공정을 거쳐 바이오디젤을 생산하며, 이에 따른 온실가스 감축량을 계산하고자 한다.

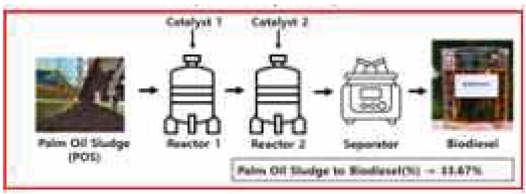


Figure 1. 팜유 슬러지 바이오디젤 생산 시스템

팜유 생산 공정 시 시간당 30톤 팜 FFB(Fresh Fruit Bunch)를 연간 4,800시간을 운영하는 중규모의 공장에서 연간 약 22,768톤의 POS가 발생한다[2,3]. 그림 1의 사업 공정에서 POS 기반 바이오디젤 생산 시 바이오디젤 전환율이 33.67%기준, 연간 7,665톤의 바이오디젤을 얻을 수 있다.

2.2. 방법론 기반 온실가스 감축량 산정

본 연구에서는 기존 디젤 연료 대체 온실가스 감축량을 UNFCCC의 수송용 바이오디젤 방법론인 AMS.III.AK(수송 분야 적용을 위한 바이오디젤 생산과 사용)과 AM0039("Methane emissions reduction from organic waste water and bioorganic solid waste using co-composting)를 이용하여 온실가스 감축량을 계산한다[4,5].

2.2.1 AMS.III.AK

운송용 바이오 연료 생산, 바이오 연료는 지정 농장에서 재배된 바이오매스 잔재물 및 폐유/지방에서 재생 가능한 바이오매스를 사용함으로써 차량/운송에서 연소를 위한 탄소 집약적인 화석연료를 대체 하였으며, 이에 따른 온실가스 감축량은 식(1)으로 계산하였다.

$$BE_{y,1} = BF_y \times NCV_{BF,y} \times EF_{CO2,FF,y} \tag{1}$$

$BE_{y,1}$: 디젤 연료 사용 시 연간 베이스라인 배출량
BF_y : 바이오 디젤의 양(7,665 ton)
$NCV_{BF,y}$: 바이오디젤의 발열량(37 GJ/ton)
$EF_{CO2,FF,y}$: 바이오디젤의 CO_2 배출계수(0.07 tCO_2/GJ)

식(1)으로부터 화석연료 기반 디젤 7,665톤 사용 회피 시 21,130 tCO_2e의 온실가스 감축할 수 있음을 확인하였다.

$$PE_y = \sum_s \left[\begin{matrix} FP_{BF,s,y} \times AF_{1,y} \\ \times \begin{pmatrix} PE_{TR,s,y} + PE_{BP,s,y} + \\ PE_{MeOH,y} + AF_{2,s,y} \times PE_{BC,s,y} \end{pmatrix} \end{matrix} \right] \tag{2}$$

PE_y : 바이오디젤 생산 시 연간 프로젝트 배출량
$FP_{BF,s,y}$: 원료 s로부터 생산된 바이오연료 양(7,665 ton)
$AF_{1,y}$: 바이오연료 생산에 대한 할당계수(0.27)
$PE_{TR,s,y}$: 원료 s 및 바이오연료 운송 배출량(0 tCO_2e/ton)
$PE_{BP,s,y}$: 원료 s 바이오연료 생산 배출량(0.22 tCO_2e/ton)
$PE_{MeOH,y}$: 반응 공정 사용된 메탄올 배출량(0.14 tCO_2e/ton)
$AF_{2,s,y}$: 원료 s 경작 할당 계수 (0)
$PE_{BC,s,y}$: 원료 s 토지 경작 배출량 (0tCO_2e/ton)

AMS.III.AK에 의거한 식 (2) 및 산출된 각 변수를 통해 프로젝트 배출량을 산출하였으며, 계산된 값은 연구 결과에서 서술하였다.

$$LE_y = LE_{BR} + LE_{MeOH,y} - LE_{FF,y} \tag{3}$$

LE_y : 바이오디젤 생산 시 연간 누출 배출량
LE_{BR} : 폐유/지방, 바이오매스 잔재물의 기존 용도 대체로 발생된 누출 배출량(0 tCO_2e)
$LE_{MeOH,y}$: 메탄올 생산 누출 배출량(47.6 tCO_2e)
$LE_{FF,y}$: 화석연료 생산 간접 배출 감소 누출량(0 tCO_2e)

AMS.III.AK에 의거한 식 (3) 및 산출된 각 변수를 통해 누출 배출량을 산출하였으며, 계산된 값은 연구 결과에서 서술하였다.

2.2.2 AM0039

유기성 폐수 및 고형 유기성 폐기물의 공동퇴비화를 통한 메탄저감 사업은, 기존의 개방형 혐기성 매립(landfilling) 및 폐수 저장조(lagoon) 등에서 발생하는 메탄을 방지하기 위해, 유기성 폐기물을 통제된 환경에서 호기성 처리(co-composting)하는 방식으로 진행된다. 이러한 방식은 기존 베이스라인 시나리오(매립을 통한 혐기성 분해)에서 발생하는 메탄 배출을 회피하는 방법이며, 식(4)을 통해 폐기물 매립 시 베이스라인 배출량($BE_{y,2}$)을 산정하였다.

$$BE_{y,2} = BE_{CH_4,WW,y} + BE_{CH_4,SW,y} + BE_{CO_2,Trans,y} + BE_{CO_2,FF,y} + BE_{CO_2,Elec,y} \tag{4}$$

$BE_{y,2}$: 폐기물 매립 시 베이스라인 배출량
$BE_{CH4,WW,y}$: 기존 개방형 석호, Lagoon 메탄 배출량(0 tCO_2e)
$BE_{CH4,SW,y}$: 유기 고형물 부패 시 메탄 배출량(44,484.36 tCO_2e)
$BE_{CO2,Trans,y}$: 폐수 · 폐기물 운송 CO_2 배출량(0 tCO_2e)
$BE_{CO2,FF,y}$: 화석 연료 사용 CO_2 배출량(0 tCO_2e)
$BE_{CO2,Elec,y}$: Grid 전력 소비 CO_2 배출량(0 tCO_2e)

3. 연구 결과

본 연구에서 정량적으로 분석한 결과, 방법론 AMS.III.AK의 베이스라인 배출량($BE_{y,1}$)은 21,130 tCO_2e, 프로젝트 배출량(PE_y)은 730 tCO_2e, 누출 배출량(LE_y)은 48 tCO_2e으로 산출되었다. 방법론 AM0039의 베이스라인 배출량($BE_{y,2}$)은 44,484 tCO_2e으로 산출되었다. 따라서, 연간 온실가스 감축량(ER_y)은 식(5)에 따라 64,836 tCO_2e/yr으로 산출되었다.

$$ER_y = (BE_{y,1} + BE_{y,2}) - PE_y - LE_y \tag{5}$$

Table 1. 온실가스 감축량 산정 결과

항목	배출량 (tCO_2e/yr)	비고
$BE_{y,1}$	21,130	디젤 회피
$BE_{y,2}$	44,484	매립 회피
PE_y	730	프로젝트 배출
LE_y	48	누출 배출
ER_y	64,836	총 감축량

4. 결 론

본 연구에서는 POS 기반 바이오디젤 생산을 통해 온실가스를 다각적으로 감축하였다. CDM 방법론을 적용한 정량 분석 결과, FFB 기준 연간 14.4만톤 생산 규모에서 약 64,836 tCO_2e/yr의 온실가스 감축이 가능함을 확인하였다. 추가적으로, 본 공정은 POS에서 바이오디젤로 전환된 수율은 약 33.67%로 추정되며, 열대국가 팜 생산단지에서의 탄소 감축 활용 가능성이 확인되었다. 이를 2016/2017 시즌의 연간 전세계 팜유 생산량인 6,450만톤의 팜유(Palm Oil) 생산 규모를 기준으로 확산 적용시, 약 1.5억 tCO_2e의 온실가스 감축 잠재력이 확인되었다[6]. 따라서, 본 연구에서는 팜유 슬러지 등의 부산물을 통한 자원화가 탁월한 온실가스 감축 효과를 가지고 있음을 정량적으로 입증하였다.

Acknowledgments

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20224000000200).

참고문헌

[1] WMO. (2025). WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level
[2] W. P. Q. Ng, H. L. Lam, F. Y. Ng, M. Kamal, & J. H. E. Lim. (2012). Waste-to-wealth: Green potential from palm biomass in Malaysia. Journal of Cleaner Production, 34, 57-65.
[3] R. Kramanandita, T. Bantacut, M. Romli & M. Makmoen. (2014). Utilization of Palm Oil Mills Wastes as Source of Energy and Water in the Production Process of Crude Palm Oil. Chemistry and Materials Research, 6(8), 46-53.
[4] UNFCCC. CDM. AMS.III.AK. (2018) Biodiesel production and use for transport applications. Version 3.0
[5] UNFCCC. CDM. AM0039. (2012). Methane emissions reduction from organic waste water and bioorganic solid waste using co-composting. Version 2.0
[6] CME Group. (2017). Palm Oil Outlook: March 2017 - The Hightower Report. Palm Oil Market Faces Future Supply Increase

대학생의 비교과에 대한 은유 분석 연구

윤지원*
*창신대학교 카리스교양대학 교수
e-mail : jwyoon@cs.ac.kr

A Metaphor Analysis of University Students' Perceptions of Non-Curricular Programs

Ji-Won Yoon*
*Professor, CHARIS College Liberal Arts, Changshin University

요 약

본 연구는 대학생 148명의 은유 표현을 분석하여 비교과 활동에 대한 인식을 다섯 가지 범주(자기주도성, 성장, 학습 확장, 정서적 만족, 실용성)로 도출하였다. 비교과는 단순 보완이 아닌 학습자의 삶과 연결된 다차원적 경험으로 해석되었다. 연구는 비교과 기획 시 학습자 중심의 정성적 접근 필요성을 제언한다.

1. 서론

대학 교육과정은 전통적으로 정규 교과 중심으로 구성되어 왔지만, 오늘날의 고등교육은 학생 개개인의 역량 개발을 위한 다양한 비교과를 포함하면서 점차 그 영역을 확장해 가고 있다. 비교과 프로그램은 진로 탐색, 인성 개발, 공동체 활동 등 학습자의 전인적 성장을 지원하는 핵심 요소로 자리매김하고 있으며, 이러한 프로그램의 효과성과 필요성에 대한 연구도 꾸준히 증가하고 있다. 이에 본 연구는 비교과 프로그램에 대한 대학생의 인식을 탐색하기 위하여 은유 분석 방법을 적용하고자 한다. 이를 통해 정량적 지표로는 드러나지 않는 학생의 감정, 기대, 태도 등을 언어적으로 포착함으로써 비교과 기획 및 개선을 위한 심층 자료를 제공하고자 한다.

연구 질문: 대학생은 비교과 프로그램을 어떤 은유로 표현하고 있는가?

2. 이론적 배경

2.1. 비교과의 개념과 중요성

비교과는 정규 교과 외에서 제공되는 다양한 자율적 활동으로, 학점이 부여되지 않지만 학습자의 핵심역량 함양에 중요한 역할을 수행한다[1]. 교과 중심의 지식 전달 방식으로는 한계가 있는 사회적 소통능력, 실천적 진로탐색, 디지털 활용 역량 등을 보완해 주는 교육 수단으로써 비교과는 대학의 교육 이념과 연계하여 다양하게 설계되고 운영되고 있다.

2.2. 은유 분석의 교육적 활용

은유(Metaphor)는 단지 언어적 표현이 아니라 인간의 사고와 개념 형성을 반영하는 인지적 구조이다[2]. 교육 맥락에서 은유는 학습자의 경험과 인식을 상징적으로 드러내는 수단으로 활용될 수 있으며, 특히 학습자 중심의 교육과정 개발, 교수자 피드백, 학습동기 유발 등 다양한 측면에서 적용 가능성이 크다.

은유 분석은 비교과 활동에 대한 학습자의 인식을 심층적으로 이해할 수 있는 유효한 도구로서, 정량적 만족도 평가로는 드러나지 않는 개인적 경험과 감정을 해석할 수 있는 방법론적 대안을 제공한다.

3. 연구 방법

3.1. 연구 설계

본 연구는 대학생이 인식하는 비교과 프로그램의 의미를 은유 표현을 통해 탐색하고, 그 안에 내포된 사고 구조와 정서적 함의를 도출하기 위한 질적 탐색 연구이다. 비교과 프로그램을 어떠한 방식으로 해석하고 경험하는지를 학생 스스로 표현하게 함으로써, 대학생의 비교과 경험에 대한 인식 지형을 드러내고자 하였다.

3.2. 연구 참여자

연구 대상은 경남 창원의 C대학교에 재학 중인 1학년 학생으로, 총 148명의 학생이 참여하였다. 여학생 91명(61.5%), 남학생 57명(38.5%)으로 여학생의 비율이 더 높게 나타났다. 참여자는 모두 비교과 프로그램에 참여한 경험이 있는 자를 대상으로 하였다.

3.3. 자료 수집 방법

자료는 개방형 온라인 설문지를 통해 수집되었으며, 은유

유도를 위한 문항은 다음과 같이 구성되었다.

“비교과는 나에게 ( )이다. 왜냐하면 ( )기 때문이다.”

응답자는 자유롭게 빈칸을 작성하였고, 은유 표현과 그 이유에 대한 서술을 통해 비교과에 대한 인식과 경험을 자연스럽게 드러내도록 하였다.

4. 연구 결과

4.1. 은유 빈도 분석

총 148명의 응답에서 111개의 고유 은유 표현이 수집되었으며, 중복 응답을 포함한 상위 빈도는 다음과 같다.

Table 1. 은유 표현(3회 이상 빈도)

은유 표현	빈도 수	은유 표현	빈도 수
선택	5회	조미료(향신료)	4회
경험	5회	여행	3회
운동	4회	아르바이트	3회

그 외에도 ‘휴대폰’, ‘반찬’, ‘선물상자’, ‘성장’, ‘디저트’, ‘무지개’, ‘계단’ 등 다채로운 은유들이 등장하였다.

4.2. 대표 은유별 응답 예시

Table 2. 은유 표현에 대한 응답 예시

은유 표현	응답 예시
선택	프로그램을 내가 직접 선택할 수 있기 때문
경험	다양한 활동을 해 보고 여러 경험을 할 수 있기 때문
운동	꾸준히 하면 결과가 눈에 보이기 때문
조미료	조미료가 음식의 맛을 더 풍부하게 해 주는 것처럼, 비교과는 대학생활을 더욱 알차고 풍성하게 해 주기 때문
여행	다양한 경험을 해 볼 수 있기 때문
아르바이트	시간을 들이면 경험과 보람, 장학금까지 얻을 수 있기 때문

4.3. 은유 표현의 주제 범주화

은유 표현들을 의미상 유사성을 기준으로 다음과 같은 5가지 주제 범주로 유형화하였다.

1) 자기주도성과 경험의 탐색

– 주요 은유: 선택, 경험, 열쇠, 기회

– 해석: 능동적으로 참여 여부를 결정하고 선택할 수 있는 자율적 영역으로 인식

2) 성장과 도전의 과정

– 주요 은유: 운동, 계단, 퍼즐, 뜀틀

– 해석: 반복적인 시도, 성취의 누적을 통해 성장하는 경험으로 인식

3) 학습 확장과 경쟁력 강화

– 주요 은유: 조미료, 반찬, 생활기록부, 학원

– 해석: 비교과는 단순 보조가 아니라, 학습 경험의 질을 확장하고 대학 이후 삶의 경쟁력을 높여주는 통로로 인식

4) 정서적 만족과 관계 형성

– 주요 은유: 선물상자, 무지개, 힐링, 친구

– 해석: 비교과를 통해 정서적 안정, 관계 형성, 감정적 활력을 얻고 있는 것으로 인식

5) 실용성과 자원 획득

– 주요 은유: 아르바이트, 휴대폰, 에어팟, 이동수단

– 해석: 정보 습득, 경제적 혜택, 기회 포착, 실용적 기능을 수행하는 것으로 인식

5. 결론 및 제언

본 연구는 대학생이 인식하는 비교과 프로그램의 의미를 은유 분석을 통해 탐색하고, 이를 통해 학습자의 내면적 인식 구조와 비교과 활동의 교육적 함의를 규명하고자 하였다. 이를 위하여 경남 창원의 C대학교에 재학 중인 1학년 학생 148명을 대상으로 개방형 설문을 실시하였고, 은유 표현 및 그 이유에 대한 응답을 질적으로 분석하였다.

학생들은 비교과 프로그램을 총 111개의 다양한 은유로 표현하였으며, 이를 해석한 결과 다음의 다섯 가지 인식 범주가 도출되었다. 첫째, 비교과는 자기주도성과 경험의 탐색의 장으로 인식되었으며, 능동적으로 선택하고 다양한 활동을 경험하는 주체적 학습의 기회로 해석되었다. 둘째, 비교과는 성장과 도전의 과정으로, 반복적 참여와 시도 속에서 자신을 단련하고 성취를 도모하는 훈련의 장으로 인식되었다. 셋째, 비교과는 학습 확장과 경쟁력 강화의 수단으로, 교과 교육의 범위를 넘어 다양한 경험을 축적하고 진로 및 취업 역량을 강화하는 실천적 교육 자원으로 기능하고 있었다. 넷째, 비교과는 정서적 만족과 관계 형성의 공간으로, 감정적 위안을 제공하고 또래 및 공동체와의 관계를 통해 소속감을 고양시키는 역할을 수행하였다. 마지막으로, 비교과는 실용성과 자원 획득의 기회로, 장학금, 인증, 정보 습득, 진로 연결 등 실질적인 이익을 제공하는 기능적 자원으로 인식되었다.

이러한 결과는 비교과 프로그램이 단순한 보완 학습이나 역량 강화의 도구가 아니라, 학습자의 삶과 연결된 다차원적 교육 경험임을 보여주며, 기존의 정량 중심 접근을 넘어 정성적 이해를 기반으로 한 기획과 운영이 필요함을 시사한다.

본 연구는 대학생의 비교과 경험을 상징적으로 해석할 수 있는 은유 표현을 통해 비교과 활동의 다층적 의미와 교육적 함의를 도출하였으며, 실질적 정책 및 프로그램 개선을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

참고문헌

[1] J. W. Yoon. (2019). A study on the extracurricular education of competency-based for international students in the university of Korea, Pai Chai University.

[2] G. Lakoff & M. Johnson. (1980). The metapborical structure of the buman conceptual system, Cognitive Science, 4(2), 195-208.

수륙양용 차륜형 전술차량 연구개발 동향

이준식[1*], 김문경[1], 김동환[1], 박인화[2], 김하식[3]
[1*]창신대학교 항공정비기계학과 교수
[2]에스엠에이티(주) 연구소장
[3]티아이씨(주) 연구소장
e-mail : jslee@cs.ac.kr

Research and Development Trends: Amphibious Wheeled Vehicle

Jun-Sik Lee[1*], Moon-Kyung Kim[1], Dong-Hwan Kim[1], In-Hwa Park[2], Ha-Sik Kim[3]
[1*]Professor, Department of Aviation Maintenance & Mechanical Engineering, Changshin University
[2]Research Director, SMAT Co., Ltd.
[3]Research Director, TIC Co., Ltd.

요 약

육지와 수상에서 군사 작전이 가능한 수륙양용 차륜형 전술차량의 글로벌 시장 규모가 지속적으로 성장하고 있다. 우리나라는 수출용 차세대 차륜형 장갑차를 개발하여 수출하고 있으나, 대부분의 부품을 수입에 의존하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 국내외 차륜형 전술차량의 현황 및 연구 동향을 분석하여 기술 발전에 따른 모듈화 설계와 핵심 부품 국산화 방향을 제시하고자 한다.

1. 서론

수륙양용 전술차량(장갑차)는 육지와 수상 모두에서 작전이 가능한 다목적 기동성과 생존성을 갖춘 플랫폼으로 군사 작전 수행에서 중요한 역할을 한다. 군용 수륙양용차 시장 규모는 2024년 기준 3조 9천억원으로 추정되며, 2029년까지 5조 7천억에 달할 것으로 예측된다. 차륜형 장갑차는 베트남, 페루 등 해외시장에 진출하며 경쟁력을 확보하고 있으며 앞으로 K-방산 수출 확대가 예상된다. 하지만 현재 차륜형 장갑차는 단순 병력 수송의 개념을 벗어나 모듈화 설계를 통한 전투차량으로 진화하고 있다. 글로벌 방산 시장의 경쟁이 심화되고 있어 현대 전장 환경의 변화와 시장의 수요 증가에 발맞춰 최적화된 핵심 부품의 개발이 필수적이다. 글로벌 방산 시장에서 수륙양용 차량과 경량 장갑차의 수요가 확대 적용되는 초창기 단계로 막대한 투자와 첨단 기술력을 앞세운 국외 선진 기업에 견주어 향후 시장 선점을 위해 핵심 부품 개발이 필요하다. 이에 본 연구에서는 차세대 수륙양용 차륜형 전술차량의 연구 개발 동향을 분석하고 핵심 부품 개발의 방향을 제시하고자 한다.

2. 국내·외 차륜형 전술차량 현황

2.1. 수륙양용 차륜형 전술차량 개요

수륙양용 차륜형 전술차량은 기존의 궤도형 전차와 달리 바퀴(차륜)를 기반으로 하여 육상과 수상에서 이동이 가능하도록 설계된 차량이다. 차륜형 구조로 인해 더 높은 기동성과 경량화로 수상 부양 및 이동성을 향상시켜 상륙작전, 도하, 재난 구조 등 다목적 임무 수행이 가능하다. 차륜형 전술차량은 바퀴와 축의 수에 따라 4x4, 6x6, 8x8 등으로 구분이 가능하다.

2.2. 국내·외 개발 동향

국내 수륙양용 차륜형 전술차량은 현대로템사가 2016년 개발 완료하여 2018년부터 군에 전력화되기 시작한 차륜형 장갑차 K806 (6x6)와 K808 (8x8) 모델이 있다. 가혹한 노면 환경에서도 주행할 수 있도록 공기압조절장치(CTIS)와 후면에 장착된 워트젯을 통해 최대 8km/h의 속도로 수상 추진이 가능하다. Fig. 1은 최근 로템에서 차세대 차륜형 장갑차로 개발한 중량급 N-WAV로 방호성능 확보 및 장비탑재 등을 고려하여 전투 중량 최대 무게 35t 에도 불구하고 100km/h 속도로 주행이 가능하다[1].

Figure 1. Photo of N-WAV Amphibious Vehicle

Table 1. Amphibious wheeled vehicle models

Sort	Corp.	Model and Photos
4x4	FNSS Defence Systems (터키)	 PARS(10t, 30Hp)
6x6	한화에어로스페이스 (한국)	 TIGON(21t, 525Hp)
	GIAT Nexter Systems (프랑스)	 AMX-10RC(16t, 280Hp)
8x8	현대로템 (한국)	 K808 (20t, 420Hp)
	Terrex (미국)	 Terrex ICV (24t, 400Hp)

700마력의 디젤엔진과 7단 자동변속기, 독립현가장치, 능동방호시스템과 함께 도강 시 수면 위로 자체를 노출 시키지 않으면서 워터젯으로 수상 시속 10km/h 로 이동이 가능하다.

한화에어로스페이스가 2018년에 자체 개발한 TIGON은 11인승 6x6 차륜형 장갑차로 중동, 아시아 등 해외시장 진출을 위해 개발하였다[2]. 전투중량은 21톤이며 525마력 디젤엔진을 장착하여 최고 속도 100km/h 수준의 기동능력과 고성능 독립현가장치를 통해 험지에서도 작전수행이 가능하다. 향후 수출을 목적으로 4x4, 6x6, 8x8 세 가지 기본 구성의 장갑차를 요구사양에 맞춰 차량을 개조하고 있다.

해외 수륙양용 장갑차 개발 현황으로 터기의 PARS 4륜형 모델은 2015년 공개된 이후 지속적으로 업그레이드되어 10t으로 경량화 설계와 워트젯 추진 최대 수상 속도 10km/h 로 이동하며 다양한 무장 옵션이 가능하다. 프랑스의 AMX-10RC는 6x6 차륜으로 수상 도하 및 상륙작전 수행이 가능하며 현대화된 버전으로 센서와 네트워크 기능이 강화되었다. 미국은 상륙장갑차와 차륜형 수륙양용 차량인 Terrex ICV를 중심으로 연구 개발을 진행 중이다.

3. 시사점

군용 수륙양용 차량에 대한 글로벌 및 국내 개발 필요성이 지속적으로 증가함에 따라 다양한 작전 환경에서의 운용성을 고려한 신규 모델 개발이 요구되고 있다. 또한 AI, 자율주행, 친환경 추진 시스템의 발전에 힘입어 더욱 다기능적이고 효율적인 차량으로 진화할 것이다. 특히 국내외 여러 군수용 수요처에서 기동성, 생존성, 내구성이 강화된 차세대 전술차량 개발 요청이 증가하고 있다. 국산 차륜형 장갑차가 세계 시장에서의 경쟁력을 유지하기 위해 기존플랫폼을 활용한 의무 후송용 차량 등 계열화 모델을 일부 보유하고 있기는 하지만 고화력 무장 등 임무 장비 탑재를 위한 계열화에 열세가 있어, 전투중량 향상 및 모듈화 설계 강화를 통해 차량 계열화에 유리한 구조 달성이 필요하다.

국내 일부 대기업에서는 소형 전술차량용 독립 현가형 액슬을 적용하고 있지만 수륙양용 샤시 모듈형 차축을 장착한 전술차량은 전량 국외 기업에서 수입하고 있어 차축의 국산화 개발이 필요한 상황이다. 특히 차축을 빠르게 교체하거나 신속한 수리가 가능한 차축 개발과 다양한 임무 환경에 유연하게 대응이 가능한 모듈형 설계가 요구된다[Fig. 2].

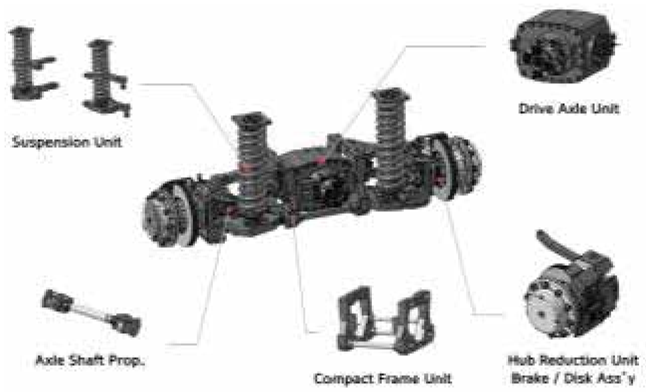


Figure 2. Concept of amphibious chassis modular axle

Acknowledgments

This study was supported by the R&D Program for Collaboration among Industry, Academia, and Research Institute under the Korea Industrial Complex Corporation (KIC) (No.GBGB2505).

참고문헌

[1] H. B. Hong. (2024). N-WAV 수출용 최신 차륜형 장갑차 등장, 월간플래툰, 22-29.

[2] 한화그룹, 한화디펜스, 수출형 차륜형장갑차 타이곤(TIGON) 첫 공개, c2018 [cited 2018 Apr 23].

홀로그램 팬 디스플레이 제어를 위한 텍스트-이미지 변환 모듈 개발

차지태[1], 정익상[1], 임은총[1], 이완범[2*]
[1]원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과
[2*]원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
e-mail : wlxo402@naver.com

Development of Text-to-Image Conversion Module for Hologram Fan Display Control

Ji-Tae Cha[1], Ik-Sang Joeng[1], Eun-Chong Lim[1], Wan-Bum Lee[2*]
[1]Department of Computer·Software Engineering, Wonkwang University
[2*]Professor, Department of Computer·Software Engineering, Wonkwang University

요 약

홀로그램 팬 디스플레이는 회전하는 LED 블레이드를 통해 공중에 입체적인 이미지를 구현하는 디지털 사이니지 기술이다. 본 연구에서는 홀로그램 팬 디스플레이의 제어를 위한 Flutter기반 모바일 애플리케이션의 핵심 모듈인 텍스트-이미지 변환 시스템을 개발하였다. 사용자가 입력한 텍스트를 사용자 정의 폰트, 크기, 색상, 배경 및 정렬 설정을 적용하여 홀로그램 디스플레이에 최적화된 이미지로 변환하는 알고리즘을 구현하였다. WebSocket과 HTTP 프로토콜을 통한 효율적인 이미지 전송 메커니즘을 구축하여 실시간 홀로그램 제어가 가능하도록 하였다.

1. 서론

디지털 사이니지(Digital Signage)는 다양한 산업 분야에서 정보 전달, 광고, 안내 등의 목적으로 활용도가 높아지고 있다. 특히 회전하는 LED 블레이드를 통해 공중에 입체적인 이미지를 구현하는 홀로그램 팬 디스플레이는 소비자의 시선을 강하게 끌어 정보 전달 효과를 극대화한다. 그러나 이러한 홀로그램 기기들은 전문적인 기술 지식이 필요한 복잡한 제어 인터페이스를 가지고 있어 일반 사용자가 접근하기 어렵다는 문제가 있다. 특히 텍스트 정보는 광고, 안내, 공지 사항 등 디지털 사이니지의 핵심 콘텐츠임에도 불구하고, 기존의 홀로그램 팬 디스플레이 제어시스템은 직접적인 텍스트 표시 기능을 제공하지 않거나, 제공하더라도 매우 제한적인 형태로만 지원하고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 Flutter 프레임워크를 활용한 모바일 애플리케이션의 핵심 모듈인 텍스트-이미지 변환 시스템을 개발하였다.

2. 연구 내용

2.1. 시스템 설계

2.1.1 텍스트-이미지 변환 모듈 구조

텍스트-이미지 변환 모듈은 Figure 1과 같이 사용자 텍스트 입력, 스타일 설정, 캔버스 렌더링, 이미지 생성, 기기전송의 다섯 단계로 구성된다. 각 단계는 모듈화된 구조로 설계되어 독립적인 기능을 수행하면서도 전체 시스템과 유기적으로 연동된다.

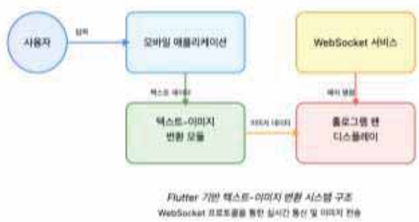


Figure 1. 텍스트-이미지 변환 모듈 구조

2.1.2 텍스트 레이아웃 알고리즘

텍스트 레이아웃은 홀로그램 팬 디스플레이의 원형 회전 특성을 고려하여 최적화되었다. 일반적인 디스플레이와 달리 홀로그램 팬 디스플레이는 회전하는 LED를 통해 이미지를 표현하기 때문에, 텍스트의 가독성과 시인성을 최대화하기 위한 특별한 레이아웃 알고리즘이 필요하다. 개발된 알고리즘은 다음과 같은 주요 기능을 제공한다.

- 텍스트 래핑(Text Wrapping): 지정된 너비 내에서 텍스트를 자동으로 여러 줄로 나누어 표시한다. 이는 TextPainter 클래스의 maxWidth 속성을 활용하여 구현되었다.
- 정렬 최적화: 텍스트 정렬 방식(왼쪽, 중앙, 오른쪽)에 따라 텍스트의 가로 위치를 자동으로 계산한다.
- 수직 중앙 정렬: 텍스트의 높이를 계산하여 캔버스의 수직 중앙에 텍스트가 위치하도록 설정한다.

2.1.3. WebSocket 기반 통신 프로토콜

홀로그램 디스플레이 기기와의 효율적인 통신을 위해 WebSocket과 HTTP 프로토콜을 조합한 통신 시스템을 설계하였다. WebSocket은 실시간 양방향 통신을 통해 기기 상태 모니터링과 제어 명령 전송에 사용되며, HTTP는 이미지와 같은 대용량 데이터 전송에 활용된다.[1] 텍스트-이미지 변환 모듈에서 생성된 이미지는 다음과 같이 2단계 프로토콜을 통해 기기로 전송된다:

① 준비 단계: WebSocket을 통해 명령 코드(0x41)와 파일의 메타데이터(유형, 이름 등)를 전송하여 기기에 전송 준비를 알린다.

② 전송 단계: HTTP POST 요청을 통해 실제 이미지 데이터를 기기로 업로드한다.

2.2. 텍스트-이미지 변환 프로세스

텍스트-이미지 변환은 Figure 2와 같이 구성되며 핵심은 Flutter의 Canvas API를 활용한 텍스트 렌더링이다[2].

Figure 2. 텍스트-이미지 변환 프로세스

변환 프로세스는 다음과 같은 단계로 구성된다:

① PictureRecorder 초기화: 그래픽 작업을 기록할 준비를 한다.

② 캔버스 설정: 1024x1024 크기의 캔버스를 생성하고, 배경색을 채운다.

③ 텍스트 페인터 구성: TextPainter 객체를 생성하고 스타일을 적용한다.

④ 텍스트 레이아웃 계산: 텍스트의 크기와 위치를 계산한다.

⑤ 텍스트 그리기: 계산된 위치에 텍스트를 그린다.

⑥ 이미지 변환: PNG 형식의 이미지로 변환한다.

⑦ 임시 파일 저장: 기기 업로드에 사용할 수 있도록 한다.

2.3. 사용자 인터페이스 설계

텍스트-이미지 변환 모듈의 사용자 인터페이스는 직관성과 사용 편의성을 극대화하도록 설계되었다. 주요 사용자 인터페이스 요소는 텍스트 입력 폼, 폰트 크기 슬라이더(16px~144px), 색상 선택기, 폰트 선택 드롭다운, 텍스트 정렬 버튼, 실시간 미리보기 등을 포함한다.

3. 검증 및 결과

3.1. 테스트 환경

시스템의 성능을 평가하기 위해 텍스트-이미지 변환 시간, 이미지 전송 성능, 사용자 경험 측면에서 테스트를 수행하였다. 테스트 결과는 다음 Table 1과 같으며, 개발된 시스템은 짧은 변환 시간과 높은 전송 성공률을 보여 실시간 텍스트-이미지 변환 및 홀로그램 디스플레이 제어에 적합함을 확인하였다

Table 1. 텍스트-이미지 변환 및 전송 성능 테스트 결과

항목	측정값	비고
평균 변환 시간	312ms	표준 텍스트 (100자 기준)
평균 전송 시간	465ms	표준 Wi-Fi 환경
전송 성공률	98%	100회 시도 기준

4. 결 론

본 연구에서는 홀로그램 팬 디스플레이 제어를 위한 Flutter 기반 텍스트-이미지 변환 모듈을 개발하였으며 주요 성과는 다음과 같다. Flutter의 Canvas API를 활용한 고품질 텍스트 렌더링 알고리즘을 개발하여 다양한 스타일을 지원하는 텍스트-이미지 변환 기능을 구현하였다. 홀로그램 팬 디스플레이의 특성에 최적화된 텍스트 레이아웃 알고리즘을 개발하여 회전하는 LED 디스플레이에서도 가독성 높은 텍스트 표현을 가능하게 하였다. WebSocket과 HTTP 프로토콜을 조합한 2단계 전송 방식을 개발하여 이미지 데이터의 안정적이고 효율적인 전송을 보장하였다. 직관적인 사용자 인터페이스를 설계하여 기술적 지식이 부족한 일반 사용자도 쉽게 홀로그램 팬 디스플레이에 텍스트 콘텐츠를 표시할 수 있게 하였다. 개발된 시스템은 디지털 사이니지 분야의 접근성과 활용도를 크게 향상시켰으며, 크로스 플랫폼 모바일 애플리케이션의 새로운 활용 가능성을 제시하였다.

Acknowledgments

This study was supported by the [Starting growth Technological R&D Program] (RS-2024-00467564) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

참고문헌

[1] Flutter Team, "Communication Through Web Sockets," Flutter Official Documentation, 2023

[2] Flutter Team, "Canvas API Documentation," Flutter Official API References, 2023.

홀로그램 팬 디스플레이를 위한 안전/안내 표지 재구성

임은총[1], 정익상[1], 차지태[1], 김건호[2], 이완범[3*]
[1]원광대학교 컴퓨터스프트웨어공학과
[2]주식회사 토모텍 최고 크리에이티브 책임자
[3*]원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
e-mail : ecLim@gmail.com

Reconfiguration of Safety and Guidance Signs for Hologram Fan Displays

Eun-Chong Lim[1], Ik-Sang Joeng[1], Ji-Tae Cha[1], Keon-Ho Kim[2], Wan-Bum Lee[3*]
[1]Department of Computer Software Engineering, Wonkwang University
[2]CCO(Chief Creative Officer), Tomotec Ltd.
[3*]Professor, Department of Computer Software Engineering, Wonkwang University

요 약

기존의 안전/안내표지 이미지는 홀로그램 팬 디스플레이에서 그대로 사용하기에는 시인성이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 안전/안내 표지 이미지를 LED 팬 홀로그램 기기에 맞게 재구성하였다.

1. 서론

최근 디지털 사이니지는 정보 전달, 광고, 안내 등 다양한 영역에서 활용이 확대됨에 따라 혁신적인 시각 표현 기술에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 3D 홀로그램 디스플레이는 아직 대중에게 익숙하지 않지만, 그 독특한 시각적 효과와 높은 주목도를 바탕으로 기존 디스플레이 방식보다 효과적인 정보 전달 매체로서 주목받고 있다[1][2]. 이러한 홀로그램 디스플레이 중 팬 블레이드 방식은 LED의 잔상을 활용하여 공중에 이미지가 떠 있는 듯한 몰입감 있는 시각 효과를 구현하며, 설치와 운용이 비교적 간편하고 시각적인 임팩트가 크다는 장점을 가지고 있다. 현재까지는 주로 상업 광고 분야에서 활발히 연구되고 활용되고 있으나, 본 연구에서는 이러한 팬 블레이드 홀로그램 기술을 공공 안전 및 안내 목적으로 전환하여, 대중의 주의를 효과적으로 환기하고 중요한 안전 정보를 직관적으로 전달하는 시각 매체로서의 가능성을 탐색하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 디지털 안전/안내 표지 이미지 재구성

2.1.1 기존 안전/안내 표지 분석

기존의 안전/안내 표지는 초기 설치 비용이 저렴하고 내구성이 우수하다는 장점이 있지만, 정보 전달 측면에서는 명확한 한계를 보인다. 가장 큰 문제점은 내용의 역동성이 부족하여 실시간 정보 변화에 대한 즉각적인 대응이 어렵고, 정보 업데이트 또한 물리적인 교체를 통해서만 가능하므로 시간과 비용이 많이 소요된다는 것이다. 또한, 단조로운 형태로 인해 사용자의 시선을 끌기 어렵고, 특히 복잡한 환경에서는 다른 시각 정보에 묻혀 그 효과가 감소될 수 있다. 반면, 디지털 방식의 안전/안내 표지는 이러한 기존 방식의 한계를 극복할 수 있는 다양한 이점을 제공한다. 실시간으로 내용을 변경하고 업데이트할 수 있어 변화하는 상황에 신속하게 대응할 수 있으며, 다국어 지원이나 음성 안내 기능 등을 통해 접근성을 향상시킬 수도 있다.

2.1.2 팬 디스플레이 이미지 구성 방식

Figure 1. 과적금지 표지 원본

Figure 2. 재구성한 과적금지 표지

이미지 재구성 시에는 최종적으로 이미지를 표시할 디스플레이 장치의 특성을 고려하여 최적화해야 한다. 특히 팬 블레이드 방식의 홀로그램 디스플레이에 이미지를 최적화하기 위해서는 디스플레이 장치의 LED 개수와 회전 속도

(RPM) 등의 기술적인 사양을 고려해야 한다. LED 개수는 표현 가능한 이미지의 해상도, 즉 픽셀 수와 직접적인 관련이 있으며, 따라서 디스플레이 장치의 최대 픽셀 수에 맞춰 이미지의 해상도를 조정해야 의도한 이미지를 정확하게 표현할 수 있다. 또한, 장치의 RPM은 영상의 재생 빈도(프레임)와 관련이 있어, 정적인 이미지를 표시할 때는 최소 RPM만 충족하면 되지만, 동적인 영상을 부드럽게 재생하기 위해서는 높은 RPM이 요구된다.

2.2. 팬 디스플레이에 적합한 이미지 설계

대한 산업안전협회에서 제공하는 과적금지 이미지를 원본 그대로 크기만 조절하여 홀로그램 팬 디스플레이에 이미지 전체를 표시했을 경우 Figure 3과 같이 시인성이 감소하는 현상이 발생 된다. 하지만 이 이미지를 홀로그램 팬 디스플레이의 특성에 맞게 재구성하여 표시한다면 Figure 4와 같이 기존 안전/안내 표지의 중요한 정보를 크고 명확하게 표현할 수 있어 사용자의 인지도를 높일 수 있게 된다. 또한 필요한 경우 텍스트 이미지를 추가하여 기존 표지만으로는 부족했던 추가 정보를 제공할 수 있으며, 디스플레이의 점멸 또는 애니메이션 효과를 적용하여 시인성을 더욱 향상 시킬 수 있고 사용자들의 주의를 더욱 환기할 수 있어 안전 표지판의 효과를 극대화 할수 있다.

Figure 3. 과적금지 원본 표지 디스플레이 장치 및 화면

Figure 4. 재구성한 과적금지 표지 디스플레이 화면

3. 결론

본 연구는 기존에 개발된 팬 블레이드 홀로그램 기술을 광고뿐만 아니라 정보 전달 및 안내 목적으로 활용할 수 있도록 안전/안내 표지 이미지를 재구성하는 방안을 제시하였다. 홀로그램 팬 디스플레이 장치의 특성(RPM, LED 수)을 파악하여 이에 최적화된 이미지 해상도를 조정하였다. 추가적으로 현재 시스템은 개발자가 앱에 업로드한 기본 이미지들만 제공하지만, 향후 서버를 구축하여 주기적으로 업데이트되는 다양한 기본 이미지들을 사용자가 서버를 통해 업로드와 다운로드하여 활용할 수 있도록 개선할 수 있을 것이다.

Acknowledgments

This study was supported by the [Starting growth Technological R&D Program] (RS-2024-00467564) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

참고문헌

[1] B. J. Kim. (2016). The Recent Technology and Standardization Status and Future Vitalizations for Digital Signage. Journal of Korea Institute of Electronic Communication Science, 11(6), 545-551.

[2] Y. W. Lee. (2020). A Study on Realism of a Digital Signage using 3D Hologra. Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 24(9), 1150-1157.

홀로그램 디스플레이 제어를 위한 모바일 애플리케이션 개발

정익상[1], 차지태[1], 임은총[1], 이완범[2*]
[1]원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과
[2*]원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
e-mail : wjddlrtkd0110@naver.com

Development of a Mobile Application for Hologram Fan Display Control

Ik-Sang Joeng[1], Ji-Tae Cha[1], Eun-Chong Lim[1], Wan-Bum Lee[2*]
[1]Department of Computer Software Engineering, Wonkwang University
[2*]Professor, Department of Computer Software Engineering, Wonkwang University

요 약

홀로그램 디스플레이 기기는 복잡한 제어 인터페이스를 가지고 있어 일반 사용자가 접근하고 활용하기 어려운 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 Flutter 프레임워크를 사용하여 iOS와 Android 플랫폼에서 사용 가능한 기기 제어 애플리케이션을 개발하였다.

1. 서론

디지털 디스플레이를 사용하여 정보, 광고, 메시지 등을 전달하는 디지털 사이니지(Digital Signage)는 현대적인 커뮤니케이션 매체로 다양한 산업 분야에서 활용도가 급증하고 있다[1]. 특히 회전하는 LED 블레이드를 통해 공중에 입체적인 이미지를 구현하는 홀로그램 팬 디스플레이는 소비자의 이목을 집중하여 정보 전달 효과를 크게 향상 시킨다. 그러나 이러한 장치들은 복잡한 제어 인터페이스를 가지고 있어 연결이 불안정하여 일반 사용자가 접근하고 활용하기 어려운 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 Flutter 프레임 워크를 활용한 모바일 애플리케이션을 개발하였다.

2. 연구 내용

2.1. 시스템 설계

2.1.1 애플리케이션 아키텍처

Figure 1. 시스템 아키텍처

본 연구에서는 홀로그램 팬 디스플레이 제어 시스템을 효율적으로 구현하기 위하여 Flutter 프레임워크에서 상태관리와 UI 갱신을 위해 Model-View-Provider(MVP) 아키텍처 패턴을 사용하였다[2]. 비지니스 로직과 프레젠테이션 계층을 명확히 분리하여 코드의 재사용성을 높이고 유지보수와 테스트를 용이하게 하였다. 애플리케이션의 아키텍처는 크게 세 가지 계층으로 구성하혔다. 전체 시스템 아키텍처는 Figure 1과 같다.

2.1.2 디바이스 통신 프로토콜

홀로그램 기기와 애플리케이션의 통신은 WebSocket과 HTTP 프로토콜을 기반으로 설계하였다. WebSocket프로토콜은 실시간으로 양방향 통신을 하며 디바이스 상태 모니터링과 제어 명령 전송에 사용되고 HTTP 프로토콜은 파일을 업로드 할 때 대용량의 데이터 전송에 사용된다.

2.1.3. 뉴모피즘 디자인

애플리케이션의 인터페이스는 직관적으로 모든 기능을 한 화면에서 볼 수 있도록 설계하였다. 또한 미니멀리즘과 스큐어모피즘의 요소를 결합한 뉴모피즘(Neumorphism) 디자인을 Figure 2와 같이 사용하여 전체적인 디자인의 일관성을 유지하였다.

Figure 2. 애플리케이션 디자인

2.2. 제안 알고리즘 및 기능

2.2.1 WebSocket 통신 및 재연결 알고리즘

IoT 기기의 효율적 제어와 관리를 위한 통신의 신뢰성과 안정성은 매우 중요한 요소이다. 통신의 신뢰성과 안정성을 확보하기 위하여 WebSocket 연결에 하트비트 메커니즘을 사용하였다. 구현된 하트비트 메커니즘은 30초 간격으로 하트비트 패킷(0x1A)을 전송하며 연결 상태를 계속 유지할 수 있도록 하였다. 연결이 끊어지면 자동 재연결 알고리즘이 다음 식(1)과 같이 동작한다.

$$Tretry = \min(Tbase \times 2n - 1, Tmax) \quad (1)$$

T(retry)는 재연결 시도 간격, T(base)는 기본 대기 시간(5초), n은 시도 횟수, T(max)는 최대 대기 시간이다. 이 알고리즘은 최대 5회까지 재연결을 시도하고 네트워크 부하를 고려한 지수 백오프 방식을 사용하여 효율적으로 재연결을 유도할 수 있도록 구성하였다.

2.2.2 애플리케이션 동작 흐름

제안된 애플리케이션의 전체 흐름은 Figure 3과 같이 동작한다. 애플리케이션을 실행하면 먼저 기기와 Wi-Fi 연결 안내를 하며 연결 후 홈 화면에서 연결 버튼을 누르면 WebSocket 연결이 시작된다. 애플리케이션은 디바이스 상태 정보와 저장된 미디어 목록을 자동으로 요청하여 표시한다. 홈 화면에서는 한 화면에 미디어 업로드, 텍스트 입력, 마이 이미지 등 목록에 바로 접근할 수 있도록 하였다. 사용자가 이미지를 선택하면 원형으로 돌아가는 홀로그램 팬 기기에서 왜곡되거나, 잘리는 부분이 있는지 미리보기로 확인하고 전송할 수 있도록 하였다.

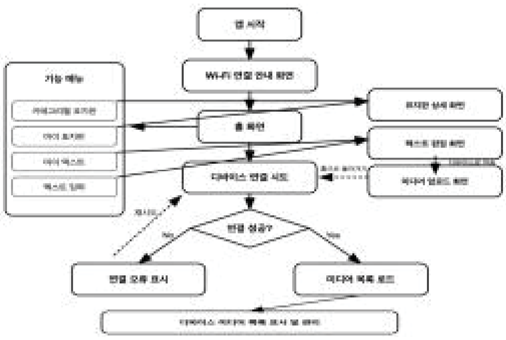


Figure 3. 애플리케이션 동작 흐름

3. 검증 및 결과

3.1. 테스트 환경

개발된 애플리케이션의 기능적 측면과 사용자 경험을 검증하기 위해 안드로이드 S24(Android 8.0이상), iOS 아이폰 11(13.0 이상)을 이용하여 동작 검증을 수행하였다.

3.2. 검증 결과

3.2.1 디바이스 연결 및 통신

홀로그램 팬 디스플레이와 휴대폰의 연결 및 통신 기능 테스트 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. 연결 및 통신 기능 테스트 결과

테스트 항목	결과	비고
WebSocket 연결 성공률	98%	100회 시도 기준
평균 연결 시간	1.3초	정상 네트워크 환경
자동 재연결 성공률	93.7%	불안정 네트워크
명령 처리 정확도	99.5%	200개 명령 처리
하트비트 연결 유지율	99.7%	24시간 연속
연결 끊김 시 재연결 시간	2.5초	최대 5회 재시도

4. 결론

본 연구에서는 홀로그램 팬 디스플레이를 제어하기 위한 기존 앱의 동작 특성을 분석하고 사용자의 편의성을 개선하기 위해 Flutter 기반 모바일 애플리케이션을 설계 및 구현하였고 동작 검증을 수행하였다.

결론적으로 본 연구에서 개발한 Flutter 기반 애플리케이션은 기술적 안정성과 사용자 친화적 디자인을 균형 있게 가지고 있으며, 디지털 사이니지 분야에서 모바일 애플리케이션의 새로운 활용 가능성을 보여주었다. 이는 IoT 기기의 제어 인터페이스 개발에 있어 크로스 플랫폼 프레임워크의 효율적인 활용 사례로써 의미가 있다.

Acknowledgments

This study was supported by the [Starting growth Technological R&D Program] (RS-2024-00467564) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

참고문헌

[1] B. J. Kim. (2016). The Recent Technology and Standardization Status and Future Vitalizations for Digital Signage. Journal of Korea Institute of Electronic Communication Science, 11(6), 545-552.

[2] Ji Cheol Choi, Geunjae Shin, Yonggu Lee, Jaemin Lee, & Kyung Soo Kim (2023-06-01). Utilization of Cross-platform MVVM Pattern. Proceedings of KIIT Conference. 326-327.

데크로드의 구조적 안전성과 유지관리 효율성에 관한 결합력 평가

박준혁[1], 홍성욱[2*]
[1]우석대학교 건설공학과 석사과정
[2*]우석대학교 건축·인테리어디자인학과 교수
e-mail : suhong@woosuk.ac.kr

Bonding Performance Evaluation of Deck Roads for Structural Safety and Maintenance Efficiency

Jun-Hyuk Park[1], Seong-Uk Hong[2*]
[1]Department of Construction Engineering, Woosuk University
[2*]Professor, Department of Architecture, Woosuk University

데크로드는 기후 조건과 반복적인 하중에 노출되면서, 뒤틀림, 균열, 접합부 이완과 같은 구조적 결함이 빈번하게 발생하고 있다. 이에 이 논문에서는 데크 로드의 구조 성능 저하를 최소화하고 데크로드의 효율성과 안정성을 검증하고자 한다.

1. 서론

데크로드는 관람 시설, 해안가 보행로, 전망대, 문화관광 시설 등 다양한 환경에서 활용되고 있다. 하지만 기후 조건과 반복적인 하중에 노출되면서, 뒤틀림, 균열, 접합부 이완과 같은 구조적 결함이 빈번하게 발생하고 있다.

이에 이 연구에서는 데크로드의 상판을 목재가 아닌 섬유로 보완하고 접합부에 면진장치를 설치해 반복하중 및 환경 변화에 따른 구조 성능 저하를 최소화하고 데크로드의 효율성과 안정성을 검증하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 실험 계획

실험계획에 대한 자세한 내용은 Fig 1.에 나타내었다. 실험체의 상판을 목재와 체결장치를 달리하여 비교군으로 각 5개씩 총 20개의 실험체로 실험을 진행하였다.

실험체 상하 양단을 가력용 지그와 고정용 지그 사이에 설치하고 실험체의 상부에서 1방향으로 압축력을 재하하였다. 실험체의 하중이 최대하중의 40% 이하로 저하될 때까지 재하 후 실험을 종료하였으며 하중-변위 이력곡선을 취득하여 각 비교군의 변형능력을 비교하였다.

Fig 1. Test setup

2.2. 실험 결과

Table 1. Table List

No.	Maximum Load (kN)	Maximum Displacement (mm)
FDC (5)	16.38	47.86
PWC (5)	9.94	15.40
NWC (5)	23.00	17.81
SWC (5)	9.64	9.30

실험결과에 대한 자세한 내용을 Table 1.에 나타내었다. 실험결과, NWC(천연목재) 실험체가 평균 23.00kN으로 최대하중이 가장 높게 측정되었으며, FDC(섬유) 실험체가 평균 47.86mm로 최대변위가 가장 높게 측정되었다.

3. 결론

면진장치 설치 및 섬유 상판을 활용한 데크의 내구성 및 휨 성능 평가 결과, 목재 상판보다 섬유 상판이 데크의 안정성 및 효율성이 효과적인 것으로 판단된다.

Acknowledgments

This research was conducted with the research funding support of Global Housing Co., Ltd., for which we are grateful.

참고문헌

[1] S. U. Hong & J. H. Park (2024). Flexural Test to Evaluate the Binding Force of Deck and Fasteners, Journal of Korea institute or Structural Maintenance and Inspection 28(6), 153-162.

온라인플랫폼 기반의 구강보건교육 컨텐츠가 학령전기 아동의 구강보건 지식, 태도, 행동에 미치는 영향

유진실[1], 김혜진[2*]
[1]울산과학대학교 치위생학과 조교수
[2*]동의대학교 치위생학과 교수
e-mail : jsyu@uc.ac.kr

The Impact of online platform-based oral health education content on the knowledge, attitudes, and behaviors of preschool-aged children

Jin-Sil Yu[1], Hye-Jin Kim[2*]
[1]Assistant professor, Department of Dental Hygiene, Ulsan college
[2*]Professor, Department of Dental Hygiene, Dong-eui University

요 약

본 연구는 온라인 플랫폼 기반의 구강보건교육 콘텐츠가 만 5~7세 학령전기 아동의 구강보건 지식, 태도, 행동에 미치는 영향을 평가하고자 수행되었다. 단일집단 사전-사후 비교 설계를 적용하여 교육 전후의 변화를 분석한 결과, 모든 영역에서 유의한 향상이 나타났으며, 특히 지식 영역에서는 큰 효과크기(Cohen's d=1.06)를 보였다. 본 연구는 디지털 매체를 활용한 구강보건교육의 교육적 효과를 입증하였으며, 보호자와 함께하는 시청 환경이 유아기의 교육적 실천력 향상에 기여함을 보여주었다. 이러한 결과는 향후 유아 대상 온라인 구강보건교육 콘텐츠 개발의 기초자료로 활용될 수 있다.

1. 서론

유아기는 평생 구강건강행동 형성의 기초가 되는 중요한 시기로, 올바른 교육 개입은 향후 구강건강 수준에 긍정적인 영향을 미친다[1]. 특히 학령전기 아동은 자발적인 실천보다는 보호자와의 상호작용을 기반으로 한 실천중심 교육이 중요하며[2], 반복적이고 시청각적인 자극을 활용한 학습이 효과적이다. 최근에는 온라인 플랫폼을 활용한 콘텐츠 기반 교육이 유아 교육에 적극적으로 활용되고 있으며[3], 디지털 기반 보건교육의 가능성 또한 주목받고 있다[4]. 본 연구는 온라인 플랫폼 기반의 구강보건교육 콘텐츠가 학령전기 아동의 구강보건 지식, 태도, 행동 변화에 미치는 영향을 실증적으로 분석함으로써, 디지털 기반 보건교육의 효과성과 교육적 활용 가능성을 검토하고자 하였다

2. 연구 내용

2.1. 연구대상

본 연구는 Y시 소재 유치원에 재원 중인 우리나라 연령 기준 5세에서 7세 사이(국제 연령 기준 만 4~6세)의 아동 51명을 대상으로 하였으며, 참여는 보호자의 서면 동의하에 자발적으로 이루어졌다. 참여아동의 성별은 남아가 52.9%(27명), 여아가 47.1%(24명)였으며, 연령은 5세가 31.4%(16명), 6세는 35.3%(18명), 7세는 33.3%(17명)로 분포하였다. 설문에 응답한 보호자는 대부분 부모였으며, 보호자의 성별은 여성 84.3%(43명), 남성 15.7%(8명)이었다.

2.2. 자료수집 및 교육내용

온라인 플랫폼 기반의 구강보건교육 콘텐츠는 3~5분 분량의 애니메이션 형식 영상으로 구성되었으며, 충치 발생 과정, 우식성 식품 구분, 묘원법(Fones Method) 등 핵심 내용을 포함하였다. 콘텐츠는 가정에서 보호자의 지도 하에 스마트기기를 통해 시청되었으며, 구강보건지식 문항의 경우 보호자와 아동이 함께 응답할 수 있도록 안내하였다.

2.3. 측정도구

본 연구에서는 유아의 구강보건 지식, 태도, 행동을 평가하기 위해 연구자가 개발한 구조화된 설문지를 사용하였다.

지식 영역은 O/X 형식의 8문항으로, 충치 원인, 식품 구분, 올바른 칫솔질 방법 등을 포함하며, 아동과 보호자가 함께 응답하도록 권장하였다.

태도 영역은 5점 Likert 척도의 8문항으로, 양치에 대한 인식과 태도, 보호자 확인에 대한 반응 등을 측정하였다.

행동 영역은 7문항으로, 양치 횟수, 단 음식 후 양치 여부, 칫솔질 방법 등 실천적 행동을 다양한 응답 방식(빈도, 척도, 이분법)으로 평가하였다.

설문지의 전체 문항에 대한 신뢰도는 *Cronbach's* α = 0.742로 나타나, 본 연구에서 사용한 측정도구는 내적 일관

성이 양호한 수준임을 확인하였다.

2.4. 연구설계 및 분석방법

본 연구는 온라인 플랫폼 기반 구강보건교육 콘텐츠의 효과를 검증하기 위해 단일집단 사전-사후 비교 설계(one-group pretest-posttest design)를 적용하였다. 교육 중재 전후 동일한 집단을 대상으로 구강보건 지식, 태도, 행동에 관한 설문을 실시하였으며, 자료는 SPSS 22.0을 사용하여 분석하였다.

대응표본 t-검정(Paired t-test)을 통해 사전-사후 평균 점수의 유의한 차이를 분석하였고, 문항별 정답률 변화는 McNemar 검정을 통해 확인하였다. 또한 지식, 태도, 행동 간 상관성은 Pearson의 상관분석을 통해 분석하였다.

3. 연구결과

51명의 만 5~7세 유아를 대상으로 한 본 연구 결과, 구강보건지식 점수는 교육 전 평균 14.92점에서 교육 후 17.20점으로 유의하게 향상되었으며($p<0.001$), 효과크기(Cohen's d=1.06)로 매우 큰 효과가 나타났다.

태도 점수는 교육 전 3.55점에서 교육 후 3.96점으로 향상되었고($p<0.001$), 효과크기 d = 0.58로 중간 수준의 변화를 나타냈다.

행동 점수 또한 교육 전 1.18점에서 교육 후 1.41점으로 증가하였으며($p<0.001$), 효과크기 d = 0.80으로 실천 행동 변화가 뚜렷하게 나타났다.

문항별 분석 결과, 특히 '묘원법(Fones Method)으로 칫솔질하는 것이 좋다'는 문항은 교육 전 31.4%(16명)에서 교육 후 94.1%(48명)로 향상되었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

또한 '세균이 단 음식을 먹고 충치를 유발한다', '채소와 과일은 충치 위험이 적다' 등의 주요 문항에서도 유의미한 정답률 상승이 나타났으며, 이는 온라인 콘텐츠가 아동의 핵심 구강보건 개념에 대한 인지 향상에 효과적이었음을 의미한다.

3. 결론

본 연구는 온라인 플랫폼 기반 구강보건교육이 학령전기 아동의 지식, 태도, 행동 향상에 효과적임을 확인하였으며, 보호자 참여가 교육 효과를 높이는 요소로 작용함을 시사하였다. 이 결과는 유아용 디지털 교육 콘텐츠 개발에 기초자료로 활용될 수 있다.

Table 1. Changes in knowledge, attitude, and behavior scores before and after education*

Domain	Pre-test	Post-test	p-value	Effect Size
	Mean±SD	Mean±SD		(d)
Knowledge	14.92±2.15	17.20±1.32	<0.001	1.06
Attitude	3.55± 0.49	3.96± 0.44		0.58
Behavior	1.18± 0.38	1.41± 0.45		0.8

Table 2. Changes in Correct Response Rates for Oral Health Knowledge Items (N = 51)

Item	Pre-test	Post-test	p-value
	N(%)	N(%)	
Consuming sugary foods increases the risk of cavities.	44(86.3)	49(96.1)	0.063
Brushing in the morning and before bedtime is beneficial.	37(76.5)	47(92.2)	<0.001
Brushing with a circular (rolling) technique is effective.	16(31.4)	48(94.1)	<0.001
Fruits and vegetables are less likely to cause tooth decay.	30(58.8)	48(94.1)	<0.001
Eating sweet snacks after brushing can still lead to cavities.	26 (51.0)	47 (92.2)	<0.001
It is important to brush all surfaces of the teeth.	36 (70.6)	46 (90.2)	0.001
Parental supervision of children's brushing is helpful.	40 (78.4)	47 (92.2)	0.004
Tooth decay is caused by bacteria	43 (84.3)	50 (98.0)	0.063
Bacteria feed on sugars and produce acids that cause cavities.	38 (74.5)	47 (92.2)	<0.001
Brushing three times a day is good	29 (56.9)	45 (88.2)	<0.001
Brushing teeth three times a day is recommended.	23 (45.1)	42 (82.4)	<0.001
Vegetables help clean the teeth.	20 (39.2)	44 (86.3)	<0.001

참고문헌

[1] S.L. Lee (2018). Analysis on educational activity related to oral health contained in teachers guidebook of the nuri curriculums. Journal of the Korea Convergence Society, 9(5),105-111.

[2] H.K. Kim, S.K. Yang, S.S. Lee, et al.(2023). Oral Health Education 2nd. Daehannarea published, 195-204.

[3] Y.H. Jeong, J.H. Park, M.S. Cho, J.E. Ha, M.J.Kim (2017).Improvements in the performance of oral hygiene according to the contents of oral health education for preschool children. Journal of Korean Society of Oral Health Science, 5(2), 22-27.

[4] R. Kim, H.S. Kim, S.M. Bae, H.J.Jeong, H.J. Kim (2024). Changes in Dental Plaque Index and Satisfaction after Oral Health Education using Video Media: For Implant Patients. Journal of Korean Society of Oral Health Science, 12(2), 48-54.

텍스트-음성 융합 기반 감정 인식 모델의 설계 및 구현

황재민[1], 김봉현[2*]
[1]서원대학교 정보통신공학과 석사과정
[2*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

Design and Implementation of a Text-Audio Fusion-Based Emotion Recognition Model

Jae-Min Hwang[1], Bong-Hyun Kim[2*]
[1]Master's Student, Department of Information Communication Engineering, Seowon University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

본 연구는 음성과 텍스트 정보를 통합한 멀티모달 기반 감정 인식 모델을 제안하고, 이를 실제 발화 데이터에 적용하여 학습 및 평가하였다. 음성으로부터는 MFCC, 피치, 포먼트 등 13종의 특징을, 텍스트로부터는 BERT 기반 임베딩을 추출하여 각각의 정보를 수치화하였다. 이후 음성은 CNN과 양방향 LSTM(BiLSTM)을 통해 시계열 특성을 학습하고, 텍스트는 선형 변환을 통해 동일 차원으로 정렬한 뒤 중간 단계에서 융합하여 최종 감정 분류를 수행하였다. 제안한 모델은 7가지 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 불안, 당황, 상처, 중립)을 대상으로 학습되었으며, PyTorch 기반 학습 프레임워크와 조기 종료 기법을 활용하여 일반화 성능을 극대화하였다. 실험 결과, 음성과 텍스트의 상호보완적 정보를 효과적으로 통합함으로써 단일 모달보다 우수한 감정 인식 성능을 확인할 수 있었다. 향후에는 상담 시스템 연동을 통한 실시간 감정 추적, 잡음 및 방언 등 다양한 환경 조건에 대한 일반화 실험, 다중 감정 및 감정 강도 회귀 확장 등을 통해 실용성과 확장성을 동시에 확보할 수 있는 모델로 발전시킬 예정이다.

1. 서론

감정 인식 기술은 HCI, 인공지능 상담, 감성 컴퓨팅 등 다양한 분야에서 핵심 기술로 주목받고 있다. 특히 비대면 환경이 일상화되며, 사용자의 정서 상태를 자동으로 인식하고 대응하는 기술의 중요성이 커지고 있다. 감정은 표정, 음성, 생체신호 등 다양한 방식으로 표현되며, 이 중 음성과 텍스트는 수집이 용이하고 풍부한 정서적 정보를 담고 있어 감정 인식 연구의 주요 대상이 되어왔다[1].

음성에는 억양, 피치, 말 속도, 강도 등의 감정 변화가 반영되며, 예를 들어 분노는 높은 피치와 빠른 말투를, 슬픔은 낮고 느린 말투를 보인다. 텍스트는 문장의 맥락, 어휘, 구문 등을 통해 감정의 의미적 측면을 설명하며, 동일한 억양을 가진 음성이라도 텍스트 내용에 따라 감정 해석이 달라질 수 있다. 따라서 음성과 텍스트의 결합은 감정 인식의 정밀도를 높이는 데 필수적이다[2].

이에 본 연구는 음성과 텍스트 정보를 통합한 멀티모달 감정 분류 모델을 설계하고 이를 구현하였다. 멀티모달 학습은 단일 정보의 한계를 보완하고 표현력과 일반화 능력을 높이는 방식으로, 감정 인식 분야에서도 모달 간 상호작용을 효과적으로 반영할 수 있는 구조가 요구된다. 본 연구는 국내 발화 데이터의 특성에 따라 '기쁨', '슬픔', '분노', '불안', '당황'에 '상처'와 '중립'을 더한 총 7개 감정 클래스를 대상으로 하며, 실제 상담과 같은 비정형 데이터에서도 적용 가능한 모델 설계를 목표로 한다.

2. 연구 내용

2.1. 음성 기반 특징 및 텍스트 임베딩

음성 파일로부터 MFCC, 델타, 크로마, 멜스펙트로그램, 스펙트럼 중심, 피치, 포먼트 등 총 13가지의 음향 특징을 추출하고, 이를 300프레임 기준으로 정규화하여 2차원 행렬 형태의 오디오 벡터로 구성하였다. 이 벡터는 모델이 음성의 시계열적 감정 변화를 학습하는 데 사용된다.

텍스트는 라벨링된 발화문을 BERT 기반 Sentence Transformer를 통해 768차원의 임베딩 벡터로 변환하였다. 이 임베딩은 문장의 의미를 반영하며, 음성 특징과 함께 모델에 통합 입력으로 사용된다. 이러한 멀티모달 특징 추출은 음성의 억양과 텍스트의 의미를 함께 반영함으로써 감정 인식의 정확도를 높이는 데 기여한다.

2.2 감정 분류 모델 구조

제안된 감정 분류 모델은 음성의 시계열 특징과 문장의 의미 정보를 동시에 반영하기 위해, 음성 처리 모듈, 텍스트 처리 모듈, 그리고 이 둘을 통합하는 중간 융합(Fusion) 모듈로 구성된다. 먼저, 음성 데이터는 1차원 합성곱 신경망(CNN)을 통해 주요 음향 패턴을 추출한 뒤, 맥스풀링(Max Pooling) 연산을 통해 시간 축의 길이를 줄이고 특징을 추상화한다. 이후 이 추상화된 출력을 양방향 LSTM(BiLSTM)에 입력함으로써, 발화의 전후 맥락 정보를 모두 반영할 수 있는 시계열적 표현을 학습하게 된다. BiLSTM의 마지막 시점에서 생성된 은닉 상태는 해당 발화의 종합적인 음성 표현 벡터로 사용된다.

한편, 텍스트 정보는 사전학습된 BERT 기반 문장 임베딩 모델을 통해 768차원의 고정 길이 벡터로 변환되며, 이는 선형 변환(fully connected layer)을 통해 음성 처리 결과와 동일한 차원으로 투영된다. 이 과정을 통해 음성 정보와 텍스트 정보가 동일한 표현 공간에서 융합될 수 있는 기반이 마련된다[3].

이후 음성과 텍스트 각각의 표현 벡터는 하나의 벡터로 연결(concatenation)되어 통합 표현을 형성하고, 이 융합 벡터는 완전 연결 계층과 ReLU 활성화 함수를 거쳐 비선형 변환된 후, 최종 출력층에서 7개의 감정 클래스로 분류된다. 출력층에서는 소프트맥스 함수를 통해 각 감정 클래스에 대한 확률을 계산하며, 가장 높은 확률을 가진 클래스가 최종 감정 예측 결과로 결정된다. 이러한 구조는 음성과 텍스트가 갖는 상호보완적인 정보를 효과적으로 통합함으로써, 감정 인식의 정밀도와 신뢰성을 모두 향상시킬 수 있는 기반이 된다.

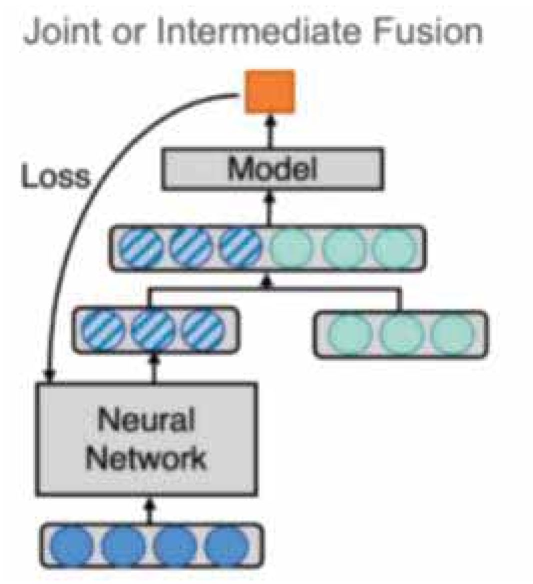


Figure 1. Intermediate Fusion structure

3. 모델 학습

모델은 사전 추출된 특징 벡터 기반으로 학습되며, Adam 옵티마이저(learning rate=0.0001)와 교차 엔트로피 손실 함수를 사용하였다. 학습은 최대 100에폭까지 수행되며, 검증 손실이 개선되지 않을 경우 5에폭 이내 조기 종료(Early Stopping)된다. 배치 크기는 256, 학습은 CUDA 환경에서 진행되었다.

학습 데이터는 .npz 형식으로 캐시되며, PyTorch 기반 EmotionDataset 클래스를 통해 로드된다. 데이터는 8:2 비율로 학습/검증 세트로 분할되며, 클래스 불균형을 방지하기 위해 층화 추출(stratified sampling)을 적용하였다. 학습 중 가장 낮은 검증 손실을 기록한 모델은 자동 저장되며, 이를 통해 최적의 가중치를 보존할 수 있다.

이러한 학습 전략은 효율적인 계산 자원 활용과 함께 모델의 일반화 성능 확보에 효과적이며, 이후 다양한 환경에서도 안정적인 감정 분류가 가능하도록 설계되었다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구는 음성과 텍스트의 상호보완적 정보를 중간 단계에서 융합하는 딥러닝 기반 감정 인식 모델을 제안하였다. 음성의 시계열 특성과 텍스트의 의미 정보를 효과적으로 통합함으로써, 단일 모달보다 정밀하고 신뢰도 높은 분류 성능을 달성하였다. 제안된 모델은 학습 데이터 내에서 안정적인 수렴을 보였으며, 다양한 환경에서도 적용 가능성이 높은 구조로 설계되었다.

향후에는 다음과 같은 방향으로 확장을 계획하고 있다. 첫째, 상담 인터페이스와 연동하여 실시간 감정 흐름을 시각화함으로써 사용자 정서 상태를 직관적으로 추적하는 시스템을 구축할 예정이다. 둘째, 잡음, 방언, 억양 등 현실적인 데이터 변형 상황에 대한 일반화 실험을 통해 모델의 강건성을 검증할 계획이다. 셋째, 다중 감정 분류 및 감정 강도 회귀 문제로 확장하여 복합 감정 표현이나 감정의 정도를 정량적으로 분석할 수 있는 모델을 개발하고자 한다.

종합적으로 본 연구는 멀티모달 감정 인식의 설계, 학습, 평가에 이르는 일련의 과정을 체계적으로 다루며, 향후 실용적 감정 기반 서비스의 기반 기술로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] W. G. Kim. (2020). A Training Method for Emotion Recognition using Emotional Adaptation. Journal of IKEEE, 24(4), 998-1003.

[2] K. Kim, J. Moon, & U. Oh. (2020). Analysis and Recognition of Depressive Emotion through NLP and Machine Learning. The Journal of the Convergence on Culture Technology, 6(2), 449-454.

[3] K. So, H.-J. Kim, R.-S. Park, & D.-O. Won. (2022). A Pilot Study on the Generation of Legal Document Sentence based on Generative Pre-trained Transformer. Annual Conference of KIPS, 443-445.

AI 수어 인식 및 번역 시스템

우성민[1], 김봉현[2*]
[1]서원대학교 정보통신공학 석사 과정
[2*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

AI Sign Language Recognition and Translation System

Sung-Min Woo[1], Bong-Hyun Kim[2*]
[1]Master's Student, Department of Information Communication Engineering, Seowon University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

본 논문은 청각장애인과 비청각장애인 간의 의사소통 격차를 해소하기 위해 인공지능(AI) 기반의 수어 인식 및 번역 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 스마트폰 카메라로부터 입력된 실시간 영상을 처리하여 수어 동작을 인식하고, 이를 텍스트로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 위해 프레임 단위의 시각적 특징은 CNN(Convolutional Neural Network)을 통해 추출하고, 시간적 흐름은 LSTM(Long Short-Term Memory)으로 학습하여 수어의 연속 동작을 문장 단위로 해석한다. 또한, 손 관절의 3차원 좌표 정보를 MediaPipe Hands를 통해 추가적으로 분석함으로써 인식 정확도를 향상시켰다. 본 연구는 하나의 문장을 우선적으로 학습하여 정확성을 확보한 뒤, 점진적으로 문장 범위를 확장하는 방식을 취하였으며, 향후 다양한 응용 환경에서의 활용 가능성을 제시한다.

1. 서론

본 논문에서 다루고 있는 인공지능(AI) 기반 수어 인식 및 번역 시스템의 필요성과 중요성은 청각장애인의 의사소통 환경과 비장애인과의 정보 격차 문제를 통해 명확히 드러난다. 현재 한국의 등록 청각장애인은 약 40만 명에 이르며, 이들 중 상당수가 일상 의사소통 수단으로 수어를 사용하고 있다. 수어는 청각장애인의 정체성과 문화의 중요한 구성 요소로, 고유한 어법과 문법을 갖춘 독립적인 언어로 인정받고 있다.

그러나 비청각장애인들의 수어 이해도는 매우 낮은 수준에 머물고 있으며, 수어 통역 서비스는 공공기관이나 방송 등 제한된 환경에서만 제공되는 실정이다. 실제로 한국수어통역사협회에 따르면 공공기관에서 수어 통역을 지원받은 경험이 있는 청각장애인은 전체의 20%에도 미치지 않는다. 이러한 상황은 청각장애인이 병원, 관공서, 금융기관 등 필수 생활 서비스에서 의사소통에 어려움을 겪는 주요 원인으로 작용하고 있다.

더불어, 장애인차별금지법 및 장애인복지법 등의 제정과 함께 정부는 디지털 포용 사회 실현을 위한 다양한 정책을 추진하고 있으나, 수어 기반 인공지능 기술의 상용화는 아직 초기 단계에 머물러 있다. 특히 실시간 수어 인식과 텍스트/음성 변환 기능이 결합된 시스템은 청각장애인과 비장애인 간의 양방향 소통을 가능하게 하며, 사회적 고립을 해소하고 정보 접근성을 향상시키는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

이러한 배경에서, 인공지능 기반 수어 인식 및 번역 시스템은 기술적·사회적으로 매우 중요한 의미를 가진다. 해당 시스템은 사용자의 수어 동작을 영상 기반으로 인식한 후, 이를 자연어로 번역하여 텍스트 혹은 음성으로 출력함으로써, 청각장애인이 비장애인과 실시간으로 의사소통할 수 있는 환경을 제공한다. 나아가 이러한 기술은 키오스크, 고객 응대 시스템, 교육 현장 등 다양한 실생활 응용 분야에 적용 가능하여 그 활용 범위 또한 매우 넓다.

이에 따라 본 논문에서는 인공지능 기술을 활용하여 수어를 인식하고 자연어로 번역하는 시스템의 구조를 설계하고 구현한다. 영상 기반의 손동작 인식 기술과 딥러닝 기반의 자연어 처리 모델을 결합하여, 수어 데이터를 실시간으로 텍스트로 변환하는 전체 흐름을 제안한다. 본 연구는 기술 구현뿐만 아니라 향후 디지털 포용성과 접근성을 강화하는 기반 기술로 활용될 수 있다는 점에서 학술적 및 실용적 기여를 갖는다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

본 연구에서 제안하는 수어 인식 및 번역 시스템은 스마

트폰 카메라로부터 입력되는 실시간 영상을 처리하여, 수어 동작을 인식하고 이를 텍스트로 번역하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 본 시스템은 다음 세 가지 핵심 기술을 기반으로 구성된다.

첫째, 2D CNN은 각 영상 프레임에서 손의 모양, 색상, 경계 등 시각적 특징을 추출하는 역할을 한다.

둘째, **LSTM(Long Short-Term Memory)**은 연속된 프레임 간의 시간적 패턴을 분석하여 수어 단어 또는 문장을 인식한다.

마지막으로, 3D Pose Estimation(MediaPipe Hands) 기술은 손 관절의 3차원 좌표 정보를 보조 입력으로 활용함으로써 인식 정확도를 향상시킨다.

이러한 구성은 시각적 정적 특징과 시간적 동적 흐름을 모두 포괄함으로써, 실제 수어의 특성을 보다 정밀하게 반영할 수 있는 구조이다. 각 요소별 기술적 구현 방식은 다음 절에서 상세히 기술한다.

2.1.1 CNN 기반 프레임 단위 특징 추출

CNN(Convolutional Neural Network)은 입력된 영상 프레임으로부터 손의 모양, 윤곽, 패턴 등의 시각적 특징을 추출하는 역할을 한다. 본 연구에서는 영상 해상도와 처리 속도를 고려하여 경량화된 CNN 모델 구조(MobileNet 또는 자체 구현된 경량 CNN)를 사용하였다. 입력 프레임은 RGB 기반의 컬러 영상이며, 전처리 과정을 통해 손 영역만을 중심으로 크롭된 후 CNN에 입력된다.[1]

이 과정에서 추출된 특징 벡터는 이후 시간 정보를 학습하는 LSTM에 전달되며, 수어 동작의 단위 프레임에 대한 표현으로 활용된다. CNN은 또한 손의 위치와 상태 변화에 강건하게 반응할 수 있도록 설계되어, 다양한 배경과 조명 조건에서도 안정적인 특징 추출이 가능하도록 하였다.

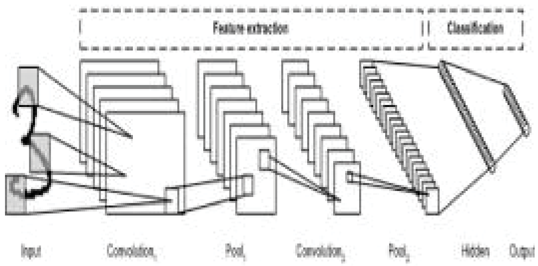


Figure 1. CNN-based Frame-level Feature Extraction Process

2.1.2 LSTM 기반 시간 순서 학습

LSTM(Long Short-Term Memory)은 순차적인 데이터 간의 관계를 학습하기 위한 RNN 계열의 대표적 모델로, 본 연구에서는 CNN에서 추출된 프레임 특징들을 시간 순서대로 입력받아 수어 동작의 전체 흐름을 해석하는 데 활용된다.

수어는 단순한 손 모양의 연속이 아닌, 손의 이동 경로와 변화 속도까지 포함하는 복합적 움직임이므로, 단일 프레임 단위 인식만으로는 의미 전달이 어렵다. LSTM은 이러한 시간적 특성을 반영하여 연속된 수어 동작을 문장 단위로 해석할 수 있는 구조를 제공하며, 출력층에서는 최종적으로 인식된 수어의 의미를 텍스트 형태로 변환한다.[2]

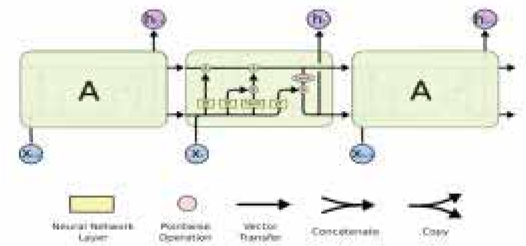


Figure 2. Sequential Processing of Input Features using LSTM Cells

2.1.3 3D 관절 정보 기반 정밀 보조 인식

MediaPipe Hands를 활용하여 손의 21개 관절에 대한 3차원 좌표를 추출하고, 이를 CNN-LSTM 모델에 보조 정보로 병합하여 인식 정확도를 향상시킨다. 손가락의 세밀한 움직임은 유사한 수어 간의 구별에 핵심적인 역할을 하며, 3D 포즈 정보는 이러한 미묘한 차이를 효과적으로 반영할 수 있다.

관절 좌표는 정규화를 거쳐 LSTM의 입력 시퀀스에 포함되며, 기존 CNN으로만 처리한 결과보다 높은 정밀도를 확보할 수 있도록 한다. 특히 손가락이 교차하거나 겹치는 경우에도 뼈대 좌표를 활용함으로써 인식 오차를 줄이는 데 기여한다.

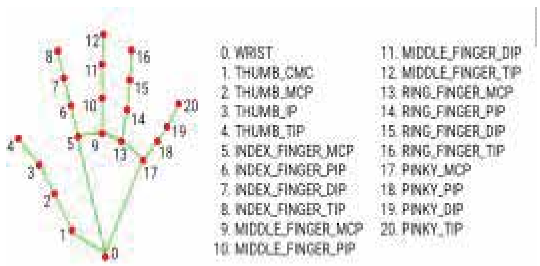


Figure 3. 3D Hand Keypoint Indexing Provided by MediaPipe for PoseEstimation

3. 결론

본 논문에서는 청각장애인과 비청각장애인 간의 원활한 의사소통을 돕기 위한 인공지능 기반 수어 인식 및 번역 시스템을 제안하고, 그 설계 이론을 기술하였다. 스마트폰 카메라를 통해 실시간으로 입력되는 수어 영상을 처리하여 텍스트로 번역하는 본 시스템은, 영상 내 손의 시각적 특징과 시간적 흐름을 동시에 고려할 수 있도록 CNN-LSTM 기반의 딥러닝 구조를 채택하였다.

또한, MediaPipe Hands를 통해 손의 3차원 관절 좌표를 보조 정보로 활용함으로써, 손가락의 미세한 움직임까지 반영할 수 있는 정밀한 인식 시스템을 구현하였다. 이러한 기술적 접근은 수어의 복잡한 언어적 특성을 보다 정확하게 해석하고, 기존의 단일 영상 기반 인식 방식보다 높은 성능과 실용성을 기대할 수 있게 한다.

본 연구는 특히 다양한 수어 문장을 포괄하기보다는, 단일 문장의 정확한 인식을 우선 목표로 하여 시스템의

기반 안정성을 확보한 후, 향후 문장 구조 확장 및 정식 서비스화에 대한 가능성을 열어두었다는 점에서 의미가 있다. 본 시스템은 향후 키오스크, 공공기관, 병원, 교육기관 등 다양한 실생활 환경에 적용될 수 있으며, 디지털 포용 사회 실현에 기여할 수 있는 핵심 기술로 자리매김할 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 보다 다양한 수어 문장 학습을 통해 문맥 기반의 자연어 번역 기능을 추가하고, 사용자 피드백 기반의 실시간 교정 기능을 도입함으로써, 청각장애인 사용자에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 실용적 수어 번역 시스템으로 확장해나갈 계획이다.

참고문헌

[1] Y. Zhao & H. J. Lee. (2022). Teacher-Student Architecture Based CNN for Action Recognition. KIPS Transactions on Computer and Communication Systems, 11(3), 99-104.

[2] J. Choi, G. Hwang, & S. J. Lee. (2022). Behavior Pattern Prediction Algorithm Based on 2D Pose Estimation and LSTM from Videos. IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications, 17(4), 191-197.

멀티모달 생체신호 기반 학습 이해도 분류를 위한 CNN-LSTM 모델 연구

홍서빈[1], 김봉현[2*]
[1]서원대학교 정보통신공학과 석사과정
[2*]서원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : bhkim@seowon.ac.kr

A CNN-LSTM-Based Approach for Classifying Learning Comprehension Using Multimodal Biosignals

Seo-Bin Hong[1], Bong-Hyun Kim[2*]
[1]Master's Student, Department of Information Communication Engineering, Seowon University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요 약

본 연구는 뇌파(EEG) 및 시선 추적 데이터를 활용하여 학습자의 이해도를 실시간으로 분류하는 CNN-LSTM 기반 시계열 분류 모델을 제안한다. 비대면 학습 환경에서 기존 평가 방식의 한계를 보완하기 위해, 생체신호의 지역적·시간적 특성을 동시에 반영하는 모델 구조를 설계하였다. 실험 결과, 제안한 모델은 87%의 분류 정확도를 기록하였으며, 학습자의 인지 상태 변화를 효과적으로 탐지하는 데 유용함을 확인하였다.

1. 서론

비대면 학습 환경의 확산으로 학습자의 인지 상태를 실시간으로 파악하고 피드백을 제공하는 기술의 중요성이 커지고 있다. 그러나 온라인 콘텐츠 기반 학습은 이해 수준을 즉시 파악하기 어렵고, 기존 방식은 사후 평가나 자기보고식 설문에 의존해 실시간성과 개별화에 한계가 있다. 이에 따라 생체 반응을 활용한 학습 상태 추론에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 생체신호의 다양한 모달리티를 통합하여 인지 상태를 분석하려는 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

본 연구는 EEG와 시선 데이터를 시계열로 수집하고, CNN-LSTM 기반 딥러닝 모델을 통해 텍스트 chunk 단위의 학습 이해도를 분류하고자 한다. 제안한 모델은 생체신호의 지역적·시간적 특성을 함께 학습해 인지 상태 변화를 효과적으로 분석한다.

2. 관련 이론

2.1. 시계열 분류와 생체신호 분석

EEG는 특정 주파수 대역(θ, α, β, ɣ)에서 학습자의 인지 상태를 반영하고, 시선 데이터는 응시 시간과 시선 속도 등 시각적 주의 패턴을 측정한다. 이들 생체신호는 학습자 내면의 상태를 간접적으로 반영하며, chunk 단위로 정렬해 시계열 분석이 가능하다. 초기 시계열 분석은 통계 기반 요약 지표를 사용했지만, RNN, LSTM, GRU 등의 순환신경망 도입으로 시간 흐름을 반영한 학습이 가능해졌다[2].

2.2. CNN-LSTM 모델의 원리와 특성

CNN-LSTM은 시계열 생체신호 분석을 위해 CNN과 LSTM의 장점을 결합한 하이브리드 신경망 구조이다. CNN은 입력 시계열을 시간 축을 따라 Conv1D 연산으로 처리하며, 지역 신호 변화나 주파수 기반 특징을 효과적으로 추출한다. 이를 통해 EEG의 일시적 활성 패턴이나 시선의 급격한 움직임 등 단기 국소 특징을 감지할 수 있다.

이러한 지역 특징은 LSTM 계층으로 전달되어 시간 흐름에 따른 패턴을 학습하며, 게이트 구조를 통해 중요 정보를 장기적으로 유지한다. 이는 인지 변화처럼 누적되는 생체 반응을 안정적으로 반영할 수 있게 한다. CNN-LSTM 구조는 시계열 생체신호의 지역적 및 시간적 특징을 동시에 학습하여 감정 상태 분류에 높은 정확도를 보이고 있다[3].

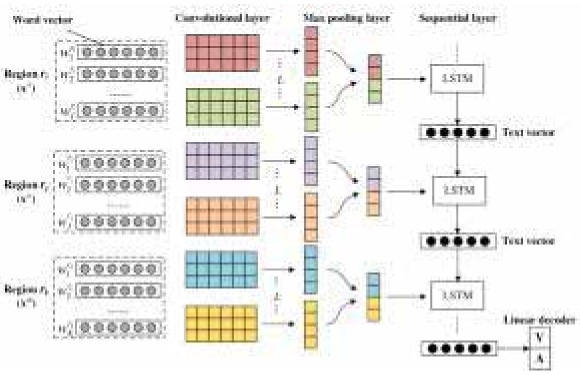


Figure 1. CNN-LSTM Model Architecture for Multimodal Biosignal Analysis

3. 실험 및 결과

3.1. 실험 절차 및 시나리오

전자책 형태의 콘텐츠를 chunk 단위로 읽게 하였고, 이 과정에서 EEG와 시선 데이터를 동시에 수집하였다. EEG는 Emotiv Epoc X 장비를 통해 측정되었으며, 총 14채널 중 AF3, AF4, F3, F4, T7, T8, P7, P8의 8채널을 활용하였다. 해당 장비는 128Hz의 샘플링 속도로 EEG 데이터를 실시간으로 수집하며, 실험 환경은 조용하고 일정한 조도에서 진행되었다. 시선 데이터는 Tobii Eye Tracker 5를 활용하여 30Hz로 수집되었으며, 실험자는 정면의 화면을 자연스럽게 응시하는 상태에서 콘텐츠를 읽도록 하였다. 두 장비는 동일 컴퓨터 환경 내에서 개별적으로 구동되며, 실험 시각 및 텍스트 구간 매핑을 통해 시계열 정합성을 확보하였다.

3.2. 데이터 구성 및 전처리

EEG는 채널별로 각 밴드(θ, α, βL, βH, γ)의 평균, 분산, PSD를 계산하여 총 120차원으로 구성되었고, 시선 데이터는 응시 시간과 시선 속도 2차원을 추가하여 122차원 입력 시계열을 구성하였다. 각 특징은 RobustScaler 방식(수식(1))으로 정규화되었으며, 결측 데이터는 보간 처리 후 zero-padding으로 시퀀스를 통일하였다.

$$X'_i = \frac{X_i - Median(X)}{IQR(X)} = \frac{X_i - Q_2}{Q_3 - Q_1} \qquad (1)$$

3.3. CNN-LSTM 모델 설계 및 구현

3.3.1 모델 구조 및 학습 설정

제안한 CNN-LSTM 모델의 전처리 블록은 다음과 같은 네 가지 계층으로 구성된다.먼저, 1차원 합성곱 계층(Conv1D)은 입력된 시계열 데이터를 시간 축을 따라 필터링하며, 지역적 패턴이나 짧은 구간의 특징을 추출한다.다음으로, 배치 정규화 계층(Batch Normalization)은 각 배치마다 정규화를 수행하여 학습 안정성을 높이고, 수렴 속도를 향상시킨다. 이어지는 최대 풀링 계층(MaxPooling1D)은 추출된 특징 맵에서 가장 중요한 값을 선택함으로써 특성의 차원을 줄이고, 과적합을 방지하는 데 기여한다. 마지막으로, 드롭아웃 계층(Dropout)은 일정 비율의 뉴런을 임의로 비활성화하여 과적합을 억제하고 모델의 일반화 성능을 향상시킨다.이러한 블록을 두 층 반복 적용함으로써, 모델은 시계열 생체신호의 지역적 패턴을 효과적으로 학습할 수 있다. 최종 출력은 Flatten → Dense(ReLU) → Softmax 계층을 거쳐 이해도 수준에 대한 확률 분포로 변환된다.

모델 학습은 cross-entropy 손실 함수를 기준으로 하며, Optimizer는 학습률 0.001의 Adam을 사용하였다. 학습은 batch size 32로 최대 100 epoch 동안 수행되었고, Early Stopping을 적용하여 과적합을 방지하였다. 전체 데이터셋은 학습(60%), 검증(20%), 테스트(20%) 비율로 분할하였다.

4. 실험 결과 및 분석

4.1. 분류 성능 분석

CNN-LSTM 모델은 전체 정확도(Accuracy) 87%, 정밀도(Precision) 0.88, 재현율(Recall) 0.86, F1-score 0.84를 기록하였다. 특히 '이해도 낮음' 클래스에 대한 정밀도는 0.96으로 나타났으며, 이는 모델이 인지 부하가 높거나 집중력이 저하된 상태를 민감하게 탐지할 수 있음을 시사한다.

Table 1. Performance Evaluation of the CNN-LSTM Model for Learning Comprehension Prediction

	precision	recall	f1-score	support
0	0.96	0.64	0.77	58
1	0.86	0.95	0.90	117
accuracy			0.87	175
macro acg	0.91	0.80	0.84	175
weight avg	0.89	0.87	0.86	175

5. 결론

본 연구에서는 EEG 및 시선 추적 데이터를 기반으로 학습자의 텍스트 이해도를 분류하기 위해 CNN-LSTM 구조를 적용한 시계열 분류 모델을 설계하고, 실험 데이터를 통해 그 성능을 평가하였다. 제안된 모델은 생체신호의 지역적 특징과 시간적 연속성을 동시에 학습하여 높은 분류 정확도(Accuracy 87%, Macro F1-score 0.84)를 달성하였으며, 특히 '이해도 낮음' 상태에 대한 정밀도(Precision 0.96)가 높게 나타나 인지 저하 구간을 민감하게 탐지할 수 있었다.

이러한 결과는 CNN-LSTM이 복합 생체신호 기반 학습 상태 분석에 적합함을 실험적으로 입증한 것으로, 향후 실시간 피드백 시스템의 핵심 모듈로서의 활용 가능성을 보여준다. 후속 연구로는 피험자군 확대, 콘텐츠 다양화, 모델 경량화 및 응답속도 향상, 그리고 맞춤형 피드백 전략의 설계 및 평가가 요구된다.

참고문헌

[1] L.-M. Vortmann, S. Ceh, and F. Putze. (2022). Multimodal EEG and Eye Tracking Feature Fusion Approaches for Attention Classification in Hybrid BCIs. Frontiers in Computer Science, 4, 780580.

[2] J. Santhosh, D. Dzso Tjan, and S. Ishimaru. (2023). Multimodal Assessment of Interest Levels in Reading: Integrating Eye-Tracking and Physiological Sensing. IEEE Access, 11, 1-14.

[3] N. Masuda and I. E. Yairi. (2023). Multi-Input CNN-LSTM Deep Learning Model for Fear Level Classification Based on EEG and Peripheral Physiological Signals. Frontiers in Psychology, 14, 1141801.

텍스트 임베딩을 통한 사전 내 유사 어휘 식별

전동헌[1], 김진홍[2*]
[1]배재대학교 소프트웨어학과
[2*]배재대학교 소프트웨어학과 교수
e-mail : {[1]2068046, [2*]jinhkm}@pcu.ac.kr

Identifying similar lexicons in dictionary with text embedding

Dongheon Jeon[1], Jinhong Kim[2*]
[1]Student, Department of Software, Paichai University
[2*]Professor, Department of Software, Paichai University

요 약

본 논문에서는 텍스트 임베딩과 기존의 사전 데이터를 이용해 단어 간 어휘적 유사성을 기계적으로 계산하고 연관 어휘를 제공하는 방법을 연구하였다. 이를 통해 본 논문에서는 임베딩 벡터의 비교만으로 구분할 수 없는 반의어 관계를 식별하고 기존 데이터의 연관 어휘 정보를 확장할 수 있다. 이상의 방법론을 통해 낮은 비용으로 폭넓은 유의어 관계를 찾아낼 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

기존의 사전 편찬 과정에서는 동의어, 반의어 등의 연관 어휘를 선정할 때 편집자의 직관에 근거하여, 대표성이 있는 몇 가지의 제한된 단어만 선정하였다. 이러한 방식은 어떤 단어에 대해 의미적 연관성이 있는 단어를 빠짐없이 표시하기 어렵다. 편집자가 미처 찾아내지 못한 단어 간의 관계, 혹은 지면의 한계로 등재하지 않기로 결정한 정보는 사용자에게 제공되지 않는다. 현대의 디지털 데이터베이스로서 제공되는 사전들은 많은 정보를 포함할 수 있음에도 불구하고, 연관 어휘 정보를 제공할 때는 기존의 방법을 사용하며, 사용자에게 충분한 정보를 제공하지 못하고 있다. 어떤 단어의 유의어, 반의어 등의 연관 어휘에 대한 정보는 언어 학습과 활용에 대단히 중요하다. 따라서, 본고에서는 임베딩 벡터와 사전의 어휘 데이터를 결합해 낮은 비용으로 비교적 신뢰성 있고 폭넓은 연관 어휘를 식별하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 설계 이론

벡터 임베딩은 분포 가설(distributional hypothesis)에 근거하여, 단어가 사용되는 맥락(분포)이 비슷하면 의미도 유사할 것이라고 가정한다[1]. 따라서 텍스트를 그 분포에 따라 다차원 벡터(vector) 공간에 표현하고, 벡터의 코사인 유사도(cosine similarity)를 비교함으로써 원본 텍스트의 유사성을 비교할 수 있다. 본고에서는 한국어 사전 데이터를 임베딩 벡터로 변환하여 벡터 간의 유사성을 수치화하고, 이 수치값을 원본 사전의 정보로 보정함으로써 새로운 연관 어휘 정보를 도출하였다.

2.2. 수행 과정

본고에서는 원본 데이터로 표준국어사전 전체 표제어 데이터[2]를 사용했다. 해당 데이터는 최상위의 표제어(이하 '표제어 계층') 아래 품사, 자주 사용되는 패턴, 개별적인 의미(이하 '의미 계층')가 계층적으로 구성된다. 각 단어의 어형은 표제어 계층에 수록되고, 그 어형이 의미하는 개별적인 의미에 대한 해설은 의미 계층에 수록된다. 실질적인 의미를 포함하는 것은 의미 계층이므로, 텍스트 임베딩과 유의 관계 식별은 의미 계층을 사용해 수행하였다.

전체 표제어 중 구조적, 의미적으로 서로 유사하더라도 유의미한 관계라고 볼 수 없는 고유 명사(인명, 지명 등), 해설만으로 유사성을 분별하기 어려운 전문어(공학, 수학, 종교 등)를 제외하여, 별도 카테고리를 부여받지 않은 어휘 293,806개(의미 계층 기준. 표제어 계층 기준 243,491개)를 선별했다. 이 데이터를 표제어 계층의 어형과 의미 계층의 해설을 '어형: 해설'의 꼴[1])로 짝지어 OpenAI 사의 text-embedding-3-large 모델에 입력해 1024차원 임베딩 벡터를 생성했다. 단, 어떤 어휘가 다른 어휘의 다른 표현(은어, 옛말 등)으로 의미상 의존하고 있는 경우, 원형이 되는 어휘만 임베딩하고, 의존하는 어휘는 원형 어휘의 임베딩 벡터(복수의 어휘를 동시에 참조하는 경우 벡터들의 평균)를 사용했다.

1) 예) 사과: 사과나무의 열매.

모든 어휘 사이의 유사도 관계를 직접 계산하는 것은 현실적으로 불가능하며, 유의미한 어휘 쌍 조합은 가능한 전체 조합에 비해 극히 작으므로 그러한 계산의 실익 또한 없다. 따라서 벡터 공간에서 근사 최근접 이웃(approximate nearest neighbor)을 효율적으로 검색할 수 있는 벡터 데이터베이스 Chroma를 이용해 어휘별로 가장 의미가 유사할 것으로 생각되는 어휘(최근접 이웃)를 어휘당 30개씩 추출하였다.

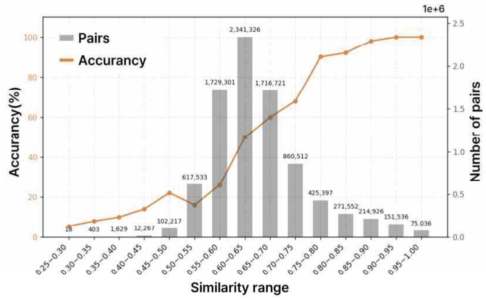


Figure 1. Semantic Accuracy and Number of Pairs by Cosine Similarity Range

추출한 쌍은 0.28에서 1.00 사이의[2] 코사인 유사도를 가졌으며, 유사도 0.05 구간별로 어휘 쌍의 의미적 정확도[3]를 평가하였다. 평가 결과 0.65~0.70 구간부터 60% 이상의 의미적 정확도를 보였다. 유사도 0.8 이상 구간은 90% 이상의 정확도를 보이지만, 의미적 유사성보다는 임베딩 입력의 구조적 유사성이나 동일한 벡터를 부여받은 어휘 등이 다수 분포하며, 이로 인해 정확도가 과대 평가되는 측면이 있기에 유의미한 관계는 비교적 낮은 유사도를 가진 구간에 많이 분포하고 있다고 생각할 수 있다. 따라서 무의미한 어휘 쌍 데이터를 가능한 제거하면서도 충분한 어휘 쌍 개수를 포함할 수 있는 적절한 절충안으로써, 유사도 0.65를 임계값으로 정하여 임계값 미만 데이터를 제거하고, 이후 작업을 위해 유사도 값이 0.95를 초과하는 쌍의 경우 0.95로 조정했다.

표준국어대사전에 기록된 연관 어휘 데이터를 유형 태그에 따라 동의어 0.95, 비슷한 말/준말/본말/낮춤말/높임말 0.9, 참고 어휘 0.85, 반의어 −0.95의 유사도를 부여하고, 이 데이터를 표준국어대사전 연관 어휘 데이터를 우선해서 임베딩 벡터 기반 어휘 쌍 데이터와 통합하여 2,257,106개 어휘 쌍을 얻었다.

이렇게 어휘 쌍에 유사도가 부여된 데이터는 무향 가중치 그래프의 노드 간 연결을 묘사한 것으로 볼 수 있다. 따라서 어휘 간의 유사도는 노드 간의 거리로 계산할 수 있다. 두 어휘 간의 유사도는 경로상의 유사도의 곱으로 계산하였다. 이 과정에서 두 어휘 간에 여러 유사도가 식별될 경우, 음수를 우선하되, 부호가 같다면 절댓값이 큰 것을 취하여 계산했다.

Figure 2. A chain of related lexicon discovering

이상의 반복적인 계산을 통해 Figure 2처럼 기존에 없었던 기쁨–애심 간의 유사도를 판별할 수 있을 뿐만 아니라, 두 어휘가 반의 관계임도 알 수 있다.

2.3. 수행 결과

이상의 계산을 모든 단어 쌍에 대해 8단계[4]까지 진행하여 3,900,390개의 연관 어휘 쌍을 획득하였다. 어휘 쌍 계산은 의미 계층에서 수행한 것으로, 표제어 계층 기준으로 3,271,804개이다. 이는 어떤 개별적인 의미가 다른 단어(표제어)를 연관 어휘로 가지는 양을 집계한 것으로, 동일한 기준에서 원본인 표준국어대사전 153,841개의 약 21배이다. 각 의미가 보유한 연관 어휘의 중앙값과 평균값도 각각 11배, 약 17배로 크게 증가하였다.

Table 1. Number of related lexicons per meaning

	Maximum	Median	Mean
Before	27	1	1.39
After	823	11	23.36

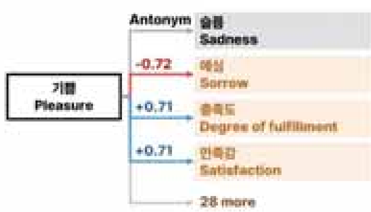


Figure 3. Discovered related lexicons

‘기쁨’은 표준국어대사전에서 반의어 ‘슬픔’밖에 제시되지 않았으나, 이상의 처리를 통해 ‘애심’, ‘충족도’, ‘만족감’ 등의 연관 어휘 31개가 추가되었다.

3. 결론

본고의 방법은 간단한 처리를 통해 대량의 단어 간 연관 관계를 식별할 수 있다. 의미상으로 명백히 유사한 단어 간 관계(기쁨–열락 등)가 누락되고, 유의어/반의어를 제외한

2) 동일한 벡터 간의 코사인 유사도는 1이나, Chroma에서 질의할 때는 오차가 발생하여 실제 최댓값은 1.00000226497650이다. 1을 초과하는 값은 절사하였다.
3) 구간별 50개 표본을(0.25~0.30 구간은 전체인 18개) 무작위 추출하여 한 어휘가 다른 단어의 동의어/유·반의어/준말/본말/높임말/낮춤말/은어/상·하의어/어근/활용 관계인 경우, 두 단어가 동일한 어간을 공유하거나 동일한 단어에 의존하는 경우, 그 외에도 두 단어의 핵심 주제가 같으면서 세부 주제가 직관적으로 유사하다고 느껴지는 경우 유의미한 관계로 간주해 전체 표본 대비 유의미한 관계를 가진 표본의 비율을 집계하였다.

4) $0.95^9 < 0.65$로 9단계부터 임계값보다 높은 유사도를 가지는 관계를 식별할 수 없다.

단어 간의 관계(상/하의어 등)을 표현할 수 없다는 단점이 있으나, 처리 과정에서 높은 연산 성능이 필요하지 않으며, 이상의 임베딩 전체에 대해 0.58 달러가 청구[5)]되어 비용 또한 저렴하므로, 적은 자원으로 폭넓은 유의어 및 반의어 정보를 계산하거나, 사전의 형태로 제공하고자 할 때 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgments

This study was supported by the Research Program funded by the Hankook University.

참고문헌

[1] Harris, Z. S. (1954). Distributional Structure, WORD, 10:2-3, 146-162.
DOI: 10.1080/00437956.1954.11659520

[2] National Institute of Korean Language. (2025). Korean standard dictionary. https://stdict.korean.go.kr/

5) 국문 8,163,743자, Batch API 이용, VAT 별도.

응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안

이제영[1], 김지희[2*]
[1]가톨릭관동대학교 광고홍보학과 교수
[2*]강원대학교 응급구조학과 교수
e-mail : kjh1962@hanmail.net

A public interest advertising plan for the improvement of First Aid System

Jei-Young Lee[1], Jee-Hee Kim[2*]
[1]Dep. of Advertising and Public Relations, Kwandong Univ.
[2*]Dep. of Paramedicine, Kangwon National Univ.

요 약

이 연구에서는 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관한 응급구조학과 전공학생들의 주관성을 진단하고, 기능적인 측면에서 세부적인 유형적 효과요인들을 짚어봄으로써 향후 개선과 방향성을 알아보고자 한다. 위에서 제기된 사항들의 해답을 얻기 위하여 주관성연구 분석방법을 활용하며, 설문응답자들의 주관적 성향을 살펴보기 위해서 Q방법론을 이용하였다.

1. 문제의 제기 및 연구목적

이 연구에서는 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관한 응급구조학과 학생들의 주관성을 진단하고, 기능적인 측면에서 세부적인 유형적 효과요인들을 짚어봄으로써 향후 개선과 방향성을 알아보고자 한다. 위에서 제기된 사항들의 해답을 얻기 위하여 주관성연구 분석방법을 활용하며, 이에 따른 연구문제는 첫째, 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관한 수용인식 유형은 어떠한가? 둘째, 이들 각 유형들 간의 동질적이며 이질적인 특성과 그 함의는 무엇인가? 등이다. 또한 이 연구에서는 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관하여 응급구조학과 학생들의 주관적 성향을 살펴보기 위해서 Q방법론을 이용하였다.

2. 연구문제 및 방법론

2.1. 연구문제

본 연구에서는 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관하여 실증적이고 심층적 Q 분석을 통해 다각적인 분석을 실시하고자 한다.

이 연구에서는 위에서 제기된 사항들의 해답을 얻기 위하여 주관성(subjectivity) 연구 분석방법을 활용하며, 이에 따른 연구문제는 아래와 같다.

연구문제 1 : 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관한 수용인식 유형은 어떠한가?

연구문제 2 : 이들 각 유형들 간의 동질적이며 이질적인 특성과 그 함의는 무엇인가?

2.2. 연구설계

응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 대한 문헌분석은 객관적인 가치 분석이 가능하여, 앞으로 관련 연구를 보다 효율적으로 이해하는 데 기여할 수 있다. 또한 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 대한 평가는 객관적인 가치규명뿐만 아니라, 효과적인 유형화를 제시한다는 차원에서 유도할 수 있다. 이 과정에서 시도되는 구체적인 연구방법은 다양한 국내외 자료를 단계별로 정리하여 다각적인 사례연구들로 진행될 것이다. 조사범위는 현재 국내에서 가능한 모든 문헌을 대상으로 실시하고자 한다. 조사기간은 모든 관련 자료들을 중심으로 이루어졌다.

추가로 본 연구에서는 응급구조학과 학생들을 대상으로 Q심층조사를 실시하였다. 본 논문주제들의 관점을 심층적으로 이해하기 위해 연구 중점 주제들을 대상으로 인터뷰를 수행하였다.

질적 연구의 한 분야로서 Q 심층조사 분석은 Grand Tour Technique[6)] 방식을 채용해 실시할 예정이므로 공통의 분야와 개별 분야로 나뉘어 연구주제들이 제기될 필요가 있다. 본 논문에서 연구 주제들은 현재 연구수행 전의 단계에서 확정된 것들이며, 인터뷰를 진행해 나가면서 질적(qualitative) 연구방법의 특성을 살린 진화적 설계(Evolving Design) 방식에 따라 추가적인 연구문제가 포함되었다.

6) 소수의 구체적인 사항에 대해서 테마를 찾아가는 방식인 Laddering과 달리 가장 근본적인 사항에서부터 점진적으로 구체적인 부분까지 파악하는 방식으로써 대상자의 경험과 생각에 따라 전혀 다른 인터뷰 진행이 실시되는 비구조적 인터뷰임.

전술한 바와 같이 Q 심층조사에서는 응급구조학전공 대학생들의 의견을 청취하게 될 것이므로 초기 인터뷰의 결과가 그 이후의 인터뷰 내용에 영향을 미치는 구조를 띠게 된다. 때문에, 위에 열거한 인터뷰의 항목들이 현재 제안서 단계에서 확정적인 것은 아니며, 최초 3-4회 정도의 인터뷰를 거치면서 보다 집중적인 이슈들로 진술문 정리가 되는 과정을 거쳤다.

2.3. 연구방법

본 논문에서는 R방법론에서 도출된 다양한 의견과 각각의 유형을 구조화하고 유형별 특성을 파악, 기술하고 설명하는데 좀 더 발견적이고 가설생성적인 Q방법론[1][2][3][4] 분석결과를 토대로 좀 더 다각적인 평가와 전망을 제시하고자 한다.

무엇보다도, 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 대해서는 기존의 계량적 방법론(R방법론)으로 객관적 통계분석이 주로 이용되어 왔으나, Q방법론[3]4][5]적 분석논문은 종사자간, 즉 커뮤니케이션과 관련된 응답자들의 자아구조(schema) 속에 있는 요인들까지 파악할 수 있다는 점에서 통찰력 있는 분석이 도출될 수 있다고 본다. 즉, 이 연구는 기존의 이론에서 연역적인 가설을 도출하는 종래의 연구방법과는 달리, 사람들이 일상적으로 갖게 되는 주관적 이미지에 의하여 새로운 가설을 발견(hypothesis abduction)하려는 목적을 가지고 있다.[3] 이를 위해 분석작업은 진술문 형태의 카드를 분류하는 방법으로 행해졌다. 이 진술문 작성을 위하여 연구자는 종사자들의 인터뷰를 통하여 Q모집단(concourse)을 구성하고, 이를 통하여 진술문(Q-statement)을 작성한 후, P샘플을 선정, 분류작업(sorting) 과정을 거쳐 얻게 되는 Q-sort를 PC QUANL 프로그램을 이용, Q요인분석(Q-factor analysis)을 통해 분석하였다.

2.3.1 Q표본과 P표본

이 연구를 위한 Q표본은 응급처치 체계 개선에 관한 공익광고 방안에 관하여 수용행태 유형에 관한 가치체계로 구성된 진술문으로 구성될 것이다. 이 연구는 설문 응답자들이 지니고 있는 전반적인 관념들과 느낌, 의견, 가치관 등을 종합적으로 얻기 위해 이 연구와 관련된 전문서적, 학술서적, 저널 등의 관련문헌 연구를 포함하여 응급구조학 전공 학생들을 대상으로 심층인터뷰를 통하여 약 40여개의 Q-population(concourse)을 추출하였다. 또한 Q-population에 포함된 진술문 중 주제에 관한 대표성이 가장 크다고 여겨지는 진술문을 임의로 선택하는 방법을 사용하여, 최종적으로 25개의 진술문 표본을 선정하였다. 여기에서 선택된 25개의 진술문은 전체적으로 모든 의견들을 포괄하고, 긍정, 중립, 부정의 균형을 이룰 수 있도록 구성하였다([표 1]). 또한 Q연구의 목적은 표본의 특성으로부터 모집단의 특성을 추론하는 것이 아니기 때문에 P표본의 선정도 확률적 표집방법을 따르지 않는다. 따라서 이 연구에서는 위에서 제시한 기준에 의거하여 성별, 연령, 직업 등 인구학적 특성을 적절히 고려하는 R방법과 달리, 본 연구와 관련하여 사전 공지를 통해 조사작업에 동의를 구한 P표본(응급구조학과 전공학생)들을 중심으로 최종 30명을 P샘플로 선정하였으며, 대학 강의실에서 조사되었다.

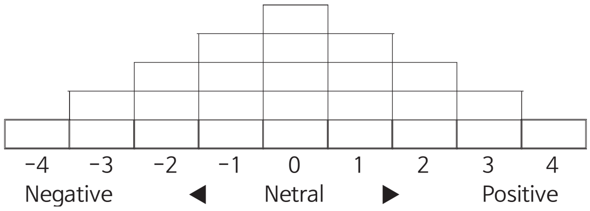


Figure 1. Sample sorting board and record sheet

Table 1. Scores and statements by dirstribution

distribution	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
scores	1	2	3	4	5	6	7	8	9
number of statements	1	2	3	4	5	4	3	2	1

[그림 1]에서 보듯이, 이 연구에서의 Q분류의 절차는 Q표본으로 선정된 각각의 진술문이 적힌 카드를 응답자가 읽은 후 긍정(+), 중립(0), 부정(-)으로 크게 3개의 그룹으로 분류한 다음 긍정 진술문 중에서 가장 긍정하는 것을 차례로 골라서 바깥에서부터(+4) 안쪽으로 분류를 진행하여 중립부분에서 정리하였다. 마찬가지의 방법으로 부정 진술문들을 분류하고, 이때 양끝에 놓여진 1개의 진술문에 대해서는 각각의 코멘트(심층인터뷰)를 받아 두도록 한다. 이것은 Q-factor 해석에 유용한 정보를 제공해 주기 때문이다.

이어서 P표본에 대한 조사가 완료된 후 수집된 자료를 점수화하기 위하여 Q표본 분포도에서 가장 부정적인 경우 (-4)를 1점으로 시작하여 2점(-3), 3점(-2), 4점(-1), 5점(0), 6점(+1), 7점(+2), 8점(+3), 그리고 가장 긍정적인 경우 9점(+4)을 부여하여 점수화 하도록 한다([표 1]). 이 부여된 점수를 진술문 번호순으로 코딩하고, 이러한 자료를 PC용 QUANL 프로그램으로 처리하여 그 결과를 얻는다.

참고문헌

[1] Brown, S., *Political Subjectivity: Applications of Q Methodology*, New Haven: Yale University Press, 46, 1980.

[2] Dryzek, J., *Discursive Democracy*, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

레디믹스트 콘크리트 제품의 월별 탄소발자국 변동에 관한 사례분석

노승준[1], 김낙현[2*]
[1]국립금오공과대학교 건축토목환경공학부 건축공학전공 부교수
[2*](주)그리너스 대표이사
e-mail : redwow6@grners.com

Monthly Carbon Footprint Variations in Ready-Mixed Concrete Products: A Case Study

Seung-Jun Roh[1], Rak-Hyun Kim[2*]
[1]Associate Professor, Department of Architectural Engineering, School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology
[2*]CEO, Greeners

요 약

본 연구는 레디믹스트 콘크리트 제품의 월별 탄소발자국 변동 특성에 관한 사례분석을 목적으로 한다. 이를 위해 한 생산공장에서 제조된 규격 25-24-150 제품의 연간 데이터를 수집하고, 단위 제품 생산량(1㎥) 기준으로 월별 투입 정보를 정규화한 후, 환경성적표지 계수를 통해 탄소발자국을 산정하였다. 그 결과, 전체 탄소발자국의 대부분이 결합재에 기인하며, 시멘트 사용량이 주된 결정 요인으로 나타났다. 또한, 본 분석 대상에서 하절기와 동절기에 생산된 제품의 탄소발자국이 평월 대비 높은 값을 보였다.

1. 서론

건설 산업은 전 세계 탄소배출의 주요 원인 중 하나로 꼽히며, 그중에서도 콘크리트 생산은 높은 에너지 소비와 대규모 자원 투입으로 인해 환경에 상당한 영향을 미친다. 특히, 레디믹스트 콘크리트는 건축물과 각종 구조물에 광범위하게 사용되는 핵심 자재로, 그 제조 과정에서 발생하는 탄소배출 특성에 대한 정밀한 분석이 요구된다.

레디믹스트 콘크리트의 생산 시 탄소배출은 투입 재료의 종류와 사용량, 에너지원의 유형 및 소비량, 생산 설비의 운전 효율 등에 따라 달라지며, 이러한 요인들은 계절적 변화, 수요 변동, 공급망 상황, 생산계획 등 다양한 외부 변수의 영향을 받아 월별로 상이한 경향을 나타낸다[1].

그럼에도 불구하고, 기존 연구들은 대부분 특정 시점 또는 연간 평균값에 기반한 정태적 분석에 집중되어 있어, 실제 생산 현장에서 나타나는 월별 탄소발자국의 변동성을 체계적으로 다룬 연구는 매우 제한적이다.

이에 본 연구는 실제 레디믹스트 콘크리트 공장의 생산 데이터 사례에 기초한 레디믹스트 콘크리트 제품의 월별 탄소발자국 변동 특성 분석을 목적으로 한다.

2. 분석 대상 및 방법

실제 레디믹스트 콘크리트 생산공장 한 곳으로부터 규격 25-24-150(굵은골재 최대치수 25mm, 호칭강도 24MPa, 소요 슬럼프값 150mm)을 갖는 레디믹스트 콘크리트 제품의 연간 생산 데이터를 수집하였다. 수집된 자료를 단위 제품 생산량(1㎥)을 기준으로 정규화하였고, 이를 원재료 투입량, 에너지사용량, 물 사용량, 폐기물 발생량으로 구분하여 월별 데이터를 Table 1에 나타내었다.

Table 1의 데이터를 바탕으로 월별 결합재 사용 특성을 Figure 1에 나타낸 결과, 전체 결합재 사용량은 월별로 최소 301.62 kg/m³(8월)에서 최대 319.62 kg/m³(12월) 수준으로 비교적 유사한 범위를 보였다. 고로슬래그 미분말 및 플라이애시의 사용량도 큰 변동이 없었으나, 시멘트와 슬래그 시멘트의 사용량은 월별로 뚜렷한 차이를 보였다. 특히, 일반적으로 초기 강도 발현이 저하되는 동절기(12월~2월)에는 오히려 시멘트 사용량이 감소하고 슬래그 시멘트의 사용량이 증가하는 경향이 관찰되었다. 이는 계절적 강도 특성 조절 외에도 원재료 수급 여건, 생산계획, 현장 수요 등 다양한 실무적 요소가 배합설계에 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다.

한편, Table 1에 정리된 월별 데이터는 한국환경산업기술원이 제시한 환경성적표지 기준의 탄소배출 계수를 적용하여 항목별 탄소발자국을 산정하였다. 원재료 수송에 따른 탄소배출은 월별 산정의 복잡성과 불확실성을 고려하여, 사전에 전 제품 생산량을 기준으로 분석된 평균값인 15.77 $kgCO_2e/m^3$을 모든 월에 일괄 적용하였다.

3. 분석 결과

Figure 2와 Figure 3은 각각 월별 레디믹스트 콘크리트 제품의 탄소발자국 및 결합재 부문의 탄소배출량을 나타낸다.

Table 1. Monthly Quantities of Material Inputs, Energy Consumption, Water Usage, and Waste Generation

Classification		Unit	Input and Output (Unit/㎥)											
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Materials	Cement	kg	195.91	159.03	130.66	155.53	172.06	199.31	230.48	177.74	221.75	222.28	227.65	240.48
	GGBFS	kg	20.68	16.39	17.85	20.96	26.61	16.26	9.61	17.20	19.36	18.89	19.08	6.48
	Fly Ash	kg	51.09	50.92	49.65	34.63	47.53	41.93	46.80	48.44	45.23	48.55	46.26	51.98
	Slag Cement	kg	38.93	81.46	107.48	94.18	59.59	50.12	18.47	58.24	15.99	16.64	22.72	20.68
	Coarse Aggregate	kg	827.47	825.51	816.87	820.78	823.18	827.71	825.37	827.24	823.09	817.90	793.83	783.57
	Fine Aggregate	kg	1,024.87	1,019.87	1,033.96	1,020.13	1,022.77	1,022.71	1,045.07	1,040.08	1,054.99	1,059.14	1,069.25	1,073.77
	Chemical Admixture	kg	2.07	2.09	2.13	2.15	2.13	2.17	2.13	2.10	2.12	2.14	2.17	2.18
	Product Water	kg	111.22	113.27	119.67	117.79	111.85	121.05	117.73	122.65	117.97	110.75	117.24	117.53
Energy	LNG	㎥	0.28	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.21
	Electricity	kWh	4.17	3.99	2.25	2.34	1.83	2.18	2.10	2.55	1.82	1.76	2.18	3.10
Water	Groundwater	㎥	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
	Industrial Water	㎥	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.09	0.10	0.11
	Tap Water	㎥	0.01	0.01	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.01
Waste	Wasted Concrete	kg	0.49	-	3.91	2.07	2.76	2.29	0.31	3.51	-	3.01	3.07	3.76

GGBFS: Ground Granulated Blast Furnace Slag; LNG: Liquefied Natural Gas

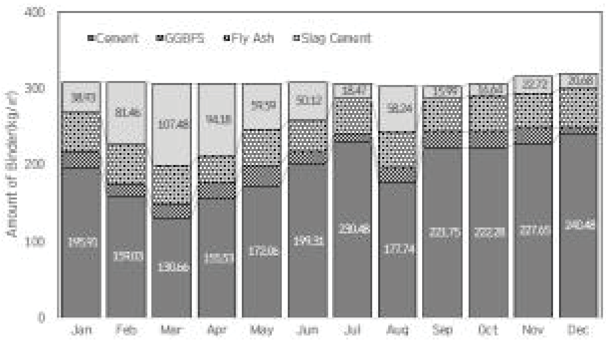


Figure 1. Monthly Characteristics of Binder Usage

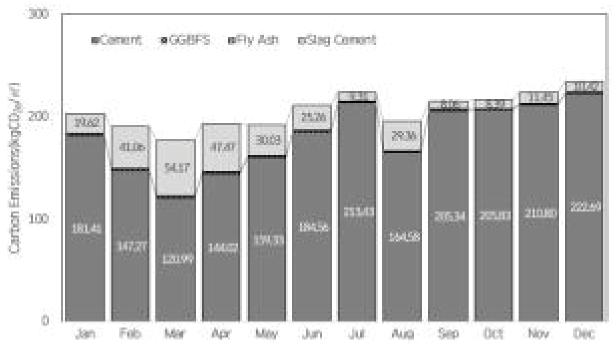


Figure 3. Monthly Carbon Emissions by Binder Usage

Figure 2에 따르면, 본 분석 대상 제품의 월별 탄소발자국은 최소 202.53 kgCO_2e/m³(3월)에서 최대 260.44 kgCO_2e/m³(12월)까지 변동하였고, 일반적인 평월에 비해 하절기(6월~8월)와 동절기의 탄소발자국이 상대적으로 높은 값을 보였다.

또한, 전체 탄소발자국 중 원재료에 기인한 탄소배출량이 모든 월에서 91% 이상을 차지하였고, 그 중에서도 결합재의 기여도가 가장 큰 것으로 나타났다. Figure 3의 결합재별 탄소배출 분석 결과, 전체 결합재의 탄소배출량은 시멘트의 사용량에 의해 좌우되었고, 본 분석 대상을 기준으로 결합재별 탄소배출 기여도는 시멘트 > 슬래그 시멘트 > 고로슬래그 미분말 > 플라이애시 순으로 나타났다.

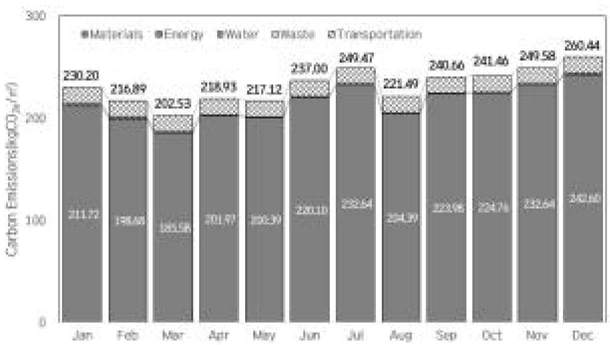


Figure 2. Monthly Carbon Emissions of Product

4. 결론

본 연구는 레디믹스트 콘크리트 제품의 월별 탄소발자국 변동 특성에 관한 사례분석을 목적으로 하며, 다음과 같은 결론을 얻었다. 동일 규격의 레디믹스트 콘크리트 제품이라도 제조 시점과 결합재 조성에 따라 뚜렷한 탄소발자국 차이를 보였다. 본 분석 대상은 하절기와 동절기의 탄소발자국이 평월보다 높았고, 원재료가 전체 탄소배출량의 91% 이상을 차지하였다. 원재료 중 결합재가 주요 탄소배출원으로 나타났고, 기여도는 시멘트 > 슬래그 시멘트 > 고로슬래그 미분말 > 플라이애시 순이었다. 이를 통해 월별 배합과 생산 특성을 반영한 정밀한 탄소발자국 평가와 맞춤형 탄소배출 감축 전략이 필요함을 확인하였다.

Acknowledgments

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT)(RS-2025- 00517795).

참고문헌

[1] F. Pomponi & A. Moncaster (2016). Embodied carbon mitigation and reduction in the built environment – What does the evidence say?. Journal of Environmental Management, 181, 687-700.

북한이탈주민 여성의 외상후스트레스와 우울과의 관계

김민경*
*남서울대학교 아동복지학과 교수
e-mail : ilu35@naver.com

Relatioship PTSD and Depression of Women Refugees of North Korea

Minkyeong Kim*
*Professor, Department of Child Welfare, Namseoul University

요 약

본 연구는 북한이탈주민여성의 외상후스트레스와 우울의 정도를 살펴보고 외상후스트레스가 우울에 미치는 영향을 파악하여 한국사회에 보다 잘 정착시키고자 한다. 연구대상은 서울, 경기, 충남 지역에서 거주하고 있는 북한이탈주민 여성 223명을 대상으로 하였다. 외상후스트레스와 우울을 분석하였다. 기술통계량, 피어슨 상관분석, 회귀분석을 하였으며 자료 분석에는 SPSS 26.0(Windows용) 버전을 사용하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, PTSD와 우울의 평균값이 중간점 3점보다는 낮지만 우울이 PTSD보다 높게 나타났다. 둘째, 북한이탈주민 여성의 우울에 연령, 거주기간과 PTSD가 우울에 미치는 영향에서 거주기간이 얼마되지 않을수록, PTSD가 높을수록 우울에 긍정적이고 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 우울을 감소시키는데 PTSD를 감소시키는 노력이 필요하며 한국사회에 거주하는 초기부터 이들에 대한 정신건강 향상프로그램이 필요함을 시사한다고 하겠다.

1. 서론

북한이탈주민의 과거경험, 즉 식량난, 폭력에의 노출, 탈출 등의 파국적인 상황은 외상적 사건으로 판단할 수 있으며 이러한 외상적 사건이 북한이탈주민의 정신건강과 향후 남한사회적응에 미칠 부정적인 영향은 충분히 예상할 수 있다.

북한이탈주민을 대상으로 한 연구에 의하면 북한이탈여성의 30-40% 정도가 우울을 경험하는 것으로 보고하고 있고 남한사회에서 정착기간이 더 길어질수록 우울증상이 더 심각해진다는 함. 또한 북한이탈주민의 13.5%가 자살충동을 경험한 적이 있다고 보고하고 있음. 이 이유로는 경제적 어려움(29.2%), 신체적·정신적 질환이나 장애 때문(26.6%), 외로움과 고독때문(15.0%)이라고 응답함하였다(남북하나재단, 2018).

본 연구는 북한이탈주민여성의 외상후스트레스와 우울의 정도를 살펴보고 외상후스트레스가 우울에 미치는 영향을 파악하여 한국사회에 보다 잘 정착시키고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 연구대상자

연구대상은 서울, 경기, 충남 지역에서 거주하고 있는 북한이탈주민 여성 223명을 대상으로 하였다. 한국에 온지 3년이상된 여성들로 30대가 24.0%, 40대가 38%, 50대이상이 38%로 나타났다.

2.1. 연구도구

외상후 스트레스척도는 Weiss & Marmar(1996)이 개발한 IES(Impact of Event Scale-Revised)척도를 사용하였다. 이 척도는 22문항으로 구성되었으며 "나는 그것에 대해 생각하지 않는다‘, ’갑자기 그 장면이 떠올랐다‘, ’나는 그 기억을 지우려고 노력한다‘ 등으로 구성되었다. 내적일치도(Cronbach’s α)는 트라우마1 .89, 트라우마2 .85로 나타났다. 우울척도는 CES-D는 우울증 진단이 아닌 1차 선별도구 중의 하나로 미국정신보건연구원(NIMH)에서 개발하였으며, 한국판 CES-D는 조맹제와 김계희(1993)가 표준화한 것이다. 내적일치도는 Cronbach’s ɒ는 .92로 나타났다.

2.3 자료 분석

자료 분석에는 SPSS 26.0(Windows용) 버전을 사용하였다. 평균, 표준편차 등의 기술통계량, 피어슨 상관분석, 회귀분석을 사용하였다.

3. 연구결과

3.1 변수의 기술통계량

변수의 기술통계량은 다음과 같습니다. Table 1. 과 같다.

Table 1. 변수들의 기술통계

Variables	Min	Max	M	SD
PTSD	0.00	5.00	2.36	.90
Depression	1.00	5.00	2.78	1.25

3.2 PTSD가 우울에 미치는 영향

관련 변수들, PTSD가 우울에 미치는 영향은 Table 2. 과 같다.

Table 2. 관련변인, PTSD가 우울에 미치는 영향

Depression	Estimate		F	R^2
	B	β		
Age	.09	.06	17.28	27^{***}
Residence duration	−.13	$-.11^{*}$		
PTSD	.30	$.25^{***}$		

$^{*}p<.05$, $^{***}p<.001$

4. 논의 및 결론

첫째, PTSD와 우울의 평균값이 중간점 3점보다는 낮지만 우울이 PTSD보다 높게 나타나 북한이탈주민 여성이 한국사회에서 우울이 있는 상태에서 살아가고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 북한이탈주민 여성의 우울에 연령, 거주기간과 PTSD가 우울에 미치는 영향에서 거주기간이 얼마되지 않을수록, PTSD가 높을수록 우울에 긍정적이고 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 우울을 감소시키는데 PTSD를 감소시키는 노력이 필요하며 거주기간이 오래될수록 우울이 낮아지는 것으로 볼 때 조기에 이들에 대한 정신건강 향상프로그램이 필요함을 시사한다고 하겠다.

Acknowledgments

This study was supported by the Research Program funded by the Namseoul University.

참고문헌

[1] Weiss, D. S., & Marmar, C. R. (1996). The Impact of Event Scale-Revised. In J. Wilson, & T. M. Keane (Eds.), Assessing Psychological Trauma and PTSD (pp. 399-411). Guilford.

[2] Cho, M. J., Kim, G. H. (1993). Diagnostic validity study of CES-D in preliminary evaluation of patients with major depressive disorder. Neuropsychiatry. Medicine 32, 381-399

Co-Simulation을 통한 전기자동차 운전특성별 효율맵 분석

박진하[1], 김진한[1], 김기찬[2*]
[1]국립한밭대학교 학부과정
[2*]국립한밭대학교 전기공학과 교수
e-mail : kckim@hanbat.ac.kr

Efficiency Map Analysis of Electric Vehicles under Various Driving Characteristics through Co-Simulation

Jin-Ha-Park[1], Jin-Han-Kim[1], Ki-Chan-Kim[2*]
[1]Undergraduate Student, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Electrical Engineering, Hanbat National University

요 약

전기자동차 시장이 확대됨에 따라 전기자동차 구동용 전동기 연구 필요성 또한 늘어나고 있다. 특히 전동기 설계에 있어 효율은 매우 중요한 요소이다. 따라서 본 논문에서는 Co-simulation 을 통한 운전 시나리오별 전동기 효율 분석 기법을 제시하였다.

1. 서론

최근 탄소배출 규제, 석유 고갈 등 기존의 내연기관 자동차에 대한 한계가 지속적으로 나타남에 따라 최근 전기자동차 시장은 큰 폭으로 성장하고 있다.[1] 전기자동차의 용도 또한 승합, 운송과 같이 승용에 국한되지 않고 확대되고 있다.[2] 이러한 추세에 따라 전기버스와 같은 승합용 전기자동차에 대한 연구 필요성이 높아지고 있다. 특히 전동기의 효율은 전동기 설계에 있어 매우 중요하다. 그러나 운전특성에 맞춰 전동기의 효율을 최적화하는 과정은 매우 번거롭다. 따라서 본 논문에서는 효과적인 효율 설계법 제시를 위해 Ansys Maxwell 2D와 Ansys Motor-CAD의 Co-Simulation을 이용하여 소형전기버스용 200kW급 IPMSM의 운전특성에 따른 효율맵 분석을 진행하였다.

2. 본론

2.1. 분석이론

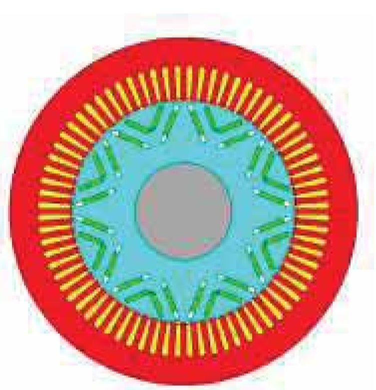


Figure 1. 해석 대상 모델

Table 1. 설계 사양

Parameter	Unit	Value
출력	[kW]	200
토크	[Nm]	1,200
속도	[RPM]	4,500
고정자 적층길이	[mm]	180
회전자 적층길이	[mm]	180
공극길이	[mm]	0.8

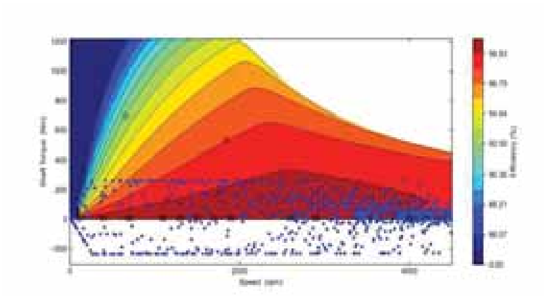
Table 2. 운전 시나리오

	Description	Time	Distance	Speed
UDDS	Typical city driving conditions	1,369s	11.98km	31.52kmh
HWY	Typical highway conditions under 60mph	765s	16.51km	77.73kmh
US06	High Acceleration Aggressive Driving Schedule	596s	12.89km	77.89kmh

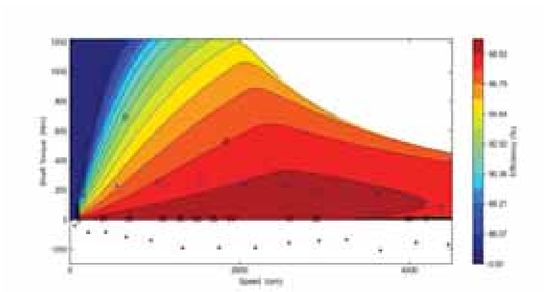
Figure 1은 운전특성에 따른 효율맵 분석을 위한 8극 72슬롯 IPMSM 모델이다. 영구자석은 Neodymium 자석을 사용했으며 고정자 코어와 회전자 코어는 30PNF1600을 사용하였다. Table 1은 해석모델의 설계 사양을 나타낸다.

Table 2는 미국 환경보호청(EPA)의 표준화 주행 패턴 시나리오를 나타낸다. 본 논문에서는 총 3가지의 운전 시나리오에 따라 효율맵에 속도와 토크가 변동되는 포인트를 표기하여 분석을 진행한다.

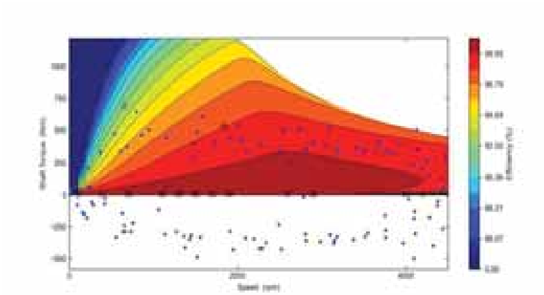
2.2. 운전특성별 효율맵 분석



(a) USDS



(b) HWY



(c) US06

Figure 2. 운전특성에 따른 효율맵

Figure 2. (a) 는 USDS 패턴에 따른 효율맵이다. 전형적인 도시 주행 패턴으로서 토크와 속도가 빈번하게 변동되므로 다수의 포인트가 분포되어 있는 것을 확인 할 수 있다. 상대적으로 안정적인 주행상황이므로 토크가 일정하고 높은 효율 구간에 포인트가 분포되어 있는 모습을 볼 수 있다.

Figure 2. (b) 는 HWY 패턴에 따른 효율맵이다. 고속도로 주행 특성상 토크와 속도가 일정하므로 소수의 포인트가 분포되어 있는 것을 확인 할 수 있다. HWY 패턴 또한 안정적인 주행상황이므로 토크가 일정하고 높은 효율 구간에 포인트가 분포되어 있다.

Figure 2. (c) 는 US06 패턴에 따른 효율맵이다. 급가속과 급감속을 반복하는 공격적인 주행패턴을 특징으로 하며, 이로인해 토크와 속도가 일정하지 않아 포인트가 광범위하게 분포되었다. 불안정한 특수한 운전패턴으로 인해 토크가 일정하지 않고 비교적 낮은 효율 구간에 포인트가 분포되어 있다.

3. 결론

본 논문에서 효율맵 분석에 사용된 전동기는 상용화를 위해 충분한 검증과 시험을 거쳐 설계되었으므로 일반적인 운전상황에서 높은 효율을 보인다. 그러나 실제 전기자동차용 전동기 설계 시에는 고효율 포인트가 일반 주행패턴과 일치하지 않을 수 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 Co-Simulation을 이용한 효율맵 분석 기법을 통해 운전 특성별 사니리오를 고려하여 전동기 효율 최적화에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 신힘철 (2022). 세계 친환경차 보급 동향 및 주요 환경규제 정책에 따른 시사점. 에너지 포커스, 2022(가을), 82-102.

[2] Mordor Intelligence. (2025). Electric Bus – Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2025 – 2030). Global Information.

동기전동기의 병렬회로수 변화에 따른 출력 변화

김태수[1], 신재각[1], 류성한[1], 박정훈[1], 김기찬[1*]
[1]국립한밭대학교
e-mail : kts9467@naver.com

Changes in output according to changes in the number of parallel circuits of a synchronous motor

Tae-Su Kim[1], Jae-Gak Shin[1], Seong-Han Ryu[1], Jeong-Hun Park[1], Ki-Chan Kim[1*]
[1]Hanbat National University

요 약

본 논문에서는 회전자 형상을 유지하며 병렬회로수 변경을 통해 다양한 출력 특성을 구현할 수 있는 기법을 제시하였다. 그에 따른 전동기의 출력, 토크, 속도 특성 변화를 분석하였으며, 회전자의 코어의 형상을 고정한 상태에서 병렬회로 수의 변경을 통해 전류 특성과 속도 범위의 변화도 함께 나타내었다. 이러한 접근은 동일한 모터 형상을 통해 다양한 출력의 전동기를 경제적이고 효율적으로 설계할 수 있는 가능성을 제시한다.

1. 서 론

최근 전기자동차에 대한 연구가 증가함에 따라, 이를 구성하는 다양한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 중에서도 주행 성능과 직접적인 영향을 미치는 구동모터는 전기자동차의 핵심 부품으로서 중요한 역할을 한다. 다양한 성능 향상을 목표로 구동 모터의 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나 하나의 구동 모터를 설계하고 제작하여 검증하기까지 많은 시간과 비용이 소요된다. 초기 설계 단계에서부터 수치 해석, 시뮬레이션, 시제품 제작 및 성능 시험에 이르기까지 복잡하고 정교한 과정을 거쳐야 하며, 이 과정에서 발생하는 변수들을 고려해 반복적인 수정과 개선이 필요하다.

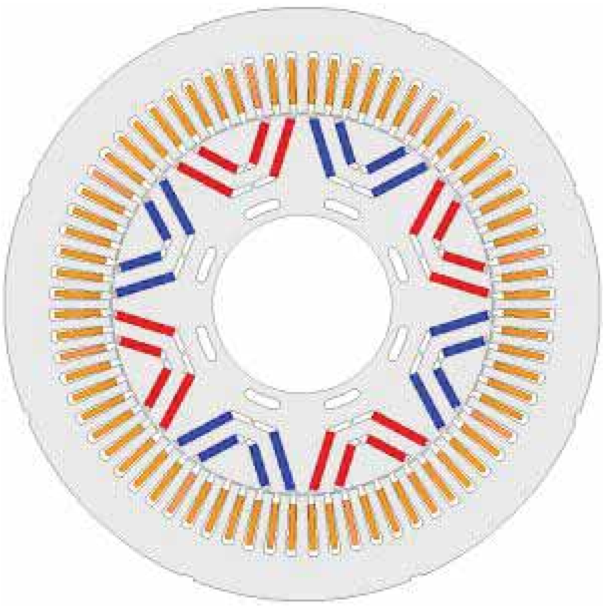
특히, 고성능 모터일수록 요구되는 기술 수준이 높아지기 때문에 더욱 많은 연구 자원과 전문 인력이 투입된다. 이러한 이유로 구동 모터 개발은 많은 시간과 비용이 요구된다.

본 연구는 최적화가 완료된 모터 설계를 바탕으로 제작된 금형을 활용함으로써 초기 설계 단계의 과정을 생략하고 출력을 나타내는 변수인 병렬회로 수를 조절하여 다양한 출력 조건에 유연하게 대응할 수 있는 설계 및 제조 방안을 모색하였다. [1]

2. 본론

2.1. 기본모델

본 논문에서 제안하는 전동기는 영구자석을 이용한 IPMSM으로, 고속 운전 시 발생할 수 있는 영구자석 내부의 와전류 손실을 효과적으로 저감하기 위한 구조적 개선 방안을 적용하였다. 영구자석을 단일 덩어리로 배치하는 기존 방식에서 벗어나, 다수의 소형 자석으로 분할하여 배치하는 방식의 회전자 구조를 설계하였다. 이러한 분할 자석 구조는 와전류의 흐름 경로를 차단하여 손실을 줄이는 효과가 있다. 그림 1은 본 논문에서의 기본모델의 2차원 형상이다. 표 1에는 해당 기본모델의 주요 사양들이 정리되어있다.



<그림 1> IPMSM의 기본 모델 형상

<표 1> 기본 모델 사양

Parameter	Unit	기본 모델
정격 속도	rpm	1,500
최대 토크	Nm	1,200
최대 출력	kw	200
고정자 외경	∅	300
회전자 외경	∅	192
적층 길이	mm	180
병렬회로 수	-	4

2.2.병렬회로 수의 다양화

전동기의 출력 특성을 변화시키는 방법 중 병렬회로 수를 조정하는 것이다. 기존모델을 사용하고 병렬회로 수만 변경하여 다양한 출력을 나타낸다. 병렬회로 수를 변경하면 전류와 전기자 반작용 등에 영향을 주어 결과적으로 모터의 출력 변화를 유도할 수 있다. 병렬회로 수의 조절을 통해 출력 다양화를 시도하였다. 기본 모델은 병렬회로 수를 4로 설계되었으며, 이를 기준으로 병렬회로 수를 각각 1, 2로 감소시킨 모텔을 추가로 구성하였다.

<표 2> 병렬회로 수의 변경을 통한 모델

Parameter	Unit	기본모델	병렬회로수 변경모델1	병렬회로수 변경모델2
병렬회로 수	-	4	1	2
전류	A_{rms}	539.8	134.95	269.9
정격 속도	rpm	1,500	375	750
최대 토크	Nm		1,200	
최대 출력	kw	200	50	100
고정자 외경	∅		300	
회전자 외경	∅		192	
적층 길이	mm		180	

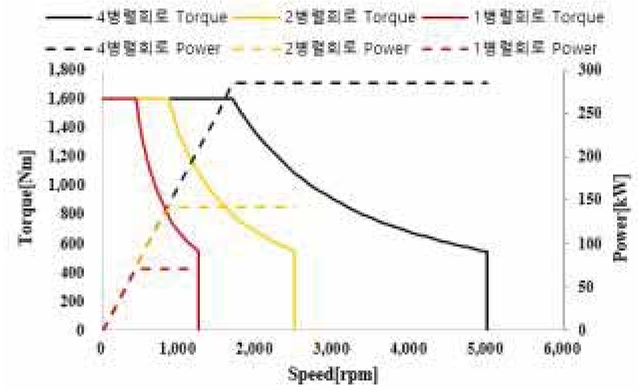
병렬회로 수가 줄어들면 상 전류당 권선 턴 수에 따른 전류 밀도가 증가하게 되어 출력 특성 또한 변화하게 된다.

$$T = \frac{PZ}{2\pi a} \varnothing I_a \quad (1)$$

$$E = \frac{PZ}{2\pi a} \varnothing N \quad (2)$$

여기서 P는 극 수, Z는 도체 수, a는 병렬회소 수를 의미한다. 기존 모델의 회전자 적층 길이는 일정하게 유지되기 때문에, 구조적으로 생성 가능한 최대 토크는 동일하게 유지된다. 적층 길이가 유지되면 최대 토크 발생에는 변화가 없다. 그러나 병렬회로 수를 조정할 경우, 운전점에 변화를 줄 수 있다. 식 (1)을 통해 병렬회로 수가 기존의 4에서 2 또는 1로 감소하게 되면, 동일한 토크를 생성하기 위해 필요한 전류의 크기는 기존 모델에 비해 각각 1/2, 1/4배 감소한다. [2]

또한, 병렬회로 수의 변경은 역기전력 특성에도 영향을 미친다. 역기전력은 권선 턴 수와 속도에 비례하고 병렬회로 수에 반비례하므로, 병렬회로 수가 줄어들면 결과적으로 역기전력의 크기도 함께 감소한다. 이에 따라, 배터리 전압을 만족하며 구동 가능한 최대 속도 범위 또한 제한되며, 병렬회로 수가 4에서 2 또는 1로 감소할 경우, 모터는 기존 속도의 각각 1/2, 1/4배의 수준으로 운전영역이 축소되는 경향을 보인다.



<표 3> 병렬회로 수에 따른 전동기 운전영역

3. 결 론

본 논문에서는 회전자 코어의 형상을 변경하지 않고 병렬회로 수의 변경을 통해 전동기의 출력 특성을 다양화 방법에 대해 연구하였다. 동일한 회전자 구조를 유지하고 설계 변수의 변화만으로 요구되는 출력 조건에 유연하게 대응할 수 있음을 확인하였다.

병렬회로 수의 변화는 전동기의 토크 생성 능력과 출력 용량에 직접적인 영향을 미쳤으며, 이를 통해 고정된 기계적 플랫폼 내에서 다양한 출력 사양을 실현할 수 있는 설계 방법론을 제시하였으며, 항후 Two 모터를 사용할 경우 더 다양한 출력 특성을 나타낼 것으로 예상된다.

Acknowledgments

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(K_G01200183304)

참고문헌

[1] 김기찬. (2008). EV/HEV용 매입형 영구자석 동기전동기의 최적 설계 및 제어 특성 연구 (국내박사학위논문). 한양대학교 대학원, 서울

[2] 강준규. (2019). 매입형 영구자석 동기전동기의 전자기적 다단변속에 대한 특성 해석 연구 (국내석사학위논문). 한밭대학교 대학원, 대전

데크로드의 구조적 안전성과 유지관리 효율성에 관한 휨 성능 평가

박준혁[1], 최우빈[2], 윤태민[2], 홍성욱[3*]
[1]우석대학교 건설공학과 석사과정
[2]우석대학교 건축·인테리어디자인학과 학사과정
[3*]우석대학교 건축·인테리어디자인학과 교수
e-mail : suhong@woosuk.ac.kr

Flexural Performance Evaluation of Deck Roads for Structural Safety and Maintenance Efficiency

Jun-Hyuk Park[1], Woo-Bin Choi[2], Tae-Min Yoon[2], Seong-Uk Hong[3*]
[1]Department of Construction Engineering, Woosuk University
[2]Department of Architecture, Woosuk University
[3*]Professor, Department of Architecture, Woosuk University

전국 산책로 목재 데크 점검 결과, 다수 시설에서 부식과 결합부 이탈, 보행 중 안전사고 위험 요소가 확인되었다. 이에 이 논문에서는 데크 로드의 구조적 안정성 확보와 유지관리 효율성 향상을 위한 데크의 휨 성능 평가를 진행하려고 한다.

1. 서론

목재 데크는 장기간 사용 시 내구성 저하, 결합 부위의 이탈 및 들뜸 현상, 유지관리의 어려움 등 여러 문제점이 지적되고 있다. 국토안전관리원(2020)에 따르면 전국 산책로 목재 데크 점검 결과, 다수 시설에서 부식과 결합부 이탈, 보행 중 안전사고 위험 요소가 확인되었다. 또한 기존 연구에서는 목재의 물리적 성능향상이나 탄성 소재 적용등 개별 요소에 집중되어 있으며, 실제 현장에서의 유지관리 실태나 사용자 안전성과 같은 종합적 관점은 상대적으로 미흡한 실정이다. 이에 이 연구에서는 데크로드의 구조적 안정성 확보와 유지관리 효율성 향상을 위한 데크의 성능평가를 진행하려고 한다.

2. 연구 내용

2.1. 실험방법

실험체의 길이방향의 일정구간에 최대모멘트가 발생하도록 양단을 단순지지 경계조건으로 길이방향의 1/3과 2/3 지점에 4점 집중하중을 가력하였다. 실험체의 하중이 최대하중의 40% 이하로 저하될 때까지 재하 후 실험을 종료하였으며 하중-변위 이력곡선을 취득하여 각 비교군의 변형능력을 비교하였다

2.2. 실험 결과

실험결과에 대한 자세한 내용을 Table 1.에 나타내었다. 실험결과, NWC(천연목재) 실험체가 평균 40.04kN으로 최대하중이 가장 높게 측정되었으며, FDC(섬유) 실험체가 평균 73.52mm로 최대변위가 가장 높게 측정되었다.

Table 1. Table List

No.	Maximum Load (kN)	Maximum Displacement (mm)
FDC (5)	20.10	73.52
PWC (5)	8.58	36.87
NWC (5)	40.04	44.30
SWC (5)	20.24	68.02

FDC: Fiber Deck Construction
PWC: Preservative Wood Construction
NWC: Natural Wood Construction
SWC: Synthetic Wood Construction

3. 결론

면진장치 설치 및 섬유 상판을 활용한 데크의 내구성 및 휨 성능 평가 결과, 목재 상판보다 섬유 상판이 데크의 안정성 및 사용자의 안전성이 효과적인 것으로 판단된다.

그러나 위 연구는 최대하중 및 최대변위를 확인한 것으로 정확한 성능평가를 진행하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgments

This research was conducted with the research funding support of Global Housing Co., Ltd., for which we are grateful.

참고문헌

[1] S. U. Hong & J. H. Park (2024). Flexural Test to Evaluate the Binding Force of Deck and Fasteners, Journal of Korea institute or Structural Maintenance and Inspection 28(6), 153-162.

김종삼 시에 나타난 바흐 ‘평균율’의 구조적 반영 연구

김정배*
*원광대학교 문예창작학과 부교수
e-mail : ader77@wku.ac.kr

A Study on the Structural Reflection of Bach’s ‘Well-Tempered Clavier’ in the Poetry of Kim Jong-sam

Jeong-Bae Kim*
*Associate Professor, Department of Creative Writing, Wonkwang University

요 약

본 논문은 김종삼 시의 절제된 정서 표현과 구조미가 바흐의 《평균율 클라비어곡집》에 내재한 질서, 균형, 절제의 음악적 형식미와 어떻게 상응하는지를 고찰한다. 김종삼은 음악 형식을 시적 구조로 내면화하고, 푸가적 반복·변주 및 다성적 구성 방식으로 시의 감정을 조율한다. 특히 「둔주곡」은 푸가 형식을 시적 언어로 재현한 대표 사례로, 문학과 음악 간의 구조적 상관성을 보여준다.

1. 서론

김종삼(1921~1984)은 간결한 언어, 여백의 미, 절제된 정서로 독자적인 시 세계를 구축한 현대시인이다. 그의 시는 직접적인 감정보다는 침묵과 생략을 통해 내면의 정서를 암시하며, 형식미와 정서 통제를 강조하는 점에서 고유한 구조적 개성을 지닌다.

한편, 요한 제바스티안 바흐의 《평균율 클라비어곡집》은 모든 장단조를 포함한 48곡으로 구성된 작품으로, 평균율 조율법을 통해 조성 간 균형과 질서를 실현한 바로크 음악의 정점으로 평가된다.

본 연구는 김종삼 시의 구조적 특성과 정서적 절제가 바흐 《평균율 클라비어곡집》의 형식 원리—질서, 균형, 절제—와 어떤 상응 관계를 가지는지를 고찰한다. 문학과 음악이라는 서로 다른 예술 장르 간 구조적 반영 양상을 통해 김종삼 시의 형식미를 새롭게 조명하는 데 그 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1. 바흐 《평균율 클라비어곡집》의 구조적 미학

《평균율 클라비어곡집》은 바흐가 평균율 조율법을 적용해 모든 조성에서 연주 가능한 24개의 전주곡과 푸가로 구성한 작품이다. 각 곡은 정서적 특성을 지닌 독립된 악곡이면서도, 전체적으로 조성의 균형과 형식적 통일성을 갖춘 구조를 이룬다.

바흐는 전통적 바로크 미학의 정서 단일성(Affect)을 유지하면서도, 주제의 반복과 대위법을 통해 복잡한 다성 구조를 실현했다. 이 곡집은 단순한 교육용을 넘어 예술적 완결성을 지닌 바로크 음악의 정수로 평가되며, 절제와 조화의 형식미는 김종삼 시의 구조적 특성과 유사한 미학적 지향을 보여준다.

2.2 김종삼 시의 구조미와 음악성

김종삼의 시는 감정의 과잉을 지양하고 간결한 언어와 여백을 통해 내면 정서를 암시한다. 침묵과 생략은 감정 표현의 절제 전략이자, 독자와의 심리적 상호작용을 유도하는 장치로 기능한다. 이는 음악에서 쉼표와 휴지부가 긴장을 조율하듯, 시 속 여백은 정서적 울림을 형성하는 수사적 기제로 작용한다.[1]

이처럼 김종삼의 시는 감정 중심 서정시의 전통에서 벗어나 구조적 긴장과 형식미를 통해 감정의 통제를 구현하고 있으며, 이는 바흐의 음악성과 깊은 미학적 유사성을 지닌다.

2.3 음악 형식의 시적 차용과 구조의식

김종삼 시에는 전주곡, 푸가, 협주곡 등 음악 용어가 직접적으로 활용되며, 반복 · 변주 · 병치 등 음악적 구성 원리를 시 형식에 내면화한 사례들이 나타난다. 유사한 문장 구조의 반복은 대위법의 모방 기법과 유사하며, 복합적 시점과 이미지의 병치는 다성음악(polyphony)의 문학적 구현으로 읽힌다.[2]

그의 시는 음악적 형식을 단순히 인용하는 데 그치지 않고, 구조적 원리를 시적 언어에 적용함으로써 문학과 음악의 경계를 넘나드는 독자적 형식미를 창출하고 있다.

3. 김종삼 시에 나타난 ‘평균율’적 양상과 음악적 표상

3.1. 바흐 《평균율 클라비어곡집》의 구조적 미학

본 장에서는 김종삼 시에 바흐 《평균율 클라비어곡집》의 구조적 원리와 미학이 어떻게 반영되는지를 두 가지 측면즉, ① 시적 형식의 반영, ② 음악적 모티프의 표상으로 고찰한다. 또한, 김종삼 시는 음악을 단순한 비유가 아닌, 언어적 구조의 원리로 수용하여

감정의 흐름과 시적 질서를 형식적으로 조직한다는 점에 주목한다. 이는 바흐의 음악적 정신과 정서적 절제의 미학을 언어로 재현한 독창적 시적 성취로 판단한다.

Table 1. Table List

번호	김종삼 시의 형식적 · 미학적 특징	바흐 《평균율 클라비어곡집》의 구조적 대응
1	절제된 감정 표현	감정의 절제와 구조적 통제
2	행간의 여백과 침묵	쉼표(휴지부)를 통한 긴장 조율
3	모티프의 반복과 변주	주제의 반복 및 대위법적 전개
4	다양한 정서의 균형 유지	모든 조성의 균형적 활용
5	음악 형식의 시적 차용(전주곡, 푸가 등)	전주곡+푸가의 형식 구성, 다성적 구조
6	다중 화자와 복합적 시점 구성	성부 간 상호작용을 통한 다성적 화성 구조

3.1. '평균율'적 구조미의 시적 구현

김종삼 시는 다양한 정서를 절제된 언어로 표현하며, 전반적으로 통일된 시적 태도를 견지한다. 이는 바흐가 모든 조성을 균형 있게 활용하면서도 정서적 일관성을 유지한 점과 유사하다. 김종삼의 시적 정조는 감정의 평형을 지향하며, 과장 없는 어조와 이미지의 반복·변주를 통해 정서를 조율한다.

특히 그의 시는 푸가 형식과 닮은 점이 많다. 하나의 이미지나 문장이 반복되되, 항상 변형되어 재등장하며 긴장과 응답의 구조를 형성한다. 이러한 구성 방식은 언어를 통해 음악의 다성 구조를 재현하는 시적 기법으로, 시의 리듬과 구조를 음악적으로 구성하고 있음을 보여준다.[2][4]

3.2. 음악 모티프의 직접 표상

김종삼은 음악 형식과 악기를 시의 제목이나 핵심 모티프로 자주 차용한다. 「전주곡」, 「둔주곡」, 「협주곡」 등은 단지 음악을 언급하는 수준을 넘어서 시의 구성 원리로 작용한다. 이는 시가 '음악적 구조'를 문자적으로 내면화한 결과라 할 수 있다.

대표작 「음악」은 피리를 모티프로 삼아, 시적인 비탄과 상실을 음악이라는 청각적 상징으로 구체화한다. 이 작품에서 음악은 정서를 환기하는 배경이 아니라, 존재의 깊이를 드러내는 정서적 장치로 기능한다.

3.3. 시 「둔주곡」에 구현된 푸가 형식

김종삼의 시 「둔주곡(遁走曲)」은 푸가의 라틴어 어원 'fugere(도망치다)'와 의미상 연결되며, 그 형식적 구조 역시 푸가의 대위법 원리를 따르고 있다. 하나의 정조가 이미지와 장면을 통해 반복·변주되며, 도입, 전개, 재현의 구도를 형성한다.[3]

"가까이 갈수록"이라는 반복은 푸가에서 주제가 변형되어 재현되는 방식을 떠올리게 하며, 시의 마지막은 정서적 종지부(coda)처럼 여운과 침묵을 남긴다. 이는 언어로 구현된 음악 구조의 구체적 실례로 볼 수 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 김종삼의 시 세계는 그 구조와 정서의 운용 방식에서 바흐의 평균율 클라비어곡집이 구현한 형식미, 내면성, 절제미와 깊은 미학적 상응 관계를 형성한다. 그의 시는 음표 대신 언어를 활용하는 '언어의 음악'이며, 언어 구조 속에 감정을 질서 있게 배열하고 조율하는 방식으로 바흐의 음악적 정신을 시적으로 재현하고 있다.

4. 결론

본 연구는 김종삼 시의 형식과 정서 운용이 바흐의 《평균율 클라비어곡집》에 내재한 음악적 구조 원리와 어떤 대응 양상을 지니는지를 분석함으로써, 문학과 음악 간의 구조적 상관성을 고찰하였다.

첫째, 김종삼 시는 절제된 언어와 균형 잡힌 정서 표현을 통해 바흐 평균율곡집이 구현한 조화와 질서의 미학과 상응한다. 다양한 주제를 통일된 시적 태도로 조직함으로써 감정의 과잉을 피하고, 바흐의 조성 배열처럼 일관된 정서적 평형을 유지한다.

둘째, 그는 음악을 단순한 소재가 아닌 시의 형식적 구성 원리로 적극 차용한다. 전주곡, 푸가, 협주곡 등 음악 형식을 제목으로 삼거나 시적 구조에 반영함으로써, 반복과 변주, 다중 화자 등의 기법을 통해 언어 속에서 음악의 다성성(polyphony)을 실현한다.

셋째, 김종삼 시에서 음악은 단지 분위기 형성 도구를 넘어, 삶과 죽음, 현실과 초월을 매개하는 존재론적 기호로 기능한다. 「음악」, 「둔주곡」 등의 시편에서는 음악과 침묵, 정서적 진폭이 긴밀히 얽히며, 바흐 음악의 형식미와 내면성을 시적으로 구현한다.

이상의 분석을 통해 김종삼 시는 음악적 구조미를 언어로 번역한 고유한 시 형식을 형성하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 전통 서정시의 감정 중심주의를 넘어서는 구조적 감각을 드러내며, 그의 시 세계 전체에 일관된 형식미를 부여한다.

본 연구는 문학과 음악 간 매체 비교라는 관점에서 김종삼 시를 새롭게 조명하고자 한 시도이며, 향후 타 시인의 작품이나 다른 작곡가와의 비교 연구로 확장될 수 있다. 김종삼 시에 내재한 '구조로서의 음악'은 예술 간 경계를 넘는 창작과 해석의 가능성을 열어주는 중요한 단서가 된다.

참고문헌

[1] Kim, Gi-Taek. (2022). The Silence-Oriented Characteristics in Kim Jong-sam's Poetry. Critical Literature, 83, 77-104.

[2] Jo, Yong-Hoon. (2013). A Study on Musical Techniques in Kim Jong-sam's Poetry. Journal of International Korean Language and Literature, 59, 321-346.

[3] Kim, Yang-Hee. (2015). The Meaning of "Music" in Kim Jong-sam's Poetry. Journal of Korean Language and Literature of the Korean People, 69.

[4] Satirino. (2025, June 1). Retrieved from https://www.satirino.fr

전북지역 동네책방의 글로컬 전환
- 지역 정체성 강화와 글로벌 네트워크 구축을 위한 전략적 설계

박성호*
*원광대학교 인문학연구소 연구교수
e-mail : donghwa25@naver.com

Glocal Conversion of Neighborhood Bookstores in North Jeolla Province
- Strategic Design for Strengthening Regional Identity and Building Global Networks

Seong-Ho Park*
*Research Professor, Institute of Humanities, Wonkwang University

요 약

본 연구는 세계화와 지역화의 융합을 의미하는 글로컬 개념을 전북지역 동네책방에 적용하여, 지역 고유의 문화적 정체성을 유지하면서도 글로벌 확장 역량을 확보할 수 있는 전략을 모색하고자 한다. 전북지역의 동네책방은 지역민의 문화 향유와 학습을 지원하는 복합문화 플랫폼으로 기능해왔다. 또한 지역 커뮤니티 허브 역할을 수행하며, 문화 재생산, 지역 독립출판 생태계 전반의 다양성과 자율성 강화, 지역경제 선순환 구조에 기여해 왔다. 그러나 디지털 전환과 글로벌 연결 필요성이라는 과제에 직면함에 따라, 본 연구는 ▲지역문화 기록·발간과 교육콘텐츠 개발을 통한 정체성 강화 ▲온라인몰 및 다국어 SNS 채널 구축을 통한 국내외 직거래망 확보 ▲지자체별 대표 서점 지정 및 협업 네트워크 운영 기반 마련 ▲해외 인디북페어·글로벌 문화 기관 협업과 농·어촌 체험 연계형 '책방투어' 프로그램 개발을 주요 전략으로 제시하였다. 전북지역 동네책방이 지역문화·관광·출판이 상호보완적으로 성장하는 글로컬 모형을 구축한다면, 지역과 세계를 잇는 문화적 역결고리이자 지속가능한 발전의 촉매제 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

전북지역에는 민중·민속, 놀이·축제, 출판·문학 등에 지역 고유의 정체성이 담긴 독립문화가 무수히 많다. 특히 놀이와 출판을 아우르며 독립문화를 잘 드러내는 것이 바로 완판본이다. 전주 완판본은 판소리계 소설과 전라도 사투리를 사용하여, 서울 경판본과 전혀 다른 형식의 독립적인 출판문화를 구축했다. 완판본의 정신은 현재 전북지역의 독립출판과 서점에 영향을 미친다. 독립출판은 학술적으로 정립된 개념은 아니나, 상업출판의 대척점에 있다는 사실은 대부분의 사람이 수긍한다. 상업출판이 평균적인 독자를 대상으로 대량출판과 유통을 중심을 둔 반면에, 독립출판은 소수 독자를 위한 소량출판과 소규모 개별유통에 중심을 둔다. 또한 독립출판은 개개인의 이상과 취향이 담기기 때문에 하나로 정의할 수 없는 다양한 출판물을 발행한다. 또한 독립출판은 지역과 유기적인 관계를 형성하면서 지역문화를 대중에게 전달하는 역할도 수행한다.

이에 본 연구에서는 독립출판이 활성화되면서 획일적인 대형서점과 달리 차별 요인을 만들어낸 독립서점의 현황을 종합적으로 파악 및 분석하고자 한다. 이를 토대로 지역성과 글로벌 확장을 동시에 고려한 '글로컬책방' 모델을 제안하여 학술적이면서 동시에 실무적 시사점을 도출할 계획이다.

2. 동네책방의 문화적 기능

지역에 기반을 둔 동네책방의 대표적 문화적 기능은 지역 커뮤니티 허브로서의 기능이다. 동네책방은 단순히 책을 판매하는 공간을 넘어, 주민들이 일상 속에서 자유롭게 모이고 담소를 나누는 '문화 사랑방' 역할을 한다. 또한, 서점 내에서 북클럽, 글쓰기 워크숍, 시낭송 모임, 시네마 상영회 등 소규모 프로그램을 정기적으로 개최함으로써, 지역 주민들이 함께 참여하고 창작·소통할 수 있는 장을 제공한다. 뿐만 아니라, 여러 동네책방이 네트워크를 형성해 공동 워크숍, 팝업 서점 행사를 기획하거나 책방 간 재고를 교환·공유하기도 한다. 이러한 시스템은 전주책방네트워크의 월례 워크숍이 대표적이다.

다음으로 동네책방은 지역 문화·역사 자원을 보존하고 재생산한다. 동네책방은 단순 유통을 넘어, 지역 작가와 협업해 기획·제작한 지역 문화 기행집, 농촌 이야기책 등을 기획·출판하거나, 저자와 함께하는 북토크를 통해 창작 과정과 배

경을 공유한다. 또한 상업적 출판이 다루지 않는 사회적 소수자 이슈, 지역 마을 이야기, 대안 교육 콘텐츠 등 실험적·대안적 서적을 중점적으로 다루어, 다양한 지적 흐름을 형성하기도 한다. 이외에도 동네책방은 학생, 청년, 중장년층 등 연령대별 독서·학습 모임을 지원하며, 학습 공간을 제공하는 교육적 기능을 담당하기도 하며, 자체 브랜드를 구축하여 동네책방에서만 만날 수 있는 경험을 제공함으로써, 지역 브랜드 가치를 높이고 관광 자원으로 활용하는 등의 역할도 수행한다.

이처럼 동네책방은 책을 판매하는 단순한 공간으로 자리하는 것이 아니라, 지역 커뮤니티 허브, 문화 자원 보존처, 대안적 지적·예술 실천장, 인문학적 학습 공간, 지역 브랜드화 및 문화 관광 거점, 문화적 소비 다양화 창구, 지역문화 지속가능성 확보 및 지역경제 활성화 등 다층적인 문화적 기능을 수행한다.

3. 전북지역 동네책방의 지역적 가치

전북지역 동네책방은 지역민에게 다양한 문화 프로그램을 기획 및 운영하여 지역문화 확산에 앞장서고 있다. 또한 전주시립도서관과 연계하여 '찾아가는 동네책방' 부스를 운영하는 사례에서 알 수 있듯이 공동체 형성과 사회적 연결망 강화에 힘쓴다. 도서관 회원증을 가진 전주시민이 동네책방에서 도서를 구입할 때 20% 할인 혜택을 제공하는 '전주책사랑포인트책쿵20' 제도와 같은 경제적 순환도 동네책방이 갖는 지역적 가치 중 하나이다. 이외에도 전주시와 전북도의 제도적 지원, 전주 동네책방 네트워크의 민간 협력, 그리고 지역민의 문화적 수요가 결합되어, 동네책방은 단순한 서점을 넘어 지역문화플랫폼으로서의 위상을 강화하고 있다.

물론 재정적 지속 가능성, 공간적 한계, 디지털 전환, 초기 입지 형성 과정의 불투명성과 같은 과제도 존재한다. 그럼에도 전주의 동네책방은 브랜드화를 통해 전주 동네책방만의 고유한 색깔을 만들고, 지역민과 소통하면서 다양한 문화 활동을 이어가는 중이다. 이러한 전주지역 동네책방의 긍정적 요소는 전북지역으로 확장할 필요가 있다. 아울러 전북지역의 동네책방이 더욱 발전하고 경쟁력을 확보하기 위해서는 지역적이면서 동시에 세계적인 역량을 갖춰야 한다.

4. 글로컬 전환을 위한 전략적 설계

지역적 특색이 강한 동네책방이 글로컬 전환을 하기 위해서는 우선 동네책방을 서점의 역할뿐만 아니라, 지역문화를 보존하고 향유하는 장소로 인식할 필요가 있다. 동네책방은 필연적으로 지역과 지역민, 그리고 지역문화와 밀접하게 관계를 맺는다. 이에 동네책방이 독립출판사, 문화 관련 기관 등과 연계하여 지역, 지역민, 지역문화를 기록하고 책으로 발간하기를 제안한다. 이는 동네책방이 지역 고유의 정신문화를 다음 세대에 전달하는 역할을 수행한다는 사명감을 갖게 해줄 것이라 확신한다.

또한 동네책방이 주최가 되어 출간한 책을 활용하여 지역의 역사와 문화를 교육하고 지역 콘텐츠 프로그램을 개발한다면, 경제적 효과도 상승시킬 수 있다. 이러한 변화가 실현되기 위해서는 지역의 단체와 기관, 지역민의 적극적인 협조가 필수적이다. 아울러 디지털 플랫폼을 활용하여 홍보도 진행해야한다. 동네책방은 온라인몰과 소셜미디어(SNS) 채널을 구축하여 도서 판매를 지원하고, 지역 콘텐츠를 국내외 독자에게 소개할 필요가 있다. 전북지역의 단체와 기관과 네트워크를 구축하여 '전북지역 동네책방 통합 플랫폼'을 개발한다면 온라인 주문·배송과 글로벌 결제 시스템이 가능해진다. 이는 지역민뿐 아니라 국내외 독자가 전북 동네책방에 쉽게 방문할 수 있게 하여 글로컬 연결고리를 강화한다.

앞서 언급했다시피, 전주를 중심으로 운영 중인 동네책방 네트워크를 전북 지역 전체로 확장하고 각 지자체별 대표 서점을 지정하여 지역별·분야별 협업체계를 구축해야 한다. 네트워크를 통해 공동 '이벤트서점 간 도서 교환 프로그램', '공동 마케팅', '정기 워크숍' 등을 상시적으로 운영하여, 동네책방이 단독으로 구축하기 어려운 프로그램을 함께 기획·실행할 수 있게 된다. 또한 네트워크 차원에서 전북 지역 출판사, 출판기획자, 인디출판 단체와 협력하여 독립출판물 전시·판매 기회를 확대함으로써 출판 생태계 전반의 다양성과 자율성을 강화할 수 있다

전북지역 동네책방 네트워크를 기반으로 문화 콘텐츠와의 협업을 실행함으로써 전북 동네책방의 글로컬 경쟁력을 높여야 한다. 가령, 전북지역 동네책방 전용 페이지를 K-문화 콘텐츠 유통 플랫폼을 통해 해외 주요 도시의 동네책방(인디 북 스토어)에 소개하여 해외 독자가 전북지역 동네책방의 책을 직접 구매할 수 있도록 지원하는 것이다. 또한 전북지역 동네책방이 주최하는 행사를 한국문학번역원, 해외 한국문인협회와 협력하여 개최함으로써, 한국문학과 전북 지역문학과 문화를 해외 독자에게 알리는 것도 하나의 예시로 들 수 있다. 나아가 농·어촌 체험과 연계한 '책방투어' 프로그램을 개발하여 전북지역에 문화관광을 목적으로 방문한 해외 관광객이 전북지역의 동네책방을 방문하는 루트도 개발해야 한다. 이는 단순히 동네책방을 소개하는 것이 아니라, 지역문화-관광-출판이 동시에 성장하는 생태계를 조성한다는 점에서 큰 의미가 있다.

5. 결론

본 연구에서는 전북지역 동네책방이 글로컬 전환을 하기 위한 전략적 설계를 다음과 같이 제시하였다. ①지역문화 기록·발간과 교육 콘텐츠 개발을 통해 전북지역만의 역사·문화적 자산을 다음 세대에 전달하고, 지역 정체성을 강화, ②온라인몰과 다국어 SNS 채널 구축을 통해 국내외 독자와의 직거래를 가능하게 함으로써, 물리적 거리를 넘어서는 유통망을 확보 ③각 지자체별 대표 서점을 지정하고 공동 이벤트, 도서 교환, 정기 워크숍 등을 상시적으로 운영함으로써, 개별 서점이 단독으로 달성하기 어려운 프로젝트를 함께 기획·실행할 수 있는 협업 기반 마련, ④글로벌 문화 기관 및 해외 인디북페어와 협업하여 지역문화를 국제 무대에 알리는 동시에, 국내에서는 농·어촌 체험과 연계한 '책방투어' 프로그

램을 개발한다.

글로컬 전환을 위한 전략적 설계를 수행한다면 전북지역의 동네책방은 지역 고유의 독립출판 전통과 서점 네트워크를 바탕으로, 지역문화-관광-출판이 상호보완적으로 성장하는 글로컬 모형을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 궁극적으로 전북지역의 동네책방은 자신의 고유성을 유지하면서도 디지털 전환과 네트워크 협업을 통해 글로벌 시장과 연결됨으로써 지역과 세계를 잇는 문화적 연결고리이자 지속가능한 발전의 촉매제로 자리매김하게 된다.

Glocal Conversion of Neighborhood Bookstores in North Jeolla Province

- Strategic Design for Strengthening Regional Identity and Building Global Networks

This study aims to find a strategy to secure global expansion capabilities while maintaining the unique cultural identity of the region by applying the concept of glocal, which means the convergence of globalization and localization, to neighborhood bookstores in the Jeonbuk region. Neighborhood bookstores in the Jeonbuk region have been functioning as a complex cultural platform that supports local people's cultural enjoyment and learning. It also serves as a community hub and has contributed to cultural reproduction, strengthening the overall diversity and autonomy of the local independent publishing ecosystem, and the virtuous cycle of the local economy. However, in the face of the challenges of digital transformation and the need for global connection, this study ▲ strengthening identity through the development of local cultural records and publications ▲ securing domestic and foreign direct transaction networks through the establishment of online malls and multilingual SNS channels ▲ Designating representative bookstores by local governments and preparing the foundation for operation of cooperative networks ▲ The development of a 'bookshop tour' program linked to farming and fishing village experiences was suggested as a major strategy. If neighborhood bookstores in the Jeonbuk region establish a glocal model in which local culture, tourism, and publishing grow complementarily, it is expected that they will be able to play a role as a cultural reverse link between the region and the world and as a catalyst for sustainable development.

참고문헌

[1] The Korea Publishing Culture Industry Promotion Agency, "2024 Survey on the Status of Local Booksellers", 2025.03.17

[2] Kim Winter, “Asking the Way at Independent Bookstore”, Yuyu, 2020

무선센서네트워크에서 AI 기술의 적용에 관한 연구

김은화*
*용인대학교 AI융합학부 교수
e-mail : ehkimanna@yongin.ac.kr

Study on the application of AI technology in WSN.

Eun Hwa Kim*
*Professor, Department of AI Convergence, Yongin University

요 약

무선 센서 네트워크(WSN)와 인공지능(AI) 기술은 최근 가장 활발히 연구되고 있는 분야 중 하나이며, 두 기술의 융합 역시 다양한 응용 가능성을 중심으로 주목받고 있다. WSN 분야에서도 AI 기술을 활용한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 이를 통해 네트워크의 효율성과 지능화를 동시에 추구하는 시도가 지속되고 있다. 이에 본 논문에서는 WSN에 적용된 AI 기술의 대표적인 세 가지 적용 사례를 조사하고, 각 기법의 구조와 특징을 분석하였다. 이를 바탕으로 향후 AI 기술이 WSN 전반에 어떻게 확장·발전될 수 있을지를 고찰하고자 한다.

1. 서론

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network, WSN)에 대한 연구는 센서 하드웨어 기술의 발전과 사물인터넷(IoT) 기술의 확산에 따라 활발하게 진행되고 있다. 특히, 재난 발생 지역, 깊은 산림, 해저 등 인간의 접근이 어려운 지역을 탐사하거나 화재와 같은 특정 이벤트를 실시간으로 감지하기 위한 수단으로 WSN이 널리 활용되고 있다.

WSN의 핵심 구성 요소인 네트워크 구성, 라우팅, 클러스터링, 서비스 품질(QoS) 향상 등에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 최근에는 인공지능(AI) 기술을 WSN에 접목하여 더욱 지능적인 네트워크 운영을 가능하게 하는 연구가 주목받고 있다.

그러나 WSN은 센서 노드의 에너지와 계산 자원이 제한되어 있기 때문에, 에너지 효율성과 자원 관리에 대한 고려가 매우 중요하다. 이에 따라 기존 연구에서는 이러한 제약을 극복하기 위한 다양한 에너지 최적화 기법이 제안되어 왔다. 한편, 딥러닝을 포함한 최신 AI 기술은 높은 성능을 보장하지만, 학습 및 추론 과정에서 많은 연산 자원과 에너지를 요구하는 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 상반된 특성을 고려하여, 무선 센서 네트워크와 AI 기술이 어떻게 효과적으로 결합될 수 있는지를 살펴보고, 향후의 연구에서 발전시키고자 한다.

2. 무선센서네트워크과 AI기술 사례

2.1. 산불 탐지 시스템[1]

참고 연구에서는 무선 센서 네트워크(WSN)와 머신 러닝 기법을 결합하여, 낮은 지연 시간 내에 높은 정확도의 산불 감지 시스템을 구현하고자 하였다. 이를 위해 연중 자연 환경에서 온도, 상대 습도, 조도, 일산화탄소(CO) 농도 등의 센서 데이터를 포함하는 총 7,000개의 데이터 샘플을 수집하였다. 이 데이터는 화재 발생 여부에 따라 두 가지 상황(화재 발생 / 비발생)을 모니터링하며 구성되었다.

수집된 데이터를 두 개의 클러스터로 분류하기 위해 K-평균(K-means) 클러스터링 기법이 적용되었으며, 그림 1은 클러스터링된 데이터 샘플의 분포를 시각적으로 나타낸 것이다. 이후 각 데이터 샘플은 다중 선형 회귀(Multiple Linear Regression) 모델을 통해 학습되었다.

센서 노드에서는 각 매개변수(온도, 상대 습도, 조도, 일산화탄소 농도)에 대해 사전에 정의된 임계값(threshold)을 기반으로 이벤트 발생 여부를 판단한다. 이러한 1차 필터링을 통해 선택된 데이터는 싱크 노드로 전송되며, 싱크 노드에서는 머신 러닝 모델에 입력되어 최종 분석 및 판단이 수행된다.

이와 같은 구조는 센서 노드의 에너지 소모를 최소화하면서도 빠르고 정확한 산불 감지를 가능하게 하며, 자원이 제한된 무선 센서 네트워크 환경에서의 AI 기술 활용 가능성을 제시한다.

2.2. 딥러닝 기반 지능형 멧돼지 퇴치기[2]

참고 연구에서 PIR(Passive Infrared) 센서를 이용하여 움직임을 감지하고, 감지된 대상에 대해 카메라로 영상을 촬영한 후, 딥러닝 기반 객체 인식 모델을 통해 멧돼지 여부를 판단하여 대응하는 방식으로 동작한다. 객체 인식에는 다크넷(Darknet) 프레임워크 기반의 YOLOv4 모델이 사용되었으

며, 사전에 학습된 가중치 모델을 활용하여 촬영된 이미지로부터 멧돼지를 인식한다.

이 시스템의 주요 특징은, 감지된 객체가 사람인지 혹은 멧돼지인지를 구분할 수 있다는 점이다. 이를 통해 비의도적인 오작동을 줄이고, 정확한 상황 대응이 가능하다.

참고 연구에서는 무선 센서 네트워크(WSN)를 직접 활용하지는 않았지만, 센서를 통해 데이터를 수집하고, 별도의 장치 또는 서버에서 딥러닝 분석을 수행하는 구조는 WSN과 유사한 형태로 확장 가능하다. 즉, 센서 노드는 단순한 감지 기능을 수행하고, 고성능 연산이 요구되는 딥러닝 기반 분석은 중앙 처리 장치(예: 싱크 노드)에서 수행하는 구조는 산불 탐지 시스템과 마찬가지로 다양한 응용 분야에 적용할 수 있는 가능성을 시사한다.

2.3. Q-learning 기반의 라우팅 프로토콜[3]

Underwater Wireless Sensor Network(UWSN)에서는 전송 경로의 안정성과 에너지 효율성이 중요한 과제로 대두되고 있다. 참고 연구에서는 Q-learning 기반의 라우팅 기법을 통해, 차세대 전송 후보 노드(Next Forwarding Candidate, NFC)들 중에서 최적의 다음 전송 노드(Next Forwarder, NF)를 선택하는 방법을 제안한다.

이 방식에서는 네트워크의 연결 토폴로지를 기반으로 각 센서 노드가 Q-learning 알고리즘을 통해 자신의 Q 값을 지속적으로 업데이트하며, 이 값은 주어진 환경에서의 포워딩 효율성을 반영한다. 각 전송 단계에서 Q 값이 가장 높은 후보 노드가 다음 전송 노드(NF)로 선택되며, 이를 통해 에너지 소비를 최소화하고 데이터 전달 성공률을 향상시킬 수 있다.

참고 연구는 특히 토폴로지가 자주 변화하는 UWSN 환경에서도 유연하게 적용이 가능하다는 장점을 갖는다. 학습의 보상 값(reward)은 데이터 패킷의 포워딩이 성공적으로 이루어졌는지 여부에 따라 설정되며, 향후에는 링크 품질, 에너지 잔량, 전송 지연 등 다양한 환경 변수들을 보상 함수에 통합함으로써 보다 환경 적응적인 라우팅 기법으로 확장할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결론 및 향후 과제

사람의 손길이 닿기 어려운 깊은 산림 지역이나 재난 발생 지역과 같은 환경에서는 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)를 활용하여 다양한 위험 상황을 감지하고, 이에 대한 신속하고 적절한 대응이 가능하다. 이러한 무선 센서 네트워크에서 이벤트를 감지하고 전송 여부를 결정하는 과정에 인공지능(AI) 기술을 적용하면, 보다 정확하고 효율적인 의사결정이 가능해진다.

특히 딥러닝과 같은 AI 기술은 높은 정확도를 보장하지만, 학습 과정에서 많은 자원과 연산 능력을 필요로 한다. 이러한 자원 소모는 센서 노드와는 달리 자원이 풍부한 싱크 노드(sink node) 또는 외부 서버에서 사전에 수행되어야 한다. 반면, 자원이 제한된 무선 센서 노드는 사전에 정의된 임계값(threshold)에 기반한 간단한 결정만 수행하도록 설계할 수 있다.

또한, 이벤트의 전송 과정에서 라우팅을 비롯한 네트워크 관리 측면에서도 현재의 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 AI 기반 기술의 적용 가능성이 확인하였다. 향후 연구에서는 이벤트 감지 및 라우팅 외에도 다양한 네트워크 기능 전반에 AI 기술을 접목하는 방안을 모색하고자 한다.

참고문헌

[1] Udaya Dampage. (2022). Forest fire detection system using wireless sensor networks and machine learning. Scientific Reports,12(46)

[2] 박지희. 심재창. (2021). 딥러닝 기반 지능형 멧돼지 퇴치기. Journal of KIIT, 19(5), 1-6.

[3] Chandra Sukanya Nandyala. Hee-won Kim. Ho-Shin Cho. (2023). QTAR : A Q-learning-based topology-aware routing protocol for underwater wireless sensor networks. Computer Networks. 222. 109562.

VMS와 다중가스감지 기반 밀폐공간 작업자 안전관리용 지능형 통합 모니터링 시스템

조준호*
*원광대학교 전자융합공학과 교수
e-mail : cho1024@wku.ac.kr

Intelligent Integrated Monitoring System for Worker Safety Management in Confined Spaces Based on VMS and Multi-Gas Detection

Joon-Ho Cho*
*Professor, Department of Electronics Convergence Engineering, Wonkwang University

요 약

This study proposes an intelligent integrated monitoring system that combines Video Management System (VMS)-based intelligent control software with IoT-based multi-gas detection sensors for comprehensive worker safety management in confined spaces. The system integrates real-time video surveillance, AI-powered object detection, wireless access control devices, and multi-gas monitoring to provide a holistic safety solution. Experimental results demonstrate that the proposed system achieves real-time processing capabilities with 92% accuracy in worker detection and 95.8% reliability in gas hazard detection, proving its effectiveness for industrial confined space safety management.

1. Introduction

Industrial confined spaces pose significant safety risks to workers, with incidents often resulting from inadequate monitoring systems and delayed emergency responses. According to recent industrial safety statistics, confined space accidents account for approximately 15% of all workplace incidents, with the primary causes being insufficient access management (35%), safety regulation non-compliance (28%), and lack of comprehensive monitoring systems (22%).

Traditional monitoring approaches typically address either visual surveillance or environmental monitoring separately, creating gaps in comprehensive safety coverage. This study proposes an intelligent integrated monitoring system that combines VMS-based intelligent control software with IoT-based multi-gas detection capabilities to provide real-time, edge-based processing for both visual and environmental monitoring.

2. Proposed System Architecture

The core system is built upon a Video Management System (VMS) that integrates multiple network-connected devices through unified interfaces including TCP/IP, UDP, SNMP, HTTP/HTTPS, RTSP, Modbus, and WebSocket protocols. The equipment integration server facilitates communication between individual device processes and the central server using TCP/IP-based proprietary protocols, ensuring reliable data transmission and real-time monitoring capabilities.

The wireless access detection system provides comprehensive entry/exit monitoring through LTE connectivity for server-to-relay communication and 900MHz frequency band for relay-to-relay communication. The system includes 2-port digital I/O configuration and RF amplification modules for underground facility coverage.

The IoT-based multi-gas detection system integrates customized gas detection sensors compliant with industrial safety standards, monitoring CO_2, CO, H_2S, and O_2 levels with real-time sensor data transmission and automatic alert generation when hazardous levels are detected.

Figure 1 illustrates the overall architecture of the proposed intelligent integrated monitoring system. The system consists of four interconnected subsystems that work collaboratively to ensure comprehensive worker safety management in confined spaces.

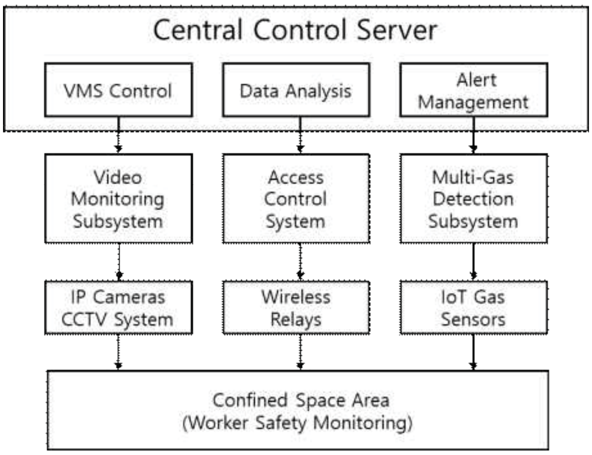


Figure 1. Overall System Architecture

3. System Operation Flow

Figure 2 presents the comprehensive operation flowchart of the proposed intelligent integrated monitoring system, illustrating the decision-making process and alert generation mechanisms.

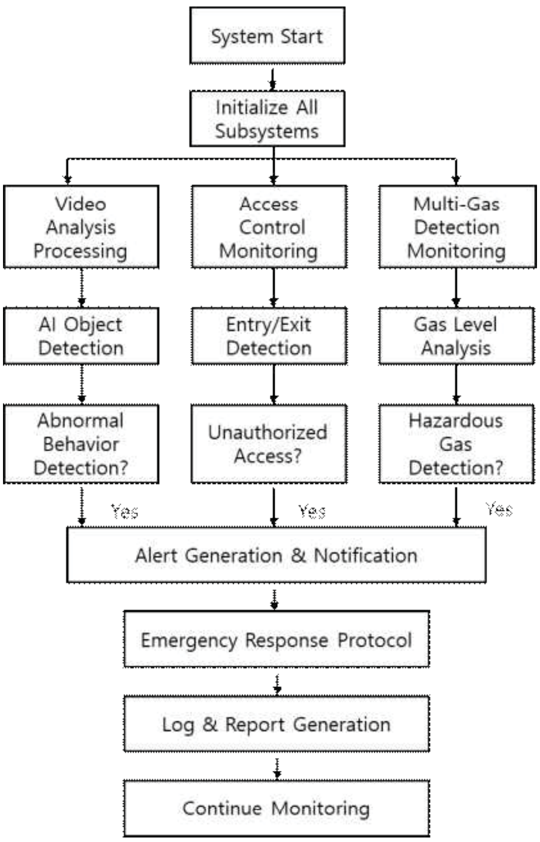


Figure 2. System Operation Flowchart

The system operation begins with initialization of all subsystems, followed by parallel processing of video analysis, access control monitoring, and multi-gas detection. Each subsystem performs AI-powered object detection, entry/exit detection, and gas level analysis respectively. When abnormal behaviors, unauthorized access, or hazardous gas levels are detected, the system generates alerts and activates emergency response protocols.

4. Intelligent Video Analysis Algorithm

The system employs a TensorFlow framework optimized for ARM Core environments, providing robust performance in challenging industrial conditions. The AI module utilizes deep learning-based key-point detection with angle-based real-time recognition capabilities, enabling accurate human posture and movement analysis. Object movement analysis tracks worker movements through real-time comparative data, while a TensorFlow-based Single Shot Detector classifies various object types and scales for comprehensive situation awareness.

To address computational demands, the system minimizes CPU-intensive pixel-based operations through Deep Learning Object Detection methods optimized for edge computing. Model quantization processes generate optimized weights for efficient ARM processor deployment, while lightweight architecture techniques maintain detection accuracy with reduced computational requirements.

5. Experimental Results

Table 1. presents the comparative performance analysis of the proposed system against existing monitoring solutions.

Table 1. Performance Metrics Comparison

Metrics	Proposed System	Existing System A	Existing System B
Object Detection Accuracy (mAP)	92%	78%	82%
Processing Speed (Real-time)	28 FPS	15 FPS	20 FPS
Alert Response Time	2.5 sec	8.2 sec	5.1 sec
System Uptime Reliability	99.7%	94.2%	96.8%
False Alarm Rate	<0.3/day	2.1/day	1.5/day

The system was implemented and tested in actual industrial confined space environments using

ARM-based edge computing devices with TensorFlow optimization. A three-month field validation with industrial partners including KT Corporation, KT Estate, and S-TEC demonstrated significant performance improvements. The video analysis achieved 92% mAP object detection accuracy with 28 FPS real-time processing and less than 0.3 false alarms per day. Access control monitoring showed 95.8% entry/exit detection accuracy with 99.2% communication reliability. Multi-gas detection achieved 95.8% monitoring accuracy with sensor response times under 15 seconds.

Table 2. Multi-Modal Integration Performance

Classification	Video Analysis	Access Control	Gas Detection	Integrated Performance
Accuracy	92%	95.8%	95.8%	94.5%
Response Time	2.1s	2.5s	2.5s	2.8s
Reliability	99.5%	99.2%	99.6%	99.7%

The integrated system maintained 99.7% uptime with 2.8 seconds average end-to-end alert generation time and 85% resource utilization efficiency. Field validation results showed prevention of 15 potential safety incidents, 60% improvement in emergency response time, and 25% increase in operational efficiency compared to traditional monitoring systems.

6. Conclusion

This study successfully demonstrated the effectiveness of an intelligent integrated monitoring system for worker safety management in confined spaces. The system achieves real-time processing capabilities with high accuracy across multiple monitoring modalities while maintaining low latency and high reliability. The integration of VMS-based intelligent control software with IoT-based multi-gas detection provides a comprehensive safety solution that significantly improves worker protection in hazardous industrial environments.

Future research will focus on enhancing system performance under extreme environmental conditions and developing advanced predictive analytics capabilities for proactive safety management.

Acknowledgments

This work was supported by the [Starting Growth Technological R&D Program] (RS-2024-00467548) funded by the Ministry of SMEs and Startups (MSS, Korea).

References

[1] Industrial Safety and Health Corporation. (2023). Analysis of Industrial Accidents in 2023. Annual Report.

[2] S. H. Kim, et al. (2024). Integrated IoT-based Safety Monitoring System for Industrial Applications. IEEE Internet of Things Journal, 16(2), 1123-1135.

[3] J. W. Park, et al. (2024). Edge Computing-based Real-time Video Analysis for Worker Safety. IEEE Access, 12, 23456-23469.

[4] J. H. Cho, et al. (2025). Hybrid Edge-based Access Monitoring System for Worker Safety Management. Proceedings of AIT 2025.

디지털 헬스케어 국제표준 대응을 위한 디지털트윈 표준화 평가모델 설계

우정현[1], 전성민[2], 서병석[3*], 고광만[4]
[1]상지대학교 컴퓨터정보공학과 박사과정
[2]상지대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정
[3*,4]상지대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : 2025015001@sj.sangji.ac.kr, 2025015104@sj.sangji.ac.kr, seobs@sangji.ac.kr, kkman@sangji.ac.kr

Design of Digital Twin-Based Standardization Evaluation Model for International Standard Compliance in Digital Healthcare

Jung-Hyun Woo[1], Sung-Min Jeon[2], Byung-Suk Seo[3*], Kwang-Man Ko[4]
[1]Ph.D. student in the Department of Computer Engineering
[2]Master's student in the Department of Computer Engineering
[3*,4]Professor, Department of Computer Engineering

요 약

본 연구는 디지털 헬스케어 제품의 국제표준 대응 역량을 향상시키기 위해 디지털트윈 기반 표준화 평가모델을 설계하였다. 제안된 모델은 MFDS, FDA, ISO 등에서 요구하는 국제표준을 기반으로 하며, 제품 개발 초기 단계에서 디지털트윈 기술을 활용해 실시간 데이터를 수집하고, 이를 정량적으로 분석하여 평가 결과를 도출한다. 제품 유형별로 관련 표준 항목이 자동 매핑되며, 평가 결과는 위험 수준 시각화 및 PDF/JSON 리포트로 출력되어 피드백 루프를 통해 반복적으로 개발 과정에 반영된다. 본 모델은 표준 준수의 자동화와 정량화를 가능하게 하여, 중소 개발사의 부담을 줄이고 국제표준 대응의 신뢰성과 효율성을 높이는 데 기여할 수 있다.

1. 서론

디지털 헬스케어 기술은 사용자의 생체 정보 및 건강 데이터를 기반으로 맞춤형 의료 및 건강 관리 서비스를 제공하며 급속히 발전하고 있다. 특히 웨어러블 장치, 원격의료 서비스, 모바일 헬스 앱과 같은 다양한 디지털 헬스케어 제품들이 등장하면서 안전성 및 품질을 보장하기 위한 국제표준 준수가 필수적으로 요구되고 있다. 그러나 현재 많은 기업들이 국제표준 준수 여부를 평가할 때 전문가의 주관적 판단이나 체크리스트 기반의 수동 평가 방식에 의존하고 있다. 이로 인해 평가 결과가 불일치하거나, 반복적으로 많은 시간과 비용이 소요되는 등 비효율적인 문제가 발생한다. 특히 전문 인력과 자원이 부족한 중소규모 기업들은 이러한 표준 준수 과정에 큰 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 제조업과 서비스 산업에서 각광받고 있는 디지털트윈(Digital Twin) 기술을 활용하여 디지털 헬스케어 분야의 국제표준 대응 능력을 효과적으로 높일 수 있는 표준화 평가모델을 설계하고자 한다. 디지털트윈은 가상 환경에서 제품이나 서비스의 모든 생애주기 단계(설계, 개발, 검증 등)를 실시간으로 모의 검증할 수 있게 해주는 기술로서, 이를 활용하면 기존의 평가 방식보다 더 정확하고 효율적인 국제표준 준수 평가가 가능할 것으로 기대된다.

이에 본 연구는 디지털트윈 기반의 표준화 평가모델을 구체적으로 설계하여, 기업들이 보다 신속하고 객관적으로 국제표준 준수 여부를 평가하고 대응할 수 있도록 돕고자 한다. 연구 결과는 디지털 헬스케어 제품 개발 초기 단계부터 국제표준 준수를 명확히 하고, 산업 경쟁력 향상에 기여할 것으로 기대된다.

2. 선행연구 및 기술적 배경

2.1. 디지털 헬스케어 국제표준

디지털 헬스케어는 헬스케어 서비스와 IT 기술이 융합된 분야로 국제 표준 준수가 필수적이다. 대표적인 국제 표준으로는 ISO 13485(품질경영시스템), ISO 14971(위험 관리), IEC 62304(의료 소프트웨어 생애주기 관리) 등이 있다. 이 표준들은 디지털 헬스케어 제품의 안전성, 품질관리, 위험관리를 위해 준수해야 하는 핵심 기준이다.

최근 국제표준화 기구는 지속적으로 표준의 엄격성과 구체성을 높이고 있으며, 특히 소프트웨어 기반 제품에 대한

안전성 및 리스크 관리 요구사항이 증가하고 있다. 이에 따라 기업들은 국제표준에 효과적으로 대응할 수 있는 평가 및 관리체계 마련이 필수적인 상황이다.

2.2. 디지털트윈 기술의 개요

디지털트윈(Digital Twin)은 현실의 사물이나 프로세스를 가상세계에서 동일하게 구현한 디지털 복제 모델로, 물리적 시스템과 디지털 모델 간의 실시간 데이터를 기반으로 시뮬레이션, 분석 및 예측을 가능하게 한다. 디지털트윈의 주요 구성요소는 물리적 실체, 가상 모델, 그리고 데이터 통신 인터페이스로 이루어진다.

디지털트윈 기술은 제품의 설계, 검증, 생산 단계에 걸쳐 실시간 시뮬레이션을 통해 제품 성능과 안전성을 평가하고 문제를 사전에 발견하여 대응할 수 있다. 이러한 특성은 국제 표준의 준수 여부 평가를 자동화하고 효율적으로 수행할 수 있게 해주는 중요한 기술적 기반이 된다.

2.3. 디지털 헬스케어 분야 디지털트윈 기술 적용 사례

국내외 헬스케어 기업 및 연구기관에서는 디지털트윈 기술을 제품 설계와 품질 평가 프로세스에 활발히 도입하고 있다. 예를 들어, 지멘스는 의료장비 개발과 유지보수에 디지털트윈 기술을 적용하여 제품의 품질 및 안전성 관리의 효율성을 높였다. 또한, GE Healthcare는 MRI 및 초음파 장비 등의 디지털 헬스케어 제품의 개발 단계에서 디지털트윈을 활용해 제품의 성능과 신뢰성을 가상 환경에서 검증하였다.

하지만 기존의 디지털트윈 기술 활용 연구는 주로 성능 예측 및 운영 효율성 개선에 치우쳐 있으며, 국제표준 준수 평가를 위한 구체적이고 체계적인 접근 방법은 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 디지털 헬스케어 제품의 국제 표준 준수 평가를 목적으로 한 디지털트윈 기반 평가모델을 새롭게 제안하고자 한다.

3. 디지털트윈 기반 표준화 평가모델

3.1. 평가모델 설계 개요

디지털 헬스케어 제품의 국제표준 준수 여부를 효율적으로 검증하기 위해서는 반복 가능하고 정량적인 평가 체계가 필요하다. 본 장에서는 디지털트윈 기술을 활용하여 국제표준 대응 평가를 자동화하고 구조화할 수 있는 표준화 평가모델(Standardization Evaluation Model)을 제안한다. 해당 모델은 제품 설계 및 개발 초기 단계에서부터 국제표준의 핵심 요구사항을 매핑(mapping)하고, 실제 가상 환경에서의 검증과 피드백을 통해 준수 여부를 평가하는 데 중점을 둔다.

제안하는 모델은 세 가지 설계 원칙에 기반하여 구성된다.

(1) 첫째, 국제표준 중심의 평가 구조화(structured standard mapping).

(2) 둘째, 디지털트윈 환경 내 동적 시뮬레이션 및 기록 기반 평가.

(3) 셋째, 자동화 및 정량화를 위한 지표화(metric-based assessment)이다.

3.2. 평가모델의 구성요소 및 구조

본 평가모델은 다음과 같은 핵심 구성 요소로 이루어진다

① 표준요구사항 DB

국제표준(예: ISO 13485, ISO 14971, IEC 62304)의 요구사항을 항목화하고 구조화한 데이터베이스로, 디지털 헬스케어 제품군별로 관련 요구사항이 자동 연결된다.

② 디지털트윈 기반 제품 모델링 환경

실제 제품을 가상환경에 구현하여, 기능·성능·위험요소 등의 행위 데이터를 실시간으로 생성 및 기록. 이 모델은 센서데이터 또는 개발 로그 기반으로 동작한다.

③ 평가 엔진

제품 모델로부터 수집된 데이터를 기반으로 표준 요구사항 충족 여부를 평가한다. 평가 방식은 정량 지표 기반 체크리스트 및 규칙 기반(rule-based) 시스템으로 구성된다.

④ 리포트 및 시각화 모듈

평가 결과를 표준 항목별로 분류하여 준수/미준수 항목을 시각화하고, 대응 방안을 포함한 보고서 형태로 출력한다.

⑤ 피드백 루프(Feedback Loop)

미준수 항목은 설계 단계로 다시 피드백되어, 제품 모델이 반복적으로 개선될 수 있도록 하는 구조를 갖는다.

3.3. 모델 흐름도 및 적용 시나리오

본 연구에서 제안하는 디지털트윈 기반 국제표준 대응 평가모델은 제품 개발 초기 단계에서부터 표준 준수 여부를 자동화된 방식으로 평가하고 반복적으로 개선할 수 있도록 설계되었다. 전체 흐름은 [그림 1]과 같이 구성된다.

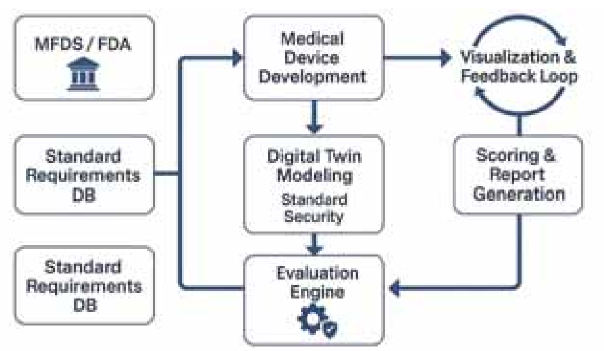


Figure 1. 디지털트윈 기반 헬스케어 표준화 평가모델 흐름도

해당 모델은 MFDS, FDA, ISO 등 국제 표준 기준을 기반으로 한 Standard Requirements DB를 중심으로 한다. 제품 개발 단계에서 생성되는 디지털 헬스케어 제품 모델은 디지털트윈 형태로 구현되며, 실시간 동작 데이터 및

기능 로그가 수집된다. 이러한 데이터는 Evaluation Engine으로 전달되어, 국제 표준 항목에 따라 정량적이고 자동화된 방식으로 평가가 진행된다. 그 결과는 Scoring & Report Generation 모듈에서 리포트로 생성되며, Visualization & Feedback Loop을 통해 다시 설계단계로 환류된다.

이러한 반복 가능한 구조는 단순한 설계 검증을 넘어, 국제표준 대응 능력의 체계적인 내재화를 가능하게 한다.

4. 시스템 적용 및 활용 방안

4.1. 제품 유형별 표준 매핑 구조

디지털 헬스케어 제품은 제품 유형에 따라 적용해야 하는 국제표준이 상이하며, 설계·개발 과정에서 이를 명확히 구분하고 적용하는 것이 중요하다. 하지만 기존에는 제품 유형별 요구사항을 개발자가 수동으로 분석하고 적용해야 했기 때문에, 표준 해석의 정확성과 일관성에 어려움이 있었다.

본 연구에서 제안하는 표준화 평가모델은 제품 분류 기준을 기반으로 한 자동 매핑 구조를 도입하여, 제품 유형에 따른 국제표준 요구사항을 자동 연계할 수 있도록 설계되었다. [그림 2]는 이러한 매핑 구조의 개념을 시각화한 것이다.

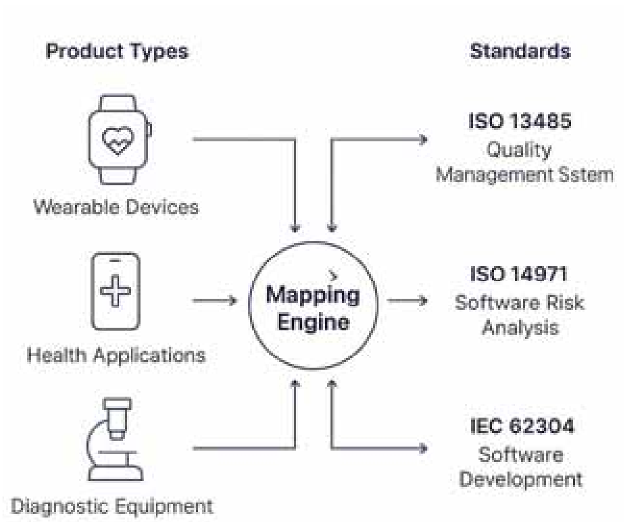


Figure 2. 제품 유형별 국제표준 자동 매핑 구조도

도식에서와 같이, 시스템은 제품 유형을 “웨어러블 기기”, “건강관리 앱”, “진단 장비” 등으로 분류하고, 각 유형에 따라 ISO 13485(품질경영시스템), ISO 14971(위험관리), IEC 62304(소프트웨어 생애주기 관리) 등 해당되는 표준을 자동으로 연결한다. 이 매핑은 중앙의 매핑 엔진(Mapping Engine)을 통해 수행되며, 제품 기능, 구성 요소, 소프트웨어 포함 여부 등의 기준에 따라 표준 요구사항이 분류 및 적용된다.

이 구조는 개발자 또는 평가자가 직접 국제표준의 복잡한 항목을 해석하지 않아도, 시스템이 자동으로 해당 제품에 적합한 평가 기준을 제시하므로, 표준 대응의 정확도와 평가 일관성을 획기적으로 높일 수 있다. 또한, 동일한 제품 유형에 대해 반복적으로 적용 가능한 평가 템플릿화를 가능하게 하여, 개발 효율성 또한 향상된다.

4.2. 제품 유형별 표준 매핑 구조

디지털트윈 기반의 평가모델은 단순히 표준 요구사항을 체크하는 데 그치지 않고, 정량적 평가 결과를 시각화하고 자동으로 리포트를 생성하는 기능을 포함하고 있다. 이 기능은 개발자, 품질관리자, 인증 담당자 등이 평가 결과를 직관적으로 이해하고 빠르게 대응할 수 있도록 지원한다.

[그림 3]은 디지털트윈 평가 데이터를 기반으로 보고서를 생성하고 위험 수준을 시각화하는 전체 흐름을 나타낸다.

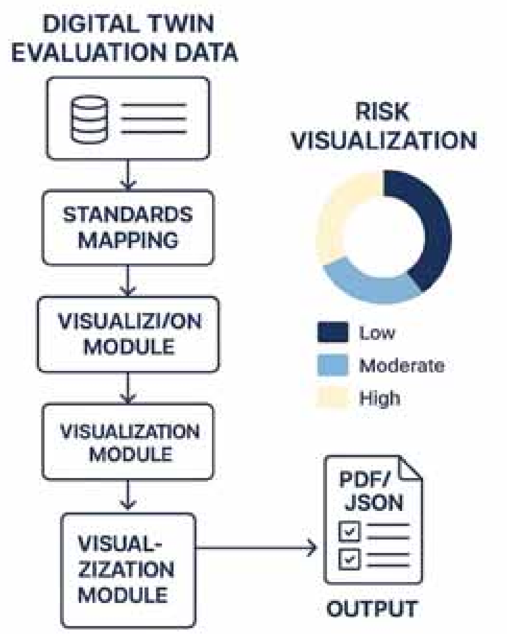


Figure 3. 보고서 자동 생성 및 위험 수준 시각화 흐름

디지털트윈 환경에서 수집된 평가 데이터는 표준 항목 매핑 → 점수화 엔진(Scoring Engine) → 시각화 모듈을 거치며 자동 처리된다. 이 과정에서 항목별 평가 점수는 PDF 또는 JSON 형태의 리포트로 출력되며, 각 항목 또는 전체 결과에 대한 위험 수준(Risk Level)은 시각적으로 표시된다. 특히, 시각화 모듈은 낮음(Low), 보통(Moderate), 높음(High)의 세분화된 위험 등급을 도넛 차트 형태로 표현하여 개발자에게 직관적인 정보를 제공한다.

해당 리포트는 내부 품질관리 보고서, 외부 인증 대응 문서 등으로 활용 가능하며, 반복 실행을 통해 시간 경과에 따른 제품의 표준 준수 상태 변화를 추적할 수 있다.

4.3. 적용 효과 및 기대 활용

제안된 평가모델은 다음과 같은 실질적인 효과와 활용 가능성을 제공한다.

① 국제표준 대응 역량 강화

제품 설계 초기 단계에서부터 국제표준 요구사항을 반영하고 검증할 수 있어, 개발 과정 전반에 걸쳐 품질 및 안전성 확보가 용이하다.

② 평가 자동화 및 반복성 확보

표준 항목 매핑, 점수화, 리포트 출력 전 과정이 자동화되어 수작업 오류를 줄이고, 동일한 제품군에 대해 반복 적용이 가능하다.

③ 시각화 기반 의사결정 지원

위험 수준의 시각화를 통해 표준 미준수 항목에 대한 빠른 인지와 대응이 가능하며, 내부 설계 개선과 외부 심사 대응 전략 수립에 활용 가능하다.

④ 중소기업 및 스타트업의 접근성 향상

표준 전문가 없이도 시스템 내에서 요구사항을 자동 매핑하고 평가할 수 있어, 제한된 인력과 자원을 가진 조직에서도 효과적인 표준 대응이 가능하다.

이러한 활용성을 바탕으로 제안된 모델은 의료기기 및 디지털 헬스케어 산업 전반의 표준화 대응 효율을 높이고, 향후 실증 플랫폼, 인증 시스템 등과의 연계를 통해 산업 전반의 경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 디지털 헬스케어 제품의 국제표준 대응 능력을 향상시키기 위한 방안으로, 디지털트윈 기반 표준화 평가모델을 설계하였다. 기존의 주관적이고 수작업 중심의 평가 방식은 국제표준의 복잡한 요구사항을 일관되게 적용하기 어려웠으며, 반복적인 품질검증 과정에서 비효율을 초래해왔다.

이에 본 연구에서는 제품 유형에 따라 국제표준 요구사항을 자동 매핑하고, 디지털트윈 환경에서 실시간 평가 데이터를 기반으로 정량화된 평가를 수행하며, 결과를 시각화 및 자동 리포트 형태로 제공하는 체계를 제안하였다. 이러한 모델은 설계 초기부터 표준을 구조적으로 반영할 수 있도록 지원하며, 특히 반복 가능한 피드백 루프를 통해 제품의 품질 향상과 표준 준수율 제고를 동시에 실현할 수 있다. 또한 본 모델은 ISO 13485, ISO 14971, IEC 62304 등 주요 국제표준을 기반으로 구성되어 있으며, MFDS 및 FDA 등 규제기관의 인허가 기준과도 연계 가능성이 높다. 이를 통해 중소 의료기기 개발사도 국제표준 대응 체계를 효율적으로 구축할 수 있으며, 향후 인증 대응 문서 자동화, 규제기관 연계 플랫폼 등으로 확장될 수 있다.

향후 과제로는 실증 데이터를 기반으로 한 시스템 검증과 더불어, 다양한 디지털 헬스케어 제품 유형에 대한 확장 적용성 검토, 그리고 실제 인허가 프로세스와의 연동을 위한 정책적 연계 방안 마련이 요구된다.

Acknowledgments

This study was conducted as part of the Leading Project for Digital Twin-Based Healthcare Innovation, supported by the Ministry of Science and ICT (MSIT) and the National IT Industry Promotion Agency (NIPA), Republic of Korea.

참고문헌

[1] F. Tao, Q. Qi, A. Liu, & A. Kusiak. (2018). Digital twins and cyber-physical systems toward smart manufacturing and Industry 4.0: Correlation and comparison. Engineering, 5(4), 653-661.

[2] H. Laaki, Y. Miche, & H. Tenhunen. (2019). Prototyping a digital twin for real-time remote control over mobile networks: Application of remote surgery. IEEE Access, 7, 20325-20336.

[3] S. Park, J. Kim, & Y. Kim. (2022). A digital twin-based evaluation framework for medical device cybersecurity readiness. Healthcare Informatics Research, 28(1), 30-38.

[4] ISO. (2016). ISO 13485:2016 - Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes. International Organization for Standardization.

[5] ISO. (2019). ISO 14971:2019 - Medical devices — Application of risk management to medical devices. International Organization for Standardization.

[6] IEC. (2015). IEC 62304:2006+A1:2015 - Medical device software — Software life cycle processes. International Electrotechnical Commission.

[7] U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2023). Digital Health Technologies for Remote Data Acquisition in Clinical Investigations — Guidance for Industry, Investigators, and Other Stakeholders. U.S. FDA. https://www.fda.gov/media/167973/download

데이터센터 에너지 효율 및 안전 향상을 위한 표준안 설계

최재명[1], 김윤호[2*]
[1]목원대학교 컴퓨터공학과 교수
[2*]목원대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : [1]jmchoi@mokwon.ac.kr, [2*]yhkim@mokwon.ac.kr

Design of a Standard Framework for Enhancing Energy Efficiency and Safety in Data Centers

Jae Myeong Choi[1], Yoon-Ho Kim[2*]
[1]Professor, Department of Computer Engineering, Mokwon University
[2*]Professor, Department of Computer Engineering, Mokwon University

요 약

데이터센터는 디지털 인프라의 핵심으로서 안정적인 전력공급과 에너지 효율성이 요구된다, 본 연구에서는 데이터센터의 에너지 효율과 안전을 동시에 향상시키기 위한 서비스 표준안을 설계하였다.

1. 서론

디지털 전환이 가속화됨에 따라 데이터센터의 중요성은 더욱 증대되고 있으며, 이에 따라 고도화된 에너지 관리와 안전 확보가 핵심 과제로 부상하고 있다. 특히 자연재해, 정전, 사이버공격 등 복합재난 환경 속에서 데이터센터의 업무연속성과 회복탄력성 확보는 필수적인 요건이다.

본 논문은 ISO TC 292의 회복탄력성 및 보안 표준 원칙을 기반으로 에너지 효율 및 안전을 향상시킬 수 있는 표준안을 설계한다[1-4].

2. 표준안 설계 방향

표준안은 다음과 같은 4대 항목으로 구성된다.

2-1. 에너지 운영 최적화

에너지 운영 최적화에서는 첫째, 실시간 에너지 모니터링, 자동 제어 기반 에너지 관리시스템을 구축하여 전력 사용의 효율성과 투명성을 확보한다. 둘째, PUE 개선 목표(예: PUE≦1.3)를 기준으로 성능을 측정하며, 에너지 낭비 지점을 식별하고 개선방안을 지속적으로 적용한다. 셋째, 에너지 사용 데이터의 정량적 기록 및 보고 체계를 포함하여 지속 가능한 경영을 도모한다.

2-2. 고효율 냉각 기술의 표준화

고효율 냉각 기술의 표준화에서는 첫째, 액체 냉각, 자유 냉각, 모듈형 냉각 기술의 적용 기술 및 설계 지침을 포함하며, 냉각 시스템의 이중화와 자율 조절 기능을 도입한다. 둘째, 외기 조건과의 연동을 고려한 동적 냉각 운영 프로토콜을 통해 계절 및 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 한다. 셋째, 냉매 종류의 친환경 전환 기준을 명시하여 탄소배출 절감을 유도한다.

2-3. 위험 기반 에너지 시스템 관리

위험 기반 에너지 시스템 관리에서는 첫째, 정전, 화재, 침수 등 재난 유형별 위험 평가 기준을 제시하고 각 요소별 복원 시간 목표(RTO)와 허용 중단 시간(RPO)을 설정한다. 둘째, 전력공급망 분산 및 이중화 체계 구축 요건을 포함하여 전력 시스템의 단일 장애점을 제거한다. 셋째, 정기적인 비상 대응 훈련과 시뮬레이션 테스트를 통해 표준 이행 수준을 평가한다.

2-4. 지속가능한 에너지 적용 가이드라인

지속가능한 에너지 적용 가이드라인에서는 첫째, 태양광, ESS 등의 재생에너지 통합 운영 매뉴얼을 통해 지속 가능성을 확보하고, 전력 피크 부하를 완화하는 운영 전략을 포함한다. 둘째, 탄소배출량 감축 기준 및 보고 체계를 포함하여 탄소중립 대응 정책과의 연계성을 확보한다. 셋째, 에너지 사용에 따른 탄소크레딧 거래 및 인센티브 체계를 설명하고, ESG 경영체계와의 정합성을 보장한다.

3. 기대효과

본 표준안은 다음과 같은 정책적·산업적 효과가 예상된다.

- 데이터센터 운영비 절감 및 PUE 개선을 통한 친환경 운영 실현
- 재난 시 빠른 복구와 업무연속성 확보로 신뢰성 강화
- 민간 IDC 기업의 ESG 경영 기반 확보
- 정부의 디지털 탄소중립 정책과 연계한 에너지 정책 실

행 기반 마련

- 국제 표준과의 정합성을 갖춘 국내 표준 개발로 기술적 수출 기반 마련

4. 결론 및 향후 과제

본 연구는 데이터센터의 에너지 효율 및 안전을 통합적으로 향상시키기 위한 서비스 표준안을 설계하였다. 향후에는 실제 데이터센터에 시범 적용을 통해 유효성을 검증하고, 국내 KS 및 국제표준화기구와의 연계를 통해 표준화를 추진할 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] ISO, ISO 50001:2018 – Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use, International Organization for Standardization, 2018.

[2] ISO, ISO 22301:2019 – Security and Resilience – Business Continuity Management Systems – Requirements, International Organization for Standardization, 2019.

[3] R. Brown, "Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency," U.S. Environmental Protection Agency (EPA), ENERGY STAR Program, 2007.

[4] K. H. Lee, J. Y. Park, and Y. H. Kim, “A Study on Green Data Center Energy Efficiency Evaluation Using Real-Time Monitoring,” Journal of Electrical Engineering & Technology, vol. 14, no. 5, pp. 2177-2184, 2019.

AR/VR 기술을 활용한 원격의료 서비스에 관한 연구

최진일[1], 오재우[2*]
[1]경동대학교 소프트웨어학과 교수
[2*]경동대학교 보건관리학과 교수
e-mail : sbaby602001@naver.com

Research on Telemedicine Services using AR/VR Technology

Jin-il[1], Jai-Woo Oh[2*]
[1]Professor, Department of computer Software, Kyungdong University
[2*]Professor, Department of Health Management & Education, Kyungdong University

요 약

본 논문은 AR/VR 기술을 의료 분야에 통합해 장애인 등 다양한 환자의 접근성을 높이는 방안을 다룬다. 원격의료, 재활, 환자 교육 등에서 AR/VR 적용 사례와 효과, 도입 시 기술적·비용적 한계, 정책 개선 방향을 종합적으로 분석하며, 포괄적이고 평등한 의료 환경 조성을 위한 전략을 제시한다. AR/VR의 실제 효용성과 도전과제를 균형 있게 고찰한 연구이다

1. 서론

현대 의료 산업의 의료 서비스는 시대흐름에 따라 많은 부분에서 디지털화와 함께 접근성의 새로운 패러다임을 맞이하고 있다. 특히, 성별, 계층, 장애 유무와 관계없이 모든 사용자가 의료 서비스를 평등하게 이용할 수 있도록 하고 디지털 접근성을 향상시키는 디지털 헬스케어가 필수적인 요소로 자리 잡았다. 기존 의료 서비스 중 원격의료 서비스는 청각, 시각, 운동 장애인 등 환자군의 특수한 요구를 충분히 반영하지 못하여 접근성 격차가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해소하고자 최근에는 증강현실(Augmented Reality, AR)과 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술을 활용한 부분이 의료 분야에 적극 도입되고 있다 [1]. AR/VR 기술은 몰입형 경험과 사용자 친화적 인터페이스 제공으로 원격의료, 환자 교육, 보조기술, 재활 등 다양한 의료 서비스 분야에 적용하여 접근성을 개선할 수 있는 잠재력이 있다 [2]. 이러한 신기술은 아직 도입 과정에서 기술적 한계, 규제 및 표준화 미비, 비용 부담, 데이터 보안 등 해결해야하는 여러 가지 어려움을 내포하고 있다. 본 연구는 AR/VR 기술을 적용하여 원격의료 서비스의 접근성과 포괄성 향상을 위한 연구를 통해 사용자들의 접근성 향상과 실질적 도입을 위해 해결해야 할 과제는 무엇인지를 분석하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구는 AR/VR 기술이 원격의료 서비스 중 의료 접근성에 미치는 영향을 실증 분석하고, 장애 유형에 따른 맞춤형 솔루션 적용 가능성과 효과를 분석하였다. 주요 연구 내용은 다음과 같다.

2.2.1 원격의료 서비스의 적용

AR/VR 기술을 적용한 원격의료, 환자 교육, 재활, 수술 지원 등 다양한 분야에서의 사례를 수집·분석하였다. 시각장애인을 위한 AR 기반 객체 인식 및 음성 피드백, 운동 장애인을 위한 VR 기반 가상 치료, 청각장애인을 위한 음성-텍스트 변환 및 수화 아바타 등 구체적 기능의 효과를 분석하였다. 장애 유형별 AR/VR 솔루션의 설계 원칙을 정리하고, 고대비 시각, 음성 안내, 제스처 인터페이스, 화면 판독기 등 통합 방안[3]을 제시하였다. 또한, 표준의 중요성을 강조하기 위하여 Web Content Accessibility Guidelines(WCAG), Americans with Disabilities Act(ADA) 등 국제적 접근성 표준에 대하여 정리하였다.

원격의료 환경에서 AR/VR 기술을 활용하여 음성-텍스트 변환, 햅틱 피드백, 수화 기반 가상 아바타 등을 활용한 접근 방안에 필요한 방법을 분석하였다. 이는 청각·언어 장애인과 의료진 간의 효율적인 소통과 진료가 가능할 수 있다는 것을 이해할 수 있었으며, VR 기반 정신건강 치료, AR/VR 기반 재활 및 물리치료, AR 기반 수술 지원[4] 등 다양한 의료 응용 분야에서의 실제 적용 사례와 효과를 알 수 있었다.

이러한 분석 결과는 분야별 환자 경험, 의료진의 업무 효율성, 치료 효 등을 종합적으로 분석하였다. 분석 결과를 이

용하여 AR/VR을 활용한 원격의료 서비스 도입 과정에서의 기술적 한계 문제, 규제 및 표준화의 중요성, 데이터 보안을 위한 보안관리 및 개인정보 보호의 중요성, 비용 부담 등 해결에 필요한 문제점을 도출하고, 이를 극복하기 위한 정책적·제도적 지원 방안을 제시하였다.

3. 연구 결과

원격으로 서비스를 위한 AR/VR 기술을 도입하는 것은 청각, 시각, 운동 장애인을 포함한 다양한 환자들의 의료 접근성을 실질적으로 향상시키 수 있다는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 시각장애인의 경우에는 AR 기반의 객체 인식과 음성 피드백을 통해 병원 환경을 탐색할 수 있으며, 운동 장애인의 경우에는 VR 기반 가상 치료로 이동성과 운동 능력을 개선할 수 있었다. 또한, 청각장애인은 음성-텍스트 변환 기술 및 수화 아바타 등으로 의료진과의 소통을 원활하게 할 수 있다는 결론을 알아 볼 수 있었다.

AR/VR 기술은 원격의료, 환자 교육, 재활, 수술 지원 등 다양한 의료 서비스 분야에 적용하여 환자 경험과 치료 결과에 긍정적으로 반영할 수 있다는 것을 알 수 있었으며, 표준화 기반의 설계와 관련 디지털 기술 융합, 사용자 중심 개발, 개발 표준 및 정보 보안 문제점 해결 등 편의성 및 접근성 강화 전략을 보완하여 의료 현장에서 효과적으로 작동할 수 있도록 하는 것이 중요하다고 판단 되었다.

원격의료 서비스 분냐에서 음성-텍스트 변환, 수화 아바타, 햅틱 피드백 등 장애인과 의료진 간의 효율적 소통과 진료를 지원하는 핵심 기술의 융합 방안이 중요한 요소인 것을 확인하였다.

한편, AR/VR 통합 과정에서 전용 하드웨어 요구, 초기 투자 비용, 소프트웨어 표준화, 데이터 보안 등 기술적·경제적 도전과제가 존재함도 확인되었다. 이러한 한계 극복을 위해 정책적 지원, 표준화 촉진, 사용자 교육 등 다각적 노력이 필요하다는 점이 강조되었다.

결론적으로, AR/VR 및 디지털 헬스케어의 융합은 장애인을 포함한 모두 환자에게 포괄적이고 평등한 원격의료 환경을 제공할 수 있는 핵심 기술임을 실증적으로 확인하였다.

4. 결론

본 논문은 증강현실(AR)과 가상현실(VR) 등 첨단 헬스테크의 통합이 의료 접근성, 특히 청각·시각·운동 장애인을 포함한 다양한 환자들의 의료 서비스 접근성 향상에 미치는 영향을 다각적으로 분석하였다. 연구 결과, AR/VR 기술의 도입은 원격의료, 환자 교육, 보조기술, 재활, 수술 지원 등 다양한 의료 분야에서 환자의 경험과 치료 결과를 실질적으로 개선하는 것으로 나타났다. 특히, 장애인 환자들은 AR 기반의 객체 인식 및 음성 피드백, VR 기반의 가상 치료 및 재활, 그리고 다양한 보조 인터페이스를 통해 의료 서비스를 보다 평등하고 효과적으로 이용할 수 있었다.

또한, 포괄적 설계와 사용자 중심 개발, 접근성 표준(WCAG, ADA 등) 준수, 보조기술 통합 등 접근성 강화 전략이 실제 의료 현장에서 효과적으로 적용될 수 있음을 확인하였다. 다만, AR/VR 통합 과정에서 기술적 한계, 비용 부담, 규제 및 표준화 미비, 데이터 보안 등 다양한 도전과제가 존재하며, 이를 해결하기 위한 정책적·제도적 지원이 필요함을 제언하였다.

결론적으로, AR/VR 및 헬스테크의 통합은 장애인을 포함한 모두에게 포괄적이고 평등한 의료 환경을 제공할 수 있는 핵심 기술임을 확인하였으며, 앞으로의 의료 혁신과 접근성 향상을 위한 지속적인 연구와 실무적 노력이 필요함을 강조한다.

Acknowledgments

This research was supported by Kyungdong University Research Fund, 2024.

This research was supported by Gangwon Regional Innovation System & Education(RISE) in 2025.

참고문헌

[1] Musamih A., Yaqoob I., Salah I., Jayaraman R., Al-Hammadi Y., Omar M. (2023) Metaverse in Healthcare: Applications, Challenges, and Future Directions," in IEEE Consumer Electronics Magazine, 12, (4), 33-46, doi: 10.1109/MCE.2022.3223522.

[2] H. M. Lee and Y. Pan, (2019) "The Social Interface for Elderly's Quality of Life based on the Daily Living Factor", Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology, 8(2). 125-140, https://doi: 10.29056/jncist.2019.06.03.

[3] Gusain, K., & Gupta, A. (2017). Context-aware recommendations using differential context weighting and metaheuristics. In H. Behera & D. Mohapatra (Eds.), Computational Intelligence in Data Mining ,556, 781-791,https://doi.org/10.1007/978-981-10-38747_74

[4] E. Y. Jung, S. J. Eun, and D. K. Park. (2018) "Effect analysis by application and Development of customized health care service for the elderly in Korea", Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology, Vol. 7, No. 1, pp. 97-110, https://doi:10.29056/jncist. 2018. 06.07.

[5] Ramineni, V., Ingole, B. S., Jayaram, V., Mehta, G., Krishnappa, M. S., Nagpal, A., Banarse, A. R. (2024). Enhancing E-Commerce Accessibility Through a Novel Voice Assistant Approach for Web and Mobile Applications. 2024 Third International Conference on Artificial Intelligence, Computational Electronics and Communication System (AICECS); 1-7.

빅데이터 기반 기업의 성장예측 서비스 개발에 관한 연구

천양하*
*용인대학교 AI융합학부 교수
e-mail : yangha00@yongin.ac.kr

Research on the Development of a Service for Predicting the Growth of Companies based on Big data

Yang-Ha Chun*
*Professor, Department of AI Convergence, Yongin University

요 약

본 연구에서는 기업들이 성장예측 시스템을 통해 스스로 재무 분석을 하고, 미래 성장을 예측하여 개선 방향을 살필 수 있도록 한다. 이를 통해 기업의 업무 지원 특성과 과업기술적합성, 의사결정 유용성, 정보 신뢰 등을 토대로 개발하였으며, 이로 인해 구조적 관계를 검증하고 사용을 확산할 수 있도록 제시한다.

1. 서론

중소기업들의 지원을 위해 고용, 세금, 재무, 등 외부 데이터와 수출, 연수, 정책 금융 등 내부 데이터를 활용하여 기업 성장 예측 프로그램 구축을 하였다. 본 연구에서는 개발 프로그램을 통해 재무 분석을 하고 미래 성장을 예측하고 개선방향을 살필 수 있도록 한다.

2. 연구 내용

2.1. 프로그램 서비스

성장예측제안모델은 정확도 중소기업들이 이 서비스를 이용하여 기업 스스로 재무 분석을 통해 미래 성장을 예측하고 개선 방향을 살펴보고 있다. 본 연구에서는 첫째, 중소기업 성장예측 서비스(이하 SME-GFS)가 중소기업의 사용 의도에 영향에 미치는 요인들을 파악하고 둘째, 이러한 요인들이 어떻게 영향을 미치는지 인과관계를 실증적으로 분석하고자 한다.

Fig 1. 성능평가 결과

데이터 분석을 통해 Feature Importance(변수 중요도)를 기반으로 PCA(주성분 분석)를 이용해 최종적으로 기업별 재무적 특이점과 2개년 예측재무제표를 생성하는 알고리즘을 개발하였다.

3. 연구 결과

기업의 시점별 성장지수는 (식 1.1)과 같이 NICE 및 중진공 데이터를 가공하여 만든 기업의 재무비율행렬에 대해서 주성분의 분산설명 비율을 가중치로 적용하여 도출된다.

$$G = F_{m,n} * P_{n,c} * w \quad (식\ 1.1)$$

참고문헌

[1] Mayer, R. C., Davis, J. H., & David, F. (1995). An Integrative
Model Of Organizational Trust. Academy of Management Review, 20(3), 709-734.

[2] Mayer, R. C., & Davis, J. H. (1999). The Effect of the Performance
Appraisal System on Trust for Management: A Field Quasi-Experiment. Journal of Applied Psychology, 84(1), 123-136.

[3] Mayer, R. C., Davis, J. H., & David, F. (1995). An Integrative
Model Of Organizational Trust. Academy of Management Review, 20(3), 709-734.

음성 인식 딥러닝 기반 딥보이스 탐지에 관한 연구

천양하*
*용인대학교 AI융합학부 교수
e-mail : yangha00@yongin.ac.kr

Research on Deep Voice Detection based on Deep Learning for Speech Recognition

Yang-Ha Chun*
*Professor, Department of AI Convergence, Yongin University

요 약

사회적으로 타인의 음성을 복제 및 위변조하여 보이스 피싱, 딥보이스 피싱 등으로 다양한 범죄에 악용되고 있다. 본 논문에서는 딥러닝 기반 모델을 하이브리드로 결합하여 딥보이스를 탐지할 수 있도록 모델을 제안한다.

1. 서론

2023년도부터 보이스피싱 피해 규모는 총 1,965억원으로 해를 거듭할수록 피해는 증가하고 있다. 이를 해결하기 위해 각 금융기관 및 정부는 지급정지와 환급률 등을 개선하여 다양한 대응책을 마련하고 있지만, 피해가 일어난 후 해결하는 형태로 크게 효과를 보고 있지 않은 상황이다.

이를 근본적으로 기술로 해결하기 위해 본 연구에서는 딥러닝 모델을 통한 하이브리드 딥보이스 탐지 모델에 대해 연구하였다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

2.1.1 데이터셋 구성

다양한 음성 데이터를 통합하여 일관된 전처리 절차를 설계하였다. 음성 데이터는 16bit PCM을 기준으로 정규화하였으며, 모든 입력음성을 동일한 시간 해상도에서 처리가능하도록 일관된 특성 추출이 가능하도록 하였다.

2.1.2 데이터 증강

Gaussian Noise를 적용하여 음성 신호의 데이터 증강을 하여, 과적합을 방지하였다. 또한 원본 데이터를 변형함으로써 데이터의 다양성을 확보할 수 있다는 점에서 연구에서 중요하게 다뤄졌다.

2.1.3 모델 학습 및 최적화

모델의 학습은 메모리 사용을 효율화하고, 수렴 속도 간의 평균을 고려하여 mini-batch 방학으로 수행하였으며, 한번에 샘플 32개를 묶어 학습하는 batch size를 사용하였다.

실손함수로는 ReLU-Sigmoid를 사용했으며, EarlyStopping 기반 최적화 전략, 정규화 기법으로 탐지 성능과 학습 효율성을 확보하였다.

3. 연구 결과

제안모델은 정확도 99.67%, 정밀도 99.33%, 재현율 98.01%, F1 Score 98.67%의 성능을 보였다.

알고리즘	음성특징	정확도	F1 Score	EER	Inference Time(ms)
Logistic Regression	CQCC	92.41%	61.22%	0.145	0.0014
Light GBM	LFCC	99.27%	97.10%	0.012	0.0092
Decision Tree	LFCC	96.07%	81.48%	0.126	0.0014
Linear SVC	CQCC	92.74%	61.20%	0.184	0.0008
MLP Classifier	CQCC	93.08%	66.01%	0.164	0.0016
Random Forest	LFCC	98.74%	94.91%	0.021	0.0133
LCNN-LSTM-comb	LFCC+CQCC	99.67%	98.67%	0.001	0.00003302

Table 1. 성능평가 결과

참고문헌

[1] Abdel-Hamid, O., Mohamed, A., Jiang, H., & Penn, G. (2014). Convolutional neural networks for speech recognition. IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 22(10), 1533-1545.

[2] 정지오(2019). 딥러닝을 이용한 안면 여드름 분류 모델 연구. 배재대학교대학원. 박사학위논문.

[3] 최대웅(2022). 음성 기반 사실적인 발화 얼굴 합성. 고려대학교 대학원. 박사학위논문

실시간 자율주행을 위한 YOLOv12 기반 차선 인식 성능 분석

임창건[1] 조석헌[2], 정예림[3], 최재명[4*]
[1,2,3]목원대학교 컴퓨터공학과 학부생
[4*]목원대학교 컴퓨터공학과 교수, 교신저자
e-mail : jmchoi@mokwon.ac.kr

Analysis of YOLOv12-based Lane Detection Performance for Real-Time Autonomous Driving

Changgeon Lim[1], Seokheon Cho[2], Yerim Jeong[3], Jae Myeong Choi[4*]
[1,2,3]Department of Computer Engineering, Mokwon University
[4*]Professor(Corresponding Author), Department of Computer Engineering, Mokwon University

요 약

최근 자율주행 기술은 다양한 분야에서 응용되고 있으며, 본 논문에서는 자율주행 시스템에서 활용할 수 있는 차선 인식 및 검출을 위하여 YOLOv8과 YOLOv12n을 활용하여 성능을 비교하였다. YOLOv12n은 YOLOv8 대비 경량화에도 불구하고 mAP, Drivable 영역 및 배경 정확도에서 우수하며, 신뢰성 높은 실시간 차선 인식을 가능케 한다. 향후 성능 향상 및 확장성이 기대된다.

1. 연구 배경

최근 자율주행 기술은 교통, 물류, 로봇 등의 여러 분야에서 빠르게 응용되고 있으며, 일상생활에서도 널리 활용되고 있다. 자율주행 시스템은 스스로 주변 환경을 파악하고 주행 경로를 판단하는 능력이 매우 중요하다. 그렇기에 자율주행 시스템에서 핵심 기술로 들어갈 만큼 중요한 기술이다. 또한, 여러 가지 구조개선을 통해 기존 모델 대비 정확도와 효율성이 향상되었다. 또한, 연산 효율성을 유지하면서 전역 문맥 정보를 더욱 효과적으로 활용할 수 있도록 설계되었다 [1].

본 연구에서는 CNN 기반 객체 탐지 구조 및 Area Attention 구조에 대하여 알아보고, YOLOv12n 모델을 이용하여 차선을 검출한다. 또한. 기존에 널리 사용되던 YOLOv8과의 성능 차이를 비교함으로써, 향후 자율주행 환경에서의 적용 가능성을 연구한다.

2. 연구 내용

2-1. CNN 기반 객체 탐지 구조

CNN 기반 객체 탐지 구조 객체 탐지(Object Detection)는 입력 이미지 내에서 물체의 위치와 종류를 동시에 예측하는 기술로써 주로 CNN을 기반으로 구현하며, 객체 탐지 기술에 해당한다.

2-2. Area Attention 구조

Area Attention은 기존 메커니즘의 연산 복잡도를 줄이면서, 전역 문맥 정보를 효과적으로 반영할 수 있도록 설계된 경량화 Attention 기법이다. 기존의 Self-Attention은 모든 위치 간의 관계를 계산하여 정밀한 전역 인식이 가능하고 기존 방식에 비해 구현이 단순하고 유사한 수준의 전역성을 확보할 수 있다.

3. 실험 및 결과

본 장에서는 YOLOv12n의 차선 인식 성능을 평가하고, YOLOv8과의 정확도 및 효율성 차이를 분석한다. 또한, YOLOv12n의 실시간처리 및 성능을 비교한다.

Table 1. Experiment configuration

항목	내용
프로세서	macOS(Apple Silicon M4)
프레임워크	PyTorch,Ultralytics YOLOv8, YOLOv12(custom)
데이터셋	BDD100K-Drivable Area Segmentation
입력 이미지 크기	640 X 640 (공통설정)
실험방식	동일한 데이커셋과 설정 하에서 YOLOv8과 YOLOv12의 성능 비교
평가항목	mIoU, FPS, 모델크기(파라미터 수),추론시간등

Table 2. Comparison table

항목	YOLOv8	YOLOv12n
모델 기반	YOLOv8n	YOLOv12n (경량화 버전)
Anchor 방식	Anchor-free	Anchor-free
Backbone	경량 CNN 구조 (C2f, PAM)	R-ELAN 구조 적용
Neck	Feature Fusion 기반	Feature Fusion 기반
Attention 구조	없음 (기본 CNN 흐름)	Area Attention, FlashAttention 적용
채널 구성	[64, 128, 256]	[64, 128, 256, 512, 1024]
Head	Class + Mask 출력	1-channel Binary Mask 출력
출력 타입	Binary	Drivable 영역에 대한 Binary Mask
주요 특징	빠른 연산, 구조 단순	경량화 + Attention으로 정밀도 개선

YOLOv12n은 구조적으로 Attention 연산이 포함되어 있지만. FlashAttention을 통해 속도 저하 없이 넓은 수용 영역을 확보할 수 있도록 설계하였다[2].

YOLOv8과 YOLOv12n 두 모델 모두 동일한 입력 해상도와 학습 epoch 수, optimizer를 사용하였으며, 데이터 증강은 기본값으로 설정하였다.

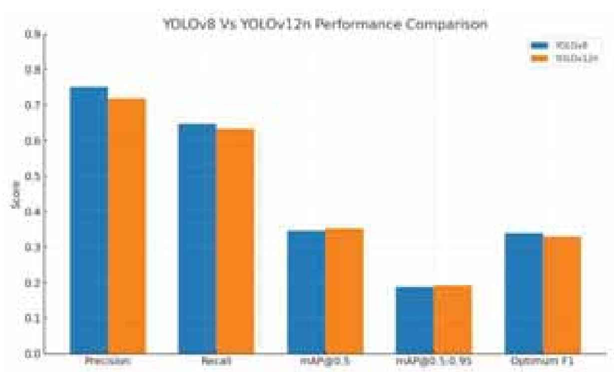


Figure 1. Experiment results

YOLOv12n은 YOLOv8보다 경량화 모델임에도 전체적으로 유사한 수준의 성능을 보였으며, 특히 mAP지표에서는 소폭 더 높은 수치를 기록하였다. YOLOv12n은 경량화 구조임에도 Area Attention, FlashAttention등의 구조적 개선을 통해 YOLOv8과 비교하여 일부 항목에서 우수한 성능을 나타났다. 모델의 클래스별 분류 정확도를 정리하면 다음과 같다.

Drivable -> Drivable(TP) : 86%
Drivable -> Background(TN) : 14%
Background -> Background(TN) : 100%

이러한 결과는 YOLOv12n이 attention 기반의 구조적 개선을 통해 배경 클래스는 물론, 주요 객체 탐지에서도 높은 신뢰도를 보였다. 이는 attention기반 구조의 영향을 받은 것으로 보인다.

4. 기대효과 및 활용

YOLOv12n은 경량화 모델임에도 우수한 성능을 보였으며, background 클래스에서 높은 정확도를 기록했다. 또한 confidence value가 낮은 경우에도 예측이 안정적으로 이루어졌다. 최적 성능은 약 0.35로 측정되었으나, 낮은 학습 횟수와 데이터 증강, 하이퍼파라미터 튜닝이 충분히 적용되지 않아 최대 성능을 보여주는 못했다. 그러나, 향후 학습횟수 증가와 데이터증강 등을 통해 성능 향상을 증가시킬 수 있을 것이다.

5. 결론

YOLOv12n 모델은 차선 인식에서 기존 YOLOv8보다 뛰어난 정확도와 연산 효율성을 보였으며, 최신 구조적 개선 덕분에 복잡한 도로 환경에서도 신뢰성 있게 작동하고, 경량화에도 높은 분류와 정확도를 기록했다. 이러한 성과는 자율주행 실시간 차선 인식에 적합함을 증명 할 수 있으며, 앞으로 다양한 환경과 기법 적용들을 통해 성능 향상과 도로 결함 탐지 등 다른 분야로의 확장도 기대된다.

Acknowledgements

This work was supported by the Innopolis Foundation through the Daedeok Innopolis Promotion Program (2025, Research and development of AI-based road damage detection and intelligent road LCC management optimization system, Grant No.: RS-2025-02306465).

참고 문헌

[1] R. Khanam, M. Hussain, "A Review of YOLOv12: Attention-Based Enhancements vs. Previous Versions" arXiv:2504.11995v1, April, 2025.

[2]Y. Tian, Q. Ye, D. Doermann, "YOLOv12: Attention-Centric Real-Time Object Detectors," arXiv:2502.12524v1, Feb., 2025.

부산 지역 바버숍 언어 경관의 특징에 대한 고찰

윤지원[1], 김정원[2*]
[1]창신대학교 카리스교양대학 교수
[2*]영산대학교 미용예술학과 교수
e-mail : jw_hada@ysu.ac.kr

A Study on the Linguistic Landscape Characteristics of Barbershops in Busan

Ji-Won Yoon[1], Jung-Won Kim[2*]
[1]Professor, CHARIS College Liberal Arts, Changshin University
[2*]Professor, Department of Beauty Arts, Youngsan University

요 약

이 연구는 부산 지역 바버숍의 상호명을 중심으로 언어 경관을 분석하여, 문자 유형, 작명 방식의 사회문화적 의미를 고찰하였다. 이를 통해 바버숍 언어 경관이 단순한 간판을 넘어 정체성 구성과 소비자 타깃 전략이 반영된 도시 문화의 상징적 기호임을 밝혔다.

1. 서론

언어는 단순한 의사소통 수단을 넘어 사회적 정체성과 문화적 맥락을 반영하는 중요한 매개체이다. 특히 도시의 상업 공간에서 볼 수 있는 간판, 표지판 등은 특정 집단의 언어 사용 양상과 더불어 그들이 추구하는 이미지, 정체성, 문화적 취향을 시각적으로 드러낸다. 이러한 관점에서 언어 경관(Linguistic Landscape)은 도시문화의 사회언어학적 단면을 이해하는 데 유용한 분석 틀을 제공한다.

최근 언어 경관에 대한 연구는 공공장소에 한정된 분석에서 벗어나, 상업적 공간이나 특정 업종을 대상으로 한 보다 세밀한 분석으로 확장되고 있다. 본 연구는 부산 지역의 바버숍을 중심으로 언어 경관을 분석하고자 한다. 바버숍은 단순한 미용 공간을 넘어, 남성 정체성과 지역적 문화가 교차하는 사회문화적 장소로서 기능하고 있으며, 그 상호명과 간판에는 상징적 언어가 다층적으로 반영되어 있다.

따라서 본 연구는 부산 바버숍의 명칭을 중심으로 문자 유형, 어종 조합, 작명 방식, 지역 정체성 반영 여부 등을 분석함으로써, 바버숍 언어경관에 내포된 사회문화적 의미와 지역성의 표현 방식을 고찰하는 데 목적이 있다.

2. 연구 내용

2.1. 언어경관 개념 및 분류

언어 경관(Linguistic Landscape)은 Landry와 Bourhis(1997)에 의해 “공공장소에 표시된 언어적 표현, 즉 간판, 표지판, 광고, 상호명 등 시각적으로 드러나는 언어의 집합”으로 정의되었다[1]. 이는 언어의 물리적 실현이라는 점에서, 특정 사회의 언어 정책, 문화적 정체성, 다언어성의 정도를 반영하는 지표로 간주된다. Shohamy와 Gorter(2009)는 언어 경관을 크게 하향식(top-down)과 상향식(bottom-up)으로 구분한다[2]. 하향식 언어 경관은 정부, 지자체 등 공적 기관에 의해 생산된 간판, 안내문, 공공 표지판 등을 의미하며, 공식 언어 정책의 실현 수단이 된다. 상향식 언어 경관은 개인, 상업체, 지역 주민에 의해 자발적으로 생성된 언어 사용을 의미하며, 현실 언어 사용 양상과 개인 또는 집단의 정체성이 드러나는 공간이다.

본 연구의 대상인 바버숍 간판과 상호명은 명백히 상향식 언어 경관의 사례로, 개인의 정체성, 사회적 감각, 지역성과 소비자 취향이 언어를 통해 시각화되는 대표적 공간으로 볼 수 있다.

2.2. 바버숍의 사회문화적 기능과 언어 사용 특성

바버숍은 단순히 머리를 자르는 공간을 넘어서, 남성 정체성의 형성과 표현, 사회적 네트워크의 형성, 소비 문화의 일부로 기능하는 공간이다. 특히 최근의 바버숍은 레트로 감성과 고급스러움을 동시에 추구하며, 상호명과 간판 디자인에서 그러한 감각이 적극적으로 반영된다.

3. 연구 방법

3.1. 자료 수집 절차

자료 수집은 포털 지도 및 네이버 플레이스 기반으로 데이터를 수집하였다. 키워드 “바버숍”, “맨즈헤어”, “이용원” 등을 중심으로 네이버 지도 검색을 통해 바버숍 상호 및 위치 정보를 수집하였다. 해당 결과를 엑셀 파일로 정리하고, 연번, 상호명, 행정동 위치를 기입하여 정제한 자료로 분석을 하였다. 그 다음 구글 스트리트뷰 및 네이버 거리뷰를 활

용하여 상호명 간판의 실제 표기 형식을 확인하고, 표기 언어, 디자인, 병기 형태 등 시각적 언어 정보를 보완적으로 수집하였다.

3.2. 분석 항목 설정

수집된 상호명 데이터는 총 506개였다. 이에 대해 다음과 같은 항목을 중심으로 분석을 실시하였다.

1) 간판의 문자 구성: 한글, 로마자, 숫자, 혼합 등 문자 유형 분류

2) 작명 방식: 특정 접미어 사용, 상호명 특징 등

3) 지역별 언어 경관의 차이: 지역에 따른 언어 유형 및 소비자 타킷과의 관계 고찰

4. 부산 지역 바버숍 언어 경관 분석

4.1. 문자 유형

본 연구에서 수집한 500여 개의 바버숍 상호명을 문자 유형별로 분류한 결과는 다음과 같다.

- 한글 단독 표기: 485건(대성이용원, 현대이발관 등)
- 한글 + 숫자: 9건(1988맨즈헤어, 209맨즈헤어 등)
- 한글 + 로마자: 6건(닷닷닷 DOTDOTDOT, Z1988 맨즈헤어 등)
- 로마자 단독: 3건(GYEOM Mans hair, TURTLECOMB 등)
- 로마자 + 숫자: 2건(03 coast, 20house)

부산 지역 바버숍은 한글 기반 상호명이 절대적으로 우세하였으나, '맨즈헤어', '바버샵(숍)', '젠틀맨' 등 외래어 기반 표현을 한글로 표기한 경우가 대부분이었다.

4.2. 작명 특징

부산 지역 바버숍의 많은 상호명이 '바버숍(샵)', '맨즈헤어', '이용원', '옴므헤어', '컷트클럽' 등 특정 접미어를 사용하여 업종을 명시하고 있음을 확인하였다. 이러한 작명은 업종의 명시성을 갖추어, 소비자에게 직관적으로 바버숍임을 인지시킨다는 점에서 언어 경관의 기능성을 충족한다. 이용원이나 이발관의 경우, 중장년층 대상으로 안정적 이미지를 갖고 있으며, 맨즈헤어나 옴므헤어, 젠틀맨, 나이스맨 등의 상호는 남성 대상의 전문성을 강조하고 있다.

반면, 일부 상호는 의미가 추상적이거나 브랜드화된 단어를 사용하여 바버숍인지 파악하기 어려운 경우도 존재한다. 예를 들어, '어스하우스', '스트레이', '인앤아웃이스트', '셉스' 등의 상호명은 언어 경관의 측면에서 심미성(감각적 인상)은 충족하지만, 정보 전달성과 공공성이 약화될 수 있다. 이곳이 바버숍이라는 사실을 알기 위해서는 공간을 직접 경험하거나, SNS나 온라인 리뷰 등의 정보에 의존해야 한다.

'수컷', '부산머스마', '머리빨' 등은 방언을 활용한 정서적 유대, 언어 유희 전략으로 소비자의 기억에 남도록 작명하면서 소비자 취향과 연결되는 문화적 코드를 형성하고 있다.

4.3. 지역별 차이

부산 지역의 바버숍 언어 경관은 단지 공간적 위치에 따라 다르게 나타나는 것이 아니라, 지역의 상권 특성, 소비자 연령대, 문화 감수성에 따라 정체성과 언어 전략이 뚜렷하게 달라지는 경향을 보인다. 특히 상호명을 통해 누구를 위한 공간인지, 그리고 어떤 소비문화를 지향하는지를 시각적으로 드러내고 있었다.

1) 젊은층 중심 지역: 감각적 브랜드화와 추상적 작명

전포동, 서면, 해운대 등은 트렌디한 상권으로, 20~30대 젊은 소비자층의 유입이 많고 SNS 기반 소비문화가 활발하다. 이 지역의 바버숍 상호는 '로마자 기반, 외래어 혼합', '정체성이 모호', '소비자 이미지 중심' 등의 특징이 나타난다. 이를 통해 고급 이미지와 감각적 분위기를 연출하고, 공간성 및 심미성 중심의 언어 경관을 형성함으로써 바버숍임을 명확히 드러내지 않는다. 명확한 정보 전달보다는 감성 소비와 취향 기반 선택을 유도한다고 볼 수 있겠다. 이 지역은 정체성보다 '브랜드 감각'과 '분위기'를 중시하며, 언어 경관 또한 이를 반영하여 형식보다는 이미지 중심의 전략을 택한 것이다.

2) 중장년층 중심 지역: 기능 중심의 명확한 작명

부전동, 문현동, 감전동, 범천동 등은 전통 주거지역으로, 중장년층 고객 비중이 높다. 이 지역 바버숍은 '한글 기반 상호', '보수적 작명' 등의 특징을 갖는다. 현대이용원, 대성이발관 등의 상호를 사용함으로써 업종이 명확히 드러나 소비자 혼란이 없다. 시각적 심미성보다 기능적 명확성을 중시함으로써 소비자의 직관적 이해와 신뢰성 확보를 최우선으로 언어 경관은 '안내'로서의 역할에 충실하고 있다.

3) 혼합 지역: 신구 문화의 공존

개금동, 범일동 등은 중간 지점으로, 전통과 현대 소비문화가 혼재한 지역이다. 여기서는 ○○맨즈헤어, ○○옴므헤어, ○○이용원 등이 공존하며, 신·구 소비자층을 모두 고려한 혼합형 언어 전략이 관찰된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 부산 지역 바버숍의 상호명을 중심으로 언어 경관의 문자 유형, 작명 특징, 지역별 차이를 분석하였다.

대부분의 바버숍은 한글 기반 상호명을 사용하고 있으나, 표기만 한글일 뿐, 로마자, 외래어, 숫자의 혼용이 많았다. 바버숍 상호는 단지 업종을 지시하는 언어가 아니라, 남성성, 로컬성, 고급화 등 복합적 상징을 내포한 언어 기호다. 바버숍 언어 경관에는 다음과 같은 전략이 확인된다.

1) 정체성 명시 전략: '맨즈헤어', '바버샵', '옴므헤어' 등은 성별 및 업종 정체성을 명시

2) 감각적/모호화 전략: '스트레이', '어스하우스', '셉스' 등은 업종을 암시하지 않고 감각적 브랜드 이미지를 강조

3) 지역 정체성 전략: '부산머스마', '가이' 등은 사투리와

지역어를 활용하여 정서적 유대 형성

이러한 전략은 바버숍 언어 경관이 공간 정체성 구성의 수단이자 소비자와의 사회문화적 상호작용 매개로 기능함을 보여준다. 특히, 정체성을 감추거나 심미성을 극대화한 상호는 소비자에게 직접 해석을 요구하는 언어 구조다. 이처럼 현대 도시 언어 경관은 단순 표지가 아니라, 소비자의 해석 능력, 문화 감각, 정보 접근성을 전제하는 시각적 인터페이스로 진화하고 있다. 이는 언어 경관이 단방향적 지시체가 아닌 쌍방향적 커뮤니케이션 도구로 기능함을 시사한다.

상호명은 단순한 간판을 넘어, 소비자와의 커뮤니케이션 채널이며 지역 문화 표현 도구임을 인식하고, 지역성을 고려한 명칭 설계는 로컬 브랜드의 정체성 강화와 소비자 정서적 연결 형성에 기여할 수 있을 것이다.

그러나 상호명이라는 표층적 언어 자료만을 분석 대상으로 하였기 때문에 언어경관의 시각적·공간적 맥락을 충분히 반영하는 데에는 일정한 한계를 지닌다. 또한, 특정 시점에서의 언어경관을 분석한 단면적 연구이기 때문에 바버숍 상호가 시간이 지나며 어떻게 변화하거나 재브랜딩되는지는 고려하지 못했다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 바버숍이라는 특정 업종에 주목하여, 언어 경관에 내재된 정체성 구성 방식, 소비자 감각을 반영한 언어적 미디어 전략을 통합적으로 고찰했다는 점에서 의의를 지닌다. 특히 '정체성 미표기 상호'라는 도시 언어경관의 모호성의 전략화에 주목함으로써 언어경관 연구가 단순한 간판 언어 분석을 넘어 정체성, 문화 소비, 브랜드 감수성까지 포괄하는 통합적 분석으로 나아갈 수 있음을 보여주었다.

앞으로 언어 경관에 대한 연구는 특정 업종, 지역, 계층, 시대성을 종합적으로 고려하는 다층적 접근을 통해, 도시 언어의 문화적 지도를 그려나가는 기초자료가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] R. Landry & R. Y. Bourhis. (1997). Linguistic landscape and ethnolinguistic vitality: An empirical study. Journal of Language and Social Psychology, 16(1), 23-49.

[2] E. Shohamy & D. Gorter. (2009). Linguistic Landscape: Expanding the Scenery. Routledge.

[3] S. Liu & S. N. Kim, K. H. Kim. (2023). The Preliminary Study on the Linguistic Landscape surroundingthe Kangwon National University, Chuncheon Campus. Journal of Humanities Therapy, 84, 179-201.

[4] E. J. Kang & T. H. Kim. (2024). A study on the Linguistic Landscape surrounding the Jangjeon Campus of Pusan National University. Urimal, 76, 155-180.

[5] A. A. H. Al-Athwary. (2022). Linguistic Landscape in Najran: A Sociolinguistic Approach. Theory and Practice in Language Studies, 12(12), 2559-2567.

조직 구성원 교류패턴이 직무만족,몰입,성과에 미치는영향 :지역방송종사자 중심으로

이남경[1], 김은경[2], 박수용[2*]
[1]TJB 편성제작국 부국장
[2]대전대학교 케어복지학과 교수
[2*]한밭대학교 융합기술학과 교수
e-mail : dorotoea68@dju.kr, dorotoea68@dju.kr, hrdmire@hanbat.ac.kr

The Impact of Organizational Members' Transaction Patterns on Job Satisfaction, Job Engagement, and Job Performance : Focusing on local broadcasters

Lee Nam Kyung[1], Eun Keyoung-Kim[2], Soo Young Park[3*]
[1]TJB Organizing Production Team Deputy Director
[2]Professor, Department of HC College Care and Welfare, Daejeon University
[3*]Professor, Department of Convergence Technology, Hanbat National University

요 약

조직에서 구성원의 성과 높이기 위해 직무만족과 직무몰입, 직무성과에 관한 연구는 지속적으로 연구되고 있다. 특히 조직 구성원 간의 잘못된 관계와 소통은 스트레스와 갈등의 원인이기도 하며 직무성과에 부정적 영향을 미치는 주요 원인이기도 하다.
본 연구에서는 조직에서 구성원의 교류패턴이 구성원의 직무만족, 몰입, 성과에 어떻게 영향을 미치는지 연구하였다. 이러한 연구 결과는 조직에서 구성원들의 관계와 소통의 질을 향상하고, 직무만족과 몰입, 그리고 성과에 긍정적인 도움을 줄 것이다. 특히 조직문화 및 활성화 방안 및 연구에 기여도가 높을 것이다.

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 필요성

2008년 IPTV, 2009년 스마트 폰이 보급되고, 2011년 종합편성채널과 신규 보도 채널이 출범된 이후, 디지털 기술의 발전과 스마트 기기의 보급으로 촉발된 방송과 통신의 융합은 온라인 동영상 서비스를 제공하는 유튜브(Youtube), 넷플릭스(Netflix) 등의 글로벌 OTT 사업자들과 SNS의 서비스 영향력을 크게 팽창시켰다[1]. 이런 새로운 플랫폼의 등장은 레거시 미디어 영향력을 크게 위축시키고 있다. 여기에 국내 OTT 사업자들의 약진까지 더해지면서 한국 방송산업 간의 경쟁은 더욱 심화하고 있는 시점에 있다.

조직은 생존을 위한 전략으로 조직 구성원에게 혁신을 요구하며 변화하기를 원한다. 조직 구성원이 조직의 생존과 발전에 중요한 인적자원이라는 사실을 반증하는 것이라고 판단된다.

이러한 의미에서 일선에서 방송콘텐츠를 생산하고 있는 방송종사자의 내부 커뮤니케이션과 관계된 요인이 조직성과의 향상 방안과 어떠한 영향 관계가 있는지 이에 관한 연구가 필요하다.

1.2. 연구 목적 및 범위

조직에서 커뮤니케이션, 인간관계, 구성원 개인의 승진이나 성장을 이룰 수 있는 역량 발휘, 소속 회사의 조직문화와 조직과 개인의 관계, 또는 그 회사의 정책과 같은 개인이 심리적으로 만족감을 드러낼 수 있는 지표도 조직에서의 원활한 커뮤니케이션에서 기인한다고 볼 수 있다.

조직 내에서 커뮤니케이션이 원활히 이루어지기 위해서는 구성원들의 의사소통 교류패턴을 알아볼 필요가 있다. 교류분석이론의 교류패턴에는 상보교류(Complementary Transaction), 이면교류(Ulterior Transaction), 교차교류(Crossed Transaction)가 있는데, 조직 내 커뮤니케이션 형태로 교류패턴의 상보 교류를 활성화하고, 이면 교류와 교차교류를 감소시키는 구체적인 대안을 제시할 수 있기 때문이다.

본 연구는 2024년 5월 3일부터 6월 5일까지 약 1개월간에 걸쳐 실시하였다. 설문 대상은 대전·세종·충남 지역에 근무하는 방송국 종사자로 설문조사 방식으로 진행하였다. 방송종사자의 범위는 기획 및 제작, 제작 크루, 제작 행정 등 방송 제작 과정에 참여하는 프리랜서를 포함한 인적 범위로 설정하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 교류패턴

교류패턴은 교류분석 이론의 하나로 커뮤니케이션이 이루어지는 경로를 구체적으로 보여주는 양식을 의미한다. 그것은 자아상태 모델을 통해 사람의 심리가 어떤 구조로 어떻게 기능하는지를 보여주고, 대화를 이어가며 나타나는 언어적, 비언어적 표현을 분석할 수 있다. 이 때문에 교류패턴은 개인이 커뮤니케이션을 할 때 그 자신의 자아상태를 점검하고 이해할 수 있는 중요한 단서로 작용하게 된다. 따라서 구성원의 인간관계를 파악하는데 대단히 유용한 개념이라 할 수 있다[2]. 교류패턴은 상보교류, 교차교류, 이면교류 등 세 가지 유형으로 교류분석 자아상태 모델을 사용한다.

2.2. 직무만족

직무만족은 1930년대 조직의 생산성 향상에 초점이 맞춰지면서, 직무만족이 높을수록 직무수행이 촉진될 것이라는 가정으로 시작되었다[3]. 직무만족은 조직성과에 긍정적 영향을 미치는 중요한 요인이다, 그것은 조직 구성원으로서 조직에 대해 갖는 개인적인 감정 상태이며, 조직 차원에서는 목표 달성을 촉진하는 핵심으로 작용하기도 한다. 직무만족은 단순히 직무에 대한 만족 이상으로 직무 보상, 직무 자율성, 조직 체계, 동료와의 관계 등을 얼마나 만족하는지를 파악하는 것으로 직무만족은 결국 양질의 결과물을 도출해 내기 때문에 현대 조직에서는 중요하게 여기고 있다[4].

2.3. 직무몰입

그런데 조직몰입은 조직 효율성을 나타내는 가장 보편적 개념이자 구성원 행동에 대한 사전지표로 충분히 활용될 수 있다[5]. 일반적으로 조직몰입이 직무만족보다 더 안정적이고 지속적인 태도일 뿐만 아니라 조직에 남아 있고자 하는 성향을 더 잘 나타내 준다[6]. 조직몰입은 개인과 조직 모두에서 중요한 의미를 지닌다. 개인은 조직으로부터 내·외적으로 보상과 동시에 심리적인 만족감을 얻을 수 있고, 조직은 성과 측면에서 구성원들의 높은 조직몰입도가 조직의 목표 달성에 유익할 수 있다. 따라서 조직몰입은 한 조직에 대한 개인의 일체감과 몰입의 수준이 상대적으로 어느 정도의 강도인가를 나타낸다고 볼 수 있다. 대부분의 조직몰입에 대한 정의는 개인의 조직에 대한 동일시(identification)와 몰입(involvement)의 상대적 강도로 보고 있다[7].

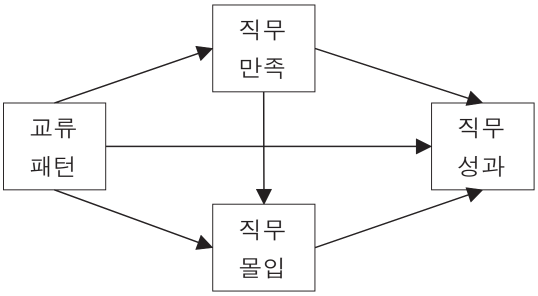
2.4. 직무성과

직무성과는 구성원이 자신의 업무에 대해 목표 달성할 수 있는 정도와 성공적으로 달성하고자 하는 바람직한 상태를 뜻한다[8]. 직무성과는 산업 및 조직심리학 분야에서 인적성과를 개선하기 위해 활용할 수 있는 유용한 전략이다. 이러한 전략의 대부분은 채용과 선발, 훈련과 개발, 혹은 동기부여 등을 포함하고 있다. 또한 개인이 조직 목표에 기여하지 못하도록 하는 장애요인을 제거하고 조직에 기여할 수 있는 강화된 기회를 개인에게 제공하는 전략들도 성과에 직접적인 영향을 미칠 수 있다[9].

3. 연구방법

3.1. 연구모델

본연구의 연구가설의 통계적 검증을 위한 연구모형은 [그림1]과 같다.



[그림 1] 연구모델

3.2. 연구문제 및 가설

본 연구의 문제는 구성원의 교류패턴이 직무만족, 몰입, 성과에 어떻게 영향을 미치는지 규명하는 것이다. 이를 위한 6가지 연구가설은 다음과 같다.

가설1. 교류패턴은 직무만족에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.

가설2. 교류패턴은 직무몰입에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.

가설3. 교류패턴은 직무성과에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.

가설4. 교류패턴은 직무만족을 매개하여 직무성과에 유의한 영향을 미칠 것이다.

가설5. 교류패턴은 직무몰입을 매개하여 직무성과에 유의한 영향을 미칠 것이다.

가설6. 교류패턴은 직무만족과 직무몰입을 매개하여 직무성과에 유의한 영향을 미칠 것이다.

3.3. 통계분석방법

본 연구에서 수집된 표본자료는 IBM SPSS 28.0과 AMOS 28.0버전 통계 패키지로 빈도분석, 확인적 요인분석, 구조회귀모형 경로분석, 매개효과분석 등을 수행하였다.

4. 연구결과

방송종사자의 교류패턴은 조직성과에 정(+)적이거나 부(-)적인 영향을 미치며 그 영향은 다음과 같다.

첫째, 방송종사자의 교류패턴 중 상보교류는 조직성과에

정(+)적 영향을 미친다.

둘째, 방송종사자의 교류패턴 중 교차교류는 조직성과에 영향을 미치지 않는다.

셋째, 방송종사자의 교류패턴 중 이면교류는 조직성과에 영향을 미치지 않는다.

방송종사자의 교류 중 상보교류는 조직성과에 통계적으로 유의미한 정(+)적 영향이 있는 것으로 나타났다. 교차교류나, 이면교류는 부(-)적 영향이 있는 것으로 나타났지만, 통계적으로 유의미하지 않았다. 이는 상사가 부하직원과 교류할 때 상보교류를 지향해야 한다는 것을 시사하며, 교차교류와 이면교류는 통계적으로 유의하진 않지만, 조직성과에 부정적인 영향을 미치기 때문에 상사는 구성원과 교류과정에서 가급적 상보교류할 수 있도록 자각하며 소통하여야 한다.

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 교류패턴(상보 교류, 교차 교류, 이면 교류)에 미치는 영향을 분석하였다. 그러나 상사-구성원 간의 구체적인 상호작용 과정과 심리적 요인을 정교하게 분석하는데 한계가 있었다. 상호작용의 질적 차원을 면밀하게 이해하기 위해서는 교류분석 이론의 인생태도 즉 OK 모형(자기긍정-타인긍정, 자기긍정-타인부정, 자기부정-타인긍정, 자기부정-타인부정)을 활용하여, 커뮤니케이션 과정에서 나타나는 심리적 태도와 의사소통 전략을 통합적으로 분석할 필요가 있다. 예를 들어, 자기긍정-타인긍정 유형에서는 정보 공유와 문제 해결이 원활하게 이루어질 가능성이 높지만, 자기긍정-타인부정 또는 자기부정-타인부정 유형에서는 갈등과 오해가 증가할 가능성이 크다. 따라서 향후 연구에서는 상사의 커뮤니케이션 유형과 구성원의 심리적 태도(Life Position) 간의 관계를 정량적·정성적 방법론을 병행하여 분석함으로써, 보다 실증적인 연구 결과를 도출할 필요가 있다.

참고문헌

[1] Kim, Minji. "Netflix Sees 8.05 Million New Subscribers in Q2... Revenue and Net Profit Soar." Sisa Journal, no. 1816, 2024, https://v.daum.net/v/20240719103005339#. Accessed 9 Aug. 2024.

[2] Kim, Kyungja. Development and Validation of Conceptualization Elements in Transactional Analysis Counseling Cases. PhD dissertation, Gyeongsang National University, Aug. 2023, p. 8.

[3] Cha, Youngin, Ahn, Gukchan, and Kim, Sunjin. "The Effect of Job Stress on Job Satisfaction among Public Officials." Journal of Korean Local Administration, vol. 37, no. 1, 2023, p. 108.

[4] Ha, Soyoung, and Seo, Wangmo. "The Effect of Job Stress on Job Satisfaction Depending on Meditation Satisfaction among Office Workers." Culture and Convergence, vol. 46, no. 3, 2024, p. 641.

[5] Yang, Hyesun. The Effect of Supervisors' Depersonalized Supervision in Casinos on Trust in Supervisor and Organizational Commitment. PhD dissertation, Kyonggi University, Dec. 2015, p. 28.

[6] Baek, Wanjong. A Study on Organizational Satisfaction among University Staff. PhD dissertation, Korea University, June 2009, p. 77.

[7] Lim, Dohwa. "The Effect of Job Insecurity on Emotional Organizational Commitment and Job Performance." p. 23.

[8] Tett, Robert P., and John P. Meyer. "Job Satisfaction, Organizational Commitment, Turnover Intention, and Turnover: Path Analyses Based on Meta-Analytic Findings." Personnel Psychology, vol. 46, no. 2, June 1993, pp. 259–293.

[9] Cho, Jungmyung. A Study on the Factors Affecting Job Performance. PhD dissertation, Sookmyung Women’s University, Dec. 2018, p. 25.

건설 현장 안전보건 실태 및 활동이 근로자 안전행동에 미치는 영향

이지현[1], 김기태[2*]
[1,2*]국립한밭대학교 산업경영공학과
e-mail : gitaekim@hanbat.ac.kr

The Impact of Safety and Health States and Activities on Workers' Safety Behavior in Construction Site

Jihyun Lee[1], Gitae Kim[2*]
[1,2*]Department of Industrial & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

최근 정부는 산업안전을 강화하기 위해 중대재해처벌법 시행 등 다양한 정책들을 수행하고 있다. 그럼에도 불구하고 최근 5년간 건설업의 산업재해 발생건수는 증가 추세이다. 산업재해의 발생원인을 보면 근로자의 불안전한 행동이 약 88%를 차지한다. 따라서 산업재해의 예방 및 감소를 위해서는 무엇보다도 근로자의 안전행동이 중요하다. 그동안 안전행동과 관련한 연구는 활발히 진행되어 왔지만, 안전보건 실태 및 활동과 근로자 안전행동을 통합적으로 고려한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 안전보건 실태 및 활동에 대한 항목들을 안전행동과 관련이 있는 변수들로 재분류하여, 다중회귀분석으로 건설 현장 안전보건 실태 및 활동이 근로자 안전행동에 미치는 영향을 분석한다. 이를 위해 산업안전보건연구원에서 실시한 건설 현장의 산업안전보건 실태조사 설문자료를 이용하였다. 분석 결과, 건설 현장의 안전환경, 작업반장의 역할, 경영진의 안전의식, 안전의사소통 순으로 근로자의 안전행동에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 근로자의 안전행동을 강화하기 위해서 작업 현장에서의 안전관리가 매우 중요한 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 건설 현장에서의 개선 사항 파악과 근로자들의 안전한 작업환경조성을 통해 건설업 안전 증진에 도움이 될 것으로 기대된다.

1. 서론

2024년 01월 27일, 중대재해처벌법 50인 미만 사업장(건설업의 경우 공사금액 50억 원 미만)에 유예기간이 종료되면서, 전산업적으로 안전에 대한 중요성 및 경각심이 높아지고 있다. 최근 5년간 건설업에서의 산업재해 발생빈도는 증가 추세이며, 사고사망자는 전체 산업에서 약 40%를 차지하는 고위험군 산업이다.

산업재해를 예방하기 위한 효과적인 방법 중 하나인 안전행동은 개인이 안전을 위하여 수행하는 행동을 의미한다. 또한 안전을 지원하고자 하는 참여적인 행동 부분도 포함하고 있다[1].

그동안 근로자의 안전행동과 관련한 연구들이 활발히 진행 되어왔다. 신동필과 이동은[2]은 건설업 근로자의 안전행동에 영향을 미치는 요인들 간의 구조분석을 수행하였다. 이창훈과 조윤호[3]는 위험기계 및 기구가 근로자의 안전행동에 미치는 영향과 이 두 개의 요인이 산업재해에 미치는 영향에 대해 구조분석을 수행하였다. 박상언과 정무헌[4]은 경영진의 안전몰입과 근로자의 안전행동 및 산업재해 발생에 관하여 회귀분석을 수행하였다. 하지만 안전보건 실태 및 활동과 근로자 안전행동을 통합적으로 고려한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 산업안전보건연구원의 산업안전보건 실태조사 설문자료를 사용하여 건설 현장의 안전보건 실태 및 현황이 근로자의 안전행동에 미치는 영향을 분석한다. 설문조사의 항목들을 안전행동에 영향을 주는 변수들로 재분류하였다.

본 연구의 목적은 근로자의 안전행동에 영향을 주는 안전보건 실태 및 활동을 분석하여 안전행동 증진 방법의 방향성을 탐색하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 연구 모형

본 연구모형은 Figure 1과 같다. 안전보건 실태 및 활동 대한 항목들을 다음과 같이 8개의 항목으로 재분류하였다.

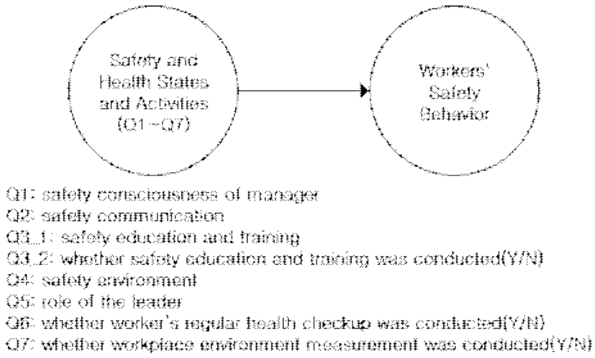


Figure 1. Research model

2.2. 연구 대상

한국산업안전보건공단(KOSHA) 산하의 산업안전보건연구원(OSHRI)에서 실시한 제10차 산업안전보건 실태조사(2021년) 자료를 이용하였다. 위 설문조사는 전국 17개 시도 1,500개 건설업 사업장을 대상으로 현장 내의 안전보건담당자를 대상으로 진행하였다. 본 연구는 1,502개의 설문 데이터 중 결측치 454개를 제거한 1,048개의 설문 데이터를 사용하였다.

2.3. 연구 방법

다중회귀분석을 통해 안전행동에 대한 안전보건 실태 및 활동의 영향을 정량적으로 분석한다. 데이터 분석도구로 IBM SPSS Statistics 25를 사용한다.

3. 분석 결과

3.1. 다중회귀분석

건설 현장의 안전보건 실태 및 활동이 근로자의 안전행동에 미치는 영향을 검증하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 그 결과, Table 1.과 같이 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며 ($F=326.756$, $p<0.001$), 회귀모형의 설명력은 약 71.6%로 나타났다. 한편 Durbin-Watson 통계량은 1.922으로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제가 없는 것으로 평가되었고, 분산팽창지수(VIF:Variance Inflation Factor)도 모두 10 미만으로 작게 나타나, 다중공선성 문제가 없는 것으로 판단되었다.

Table 1. Multiple linear regression analysis results

	B	Std. E	Beta	t	p	VIF
Q1	0.077	0.026	0.069	2.906	0.004	2.053
Q2	0.085	0.041	0.068	2.057	0.040	3.983
Q3_1	0.039	0.031	0.037	1.250	0.212	3.285
Q3_2	−0.033	0.046	−0.012	−0.718	0.473	1.081
Q4	0.484	0.039	0.401	12.298	0.000	3.893
Q5	0.358	0.022	0.379	16.501	0.000	1.928
Q6	0.061	0.037	0.032	1.626	0.104	1.372
Q7	−0.045	0.036	−0.024	−1.255	0.210	1.342

F= 326.756(p<0.001)
R Square= 0.716
Adjusted R Square= 0.713
Durbin-Watson= 1.922

결론적으로 경영진의 안전의식, 안전의사소통, 안전환경, 작업반장의 역할이 건설 현장 근로자의 안전행동에 주요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 건설 현장 근로자의 안전행동에 미치는 영향력은 안전환경($\beta=0.401$, $p<0.001$), 작업반장의 역할($\beta=0.379$, $p<0.001$), 경영진의 안전의식($\beta=0.069$, $p<0.05$), 안전의사소통($\beta=0.068$, $p<0.05$) 순으로 나타났다.

4. 결론

산업재해의 가장 큰 원인 중 하나인 불안전한 행동을 줄이고, 안전한 행동을 추구하는 것이 사고 예방과 감소에 효과적이다.

본 연구는 산업안전보건연구원(OSHRI)이 안전보건담당자를 대상으로 실시한 산업안전보건 실태조사 설문자료를 통해, 건설 현장 안전보건 실태 및 현황이 근로자의 안전행동에 미치는 영향을 분석하였다.

연구 결과, 건설 현장의 안전환경, 작업반장의 역할, 경영진의 안전의식, 안전의사소통 순으로 근로자의 안전행동에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 작업 현장의 안전관리 강화를 위해서는 규정 및 절차 준수, 현장의 정리정돈 등 작업반장의 역량 강화가 필요하다. 이를 위해서는 전문적인 리더십 및 안전교육 강화가 요구된다. 아울러 TBM(Tool Box Meeting) 활동 강화 등 안전의사소통 노력 또한 중요할 것으로 보인다. 본 연구 결과는 건설 현장에서의 개선 사항 파악과 근로자들의 안전한 작업환경조성을 통해 건설업 안전 증진에 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] A Neal, M.A Griffin, P.M Hart. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. Safety Science, 34(1-3), 99-109.

[2] D. P. Shin & D. E. Lee. (2013). The structural analysis between safety factors having an effect on the construction workers' behavior. Korean Journal of Construction Engineering and Management, 14(1), 101-114.

[3] C. H. Lee & Y. H. Cho. (2020). The effect of hazardous machinery and equipment status on industrial accidents with the mediation effects of workers’ safety behavior levels in the workplace. Journal of the Korean Data And Information Science Society, 31(6), 1037-1047.

[4] S. E. Park & M. H. Jeong. (2023). Management Commitment to Safety, Workers’ Safety Behavior and Industrial Accidents: A Firm-Level Study of the Statistical Survey and Analysis of Industrial Disasters. Journal of Organization and Management, 47(3), 121-143.

비정형 형상 제작을 위한 점토 기반 적층 제조(3D 프린팅) 장치 개발에 관한 연구

권홍규*
*남서울대학교 빅데이터경영공학과 부교수
e-mail : hongkyuk@nsu.ac.kr

Research on the development of a clay-based additive manufacturing (3D printing) device for the production of atypical shapes

Hong-Kyu Kwon*
*Assistant Professor, Depart. of Bigdata &Management Engineering, Namseoul University

요 약

본 연구는 복잡한 비정형 형상의 조형이 가능한 점토 3D 프린터의 개발을 목적으로 한다. 기존 점토 프린팅 기술은 주로 단순한 형태 제작에 국한되어 있었으며, 노즐 압출의 정밀도, 점토의 유동성 제어, 적층 안정성 등의 기술적 한계를 내포하고 있었다. 이에 본 연구에서는 프린터 장비의 구조의 안정성, 정밀도, 압출 시스템, 장비의 운영시스템, 경화 시간 조절 등을 최적화한 점토 프린터 프로토 타입을 설계·제작하고, 다양한 비정형 형상 제작 실험을 수행하였다. 실험 결과, 제안된 시스템은 높은 정밀도로 자유로운 형상을 구현할 수 있었으며, 전통적 조형 방식 대비 제작 시간 단축과 소재 낭비 최소화의 이점을 확인하였다.

1. 서론

최근 디지털 제조 기술의 급속한 발전은 예술, 건축, 산업디자인 분야에 새로운 제작 방식을 제공하고 있다. 특히 3D 프린팅(Additive Manufacturing, AM)은 복잡한 형상을 효율적으로 제작할 수 있는 기술로, 설계의 자유도와 제작 효율성을 극대화할 수 있는 이점이 있다. 이 가운데 점토(Clay)와 같은 자연 기반 소재를 이용한 3D 프린팅은 지속가능성과 예술성, 조형 다양성 측면에서 큰 주목을 받고 있다.

그러나 현재 상용화된 점토 3D 프린터는 주로 단순한 기하학적 구조나 기초적인 세라믹 제품 생산에 집중되어 있으며, 다음과 같은 기술적 한계를 갖는다.

1) 정밀 압출 제어의 부족: 점토는 고점도 재료로, 일정한 압력과 유속이 유지되지 않으면 노즐 막힘, 압출 불균형, 적층 실패 등의 문제가 발생한다.

2) 형상 유지력 문제: 프린팅 직후 점토의 구조적 강도가 낮아, 다층 적층 또는 경사면 출력 시 붕괴나 처짐 현상이 빈번히 발생한다.

3) 경화 시간 및 수분 증발 제어 미흡: 자연 건조 과정에서 수축 및 크랙이 발생할 수 있으며, 이는 특히 비정형 구조물에서 변형을 유발하는 주요 원인이다.

4) 소재의 균일한 유동성 확보의 어려움: 점토의 입도, 수분 함량, 혼합 방식 등에 따라 유동성이 달라지며, 이는 프린터 성능에 직접적인 영향을 미친다.

따라서 본 연구에서는 위와 같은 기존 기술의 한계를 해결하고, 조형 예술 및 생태건축, 교육, 문화재 복원 등 다양한 분야에 실질적으로 적용 가능한 비정형 복합형상을 적층할 수 있는 점토기반의 3D 프린터를 개발하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1. 점토의 물리적·화학적 특성계이론

점토(Clay)는 미세한 입자를 가진 무기질 소재로, 물과 혼합되었을 때 플라스틱성(plasticity)을 띄는 특성이 있어 조형 재료로 널리 사용되어 왔다. 주성분은 규산알루미늄 계열 광물이며, 주로 몬모릴로나이트(Montmorillonite), 일라이트(Illite), 카올리나이트(Kaolinite) 등의 점토광물로 구성된다. 점토의 유동성은 다음과 같은 요소들에 의해 결정된다.

2.2. 적층 제조 기술과 점토 프린팅

적층 제조 방식은 3D 모델 데이터를 기반으로 재료를 층층이 쌓아 물리적 구조물을 생성하는 기술이다. 점토와 같은 고점도 재료의 경우 주로 압출 기반 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식이 사용된다. 이 방식에서는 1) 압출 시스템, 2) 노즐 설계, 3) 적층간 시간 제어과 같은 핵심 요소들이 존재한다.

2.3. 비정형 구조 제작의 공학적 과제

비정형 구조는 전통적인 수직 적층 방식과 달리 곡선, 비대칭, 경사 등 다양한 기하학적 요소를 포함한다. 이를 구현

하기 위해서는 1) 다자유도 경로 제어, 2) 프린팅 시뮬레이션, 3) 구조 안정성 확보, 등이 선행되어야 한다.

2.4. 선행 연구 분석

국내외에서 점토 프린팅 기술에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 특히 예술, 건축, 소재공학 분야에서 활발히 논의되고 있다. 주요 선행 연구들을 정리하면 다음과 같다.

1) 최정화 외(2019)는 국내 세라믹 프린터를 활용한 조형예술 작품 제작을 통해 점토 프린팅의 표현 가능성과 한계를 분석하고, 구조 안정성 확보를 위한 혼합제 첨가 방식을 제안하였다.

2) 최응한 외(2021)는 점토가 가지고 있는 수분외에 에탄올과 규산소다 그리고 글리세린 등의 액체류를 첨가하는 방식과 알루미나와 샤모트 등의 분말류를 첨가하는 실험을 통해 가장 최적의 점토 조성비를 찾고자 하였다.

이러한 연구들은 점토 3D 프린팅 기술의 상용화와 예술·건축 분야의 실질적 적용 가능성을 제시하고 있으나, 대부분 단순 형상 출력 혹은 재료 특성 분석에 그치고 있으며, 비정형 형상 제작을 위한 종합적 장비 설계 및 제어 최적화 연구는 상대적으로 미진한 실정이다.

3. 연구 방법 및 장비 설계

본 연구는 비정형 형상 조형이 가능한 점토 3D 프린터의 개발을 목표로 하며, 크게 ① 하드웨어 설계, ② 소재 조성 및 유동성 제어, ③ 제어 시스템 및 소프트웨어 개발, ④ 실험 모델 설계 및 출력 검증의 네 단계로 연구 방법을 구성하였다.

3.1. 장비 구성 및 하드웨어 설계

3.1.1 구조 프레임 설계 (Motion Platform)

그림1은 점토 3D프린터의 시스템을 나타낸다. 프린터 장비는 크게 2개의 모듈로 구성되어 있다. 3D 프린터 구조 형식은 Cartesian 방식(XYZ축 직교구조)의 직교로봇 프레임으로 설계되어 제작되었다. 3D프린터에 일반적으로 사용되는 스테핑 모터와 마이크로스테핑 드라이버 대신에 고부하와 정밀제어를 위하여 L사의 서보모터와 실시간 동작제어가 가능한 드라이브를 사용하였다. 작업공간은 최대 400mm x 400mm x 300mm의 출력 범위를 확보하였다. 재료이송 장치는 3D프린터와 연동하여 정밀제어가 가능하도록 제어시스템을 구축하였고, 공압 기반의 압출형식으로 점토를 프린터 압출호퍼에 이송한다.

Figure 1. Picture for the clay 3D printing system

3.2.1 제어 시스템 및 소프트웨어 개발

그림2는 점토 3D프린터의 운영시스템을 나타낸다. 운영시스템은 크게 2개의 모드로 구성되어 있다. JOG모드는 장비를 수동으로 장비를 제어하고 초기 출력 셋업을 위하여 제작되었고, AUTO모드는 장비를 출력셋업이 완료된 후에 자동으로 형상을 출력하기 위한 모드이다.

Figure 2. Picture for the operation system of 3D printer

4. 실험 및 결과 분석

비정형 구조의 모델링 및 출력실험을 통하여 구조물 안정성과 표면 정밀성을 관측하였다. 돌출형상 구조를 모델링하여 지지대가 없이 구조물이 적층되는 정도와 지지대를 설치하는 방식에 대한 것도 관측하였다. 그림3은 점토 3D프린터를 이용한 다양한 형상의 출력물을 나타낸다.

Figure 3. Picture for objects printed by clay 3D printer

Acknowledgments

This study was supported by Namseoul University.

참고문헌

[1] J. H. Choi & H. S. Kim.(2019). A case study of ceramic design that combines 3D printing technology. Journal of Digital Convergence, 17(4), 309-317.

[2] E. H. Choi, et al. (2021). A Study on the Composition of Clay for 3D Printer. The Journal of the Korean Society of Ceramic Art, 18(3), 201-217.

RAM-C와 PBL의 관계에 대한 이해

박종훈*
*대구가톨릭대학교
e-mail : icelatte@cu.ac.kr

Understanding the Relationship between RAM-C and PBL

Jong Hun Park*
*Professor, Department of Business Administration, Daegu Catholic University

요 약

대한민국 국방부가 총수명주기관리(Total Life Cycle Systems Management)라는 관점에서 성과기반군수지원(PBL: Performance Based Logistics)사업에 RAM-C의 결과를 적용하도록 훈령을 개정하면 RAM-C와 PBL의 관계를 파악하려는 연구가 이어지고 있다. 본 연구에서는 RAM-C와 PBL의 개념을 파악하고 두 개념의 상호 관계성을 명확히 하였다.

1. 서론

국방 선진국들은 총수명주기관리(TLCSM: Total Life Cycle Systems Management)라는 개념하에서 획득관점의 종합군수지원(ILS: Integrated Logistics Support)이라는 개념을 획득부터 운용유지까지의 수명주기지속계획(Life Cycle Sustainment Plan)이라는 관점으로 확대하였다[1-3]. 이러한 세계적 흐름에 맞추어, 대한민국 역시 총수명주기관리(TLCSM) 훈령을 제정하고, 관련 훈령에 RAM-C(Reliability, Availability, Maintenability, and Cost)업무와 성과기반군수(PBL: Performance Based Logistics)사업의 연계에 대한 내용을 추가하였다[4,5].

그런데 미국을 포함한 국방 선진국들도 아직 RAM-C와 PBL의 직접적인 연결을 고려하고 있지 않은 상황이기에 총수명주기관리 및 관련 훈령에 따른 RAM-C와 PBL의 연결에 대하여 참고할 만한 기존의 문헌이나 연구가 존재하지 않아 실무적인 관점에서 매우 곤란을 겪고 있다. 더구나 국내에는 아직 RAM-C에 대한 명확한 지침마저 없어 관련 기업들의 곤란은 더욱 가중되고 있다. 이러한 요구에 맞추어 관련된 연구가 최근에 일부 소개되고 있지만[2,3,6], 문제의 제기이거나 일부 분야에서의 사례를 소개하는 수준일 뿐, 본질적인 관점에서 내용을 다루고 있지 못하다.

이에 본 연구에서는 기존 PBL와 RAM-C관련 문헌연구를 통하여 PBL과 RAM-C의 기본 개념을 명확히 파악하고, 두 개념 사이의 연결고리를 찾아, 두 개념 사이의 관계을 정의하고, 상호 연계 방안을 제안하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 내용

2.1. PBL 문헌연구

PBL은 “주요 군수품의 안정적인 가동률을 보장하기 위해 군수지원업체와 장기계약을 체결하여 소요군은 성과지표와 그에 따른 성과목표를 제시하고 계약업체는 군수지원요소의 일부 또는 전부를 제공하여 수행성과에 따라 대가를 차등지급하는 제도”를 의미하며, 국방부의 성과기반군수지원훈령[5]에 “군수품의 안정적인 가동률 보장을 위해 소요군은 가동률, 조달기간 등 성과지표를 제시하고 계약상대방은 장기계약 또는 장기계속계약으로 군수지원요소의 일부 또는 전부를 제공하여 그 성과에 따라 대가를 차등 지급하는 제도”로 정의하고 있다[7,8].

PBL 사업의 목적은 다양한 이유에 의해 발생할 수 있는 수요예측 불확실성에 따른 군수에서의 위험을 줄임으로서 군의 전투준비태세를 보장하고, 동시에 무기체계의 수명주기 전반에서 발생할 수 있는 운영유지비용을 절감하는 것으로, 이를 위한 성과지표는 장비가동률 또는 운용가용도, 운용신뢰성, 군수지원반응시간, 고장률, 총소요비용 등이 존재하며, 성과지원군수지원훈령[5]에 구체적으로 명시되어 있다.

2.2. RAM-C 문헌연구

RAM-C는 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintenability)에 수명주기비용을 의미하는 ‘Cost’를 추가한 개념이다. 즉, 새롭게 제안된 개념이라기 보다는 기존의 신뢰성 분석에 비용을 고려하는 개념이라고 이해하는 것이 옳다.

조금 더 구체적으로 살펴보면, RAM-C는 목표하는 신뢰도와 체계의 수명주기에 걸쳐 발생하는 비용의 목표값을 실

현할 수 있는 범위를 설정하여 수명주기 전반에 걸쳐 지속적으로 목표 달성 여부를 확인하고 관리하는 활동을 의미한다. 따라서 소요기획 단계부터 최종 폐기까지의 무기체계 수명주 전기간에 걸쳐 비용절감과 신뢰성 분석을 연계하여 추적관리할 수 있도록 RAM을 수명주기비용 절감의 주요수단으로 활용한다. 는 것이다. RAM과 수명주기비용 목표값을 설정할 때, 설계 시의 예측신뢰도와 예방정비의 계획뿐만 아니라 정비방안 및 지원장비의 표준화 등 통합체계지원(IPS : Integrated Product Support)에 의한 영향을 종합 고려하게 되므로 지원성 최적화 개념도 포함한다[2].

3. 결론

신뢰성(reliability)은 '제품이 주어진 환경에서 정해진 수명 동안 요구하는 성능을발휘하는 정도'라고 정의할 수 있는데, 무기체계의 총수명주기관리의 관점에서 여러 의사결정 시점마다 합리적판단을 위한 정보를 제공한다[6]. RAM-C는 이러한 신뢰성 분석의 흐름에서 비용을 같이 고려하는 개념이며, RAM-C라 명명하지 않았을 뿐 오래전부터 신뢰성 분야에서 자연스레 고려되어왔다.

PBL은 군수품의 안정적인 가동률 보장을 목적으로 성과(performamce)가 우수한 업체를 대상으로 계약을 통해 대가를 차등 지급하는 제도이며, 성과의 우수 여부를 RAM-C라는 방법론을 통해 판단하겠다는 개념이다.

위의 두 개념을 살펴보면, 결국 'PBL은 RAM-C 분석의 결과를 어떻게 사용할 것인가' 라는 질문을 만들어 낸다. 왜냐하면 RAM-C는 정보를 제공하는 것을 목적으로 하는 분석기술이고, PBL은 관리을 위한 제도이기 때문이다. 분석기술의 수준을 고려하여 제도를 바꾸라고 요구하는 것 보다, 제도가 목적을 달성하기 위해 필요한 정보를 분석기술에 요구하는 것이 바람직하기 때문이다.

참고문헌

[1] DoD, U. S. (2009). Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Manual.

[2] S.-J. Jung, J.-S. Ha, H.-J. Do, & J.-S. Kim. (2023). PBL system linkage plan using RAM-C analysis tool according to the total life cycle management task enactment. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 24(2), 67-73.

[3] J.-H. Song, J.-S. Yoo, M.-J. Kim, & S.-J. Kim. (2024). A Study on RAM-C Analysis Method for Guide Weapon PBL Contract. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 25(6), 107-113.

[4] MND, R.O.K. (2023), Regulation of Total lifecycle management.

[5] MND, R.O.K. (2023), Regulation of Performance based logistics.

[6] J. H. Park. (2025). When RAM-C meets PBL. DQS Magazine, DQS-4-2025-0004.

[7] B. Y. Won & S. J. Lee. (2018). A study on the Direction of Development on PBL through Literature Review & Analysis of Reality. Journal of the Korean Association of Defense Industry Studies, 25(3), 65-82.

[8] K. H. Kang & K.-H. Lim. (2024). A Study on Cost Analysis of Performance Based Logistics. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 25(2), 581-587.

AI 동료의 수용성 요인에 관한 연구

양재용[1*], 박광태[2]
[1*]한양대학교 산업융합학부 교수
[2]고려대학교 경영대학 교수
e-mail : jyyang@hanyang.ac.kr

A Study on the Acceptance Factors of AI Colleague

Jae-Yong Yang[1*], Kwangtae Park[2]
[1*]Professor, School of Interdisciplinary Industrial Studies, Hanyang University
[2]Professor, Korea University Business School

요 약

본 연구는 AI 로봇에 대해서 인간 작업자가 동료로서 느낄 수 있는 수용성 요인을 파악하고, 측정모형과 측정 지표의 개발을 목적으로 한다. AI 동료의 수용성은 단순한 기능적 효율이 아니라 조직문화적, 심리적, 상호작용적 요인에 따라 결정된다. 연구의 수행을 위해서 국내 산업체 종사자들을 대상으로 설문조사를 수행하여 개발된 모형과 지표의 타당성을 확인했다.

1. 서론

AI 또는 AI 로봇이 조직 내 동료로서 다양한 업무를 함께 수행하는 시대가 도래하고 있다. 제조현장의 협동로봇(Co-bot), 사무업무 보조 AI, 팀 기반 프로젝트 수행에서의 AI 에이전트 등이 대표적인 사례이다. AI를 산업현장에 도입하는 흐름과 관련하여 인간이 수행하는 업무를 로봇이 대체하면서 발생할 수 있는 다양한 논점의 우려가 있다. 다른 한편으로는 인간의 완전한 대체는 현실적으로 가능성이 희박하고 오히려 AI와 인간 간의 협업이 실질적인 성과로 이어질 것이라는 관점도 있다. 실제 AI 도입의 결과가 어떠한 방향으로 이어질지는 예측하기 어려우나 AI와 인간 간의 협업은 현실적으로 거스를 수 없는 것이기에 이러한 추세를 고려하여 AI가 동료로서 인간과의 협업을 주제로 한 연구의 필요성이 제기된다.

본 연구는 AI 또는 AI 로봇에 대해서 인간 작업자가 동료로서 느낄 수 있는 수용성 요인을 파악하고, 측정모형과 측정지표의 개발을 목적으로 한다. 본 연구의 수행을 위해서 선행문헌에 근거하여 수용성 요인 파악에 필요한 측정지표들을 개발하고, 국내 산업체 종사자들을 대상으로 설문조사를 수행한다.

본 연구는 AI 로봇의 수용성 결정요인을 규명함으로써 조직 설계와 AI 도입 전략에 대한 함의를 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 이론적 배경

본 연구는 AI 기반 협업 환경에서 구성원의 수용성을 설명하기 위해 기술수용모델(Technology Acceptance Model, TAM), 인간-기계 상호작용(Human-Robot Interaction, HRI), 사회적 존재이론(Media Equation Theory), 알고리즘 회피 이론(Algorithm Aversion) 등 다양한 학제 간 이론적 틀을 통합적으로 적용한다.

2.1 기술수용모델

Davis(1989)는 사용자가 정보기술을 수용하는 과정을 '지각적 유용성(Perceived usefulness)'과 '지각된 사용 용이성(Perceived ease of use)'이라는 두 가지 심리적 인식을 통해 설명하였다.

이후 TAM은 확장되어 신뢰(trust), 감정적 수용성(affective acceptance) 등과 같은 사회심리적 요인도 기술수용의 핵심 요소로 통합하고 있다.

본 연구에서는 AI 동료와 협업하는 데 있어서 신뢰와 효율성 인식이 핵심 선행요인으로 기능하며, TAM의 개념을 확장하여 조직 내 AI 협업 시스템 수용성을 설명하고자 한다.

2.2 인간-로봇 상호작용 이론

인간-로봇 상호작용(HRI) 이론은 인간과 로봇의 협업 구조, 의사소통, 신뢰구축, 역할 분담 등을 설명하는 연구 프레임워크이다.

Waytz et al. (2014)은 로봇의 인간화(Anthropomorphism)가 신뢰와 수용성을 높인다고 밝혔다. Gratch et al. (2014)은 가상 에이전트와의 상호작용에서 정서적 요소가 개입될 때, 오히려 더 높은 자율성과 진솔한 정보 공개가 유도된다고 설명하였다.

본 연구는 HRI을 바탕으로 AI 동료와의 협업 시 기대되는 신뢰, 공정성, 감정적 거리감이 어떻게 수용성에 영향을 미치는지 구조화 한다.

2.3 사회적 존재이론

Reeves & Nass (1996)는 사람들이 컴퓨터, 로봇, AI 등 비인간적 대상에게도 사회적 존재로 반응한다고 주장하였다. 인간은 AI의 목소리, 반응, 외형 등을 통해 사회적 대상으로 인식하며, 그에 따라 협력하거나 거리감을 갖는다. Frick (2015)은 자율주행차 실험에서 사람들은 목소리, 얼굴, 이름이 있는 로봇에 대해 친밀감과 의인화를 느끼며, 실수를 하더라도 인간적 판단처럼 받아들이는 경향이 있기 때문에 외형적으로 인간처럼 보이는 로봇에 대한 신뢰가 증가한다고 했다.

따라서 AI 동료의 행동 일관성, 감정 표현 여부, 상호작용 경험 등은 사회적 신뢰감 또는 정서적 거리감으로 연결되며, 수용성에 직접적인 영향을 미친다.

2.4 알고리즘 회피이론

Dietvorst et al. (2015)는 사람들이 알고리즘이 평균적으로 인간보다 정확하다는 것을 알면서도, 알고리즘의 단 한 번의 실수에 더 민감하게 반응하여 신뢰를 철회한다고 설명하였다. 이러한 알고리즘 회피현상은 협업 상황에서도 발생하며, AI 동료에 대한 불신과 거부감으로 이어질 수 있다.

특히 인간과의 감정적 교류나 판단이 요구되는 업무에서는 이러한 거부감이 더욱 커진다는 점에서 AI와의 감정적 거리감은 중요한 설명변수로 작용한다.

2.5 연구가설의 설정

선행문헌의 탐색을 통해서 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

H1: AI 동료에 대한 신뢰수준이 높을수록 AI 동료 수용성은 증가할 것이다.

H2: AI 동료가 공정하게 행동할 것이라는 인식이 높을수록 AI 동료 수용성은 증가할 것이다.

H3: AI 동료에 대한 감정적 거리감이 클수록 AI 동료 수용성은 감소할 것이다.

H4: AI 동료의 외형적 유사성이 클수록 AI 동료 수용성은 증가할 것이다.

H5: 응답자의 직무특성에 따라 AI 동료 수용성은 차이가 있을 것이다.

3. 연구방법

3.1 연구모형

본 연구모형은 다음의 Figure 1과 같다.

모형에서 알 수 있듯이 본 연구에서는 수용성을 종속변수로 하고, 신뢰도, 공정성 인식, 감정적 거리감, 업무특성을 설명변수로 하여 다중회귀모형으로 설계하였다. 여기서 직무특성은 응답자가 수행하는 직무에 대해서 범주형 변수로 측정하여 측정모형에서 더미변수로 사용한다.

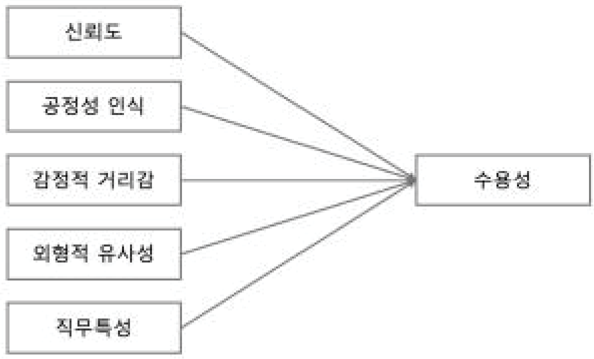


Figure 1. Research Model

3.2 측정지표

측정지표는 연구가설과 선행문헌에 근거하여 설계하였다.

AI 동료 수용성은 인간작업자가 AI 동료와 함께 작업하는 것에 대해서 어떻게 느끼는지를 측정한다. AI 동료와의 협업이 '편하다고 느낀다', '인간동료만큼 효과적으로 팀워크를 발휘할 수 있다고 느낀다', '업무효율이 높아질 것 같다', 'AI 동료는 공정하게 행동할 것이다', '불필요한 갈등이 줄어들 것이다'와 같은 문항으로 측정한다.

신뢰도는 인간작업자가 AI 동료에 대해서 얼마만큼 신뢰를 하고 있는지를 측정한다. 'AI 동료의 판단과 제안', 'AI 동료의 업무수행 방식', 'AI 동료가 소통을 통해 나의 의견을 반영하는 정도'와 같은 문항으로 측정한다.

공정성 인식은 AI 동료가 인간작업자에게 보이는 태도에 대한 측정이다. AI 동료는 '차별없이 공정하게 협업할 것이다', '특정인에게 편향되지 않는 균형 잡힌 태도를 보일 것이다', '공동의 업무 목표를 기준으로 객관적으로 행동할 것이다'와 같은 문항으로 측정한다.

감정적 거리감은 인간작업자가 AI 동료와 느낄 수 있는 감정적 교감에 대해 측정한다. AI 동료와 '감정적 소통이 어렵기 때문에 거리감을 느낀다', '감정을 표현하거나 고민을 나누는 것이 꺼려진다', '인간적 이해가 부족하여 불편함을 느낄 수 있다'와 같은 네거티브 문항으로 측정한다.

외형적 유사성은 인간작업자가 AI 동료에게서 사회적 존재성을 인지하는 수준에 대한 측정이다. AI 동료가 '사람처럼 말하거나 목소리를 내면 더 신뢰할 수 있을 것 같다', '인간의 얼굴이나 표정을 흉내내면 더 친근하게 느껴진다', '인간과 유사한 제스처나 행동을 보일 때 더 친근하게 느껴진다'와 같은 문항으로 측정한다.

직무특성은 인간작업자가 수행하는 직무의 속성을 정의하는 요소이다. 직무특성에 따라 AI 동료와 협업하는 수준에 차이가 발생할 수 있고, 그러한 차이가 AI 동료와의 협업에 대한 수용성에 차이가 발생할 수 있을 것이다. 직무특성은 범주형 변수로, '기획/전략', '인사/총무', '재무/회계', '마케팅/영업', '생산/운영'의 5개 직무분야로 구분하여 측정한다.

4. 연구결과

4.1 인구통계 정보

본 연구에 사용한 설문 데이터는 수도권 지역에 거주하는 20대 남녀 재직자 103명을 대상으로 수집하였다. 통계분석에서는 자모비(Jamovi) 통계패키지를 사용하였다. 응답자의 성별, 직무, 재직 기업의 업종은 Table 1과 같다.

Table 1. Demographic Information

Item	Frequency	Ratio(%)	Cumulative Ratio(%)
Male	33	32.4	32.4
Female	69	67.6	100.0
P/S	18	17.6	17.6
H/G	18	17.6	35.2
F/A	27	26.5	61.7
M/S	16	15.7	77.4
O/P	23	22.5	100.0
Public	56	54.9	54.9
Financial	20	19.6	74.5
Service	11	10.8	85.3
Manufacturing	15	14.7	100.0

※ P/S: 기획/전략, H/G: 인사/총무, F/A: 재무/회계, M/S: 마케팅/영업, O/P: 생산운영
※ Public: 공공기관, Finacial: 금융업, Service: 서비스업, Manufacturing: 제조업

4.2 연구모형 분석

수집한 설문 데이터에 대한 주성분 분석(PCA) 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Principal Component Analysis

Factors		C.L.	Comm.	Eigen.	V.E.P
TR	TR1	.868	.802	5.418	12.4
	TR2	.705	.679		
FA	FA2	.910	.849	3.541	21.8
	FA1	.851	.739		
	FA3	.786	.700		
EM	EM1	.900	.817	1.366	18.7
	EM3	.881	.800		
	EM2	.652	.522		
AP	AP2	.918	.852	0.675	22.6
	AP3	.912	.838		
	AP1	.831	.714		

※ TR: 신뢰도, FA: 공정성 인식, EM: 감정적 거리감, AP: 외형적 유사성
※ C.L.: 요인적재치, Comm.: 공통성, Eigen.: 고유값, V.E.P: 분산설명력

Table 2의 분석결과에서 AP 요인의 고유값이 1 미만이기 때문에 일반적으로 요인에서 제외하여야 하나, V.E.P가 70~80% 이상 도달하기 위한 필요요소로 판단하여 요인으로 포함하였다.

회귀모형의 적합도에 대한 분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Model Fit Measures

Model	R	R^2	adj R^2	F	P
1	.663	.440	.392	9.13	<.001

분석결과와 같이 종속변수인 수용도에 대한 독립변수들의 설명력은 44.0%로 나타났으며, 조정된 결정계수는 39.2%로 나타났다. 그리고 F통계량은 9.13이고 P-값이 유의수준 0.001 기준으로 본 연구에서 제시하고 있는 연구모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단할 수 있다.

다중회귀분석 결과 회귀계수의 유의성 분석 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Model Cofficients

	Estimate	SE	t	P
Intercept	1.6714	0.5603	2.983	0.004
TR	0.2171	0.0987	2.199	0.030
FA	0.6082	0.1044	5.827	<.001
EM	-0.0977	0.0693	-1.411	0.162
AP	-0.1074	0.0586	-1.833	0.070
JOB				
O/P-M/S	-0.4806	0.2220	-2.165	0.033
P/S-M/S	-0.2008	0.2360	-0.851	0.397
H/G-M/S	-0.3912	0.2349	-1.665	0.099
F/A-M/S	-0.3696	0.2181	-1.695	0.093

Table 4의 다중회귀분석 결과, FA(공정성 인식)은 유의수준 0.001 기준에서 통계적으로 양(+)의 유의성으로 나타났고, TR(신뢰도)는 유의수준 0.05 기준에서 양(+)의 유의성, AP(외형적 유사성)은 유의수준 0.1 기준에서 음(-)의 유의성으로 나타났다. 이는 FA와 TR이 높아질수록 AI 동료에 대한 수용성이 높아지는 것을 의미하며, AP는 높아질수록 수용성이 오히려 낮아지는 것을 의미한다. 즉, 인간작업자의 관점에서 AI 로봇이 인간과 유사성이 높아질수록 수용성은 낮아지는 것으로 인식되었다.

JOB(직무특성)을 더미변수로 하여 분석한 결과에서는 M/S(마케팅/영업) 직군이 O/P(생산운영)에 대해서 유의수준 5% 기준에서 통계적으로 유의하게 높은 수용성(-.04806)을 갖고 있으며, H/G(인사/총무) 및 F/A(재무/회계) 직군에 대해서 유의수준 10% 기준에서 통계적으로 유의하게 높은 수용성(-0.3912, -0.3696)을 갖는 것으로 나타났다. 반면 P/S(기획/전략) 직군에 대해서는 높은 수용성을 갖고 있지만 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 AI 로봇을 동료로 인식하는 요인에 관한 모형과 측정지표를 개발하였다는 점에서 연구의 의의가 있다. 그러나 설문조사의 대상이 국내 수도권 거주 20대 연령의 직장인에 한정적으로 진행되었다는 한계점이 있다. 따라서 이러한 한계를 보완하고, 연구모형과 측정지표를 다양화할 계획이다.

참고문헌

[1] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

[2] Dietvorst, B. J., Simmons, J. P., & Massey, C. (2015). Algorithm aversion: People erroneously

avoid algorithms after seeing them err. Journal of Experimental Psychology: General, 144(1), 114–126.

[3] Frick, W. (2015). When your boss wears metal pants. Harvard Business Review, June, 84–89.

[4] Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. MIS Quarterly, 19(2), 213–236.

[5] Gratch, J., Wang, N., Gerten, J., Fast, E., & Duffy, R. (2014). Creating rapport with virtual agents. International Journal of Human-Computer Studies, 72(4), 233–253.

[6] Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. Human Factors, 46(1), 50–80.

[7] Nomura, T., Kanda, T., & Suzuki, T. (2006). Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. AI & Society, 20(2), 138–150.

[8] Reeves, B., & Nass, C. (1996). The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places. Stanford, CA: CSLI Publications.

[9] Sanders, T., & Shemla, M. (2021). Leading with technology: How AI-enabled leadership influences follower trust. The Leadership Quarterly, 32(6), 101511.

[10] Venkatesh, V., & Davis F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. Management Science, 46(2), 186–204.

[11] Waytz, A., Heafner, J., & Epley, N. (2014). The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in robots. Journal of Experimental Social Psychology, 52, 70–74.

중장년 퇴직자의 재취업 교육훈련과정 선택요인에 관한 연구

조은현[1], 변영조[2*]
[1]국립한밭대학교 공과대학 융합기술학과 겸임교수
[2*]국립한밭대학교 융합자율대학 자율전공학부 부교수
e-mail : hye5287@hanbat.ac.kr

A Study on the Selection Factors of Reemployment Training Programs for Middle-aged Retirees

Eun-Hyeon Jo[1], Young-Jo Byun[2*]
[1]Adjunct Professor, Hanbat National University
[2*]Associate Professor, Hanbat National University

요 약

본 연구는 중장년 퇴직자들이 재취업 교육훈련과정을 선택함에 있어 고려하는 주요 요인을 실증적으로 규명하고자 하였다. 평균 퇴직 연령과 국민연금 수령 시기의 차이로 인한 소득단절 구간 해소를 위한 재취업 교육훈련의 필요성이 증가하고 있으나 교육과정 설계 시 퇴직자의 요구 반영이 미흡한 상황이다. 이를 위해 FGI(Focus Group Interview)를 통해 10가지 선택요인을 우선 도출하고 델파이(Delphi) 분석을 거쳐 최종 7가지 핵심 선택요인을 도출하였다. 연구 결과 취업 연계성, 직무 적합성 등 실질적 취업성과와 직결되는 요인이 중요하게 나타났다. 본 연구는 향후 재취업 교육훈련과정의 수요자 중심 설계에 기여할 수 있으리라 기대한다.

1. 서론

대한민국은 기대수명 100세 시대에 접어들었으나 평균 퇴직 연령은 60세에 머물러 있고 국민연금 수령은 65세 이후부터 가능하다. 이로 인해 퇴직 후 약 5년간의 소득단절 구간이 발생하여 많은 퇴직자들이 경제적 자립과 안정된 노후 준비를 위해 재취업을 적극적으로 모색하고 있다.

그러나 재취업 성공을 위해서는 기존의 직무 역량만으로는 한계가 있으며 변화하는 노동시장 환경에 맞춘 신산업 및 지역 특화 산업 분야의 새로운 역량 개발이 필수적이다. 이러한 수요에 대응하기 위해 정부는 다양한 무료 인력양성 교육사업을 운영하고 있으나 교육기관별로 교육 품질과 현장 적합성에 차이가 존재하며 수요자의 요구가 충분히 반영된 교육과정 설계는 여전히 미흡한 실정이다.

특히 기존 연구에서도 중장년층이 재취업 과정에서 직무 변화에 대한 불안감, 신기술 및 디지털 역량 부족, 훈련과정의 질적 다양성 부족 등 다양한 현실적 어려움을 경험하고 있으며 이에 따라 보다 체계적이고 수요자 중심적인 교육훈련 체계 구축의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

이에 본 연구는 중장년 퇴직자들이 재취업 교육훈련과정을 선택할 때 중시하는 요인을 체계적으로 도출하고 이를 기반으로 수요자 중심의 교육과정 기획 및 운영에 기여하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 이론적 배경

중장년층의 재취업은 단순한 생계 유지를 넘어 직무 적합성, 교육 수준, 훈련 경험과 같은 요인이 재취업 성공에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다[1]. 윤미 외(2022)은 재취업 과정에서 교육훈련 기회의 접근성, 훈련 내용의 적합성, 훈련 후 취업 연계성이 재취업 성과에 유의미한 영향을 끼친다고 하였으며 최근에는 디지털 역량 강화, 신산업 중심 교육, 기업 연계형 훈련과정에 대한 수요가 증가하고 있음을 제시하였다[2]. 나영선 외(2013)는 교육훈련의 품질, 훈련기관의 신뢰도, 교육비 부담이 중장년층의 훈련 참여 의사에 직접적인 영향을 끼친다고 하였으며[3], 배호중 외(2022)는 교육훈련 경험 여부가 재취업 성공률에 긍정적인 영향을 끼친다고 하였다[4].

이러한 선행연구를 종합하면 중장년층 재취업 지원을 위한 교육훈련과정 설계 시 취업 연계성, 직무 적합성, 교육 품질, 훈련기관의 신뢰도, 교육비 부담, 교육 접근성, 디지털 역량 강화 등의 요인을 체계적이고 종합적으로 고려해야 함을 알 수 있다. 본 연구는 이러한 선행연구를 토대로 중장년 퇴직자들이 교육훈련과정을 선택할 때 중요하게 고려하는 요인을 체계적으로 도출하고자 한다.

2.2. 연구 방법

본 연구는 FGI를 통해 재취업 교육훈련과정 선택요인을 1차로 도출하고 이후 델파이 분석을 통해 중요도와 합의 수

준을 반영한 최종 핵심요인을 확정하였다.

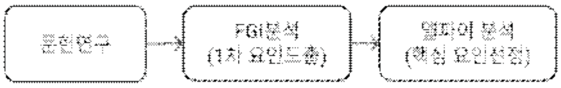


Figure 1. Research Model

3. 연구 결과

3.1. FGI(Focus Group Interview) 분석 결과

중장년 퇴직자들의 재취업 교육훈련과정 선택요인을 도출하기 위한 1차 단계로 FGI(Focus Group Interview)를 실시하였다. FGI 패널은 직업능력개발 컨설턴트 2인과 NCS(국가직무능력표준) 기반 훈련과정 개발 전문가 3인으로 구성되었으며 반구조화된 질문지를 기반으로 자유로운 토론 방식으로 진행되었다.

FGI에서 논의된 다양한 내용을 정리하고 유사한 개념끼리 분류하여 분석한 결과, 다음과 같은 10가지 주요 선택요인이 도출되었다.

- 취업 연계성
- 경력 및 직무 적합성
- 교육 내용의 현장 적용 가능성
- 훈련기관의 신뢰도
- 교육비 부담
- 교육 시간·장소 접근성
- 재취업 지원 서비스 제공 여부
- 디지털 역량 강화 포함 여부
- 상담 등 심리적 지원 서비스
- 교육 후 인증·자격 취득 가능성

3.2. 델파이(Delphi) 분석 결과

FGI에서 도출된 10가지 선택요인을 대상으로 델파이(Delphi) 분석을 수행하여 전문가 합의에 기반한 유의미한 핵심 선택요인을 <Table 1>과 같이 도출하였다.

델파이 분석은 직업능력개발 컨설턴트 5인, 산업체 교육훈련 담당자 5인, 인력양성훈련기관 관계자 5인으로 구성된 전문가 패널 15인을 대상으로 2차례의 비대면 설문조사를 통해 진행하였다. 1차 설문에서는 각 요인에 대해 5점 리커트 척도로 중요도를 평가하였으며, 2차 설문에서는 1차 결과를 공유한 후 재평가(합의 수렴) 과정을 거쳤다. 최종 선정 기준은 평균값 4.0 이상, 전문가 의견의 안정도를 나타내는 변동계수(CV)는 0.5이하로 설정하였다.

Table 1. Results of the Delphi Analysis

No	Selection Factor	Mean	CV
1	Employment linkage (possibility of employment after training)	4.75	0.12
2	Job relevance (alignment with personal experience and competencies)	4.68	0.14
3	Practicality of training content (applicability to workplace)	4.60	0.15
4	Reliability of the training institution	4.53	0.16
5	Training cost burden	4.45	0.13
6	Accessibility of training time and location	4.42	0.15
7	Provision of reemployment support services	4.38	0.14
8	Inclusion of digital competency training	3.85	0.22
9	Psychological support services	3.72	0.25
10	Certification and qualification acquisition after training	3.65	0.28

4. 결론 및 제언

연구 결과, 최종적으로 도출된 7가지 핵심 선택요인(취업연계성, 직무 적합성, 교육 내용의 실용성, 훈련기관의 신뢰도, 교육비 부담, 교육 시간·장소 접근성, 재취업 지원 서비스 제공 여부) 중 취업 연계성과 직무 적합성이 교육과정 설계 시 가장 중요한 요인으로 나타났으며, 교육 내용의 실용성과 훈련기관의 신뢰도 또한 중시되는 것으로 확인되었다.

또한 교육비 부담, 시간·장소 접근성, 재취업 지원 서비스 제공 여부는 훈련 참여의 주요 제약 요인으로 분석되었다. 이에 따라 교육훈련 운영 시 기업 연계형 과정 개발, 맞춤형 교육 설계, 교육 품질 및 신뢰성 강화, 비용 지원 확대와 유연한 교육 운영, 체계적인 재취업 지원 서비스 제공이 요구된다.

향후 AHP(Analytic Hierarchy Process)분석을 통해 선택요인 간 상대적 중요도를 검증하고 직종 및 산업별 요구를 심층 분석하여 재취업 교육훈련과정의 실효성을 제고하는 방안을 도출하고자 한다.

참고문헌

[1] S. J. Jeong & S. J. Choi.(2021). Analysis of factors influencing the duration of re-employment and job stability among middle-aged men. Journal of Vocational Education Research, 40 (2), 71-94.

[2] M. Yun & H. B. Kim. (2022). A study on the re-employment experience and policy perception of middle-aged and older adults. The Korean Journal of Local Government Studies, 26(3), 11-35.

[3] Y. S. Na & D. Park & S. W. Kim.(2013). A study on vocational skills development programs for middle-aged and older retirees. Korea Research Institute for Vocational Education &Training.

[4] H. J. Bae & E. M. Yang.(2022). Reemployment patterns of middle-aged and older wage workers after retirement. Social Science Research, 48(3), 81-112.

고령사회에 대비한 시니어전용 인솔의 개발

김용덕[1], 이동형[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 명예교수
e-mail : bmsys1@naver.com

Development of the Insoles for Seniors in Preparation for Aged Society

Yong-Deok Kim[1], Dong-Hyung Lee[2*]
[1] Dept. of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

우리나라의 65세 이상 고령인구는 2000년에 총인구의 7.2%에 이르러 본격적인 고령화사회로 진입했으며, 2018년에는 14.3%로 고령사회에 진입하고, 2026년에는 20.8%로 초고령사회에 진입할 것으로 전망된다. 이에 따라 본 논문에서는 고령화 사회에 대비한 시니어 전용 기능성 인솔 제품을 보다 체계적인 절차를 통해 개발하고자 한다. 이를 위해 현재의 국내외 인솔시장 현황과 시니어의 신체적 특성 및 발에 대한 국가표준 자료를 조사하고 이를 개발에 적용하기 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

첫째, 시니어 전용 인솔의 상세한 기능 및 규격 수립을 위해 기존의 상용화되어 있는 시니어 전용 기능성 인솔 제품에 대한 종류와 시장 조사를 하였다. 둘째, 노년기 주로 발생하는 발의 불편 및 질환 분석을 위해 정의된 시니어 연령층의 발의 특성 및 질환에 대한 조사 분석하였다. 셋째, 제품설계 기법을 이용한 시니어 전용 인솔의 개발을 위해 시니어 인솔의 필요 기능 및 제품 형태에 대한 내부 브레인스토밍, 설문조사 분석을 통한 설계 방안 모색하였다. 이러한 연구 결과 개발된 시니어 전용 인솔은 소비자 신뢰도 및 기업 인지도를 높임으로써 연 5억 정도의 매출 향상과 함께 인솔 설계에 대한 약 20%의 시간 단축 및 오류 감소를 통한 개발 효율이 제고될 것으로 기대된다.

향후 본 시니어 전용 인솔은 의료 미용 분야, 레저스포츠 분야, 생활 및 문화 분야에 확대 응용하여 지속적인 매출 향상 효과를 거둘 수 있을 것으로 보인다.

1. 서론

전체 인구 중 65세 이상 노인인구 비율이 7%면 고령화사회(aging society), 14%면 고령사회(aged society), 20%면 초고령사회(super-aged society) 혹은 후기고령사회(post-aged society)로 구분된다. 우리나라의 경우 출산율의 감소와 함께 평균수명이 연장되면서 고령인구 비중이 2000년 7.2%, 2010년 11%로 이미 고령화 사회로 접어들었고 향후 2018년 14.3%, 2026년 20.8%로 머지않아 고령사회로 진입 할 것으로 예상된다[1].

이러한 고령사회에서는 노인들의 건강문제가 매우 중요한 관심사로 대두된다. 그 중 발과 관련된 불편함이나 질환을 호소하는 노인들을 자주 목격하게 된다. 이의 주요 원인의 하나는 바로 부적합한 신발을 들 수 있다. 이에 따라 최근 몇 몇 구두회사에서는 노인 전용 구두를 판매하고 있지만 너무나 고가라서 노인들이 쉽게 구매하기 어려운 상황이다.

이에 본 연구에서는 굳이 고가의 구두를 구매하지 않더라고 그 효과를 대신할 수 있는 상대적으로 저렴한 시니어전용 인솔을 개발하고자 한다.

이를 위해 국가표준 DB와 설문조사를 통해 노년기 발의 불편사항을 파악하고 시니어 전용인솔 개발을 위한 적합한 기능 및 규격을 체계적으로 도출하고자 한다.

본 논문은 제1장은 서론, 제2장은 이론적 배경으로서 국내외 인솔시장 현황 및 시니어전용 인솔개발의 필요성, 그리고 인솔개발 관련 기존연구에 대해 살펴본다. 제3장에서는 B사의 현황과 인솔개발 과정을 파악하고 기대효과를 분석한다. 제4장은 결론으로 구성되어 있다.

2. 선행연구

지금까지 인솔개발 관련 발표된 연구내용을 살펴보면 다

음과 같다.

문광섭 등[2]은 한국인 성인의 표준발 체형과 한국인 성인들에 대한 실제 발치수 및 족저면 형상 분석을 통해 족저압력 분산 정도를 높일 수 있는 인솔을 설계하고 이에 대한 임상적 실험을 실시하였다. 해당 인솔을 장시간 서 있는 직업(현장작업자, 대형할인점 계산원, 교사 등)과 무거운 물건을 들고 옮기는 직업(건설 노동자, 선박 용접자, 프레스 작업자 등)을 가진 작업자들에게 적용함으로써 작업만족도를 확인하고 개선효과를 파악하였다. 이에 따라 일반적으로 발꿈치와 중족부에 집중되는 압력을 아치내·외측 및 발가락 쪽으로 분산시킴으로써 장시간 서 있거나 동일한 동작을 반복하는 작업군에서 자주 발생되는 하지 및 허리관련 근골격계 질환을 예방할 수 있는 인솔을 개발하고자 하였다.

3. 이론적 배경

최근에는 ‘액티브 시니어(active senior)', '뉴시니어(new senior)' 등의 합성어를 활용하여 더 세분화 되고 있다. 이는 50대 베이비붐 세대가 대거 정년을 맞거나 은퇴하여 시간적 여유가 있거나 안정적인 자산과 풍부한 소비 경험을 보유하여 새로운 시장을 형성하는데 따른 현상이라고 보여진다. 뉴시니어 세대의 3대 키워드는 첫째, ‘젊음’, 둘째, ‘향수’ 마지막은 ‘자아’ 라고 한다[3].

향후 실버 및 시니어 산업 시장규모는 2010년 40조원 수준에서 2020년 150조원 수준으로 연평균 13% 이상의 급성장률을 보일 것으로 전망된다.

3.1 시니어 전용인솔 개발의 필요성

3.1.1 고령인구의 증가

신발산업의 주요 시장인 미국, 유럽, 일본의 평균출산율 저하 및 평균수명증가로 인해 인구고령화가 가속화되면서 고령친화산업이 급성장하고 있다.

3.1.2 기능성 인솔제품 시장의 확대

급격한 인구구조 변화가 진행됨에 따라 당연히 ‘시니어 시장’이라는 거대 소비 집단에 대한 관심이 높아지고 있다. 고령화로 인한 재정악화와 노동 생산성 감소라는 암울한 전망에도 불구하고 고령인구가 창출해 낼 신규시장에 대한 긍정적인 기대가 크다.

3.1.3 기능성 인솔제품에 대한 수요증가

노화로 인하여 발의 아치가 무너지는 것을 방지하고 골격구조를 유지하여 보행으로 인한 충격을 완화하기 위해서는 그에 특화된 기능성 인솔이 적합하다.

3.2 국내외 인솔시장 현황

3.2.1 국내 기능성 인솔의 기술현황

현재 국내에서 시판되고 있는 기능성 인솔제품은 스포츠용, 평발 교정용, 충격흡수용 등 다양한 편이다. 그러나 대부분 선진국의 기술력을 활용하는 수준에 머물러 아직 의료, 헬스 분야에 대한 정량화된 기술적 지표 없이 경험적 예측치를 활용함으로써 전문 기술적 신뢰성은 미약한 편이다.

3.2.2 해외 기능성 인솔의 기술현황

해외에서는 기능성 인솔제품의 가격대별 시장 양극화, 다극점화의 심화 현상 속에서 지속적으로 인솔시장이 성장하고 있다. 미국, 영국, 프랑스, 독일, 일본 등이 중심이 되어 IT, BT, NT, 인체공학 등 첨단과학 기술을 응용한 기능성 인솔시장을 선도하고 있다. 최근에는 척추교정 기능, Hematocele(음낭혈류) 통증완화 기능, 신체성장 기능을 갖는 인솔개발에도 노력하고 있다.

4. 시니어 전용 인솔의 개발

4.1 시니어 전용 인솔의 개발

설계도면이 기존에 생산 판매하던 제품들의 특성을 살리면서 시니어 층의 특성이 잘 적용된 것으로 판단되어 금형을 제작하고 제품을 생산하였다.

4.2 기대효과 분석

본 연구를 통해 개발된 제품에 대한 기대효과는 다음과 같이 파악되었다.

4.2.1 기업의 신뢰도 증가

국가표준 DB를 활용한 제품 개발로 소비자로부터의 신뢰도가 향상되고 기업의 가치와 인지도가 증가될 것으로 예상된다.

4.2.2 매출 증대 및 기타 효과

기업의 신뢰성 증대에 따라 연간 5억원(8%)의 매출향상과 인솔 설계시간의 단축(약 20%) 및 오류 감소를 통하여 개발 효율이 상승될 것으로 기대된다. 이외에도 다양한 시니어용 인솔 개발에 대한 기초 기술을 확보하는 계기가 되었다.

5. 결론 및 제언

우리나라의 65세 이상 고령인구는 2000년에 총인구의 7.2%에 이르러 이미 고령화사회로 진입했으며, 2018년에는 14.3%로 고령사회에 진입하고, 2026년에는 20.8%로 초고령사회에 진입할 것으로 전망되고 있다.

이에 따라 본 논문에서는 고령화 사회에 대비한 시니어전용 기능성 인솔제품을 보다 체계적인 절차를 통해 개발하였다. 이를 위해 현재의 국내외 인솔시장현황과 시니어의 신체적 특성 및 발에 대한 국가표준 자료를 조사하고 이를 개발에 적용하기 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

1) 기능성 인솔제품에 대한 국내외 시장 조사

2) 시니어 남녀의 발 사이즈의 특성 파악 및 노년기 발의 불편 및 질환 분석을 위한 문헌 및 자료조사

3) 노년기에 발생하는 발의 불편사항과 인솔의 필요기능 파악을 위한 설문조사 분석

4) 시니어 전용인솔의 기능 및 규격 도출
5) 시니어 전용 인솔의 설계 및 개발
6) 기대효과 분석

이러한 연구결과 개발된 시니어 전용인솔은 소비자 신뢰도 및 기업인지도 제고를 통해 함으로써 연 5억 정도의 매출향상과 함께 인솔설계 시간의 약 20% 단축 및 오류감소를 통한 개발효율이 제고될 것으로 기대된다.

향후 본 시니어 전용인솔은 의료 미용분야, 레저스포츠분야, 생활 및 문화 분야에 확대 응용하여 지속적인 매출향상 효과를 거둘 수 있을 것으로 보인다.

자연재난 피해 산출과 복구 예산책정 방법도출

서광호[1], 이동형[1], 김기태[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
e-mail : gitaekim@hanbat.ac.kr

Deriving Natural Disaster Damage Assessment and Recovery Budgeting Methods

Kwang-Ho Seo[1], Dong-Hyung Lee[1], Gi-Tae Kim[2*]
[1]Department of Smart Systems & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Smart Systems & Management Engineering, Hanbat National University

한반도는 지리적 특성 및 기후변화의 영향으로 태풍, 홍수, 가뭄, 지진 등 자연재난의 발생 빈도와 강도가 증가하는 추세이다. 급격한 도시화와 인구 밀집은 재난 발생 시 피해 규모를 확대시키는 요인으로 작용하며, 직접적인 피해뿐만 아니라 사회 경제 시스템 전반에 걸쳐 심각한 영향을 미친다. 따라서 효율적인 재난 관리 정책 수립을 위해서는 자연재난 발생 현황 파악과 함께 피해 및 복구 비용의 객관적이고 체계적인 산정이 필수적이다. 본 연구는 국내 주요 자연재난의 과거 사례를 바탕으로 시스템 다이내믹스 기법을 활용하여 재난의 피해 비용과 복구 비용을 수식화하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 재난 피해 및 복구 비용 예측을 위한 기초 자료를 제공하고 정책적 활용 방안을 제시하고자 한다.

1. 서론

한반도는 지리적 특성상 태풍, 홍수, 가뭄, 지진 등 자연재난이 발생하고 있고, 기후변화의 영향으로 그 빈도와 강도가 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. 최근 몇 년간 발생한 기록적인 폭우, 강력한 태풍, 예측 불가능한 지진 등은 국민의 안전과 재산에 막대한 피해를 야기하며 사회 경제 시스템 전반에 걸쳐 심각한 영향을 미치고 있다. 특히, 급격한 도시화와 인구 밀집 현상은 자연재난 발생 시 피해 규모를 더욱 확대시키는 요인으로 작용하고 있으며, 이에 대한 체계적인 대비와 효과적인 대응 방안 마련의 중요성이 날로 증대되고 있다.

자연재난으로 인한 직접적인 피해뿐만 아니라, 사회 기반 시설의 마비, 산업 활동의 중단, 정신적 트라우마 등 간접적인 피해까지 고려한다면 그 경제적 손실은 상상을 초월한다. 또한 피해 지역의 복구 과정에는 상당한 시간과 예산이 투입되며, 이는 국가 재정 부담을 가중시키는 주요 원인이 된다. 따라서 자연재난 발생 현황을 정확히 파악하고, 재난으로 인한 피해 비용과 복구 비용을 객관적이고 체계적으로 산정하는 것은 효율적인 재난 관리 정책 수립의 핵심적인 첫걸음이라 할 수 있다.

본 연구는 국내에서 발생하는 주요 자연재난의 과거 재난 사례를 바탕으로 시스템 다이내믹스를 이용하여 재난의 피해 비용과 복구 비용을 수식화하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 재난 피해 및 복구 비용 예측을 위한 기초 자료 제공 및 정책적 활용 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 재해위험 비용

인간 사회와 자연 환경 간의 재낭에 대한 상호 작용은 어떤 주어진 상황에서의 위험(재해가 발생할 확률,)은 자연적 위험(위협)과 지역 주민의 취약성(재해의 근원과의 근접성, 위험에 대한 문화적 이해, 사회 내 불평등 및 자원에 대한 접근 수준을 포함한 다양한 고려사항에 의해 영향을 받을 수 있는 것)의 곱이라는 리스크 방정식은 Figuare 1을 통해 개념화될 수 있다[1].

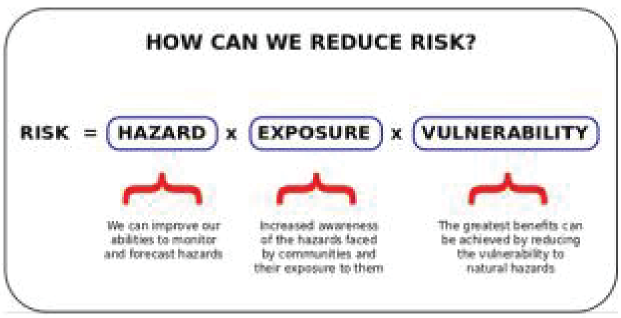


Figure 1. Risk Formula

즉 위험(Risk)이 위험요인(Hazard)와 노출(Exposure)과 취약성(Vulnerability)의 곱으로 결정된다. 시스템 다이내믹스 방법론을 적용하여 재난 위험 비용을 산정하는 것은, 위험(Risk)이 자연적 위험 요인(Hazard), 노출(Exposure), 그리고 취약성(Vulnerability)의 상호작용으로 결정된다는 점을 고려할 때, 각 요소들의 시간적 변화와 상호 간의 피드백 루프를 모델링하여 총체적인 위험 비용의 추이를 분석하는 데 효과적일 수 있다. 이를 통해 정책 변화나 개입이 위험 비용에 미치는 장기적인 영향을 시뮬레이션을 통해 예측하고, 보다 효과적인 재난 관리 전략을 수립하는 데 기여할 수 있을 것이다.

2.2. 시스템 다이내믹스 설계

Figure 2 의 시스템다이내믹스 모델은 시간의 흐름에 따른 홍수 피해액 변화를 시뮬레이션 하기 위해 설계하였다. 과거의 ‘1년 강우량 Data’를 기반으로 ‘시간에 따른 강우량 패턴’이 결정되고, 이는 ‘홍수 발생확률’에 영향을 미친다. ‘홍수 발생 확률’과 ‘홍수 발생 강도’는 ‘총 홍수 피해액’을 결정하는 주요 요인으로 작용한다. 따라서 이 모델은 과거 강우량 데이터를 바탕으로 홍수 발생 가능성과 그 강도를 추정하고, 이것이 지역 자산에 미치는 피해와 관련된 비용을 시간의 흐름에 따라 시뮬레이션하여 총 홍수 피해액을 산정하는 데 활용될 수 있음을 보여준다.

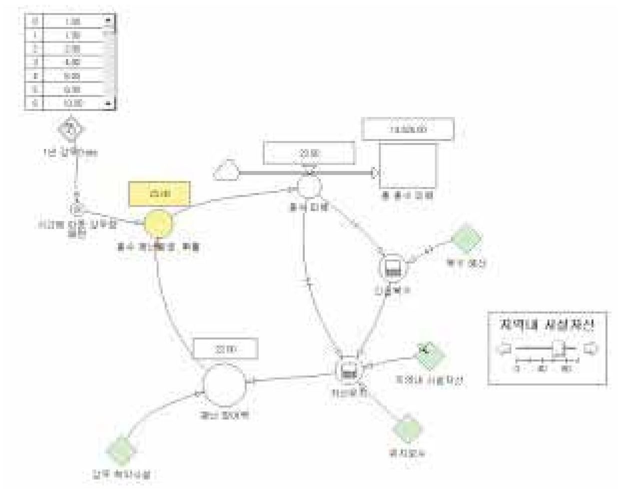


Figure 2. System Dynamics Model for Estimating Annual Flood Damage

Figure 3에서는 Figure 2의 Stock 변수인 '총 홍수 피해액'과 연동하여, 다양한 자연재난(예: 태풍, 폭설 등)의 종류별 피해액을 고려한 총 피해액을 산정한다. 이를 위해 각 재난 유형별 피해액에 따라 서로 다른 가중치를 적용하여, 전체 자연재난으로 인한 총 피해 규모를 종합적으로 반영할 수 있도록 설계되었다. 또한 정부의 연간 예산 규모가 제한되어 있다는 점을 고려하여, 산정된 총 피해액을 기반으로 재난 예산을 배분하는 메커니즘을 포함하고 있다. 이는 총 피해액에 대한 상대적인 비율에 따라 각 재난 유형별 예산을 조정하여, 제한된 예산 내에서 효율적인 재난 대응 및 복구 계획을 수립하는 데 활용될 수 있다.

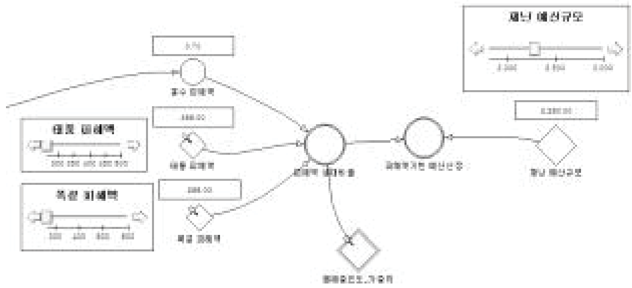


Figure 3. Disaster Cost Estimation Model

3. 결론

정확한 자연재난 피해 산출과 복구 예산책정은 효율적인 재난 대응 및 자원 배분을 통해 복구 지연이나 과잉 지출을 방지할 수 있으며 피해 주민에 대한 공정하고 합리적인 보상 및 지원금 배분을 가능케 한다. 이에 본 연구에서는 시스템 다이내믹스를 활용하여 홍수, 태풍, 폭설 등 국내 주요 자연재난 피해를 비용으로 산출해 내고 이의 복구를 위한 정부 예산책정 방법을 제시하였다. 본 연구결과는 향후 합리적인 재난피해액 산정과 복구예산 책정에 크게 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] J. Gill. R. Tostevin. E. Hussain. (2014). Geology for Global Development.

[2] Y. J. Ha. S. K. Yon. D. W. Kim. (2024). Simulation of Mobilization and Support of Disaster Management Resources Using System Dynamics – Focusing on Deicing Agents. Crisisonomy, 20(1), 115-123.

[3] C. J. Kim. (2023). How Does Utilizing Local Community Capacity Enhance Disaster Resilience? – Focusing on Causal Mapping and Policy Alternative Exploration. The Korean Association for Policy Studies, 32(4), pp. 27-57.

[4] H. K. Park. D. K. Lee. (2019). Disaster Prediction and Policy Simulation for Evaluating Mitigation Effects Using Machine Learning and System Dynamics: Case Study of Seasonal Drought in Gyeonggi Province. J. Korean Society of Hazard Mitigation, 19(1), pp.45-53.

[5] X. Zhuan & X. Xiaohua. (2013). Optimal operation scheduling of a pumping station with multiple pumps'. Applied Energy, 104, pp. 250-257.

대전지역의 IT기업 구성원의 Social Network가 경영성과에 미치는 영향

안계진[1], 이동형[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 교수
e-mail : 30245100@edu.hanbat.ac.kr

The Impact of Social Networks of IT Companies in Daejeon on Management Performance

Gye-Jin Ahn[1], Dong-Hyung Lee[2*]
[1]Department of Smart Systems and Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Smart Systems and Management Engineering, Hanbat National University

요 약

오늘날과 같은 디지털 전환이 가속화되고 있는 현대의 IT산업 환경에서 기업의 지속가능한 성장과 경쟁력 확보는 내부 구성원의 역량뿐만 아니라, 그들이 형성하고 있는 사회적 네트워크의 구조와 특성에 의해 크게 좌우된다. 특히 사회적 네트워크는 정보의 흐름, 자원의 공유, 문제해결 및 혁신의 촉진 등 경영성과에 직간접적으로 영향을 미치는 중요한 조직 자산으로 간주된다. 본 연구는 IT기업 구성원의 사회적 네트워크 특성이 경영성과에 어떤 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하고자 한다.

1. 서론

IT기업의 구성원 간 사회적 네트워크(Social Network)는 정보의 흐름과 혁신 촉진, 조직 내 협업과 시너지 극대화, 조직 몰입도 및 이직률 감소 등의 측면에서 경영성과에 주요한 영향을 미친다. 빠르게 변화하는 기술 환경에서 조직 구성원 간의 관계망은 혁신, 지식 공유, 협업의 기반이 된다. 본 연구는 선행연구를 통해 네트워크의 크기, 범위, 빈도, 강도 등 네트워크 망의 특성을 도출하여 연구모형과 가설을 설정하고 대전지역의 IT기업의 구성원들의 설문조사를 통해 검정하고자 한다. 본 연구결과는 IT기업에서 구성원의 사회적 네트워크의 구축관리에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1. Social Network의 정의

Social Network는 개인이 한 집단에 소속됨으로써 특정한 행동이 가능하게 하는 사회적 관계를 형성하는 것을 의미하며, 개인이나 조직이 특정한 사회구조 내에서 맺고 있는 사회적 관계를 통해 얻을 수 있는 자원의 집합을 의미한다.

사회 네트워크의 개념 역시 학자마다 약간은 다른 의미로 사용되고 있으며, 네트워크는 두 가지 개념을 포함하고 있다. 첫째 교환 혹은 관계에 있어서 상호작용의 패턴과, 둘째 개인간 자원의 흐름이다. 즉 사회 네트워크란 상호작용을 통한 자원의 흐름을 의미한다.

2.2 Social Network의 유형

네트워크 유형은 네트워크를 통해 교환하는 관계의 내용이 무엇이냐에 따라 도구적 네트워크와 표현적 네트워크 두 가지로 구분할 수 있다. 도구적 네트워크는 직무수행 과정에서 발생되는 연결을 의미하며, 표현적 네트워크는 심리적 안정과 사회적 지원을 위해 형성된 관계망을 의미 한다.

표현적 네트워크는 성별, 인종, 나이, 종교 등에서 개인의 특성이 유사한 사람들 사이에서 발달하는 경향이 있고, 그러한 유사성에 의해 개인들은 더 큰 영향을 받는다. 따라서 표현적 네트워크는 도구적 네트워크보다 더 개인적 특성이 유사한 사람들 그래서 지속적인 흥미를 가질 것 같은 사람들을 연계시킨다.

2.3 Social Network의 구조적 특징

본 연구의 실증을 위해 Social Network에 대한 연구들에서 Social Network 특성을 파악하기위해 Social Network의 크기, 범위, 빈도, 강도, 지위, 밀도, 유유상종, 중심성등 구조적 특징을 갖는다. 본 연구에서는 사회 네트워크 특성으로 네트워크의 크기, 범위, 빈도 강도를 선정하였다

2.4 Social Network와 성과간의 관계

사회 네트워크의 효과로 정보흐름의 촉진, 조직에 대한 영향력 증대, 사회적 신분에 대한 보증, 개인 권리의 강화로 설명하고 있다. 사회적 네트워크는 정보의 흐름을 촉진시키며, 개인은 사회적 네트워크를 통해 특별한 또는 고급의 정보를 얻을 수 있다고 하였다.

선행연구 결과 비추어 볼 때 사회적 네트워크의 크기가 크고, 다양성이 높고, 빈도가 많고, 강도가 강할수록 개인 및 집단이 다양한 정보를 얻을 수 있으며, 연결의 강도가 강할수록 직무와 관련된 신뢰할 수 있는 정보를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

3. 연구방법

3.1. 연구모형

본 연구에서는 사회 네트워크 특성이 창업기업 구성원의 직무성과에 미치는 영향에 대해 실증하기 위해 Figure 1.과 같은 연구모형을 통해 가설을 설정하여 실증분석 하였다.

사회 네트워크는 직무 및 경력과 관련하여 다양한 영향을 미치고 있는 것으로 밝혀지고 있는데, 본 연구에서는 사회 네트워크가 직무에 미치는 영향을 정보접근, 직무성과, 매출 측면에서 살펴보고자 한다

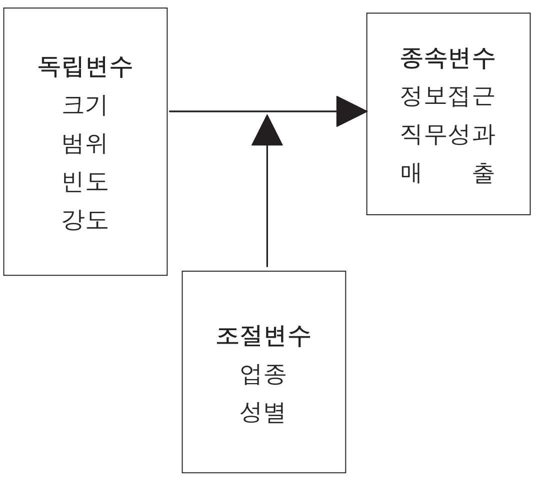


Figure 1. Picture

3.2. 연구가설의 설정

선행연구를 통해서 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

<가설Ⅰ>조직구성원의 사회 네트워크 특성(크기, 범위, 빈도, 강도)은 직무상 필요한 정보접근에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

<가설Ⅱ> 조직 구성원의 사회 네트워크 특성(크기, 범위, 빈도, 강도)은 직무성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

<가설Ⅲ> 조직 구성원의 사회 네트워크 특성(크기, 범위, 빈도, 강도)은 매출에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

<가설 Ⅳ> 조직 구성원의 사회 네트워크 특성(크기, 범위, 빈도, 강도)이 정보접근, 직무성과, 매출에 미치는 영향은 성별에 따라 차이가 있을 것이다.

<가설Ⅴ> 조직구성원의 사회 네트워크 특성(크기, 범위, 빈도, 강도)이 정보접근, 직무성과, 매출에 미치는 영향은 업종에 따라 차이가 있을 것이다.

3.3. 분석방법

본 연구의 분석방법으로는 첫째, 표본의 일반적 특성을 파악하기 위하여 빈도분석과 기술통계 분석을 실시하였다. 둘째, 측정 변수의 신뢰성과 타당성 검토를 위하여 Cronbach's Alpha와 요인분석을 실시하였다. 셋째 가설검증을 변수간의 관계분석인 상관분석과 회귀분석을 실시하였다.

4. 연구결과 및 결론

본 연구는 IT기업의 구성원들의 사회적 네트워크의 특성 요인들(크기, 범위, 빈도, 강도)은 정도의 차이는 있지만 정보접근과, 직무성과, 매출에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 본 연구결과는 경영성과 향상을 추구하는 IT기업들에 있어 매우 유용한 참고자료와 시사점으로 제공할 것이다. 다만 자료수집 대상이 대전지역에 한정되어 전국적으로 일반화시키는 데에는 한계가 있다. 향후 보다 효과적인 정책대안을 도출하기 위해서는 연구의 대상을 확대하여 추가 연구가 수행되어야 할 것이다..

참고문헌

[1] Coleman. J. S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital. American Journal of Sociology, 94, 95-120.

[2] Nahapiet. J & Ghoshal. S. (1998). Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage. Academy of Management Review, 23(2), 242-266.

[3] Jones, C & Hesterly. W. S & Borgatti. S. P. (1997) A general theory of network governance Exchange conditions and social mechanisms. Academy of Management Journal, 22(4), 911-945.

[4] S. J. Chon. (2005). A Study on Social Networks Affecting Job Effectiveness and Career Utility. Dept. of Business Administration Graduate School Sogang University.

[5] Ibarra. H. & Andrews. S. B. (1993). Power Social Influence and Sense - making. Effectsof Network Centralityand Proximityon Employee Perceptions. Administrative Science Quarterly, 38, 277-303.

선박 측면의 도막두께 측정 시 로봇 경로의 최적화 모형 도출

천창중[1], 김기태[2*], 황문영[3*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 산업경영공학과 교수
[3*]대전과학기술대학교 글로벌산업학과 교수
e-mail : [1]chun1650@nate.com, [2*]gitaekim@hanbat.ac.kr,[3*]myhwang@dst.ac.kr

Derivation of an optimized model of robot path in measuring the thickness of the coating on the side of a ship

Chang-jung Chun[1], Gi-tae Kim[2*], Moon-Yong Hwang[3*]
[1] Ph. D Course,Department of Smart System & Management Engineering,Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Hanbat National University
[3*]Professor, Dept.of Smart Production Logistics Egineering, Daejeon Institute of Sciencde and Technoloby University

요 약

본 연구는 선박 측면의 도막 두께를 측정하기 위해 설계된 로봇의 경로를 최적화하기 위한 수리모형을 제안한다. 인력 접근이 제한적인 현장 환경에서 로봇은 자동으로 지정된 경로를 따라 이동해야 하며, 최적화된 경로를 기반으로 G-code를 생성하여 로봇에 전송함으로써 정확한 위치로 이동해 측정을 수행한다. 여기에서 제시된 모델은 실제 현장에서 로봇 이동시간 최소화 및 작업 효율 극대화에 크게 기여할 것으로 사료된다.

1. 서론

최근 산업 현장에서 자동화 기술의 수요가 증가함에 따라, 인간이 접근하기 어려운 환경에서 정밀 작업을 수행할 수 있는 로봇 시스템의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 특히 선박과 같은 대형 구조물의 유지보수를 위한 도막 두께 측정 작업은 안전성과 효율성 측면에서 로봇의 활용이 매우 효과적이다.

그러나 이러한 로봇이 넓은 측면을 따라 이동하며 측정 작업을 수행하기 위해서는 정확하고 효율적인 경로 설계가 필수적이다. 비효율적인 경로는 작업 시간을 증가시키고 에너지 소비를 높이며, 반복 측정의 정확도에도 영향을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 도막 두께 측정시 로봇 경로의 최적화를 위한 수리모형을 제안하고, 이를 기반으로 G-code를 생성하여 로봇에 적용하는 방안을 제시한다. 특히, 선박 측면과 같이 넓은 평면에서 일정 간격으로 측정 포인트를 설정한 후, 이동 거리와 시간의 최소화를 고려한 경로를 계산함으로써, 실제 현장 적용 가능성을 높였다. 이에 본 연구결과는 도막 두께 측정 로봇의 운영 효율성 및 실용성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

여기서 로봇경로의 최적화를 위해서는 조합 최적화(Combinatorial Optimization) 및 그래프 이론(Graph Theory)을 기반으로 한 수리모형이 활용된다. 특히 도막 측정 지점들을 노드(Node)로, 이동 경로를 간선(Edge)으로 설정한 후, 여행하는 외판원 문제(Travelling Salesman Problem, TSP) 또는 이를 변형한 알고리즘을 통해 전체 이동 거리 최소화 문제를 수식화한다.

또한 실제 로봇 제어에 적용 가능한 G-code 변환을 Figure 1.과 같이 시각화하고 이론적 해석과 실제 구현 간의 연결성도 중점적으로 다룬다. 앞으로의 연구에서는 다음과 같은 방향성을 기반으로 수리모형을 고도화할 계획이다.

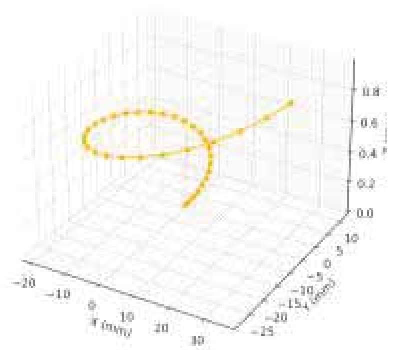


Figure 1.3D Robot Path Visualization From G-Code

2.시스템 구성 및 제어 흐름

시스템은 ROM(Remotely Operated Underwater Vehicle)과 도막 측정 센서, BLDC(Brushless DC electric motor) 등으로 구성된다. 여기서 ROM은 도막 측정 센서, BLDC 모터, 카메라 및 조명 장치를 포함한 자동 이동형 측정 로봇이다. ROM은 컨트롤 박스와 통신하여 실시간 명령을 수신하고, 측정 대상 지점에 대한 경로를 따라 이동하며 도막 두께를 측정한다. 경로는 G-code로 구성되며, GUI(Graphical

User Interface) 기반 경로 편집기를 통해 설정할 수 있다. 측정 결과는 GUI에서 실시간으로 확인되고 보고서 형태로 출력된다.

3.수리모형 설계 (TSP 기반)

측정 경로 최적화는 Traveling Salesman Problem(TSP)을 응용한 조합 최적화 문제로 수식화된다[1] 측정 지점들을 노드 $V = v1, v2 \ldots, vn$로 노드 간 거리를 가중치 dij로 하는 완전 그래프 $G = (V, E)$를 정의한다.

목적함수는 다음과 같다.

$$\min \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} dijxij$$

여기서, $xij = 1$ if the robot travels from point to point, otherwise 0.

제약조건으로는 모든 노드는 정확히 한 번 방문하고, 하나의 순회경로로 구성되어야 한다.

이러한 모델은 MILP(Mixed Integer Linear Programming) 방식으로 구현 가능하며, 실측 거리 혹은 좌표 데이터를 기반으로 가중치를 입력한다. 이러한 최적화는 자율 이동 로봇의 경로 계획에서도 널리 사용된다[2].

4.G-code 생성 및 시스템 연계

최적화된 경로는 G-code 형식으로 자동 변환된다. [Table 1]과 같이 자동변환이 되는 것을 보여주고 있다[3].

```
G21 ; Set units to millimeters
G90 ; Absolute positioning mode
G1 X0.0 Y0.0 Z0.0
G1 X0.98 Y0.17 Z0.03
G1 X1.88 Y0.68 Z0.06
G1 X2.6 Y1.5 Z0.08
G1 X3.06 Y2.57 Z0.11
G1 X3.21 Y3.83 Z0.14
G1 X3.0 Y5.2 Z0.17
G1 X2.39 Y6.58 Z0.19
G1 X1.39 Y7.88 Z0.22
G1 X0.0 Y9.0 Z0.25
...
G1 X34.47 Y-6.08 Z0.97
M2 ; End of programX0 Y0 Z0
M2; End of program
```

[Table 1] G-code view

G-code는 시스템 내의 GUI 화면에 출력되며, 사용자는 시뮬레이션 후 저장 및 전송할 수 있다. 이를 통해 로봇은 최적 경로에 따라 자동 운행하며 도막 두께를 측정한다.

5. 실험 결과 및 비교 분석

본 장에서는 두 가지 G-code 기반 경로 유형(사각형 경로와 나선형 경로)에 대해 비교 분석하였다. 사각형 경로는 단순하고 고정된 루틴 경로로, 이미 정해진 순서대로 측정 포인트를 방문하기 때문에 수리모형 기반의 최적화가 적용되기 어렵다. 반면, 나선형 경로는 수십 개의 연속된 좌표 지점을 포함하며 경로 순서에 따라 총이동 거리나 시간에 큰 차이가 발생할 수 있다. 따라서 나선형 경로는 Traveling Salesman Problem(TSP) 모델과 같은 수리모형 기반의 최적화 기법을 적용하기에 적합하다.

Table 2.는 동일한 측정 영역 100m^2 내에서 수동 경로 설정과 수리모형 기반 자동 경로 설정과의 효율성 비교 실험 결과이다.

Table 2. Path Performance Comparison

Method	Total Travel Distance (m)	Measurement Time (min)	Missed Measurement Rate (%)
Manual Path	145.2	38.5	7.5
Optimized Path	118.6	29.3	0.0

요약하면 두 방법 중 본 연구에서 제시한 수리모형이 현장 적용 결과, 측정 누락도 없이 총이동 거리와 측정 시간을 약 20~25% 줄인 것으로 나타나 보다 더 효율적이라는 것을 알 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 ROM 로봇의 자동 도막 측정을 위한 경로 최적화 수리모형을 제시하고, 이를 기반으로 실제 G-code 생성 및 적용 사례를 통해 효율성 향상을 검증하였다. 향후에는 첫째, 다중 로봇 간 작업 분할을 고려한 다중 TSP 모델 확장, 둘째, 실시간 장애물 회피 및 환경 경로의 동적 재계산 알고리즘 도출, 셋째, 도막 품질에 따른 측정 우선순위 가중치 설정, 선박 외의 발전소, 철도, 항공기 등 다양한 분야 적용 연구 등이 필요할 것으로 보인다.

References

[1]Laporte, G. (1992). The Traveling Salesman Problem: An overview of exact and approximate algorithms. European Journal of Operational Research, 59(2),231-247. https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90138-Y

[2] Mohan, R. E., & Jha, R. K. (2018). Path Planning Algorithms for Autonomous Mobile Robots: A review. Procedia Computer Science, 133, 76-85. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.009

[3] Zlatanov, D., & Bonev, I. A. (2003). G-code programming for industrial robots and CNC machines. Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Manufacturing Systems and Technology.

야외 증발냉방시스템 제어에 대한 강화학습을 위한 범용열기후지수 기반 보상함수 설계

박기돈[1], 신문수[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 박사과정
[2*]국립한밭대학교 산업경영공학과 교수

Design of a universal thermal climate index-based reward function for reinforcement learning in outdoor evaporative cooling system control

KiDon Park[1], Moonsoo Shin[2*]
[1]Dept. of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Dept. of Industrial & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

전 세계적인 기후 변화에 따른 폭염 심화에 따라 실내는 물론 야외에서도 효과적인 냉방 전략이 필요해지고 있다. 증발냉방 방식의 미스트폴 시스템은 국내 연구를 통해 온도 저감 및 열쾌적감 개선 효과가 입증되었다. 본 연구는 야외 냉방을 위한 미스트폴 시스템의 운영 최적화를 목표로 한다. 이를 위해, 범용열기후지수(universal thermal climate index: UTCI)를 핵심 지표로 활용하여 강화학습 에이전트를 설계하여 사용자의 열 쾌적도를 극대화하는 동시에 에너지 및 물 소비를 최소화하는 다중 목표를 달성할 수 있는 마르코프 결정 프로세스(markov decision proess: MDP)를 제안하고, 시뮬레이션 환경에서 그 성능을 평가하는 것이다. 이를 통하여 미스트폴 운영 시스템의 최적 제어 정책을 도출하여 증발냉방 시스템의 효율을 높이는데 기여하고자 한다.

1. 서론

전 지구적 기상이변은 폭염의 빈도와 강도를 심화시켜 시민들의 건강과 생활환경에 심각한 위협이 되고 있다[1]. 또한 질병관리청 자료에 따르면 온열질환자 및 관련 사망자 수가 지속적으로 증가하고 있어[2], 효과적인 도시 폭염 완화 전략의 필요성이 높아지고 있다. 이에, 증발냉방 원리를 이용한 미스트폴 시스템은 실외 공공장소의 온도를 직접적으로 낮추는 실용적인 해결책으로 주목받고 있다. 그러나 현재 운영되고 있는 미스트폴 시스템들은 설정 스케줄이나 단순 센서 기반으로 운영되어, 실시간 환경 변화에 대한 적응성이 낮고 에너지 사용에 비효율성을 야기한다[2]. 특히 열 쾌적도, 에너지 소비, 물 사용량이라는 다중 목표를 동시에 고려하여 운영을 최적화하는 지능형 제어에 대한 연구는 부재한 실정이다.

본 연구에서는 미스트폴 운영의 효율적인 자동운전을 위하여, 범용열기후지수(universal thermal climate index: UTCI)를 지표로 활용하여 인간의 열 쾌적도를 높이는 동시에 에너지 및 물 소비를 최소화하는 마르코프 결정 프로세스(markov decision process: MDP)를 설계 제안한다. 또한 시뮬레이션 환경에서 효과를 평가하여 미스트폴 시스템의 최적 운영 정책을 학습하는 프레임워크를 제안하고자 한다.

2. 연구 방법론

2.1. 강화학습 기반 제어 프레임워크

2.1.1 시뮬레이션 환경 구축

실제 도시의 기후 특성과 미스트폴 시스템의 증발냉방 환경을 반영하는 시뮬레이션 모델을 구축한다. 시뮬레이션 환경은 다양한 기상 조건과 시스템 설정치(예, 분사 및 정지 시점)에 따른 국소적 온도 및 습도 변화, 그리고 분사장치 설치 간격에 따른 냉각 효과를 모사할 수 있어야 한다[2].

2.1.2 강화학습 에이전트 설계

- 상태(state): 에이전트가 관찰하는 환경 정보로 실외기온, 상대습도, 풍속, 풍향, 일사량(평균복사온도 추정용), 현재 시스템 작동 상태(분사/정지 여부, 지속시간), 이전 사이클의 작동 시간 등을 포함한다[2].
- 행동(action): 에이전트가 취하는 결정으로, 분사 사이클의 작동시간(예, 5분, 10분, 15분, 20분 분사 또는 정지)을 정의한다. 시스템안전규약(예, 최대 20분 가동 후 의무정지 포함)을 행동 공간 설계에 반영한다.
- 보상함수(reward function): 에이전트의 행동을 평가하고 학습방향을 결정하는 기준이다. 여러 형태의 보상함수를 설계하고 비교한다.
- 알고리즘: soft actor-critic(SAC) 또는 proximal policy

optimization(PPO)과 같이 연속적인 환경 변화와 다중 목표에 강점을 보이는 최신 강화학습 알고리즘을 고려한다[5]. 시스템 작동이 이산적인 시간 단위로 제어해야 하는 경우를 고려하여 DQN알고리즘도 함께 검토한다.

2.2. 열 쾌적지수 기반 보상함수 설계 및 비교

에이전트가 최적의 행동 정책을 학습하도록 유도하기 위해 다음과 같은 보상함수 설계를 고려하고 비교 연구를 수행한다.

2.2.1 단일 목표 보상

- RF1(UTCI목표 범위 달성) : UTCI가 목표 쾌적 범위(예, “열 스트레스 없음”을 의미하는 +9℃~+26℃)내에 도달하거나 유지될 경우 양의 보상을, 벗어날 경우 편차에 비례하는 음의 보상(패널티)을 부여한다[3].
- RF2(UTCI편차 최소화): 목표 UTCI값과의 차이를 최소화하도록 함수를 설계한다. 예를 들어 $|UTCI-UTCI_{optimal}|$의 역수를 보상으로 사용하며, 에이전트가 급격하게 행동을 바꾸는 것을 방지하기 위하여 가우시안 함수를 적용하여 안정적인 학습을 유도한다.

2.2.2 다중 목표 보상함수

열 쾌적도, 에너지, 물 사용량 등을 동시에 고려하며, 보상 구성 요소들의 정규화 및 가중치($w_{comfort}$ $R_{comfort}$ w_{energy}) 설정은 추가 분석을 통해 최적화한다.

- RF3(UTCI+에너지) : $R_{total} = w_{comfort} \cdot R_{comfort} - w_{energy} \cdot Energy_{consumption}$ 형태로, UTCI기반 열 쾌적도 보상($R_{comfort}$)과 에너지 소비량(펌프 가동 시간에 비례)에 대한 패널티를 가중치(w)를 두어 합산한다[3].
- RF4(UTCI+에너지+물): RF3에 추가적으로 물 소비량(분사 시간에 비례)에 대한 페널티항($-w_{water} \cdot Water_{consumption}$)을 포함하여 세 가지 목표의 균형을 추구한다.

2.2.3 보상 조형(Reward Shaping)

학습 초기 단계에서 에이전트가 유의미한 보상을 받기 어려울 경우, 잠재력 기반 보상 조형(potential-based reward shaping) 기법[6]을 적용하여 학습을 촉진하는 방안을 탐색한다.

2.3. 성능 평가 및 비교 분석

설계된 각 보상함수에 대해 별도의 강화학습 에이전트를 훈련시킨 후, 다음과 같은 지표를 사용하여 그 성능을 비교 분석한다.

- 열 쾌적성: 달성된 평균 UTCI, 목표 UTCI 범위 내 시간 비율, UTCI 값 분포
- 에너지 소비: 총 에너지(전력) 소비량, 평균 전력 소비
- 물 소비: 총 물 사용량
- 제어 안정성: 작동시간 결정의 일관성, 불필요한 작동의 빈도

기존의 단순 제어방식(예, 타이머기반, 고정 임계값 기반)과의 비교를 통해 제안된 강화학습 기반 제어 전략의 우수성을 정량적으로 평가한다.

3. 기대 효과 및 결론

본 연구는 도시 폭염 문제에 대응하는 증발냉방 미스트폴 시스템의 운영 효율성과 사용자 쾌적도를 동시에 향상시킬 수 있는 지능형 제어 방안을 도출한다. 이를 위하여 범용열기후지수(UTCI)를 바탕으로 MDP 설계를 통해, 실시간 환경 변화에 적응하며 에너지(전력) 및 물 사용을 최적화하는 방안을 모색한다.

본 연구는 다음과 같은 기여를 할 것으로 기대된다.

- 학술적기여: 실외 증발냉방 시스템 제어를 위한 강화학습 MDP 설계와 시뮬레이션을 통해 UTCI의 RL적용 가능성 확장
- 기술적 기여: 지능형 미스트폴 운영 시스템 개발을 위한 알고리즘 및 방법론 제공
- 사회적 기여: 도시 열섬 현상을 낮추어 공공장소의 열 쾌적성을 증진, 에너지(전력) 및 물사용량을 줄여 지속 가능한 환경 조성에 기여

본 연구는 폭염에 강한 도시를 만들기 위한 미스트폴 활용의 최적 제어의 기반을 마련하고, 폭염시 야외 활동의 삶의 질 향상에 기여할 것이다.

참고문헌

[1]W.M. Jo. (2017). A Study on Heat Wave Adaptation Strategies in Seoul. Working Paper, The Seoul Institute.

[2]J.H. Jeong & B.C. Oh. (2023). Assessing the Effects of Heat Wave Mitigation Technology on Outdoor Thermal Comfort - Empirical Experiment to Verify the Effect of Cooling Fog -. Journal of Climate Change Research, 14(2), 171-179.

[3]J. Yu & JS Schreck & DJ Gagne & KW Oleson & J Li & Y Liang & Q Liao & M Sun & DO Topping & Z Zheng.(2025). Reinforcement Learning (RL) Meets Urban Climate Modeling: Investigating the Efficacy and Impacts of RL-Based HVAC Control. arXiv:2505.07055v1.

[4]X. Lin & D. Yuan & X Li.(2023). Reinforcement Learning with Dual Safety Policies for Energy Savings in Building Energy Systems. Buildings, 13-580.

[5]T.Liu & Y.Wang & L.Zhang & N.Xu & F.Tang.(2025). Outdoor Thermal Comfort Research and Its Implications for Landscape Architecture: A Systematic Review. sustainability 17,2330.

[6]H.Ma & Z.Luo & T.V.Vo & K.Sima & TY.Leong.(2025). Highly Efficent Self-Adaptive Reward Shaping for Reinforcement Learning. a conference paper at ICLR.

SBERT를 활용한 PMBOK과 산업안전보건법 조항의 의미론적 대응 구조 분석

배종옥[1], 임준묵[2*]
[1]국립한밭대학교 대학원생
[2*]국립한밭대학교 교수
e-mail : abc@bigdt.co.kr

Semantic Mapping Analysis between PMBOK Performance Domains and Occupational Safety and Health Law Provisions Using SBERT

Jong-ok Bae[1], Joon-mook Lim[2*]
[1]Graduate student, Hanbat National University
[2*]Professor, Hanbat National University

본 연구는 프로젝트 관리 이론(PMBOK) 가이드 제7판에서 제시하는 8대 성과영역과 산업안전보건법, 시행령, 시행규칙 조항 간의 의미론적 정합성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 총 537개의 법령 조문을 공식 PDF 문서로부터 추출하고, 조문 단위로 전처리하였다. 각 조문은 문장 수준 의미를 반영하기 위해 SBERT(Sentence-BERT) 기반의 multilingual MiniLM-L12-v2 모델을 활용하여 임베딩하였다.

성과영역 정의문 또한 동일한 SBERT 모델을 사용하여 임베딩하였으며, 각 조문과 성과영역 간 코사인 유사도를 계산하여 가장 유사한 성과영역으로 매핑하였다. 분석 결과, 전체 조문 중 약 0.3~0.4 구간에 유사도가 집중되었으며, 약 9%의 조문은 유사도 0.6 이상으로 특정 성과영역과의 높은 의미 연관성을 보였다.

본 분석을 통해 PMBOK과 산업안전 관련 법령 간의 의미 기반 정합 구조를 가시화하였으며, 법·제도와 프로젝트 관리 프레임워크 간의 연계 수준을 평가하는 데이터 기반 방법론을 제시하였다. 이러한 접근은 향후 안전 규정 개정, 법령 기반 PM 시스템 구축, 컴플라이언스 분석 등에 활용될 수 있는 기초 자료로서의 가치를 갖는다.

1. 서론

1.1 연구 배경

본 연구는 SBERT를 활용하여 PMBOK 제7판의 8대 성과영역과 산업안전보건법 조문 간 의미론적 유사성을 계량적으로 분석하였다. 총 537개 조문에 대해 문장 임베딩과 코사인 유사도를 계산하고, 각 조문을 가장 유사한 성과영역에 매핑하였다. 이를 통해 법령과 국제 프로젝트 관리 표준 간의 연계 가능성을 탐색하였다.

1.2 연구 목적 및 필요성

본 연구는 자연어처리를 활용해 PMBOK 성과영역과 산업안전보건법 조문 간의 의미론적 연계성을 계량화하고 법령과 프로젝트 관리 표준 간의 정합 구조를 가시화하는 데 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1 BERT

BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)는 Google이 2018년에 발표한 사전학습 언어모델로 자연어 처리 분야에서 높은 성능을 보였다. 기존 단방향 모델과 달리 문장의 양방향 정보를 활용해 문맥 이해에 강점을 가진다.

2.2 SBERT

SBERT는 문장 간 의미 유사도 비교를 위해 개발된 BERT 기반 임베딩 모델로, 본 연구에서는 multilingual MiniLM-L12-v2를 활용해 조문과 PMBOK 정의문의 벡터를 생성하였다.

2.3 코사인 유사도

코사인 유사도는 SBERT 임베딩 벡터 간 의미 유사성을 수치화하는 지표로, 값이 1에 가까울수록 의미적으로 유사하다. 본 연구는 이 유사도를 기준으로 각 조문을 성과영역에 매핑하였다.

3. 연구 방법

3.1 데이터 수집 및 전처리

산업안전보건법, 시행령, 시행규칙 법령을 수집하여 조문번호, 제목, 본문으로 구분하여 537개 조문으로 전처리 및 PMBOK 제7판의 8개 성과영역 정의문을 수집하여 한글화하였다.

3.2 SBERT 학습 및 코사인 유사도 계산

SBERT를 활용하여 각 조문 및 성과영역 정의문을 임베딩을 하였으며 코사인 유사도 계산을 통해 조문별로 가장 유사한 성과영역을 할당하였다.

3.3 유사도 식별 매핑 및 시각화

성과영역별 조문 수를 집계하고, 각 영역의 최고 유사도 조문을 매핑하였다. 또한 유사도 분포 및 0.6 이상 조문 비율을 시각화하였다.

4. 분석 결과

4.1 조문 분포

PMBOK 성과영역별 산업안전보건법 조문 분포는 그림1과 같다.

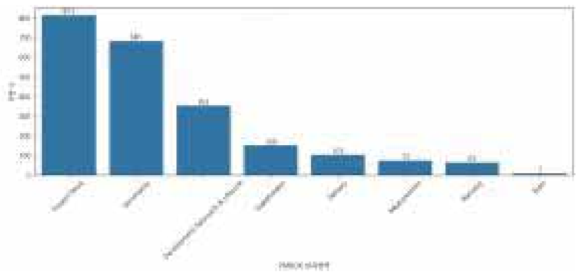


Figure 1. Distribution of Industrial Safety and Health Act Articles by PMBOK Performance Domain

그림 1은 산업안전보건법 조항을 PMBOK 8대 성과영역별로 분류한 결과로 Project Work(813개)와 Uncertainty(681개)에 조문이 집중되어 있음을 보여준다. 반면, Delivery, Measurement, Planning 등은 상대적으로 적은 수를 보여 균형성 부족이 나타난다. 이를 통해 법령이 작업 실행과 리스크 관리에 집중되어 있음을 확인할 수 있다.

4.2 조항 간의 의미론적 유사도

그림 2는 산업안전보건법 조항과 PMBOK 성과영역 간의 의미론적 유사도를 코사인 유사도로 분석한 결과이다. 유사도 0.3 근방에서 조문 수가 가장 많고, 0.1 이하 또는 0.35 이상에서는 점차 감소하는 분포를 보인다. 이는 산업안전보건법 조항들이 PMBOK과 중간 수준의 의미론적 정합성이 존재함을 시사한다.

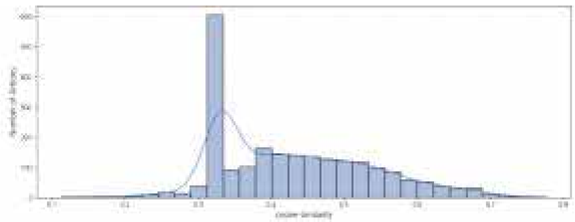


Figure 2. Cosine Similarity Distribution Between PMBOK Performance Domains and Industrial Safety and Health Act Articles

4.3 성과영역별 법령 조항 대응 분석 결과

그림 3은 PMBOK 7판의 각 성과영역에 가장 유사한 산업안전보건법 조문 1개씩을 추출한 것이다. 조문 번호(Article No.), 간단한 제목(Short Title), 유사도(Similarity) 값으로 구성되며, 유사도는 1에 가까울수록 연관성이 높다.

	Performance Domain	Article No.	Short Title	Similarity
0	Delivery	제139조	(지원내용 등) ① 공단은 법 제10...	0.635902
1	Development Approach & Lifecycle	제2조	제1호부터 제6호까지의 규정에 따른 ...	0.684017
2	Measurement	제58조	제3항 또는 같은 조 제5항 후단에...	0.741456
3	Planning	제42조	제6항에 따른 유해위험방지계획서 변경...	0.626518
4	Project Work	제420조	제1호에 따른 관리대상 유해물질의 취...	0.777527
5	Stakeholders	제78조	에 따른 물건의 수거 · 폐기 등을 하는...	0.628005
6	Team	제64조	제1항제3호에 따라 관계수급인이 실시...	0.617358
7	Uncertainty	제74조	제1항제3호자목의 보안경은 제외한다)...	0.538490

Figure 3. Article Numbers and Titles by Performance Domain

5. 결론

본 연구는 SBERT 기반 의미론 분석 기법을 활용하여 산업안전보건법 조문과 PMBOK 성과영역 간의 정합 구조를 계량적으로 처음 제시하였다. 다수의 조문이 특정 성과영역과 강한 의미적 연계를 보였으며, 이는 향후 산업안전 관련 프로젝트 설계 시 국제 표준과 법적 기준 간 접점을 도출하는 데 유용한 근거가 될 수 있다.

참고문헌

[1] Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition, 2021

[2] Reimers, N., & Gurevych, I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. arXiv preprint arXiv:1908.10084, 2019

[3] 고용노동부, 산업안전보건법 및 하위법령 전문, 2024

[4] 김진우 외, 자연어처리 기반 산업안전 법령의 정합성 분석 연구, 2023.

기후변화 대응을 위한 통합 시스템의 설계 및 구현: 기업 사례 연구 중심으로

조재용[1], 김기태[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 교수
e-mail : gitaekim@hanbat.ac.kr

Design and Implementation of an Integrated System for Climate Change Response: Focusing on Corporate Case Studies

Jae-Yong Cho[1], GiTae Kim[2*]
[1]Dept. of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

본 연구는 기후변화 대응을 위해 기업 차원에서 설계·구현된 통합 시스템의 구조와 운영 방식을 분석하고, 그 효과성과 한계를 규명하는 것을 목적으로 한다. 특히 지속가능성, 디지털 기술, 조직 프로세스를 융합한 통합적 접근이 실제 기업 경영에 어떻게 적용되고 있는지를 사례 연구를 통해 살펴본다. 이를 위해 다양한 산업 분야의 선도 기업을 선정하고, 이들이 구축한 에너지 관리 시스템, 탄소배출 추적 기술, 지속가능한 공급망 운영 방식 등을 정성적으로 분석하였다. 연구 결과, 기후 리스크 대응의 핵심은 기술 도입뿐만 아니라 전사적 전략 수립, 이해관계자와의 협업, 내부 역량 강화에 있음을 확인하였다. 향후 다양한 산업에서 활용될 수 있는 실행 모델을 제안하고자 한다.

1. 서론

기후변화는 오늘날 기업이 직면한 가장 중대한 글로벌 위기 중 하나로, 단순한 환경 문제가 아닌 경영 전략, 리스크 관리, 공급망 설계, 브랜드 평판에까지 영향을 미치는 복합적인 과제로 인식되고 있다. 이에 따라 많은 기업들이 자발적으로 탄소중립 목표를 수립하고, 기후변화 대응을 위한 기술적·조직적 시스템을 도입하고 있다. 그러나 개별적인 기술 도입이나 단기적 캠페인 중심의 접근은 구조적인 전환을 이끌어내기에는 한계가 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 기업이 기후변화 대응을 위해 어떻게 통합 시스템을 설계하고, 이를 조직 내외부에 구현하는지를 심층적으로 고찰하고자 한다. ‘통합 시스템’이란 기후 관련 데이터를 실시간으로 수집·분석하고, 이를 전략적 의사결정, 운영 프로세스, 공급망 관리 등 다양한 경영 활동과 연계하는 구조를 의미한다. 특히 본 연구는 디지털 기술(예: IoT, AI, 블록체인 등)과 ESG 원칙, 내부 역량 강화 프로그램이 통합적으로 작동하는 방식에 주목하며, 실제 기업의 사례를 중심으로 이론적 프레임워크와 실행상의 인사이트를 도출한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 기존 문헌을 바탕으로 통합 시스템의 주요 구성요소와 성공 요인을 정리한 후, 다섯 개의 사례 기업 분석을 통해 각각의 시스템 구현 방식과 성과를 비교한다. 마지막으로, 성공적 시스템 구축을 위한 전략적 제언과 정책적 시사점을 제시하고자한다.

2. 선행연구

기후변화 대응과 관련한 기업 차원의 노력은 기존 연구에서 다양하게 조명되어 왔다. 특히 **탄소경영**(Carbon Management), **지속가능경영**(Sustainable Management), 환경경영시스템(EMS)에 대한 연구는 활발히 진행되었다. Porter와 van der Linde(1995)는 환경 규제가 기업의 혁신을 유도하여 장기적으로 경쟁우위를 확보할 수 있다고 주장하였고, Hart(1997)는 기업의 자원 기반 이론에 입각해 지속가능성이 전략적 자산이 될 수 있다고 보았다.

3. 이론적 배경 (Theoretical Background)

본 연구는 통합 시스템을 이해하고 설계하는 데 있

어 다음 세 가지 이론적 틀을 바탕으로 한다.

3.1 시스템 이론(System Theory)

기업을 상호 연결된 하위 시스템의 집합체로 보는 시각으로, 환경 변화에 적응하기 위한 유기적 통합과 피드백 메커니즘의 중요성을 강조한다. 기후변화 대응은 단일 기능이 아닌 전사적 대응 체계를 요구하므로, 시스템적 접근이 필수적이다.

3.2 지속가능성 3축 모델(Triple Bottom Line)

경제적 성과뿐만 아니라 환경적, 사회적 성과를 균형 있게 추구하는 프레임워크로, ESG 기반 경영의 근간이 된다. 이를 통해 기업의 통합 시스템이 단기 수익을 넘어 장기적 가치 창출에 기여해야 함을 시사한다.

3.3 디지털 전환 이론(Digital Transformation Theory)

디지털 기술이 조직의 운영 방식, 가치사슬, 고객 인터페이스 등을 근본적으로 변화시키는 과정을 설명한다. IoT, AI, 빅데이터 분석 등이 기후 대응 시스템에 어떻게 접목되는지를 분석하는 데 기반이 된다.

4. 연구 방법론 (Research Methodology)

본 연구는 기후변화 대응을 위한 통합 시스템이 실제 기업 경영 현장에서 어떻게 설계되고 구현되며, 어떤 효과를 발휘하고 있는지를 심층적으로 파악하기 위해 질적사례연구방법(qualitative case study approach)을 채택하였다. 이는 복잡하고 역동적인 경영 현상을 총체적으로 이해하기 위한 가장 적합한 방법론으로, 특히 시스템적 통합과 조직적 실행력이라는 추상적인 개념을 실증적으로 해석하는 데 효과적이다.

사례 선정은 목적표집(purposive sampling)을 기반으로 수행되었으며, 다음 세 가지 기준에 부합하는 기업을 중심으로 조사 대상이 선정되었다. 첫째, 명확한 기후변화 대응 전략과 목표를 수립하고 공개한 기업일 것. 둘째, 정보기술과 조직 프로세스를 연계한 통합 시스템을 운영 중일 것. 셋째, 산업군과 기업 규모의 다양성을 확보하여 비교 가능성을 높일 수 있을 것. 이 기준에 따라 총 5개 기업이 최종 선정되었으며, 각각 제조업, 유통업, 에너지업, IT 서비스업, 소비재 산업을 대표한다.

자료수집은 다중출처(multiple sources of evidence)를 활용하는 방식으로 진행되었다. 먼저, 각 기업의 지속가능경영 보고서와 공식 웹사이트, 언론 보도 자료 등을 분석하여 기초 정보를 확보하였으며, 이후에는 각 기업의 ESG 또는 환경경영 담당자, 디지털 전환 책임자, 현장 운영 책임자 등과의 반구조화 인터뷰(semi-structured interviews)를 통해 심층적이고 구체적인 내용을 도출하였다. 총 14명의 인터뷰 대상자와 1~2시간가량의 면담을 진행하였으며, 모든 인터뷰는 비공개 조건 하에 녹취·전사되었다.

수집된 데이터는 주제 분석법(thematic analysis)을 통해 정리되었으며, 각 사례의 공통점과 차이점을 비교분석하기 위해 **교차사례 비교**(cross-case comparison)기법을 병행하여 적용하였다. 이를 통해 단일 사례에서 발견된 독특한 구조와 전반적인 패턴 간의 균형 잡힌 해석을 도출할 수 있었다.

5. 사례 분석 (축소 버전)

본 연구는 산업별로 기후변화 대응 통합 시스템을 운영하고 있는 다섯 개 기업을 선정하여 그 구현 방식과 성과를 분석하였다.

5.1 A사 (전자 제조업)

A사는 IoT 및 클라우드 기술을 활용해 생산설비의 에너지 사용과 온실가스 배출을 실시간 관리하는 통합 시스템을 구축했다. ERP와 연계된 이 시스템은 공정 최적화를 통해 3년간 탄소배출을 30% 감축하는 성과를 거두었다. 전략적 목표와 시스템 간의 정렬, 경영진의 리더십이 핵심 성공 요인으로 작용했다.

5.2 B사 (유통업)

B사는 공급망 중심의 ESG 관리 시스템을 통해 협력사의 탄소배출과 환경 인증을 평가하고 지속가능 조달을 실행하고 있다. 시스템 도입 후 ESG 인증 협력사가 급증하고 공급망 투명성이 향상되었다. ESG 기준을 조달 프로세스에 내재화한 것이 특징이다.

5.3 C사 (에너지 기업)

AI 기반 수요예측 시스템과 탄소배출량 관리 시스템을 도입하여 에너지 생산의 효율성과 환경 성과를 동시에 달성하였다. 특히 탄소배출권 시장과 연계된 자동 최적화 기능이 경제성과 지속가능성의 균형을 가능하게 했다.

5.4 D사 (IT 스타트업)

소비자 행동 기반 탄소 추적 앱을 운영하여 사용자 개개인의 탄소발자국을 시각화하고 감축을 유도하고 있다. 젊은 세대를 중심으로 확산되며, 기후 인식 변화와 행동 유도에 긍정적 영향을 미쳤다.

5.5 E사 (식음료 브랜드)

블록체인 기술을 활용해 원재료의 환경 정보를 추적·공개하는 공급망 시스템을 구축하였다. 이를 통해 포장재 폐기물 감축, 소비자 신뢰 제고, 브랜드 가치 상승 등의 효과를 얻었다.

6. 논의 (Discussion)

본 연구에서 분석된 다섯 개 기업의 사례를 종합적으로 살펴보면, 기후변화 대응을 위한 통합 시스템의 효과성은 단순한 기술 도입 여부가 아니라, **조직의 전략적 방향성과 실행 능력**, 그리고 **내외부 이해관계자와의 상호작용**에 의해 좌우됨을 확인할 수 있었다.

첫째, 전략과 시스템의 정렬(alignment)이 가장 중요한 요소로 부각되었다. 기술 도입이 전략적 목표와 분리되어 작동할 경우 단기 성과는 얻을 수 있으나, 지속적인 개선과 확산에는 한계가 존재한다. A사와 C사처럼 기후 전략을 최고경영진 수준에서 수립하고, 이를 시스템에 명확히 반영한 기업이 더 큰 성과를 거두었다.

둘째, **부서 간 협업과 데이터 공유체계**가 성패를 가르는 요인이 되었다. 대부분의 기업들은 시스템 구축 과정에서 기술 부서와 운영 부서, 전략 부서 간의 정보 단절 또는 목표 불일치를 경험했으나, 성공한 기업들은 이러한 문제를 극복하기 위한 통합 거버넌스를 운영하고 있었다.

셋째, **데이터 기반의 의사결정 체계**가 시스템 성과를 높이는 데 핵심적인 역할을 하였다. C사의 사례처럼 AI 기반 분석 시스템과 탄소배출권 연계를 통해 실제 경영 판단이 이루어질 때, 단순한 보고용 시스템을 넘어서 실질적 변화가 가능함이 입증되었다.

넷째, **문화적 요소와 사용자 인식**의 중요성도 확인되었다. D사처럼 일반 소비자의 참여를 유도하는 시스템은 기술보다는 사용자 경험(UX)의 설계, 인센티브 구조, 사회적 메시지 전달 방식에 따라 성과가 크게 달라졌으며, 이는 대기업에게도 중요한 참고 요소가 될 수 있다.

다섯째, **공급망 전체를 아우르는 접근법**이 기업의 지속가능성과 브랜드 가치에 기여하고 있었다. B사와 E사 사례에서 확인되듯이, 기업의 기후 대응 노력은 자사 내부를 넘어서 협력사, 소비자, 규제기관 등과의 **에코시스템적 연계**를 강화할 때 더 높은 파급력을 가지게 된다.

7. 결론 및 제언 (Conclusion and Recommendations)

본 연구는 기후변화 대응을 위한 통합 시스템의 설계 및 구현이 실제 기업 경영에 어떻게 적용되고 있으며, 어떠한 전략적·조직적 요인이 효과적인 시스템 운영을 가능하게 하는지를 다섯 개 사례를 통해 분석하였다.

연구 결과, 성공적인 통합 시스템은 기술적 요소뿐 아니라 **조직의 전략, 리더십, 협업 구조, 데이터 기반 의사결정 체계**와 밀접하게 연관되어 있다는 점이 확인되었다. 특히, 단순한 탄소배출 감축을 넘어 기업 전체의 지속가능성을 확보하고자 하는 **전사적 차원의 의지와 실행력**이 시스템 성공의 결정적인 요인으로 작용하였다.

첫째, 통합 시스템은 기업의 ESG 전략과 일치되어야 하며, 명확한 목표 설정과 KPI 연동이 필수적이다. 기술 자체보다 전략과의 정렬(alignment)이 우선되어야 한다.

둘째, 시스템 구축은 기술 부서에 국한되지 않고, 전략기획, 운영, 인사, 재무 등 전 부서 간 협업 구조를 통해 추진되어야 한다.

셋째, 데이터 기반 접근 방식은 기후 리스크 대응뿐 아니라 기업의 비용 절감과 효율성 제고 측면에서도 효과적이며, AI, IoT, 블록체인 등 신기술의 활용은 이러한 효과를 극대화할 수 있다.

넷째, 이해관계자와의 연결성을 강화하는 생태계 기반의 접근이 장기적 경쟁력과 신뢰 확보에 기여한다. 특히 공급망 전반의 지속가능성 확보가 기업 이미지와 직결되는 시대에 이러한 연계 시스템은 필수적이다.

이에 따라 다음과 같은 **실천적 제언**을 제시한다.

첫째, 기후경영 전략과 시스템 설계의 통합: ESG 또는 기후전략을 수립할 때부터 정보 시스템 설계 요소를 포함시켜야 한다.

둘째,디지털 기술의 전략적 배치: 기술은 목적이 아닌 수단이다. 각 산업군에 맞는 기술 선택과 맞춤형 구현이 필요하다.

셋째,조직 학습 및 사용자 참여 유도: 시스템 도입 이후 지속적인 교육과 피드백 체계를 마련하여 조직 전체의 기후 대응 역량을 강화해야 한다.

넷째,외부 파트너 및 협력사와의 연계 강화: 지속가능한 공급망을 위한 데이터 기반 평가 시스템 도입을 통해 공급자와 함께 성장하는 구조를 만들어야 한다.

향후 연구는 보다 다양한 국가 및 산업군을 대상으로 한 장기적 효과 분석과, 탄소중립 또는 순환경제 전환에 미치는 통합 시스템의 영향력 측정 등으로 확장될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Porter, M. E., & Kramer, M. R. Creating Shared Value. Harvard Business Review, Vol. 89(1/2), pp.181-182.

[2] Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 2017 .Vol. 143, pp.757-768.

[3] European Commission. (2021). Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Retrieved from https://ec.europa.eu

[4] World Economic Forum. (2020). The Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity. Retrieved from https://www.weforum.org
[5] 김동완, 이형호, & 이민희. ESG 경영과 디지털 전환의 융합 전략: 대기업 사례를 중심으로. 한국생산성학회지,2022, Vol.36(4), pp, 1-17.
[6] 박상수, 김현정. 기후변화 대응을 위한 기업의 지속가능경영전략 분석. 한국환경정책학회보, 2021. Vol.29(2), pp,123-147.
[7] 이재영, 김수현. 탄소중립 시대의 기업정보시스템 통합 전략. 정보시스템연구, 2020.Vol. 29(3), pp,87-104.
[8] 한국환경산업기술원. 탄소중립 실현을 위한 기업 기후정보관리 가이드라인. 환경부 위탁 보고서, 2023.
[9] 산업연구원. ESG 시대의 디지털 기반 지속가능 경영 전략. 산업연구원 연구보고서, 2023.
[10] Porter, M. E., & Kramer, M. R. Creating shared value. Harvard Business Review, 2011,Vol. 89(1/2), pp,62-77

스마트팩토리 IoT 기술 도입 현황 및 향후 과제

홍준기[1], 이동형[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 교수
e-mail : leedh@hanbat.ac.kr

Current status of smart factory IoT technology introduction and future tasks

Jun-Ki Hong[1], Dong-Hyung Lee[2*]
[1]Smart Department of Production & Management Engineering, Hanbat University
[2*]Professor, Smart Department of Production & Management Engineering, Hanbat University

요 약

본 논문은 국내 중소기업의 IoT(Internet of Things) 기술 도입 현황을 분석하고, 기술 도입 과정에서 직면하는 주요 과제를 도출하며, 이를 해결하기 위한 정책적·기술적 방안을 제시한다. 설문조사 및 정부 통계자료, 사례 분석 등을 기반으로 중소기업의 IoT 활용 유형, 기대효과, 문제점 등을 파악하였다. 본 연구는 중소기업의 디지털 전환을 촉진하고, 지속 가능한 경쟁력 확보를 위한 전략 수립에 기여하고자 한다.

1. 서론

1.1 연구 배경

IoT 기술은 제조업, 물류, 에너지 등 산업 전반에 걸쳐 4차 산업혁명의 핵심 기술로 주목받고 있다. 대기업은 빠르게 IoT 기반 스마트 시스템을 도입하고 있으나, 중소기업은 기술적, 자금적 한계로 인해 도입이 제한적인 상황이다.

1.2 연구 목적

본 연구는 중소기업의 IoT 도입 실태를 파악하고, 도입을 저해하는 요인을 기술적, 경제적, 제도적 관점에서 분석하며, 이에 대한 실효성 있는 개선 방안을 제안하는 데 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1 IoT 기술 개요

IoT는 다양한 사물에 센서와 네트워크를 결합하여 실시간 데이터 수집, 전송, 분석, 제어를 가능하게 하는 기술로, 산업 현장에서 생산성 향상, 품질 관리, 에너지 절감 등의 효과를 기대할 수 있다.

2.2 중소기업의 특성

중소기업은 조직 유연성과 현장 대응력은 높지만, 기술 인력 부족, 낮은 투자 여력, 디지털 인프라 미흡 등으로 인해 첨단 기술 도입에 어려움을 겪는다.

3. 중소기업의 IoT 도입 현황

3.1 국내 도입 실태

2023년 기준 중소 제조업체의 IoT 기술 활용률은 약 20% 수준이며, 주로 센서 기반의 모니터링, 설비 예지보전, 환경 데이터 수집 등에 활용되고 있다.

대부분의 기업은 외부 솔루션에 의존하고 있으며, 자체 기술 내재화율은 낮은 편이다.

3.2 주요 활용 사례

A사: 스마트 센서를 통한 품질 불량률 30% 감소

B사: IoT 기반 에너지 모니터링 시스템 도입으로 전력 소비 12% 절감

C사: 설비 예지보전 도입 후 비가동 시간 25% 단축

4. IoT 도입 시 중소기업이 직면한 과제

4.1 기술적 과제

레거시 시스템과의 연동 문제

데이터 통합 및 표준화 미비

사이버보안에 대한 인식 부족

4.2 조직·인력 과제

데이터 분석 및 운용 전문가 부족
디지털 전환에 대한 조직 저항
리더십과 전략 부재

4.3 경제적 과제

초기 투자 비용 부담
IoT 도입의 ROI 불확실성
장기 유지보수 및 업그레이드 비용 문제

4.4 제도적 과제

실증 및 상용화 지원 정책의 부족
보안/품질 인증 체계 미흡
IoT 관련 정보 접근성 제한

5. 향후 발전방향 및 제언

5.1 기술 확산 전략

클라우드 기반 IoT 플랫폼 활용 확대
모듈형 IoT 솔루션의 보급
산업별 표준 프레임워크 구축

5.2 정책적 지원 필요

정부 주도 시범사업 확대 및 기술 보급
R&D 및 스마트공장 구축비 지원 강화
IoT 전문 인력 양성 프로그램 개발

5.3 민간 협력 모델 구축

대기업-중소기업 간 기술 협업 확대
산업별 IoT 컨소시엄 운영
산학협력을 통한 기술 실증 생태계 조성

6. 결론

중소기업의 IoT 도입은 지속가능한 성장과 경쟁력 확보의 필수 요소이다. 현재 중소기업은 다양한 장벽에 직면해 있으나, 단계적 접근과 정부의 실효성 있는 지원, 민간의 협력 구조 강화 등을 통해 점진적으로 IoT 기술을 내재화할 수 있을 것이다. 본 연구는 향후 중소기업의 디지털 전환 정책 및 산업현장 개선 방향 설정에 기초자료로 활용될 수 있다.

참고문헌

[1] 홈페이지[https://www.sap.com/korea/about/company.html
[2] 블로그 [https://m.blog.naver.com/Recommendation.naver]
[3] 홈페이지 [https://aws.amazon.com/ko/what-is/iot/]
[4] 블로그 [https://m.blog.naver.com/thingplus/223569578415]
[5] 산업통상자원부(2024), 「스마트제조혁신 추진 현황」
[6] 중소벤처기업부(2023), 「중소기업 기술통계조사」
[7] 김철수 외(2022), 「IoT 기술 도입과 중소기업의 경영성과」, 산업정보연구
[8] OECD(2023), “Digital Transformation in SMEs”
[9] Lee, H. et al. (2021), “Barriers and Enablers for IoT Adoption in SMEs”, Journal of Manufacturing Systems

초기 엔지니어링 설계를 위한 강건한 선호도 집합 기반 설계(R-PSD) 방법

박종필[1], 남윤의[2*]
[1]국립한밭대학교 대학원 기계공학과 박사과정
[2*]국립한밭대학교 기계공학과 교수
e-mail : nahm@hanbat.ac.kr

A Robust Preference Set-Based Design(R-PSD) Method for Preliminary Engineering Design

Jong-Phil Park[1], Yoon-Eui Nahm[2*]
[1]Ph.D. Student, Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University

요 약

종래의 포인트 기반 설계(Point-Based Design, PBD)의 문제점을 개선하기 위해서, 초기단계에 포인트 값이 아니라 다양한 불확실성을 고려하면서 폭넓은 집합으로서의 설계해를 구하고 설계가 진행됨에 따라 점차적으로 현실성이 부족한 해를 제외시킴으로써 최초의 설계해 집합을 축소해 가는 집합 기반 설계(Set-Based Design, SBD)가 제시되어 왔다. 저자는 의사결정자의 선호도를 반영하면서 SBD의 컴퓨터 실장을 목표로 한 새로운 SBD로서 선호도 집합 기반 설계(Preference Set-Based Design, PSD) 방법론을 제안하였다. 본 연구에서는 이러한 PSD에 다구찌 방법론(Taguchi Method)을 통합함으로써 설계자의 선호도에 부합되면서 초기 설계단계에 존재하는 다양한 불확실성에 의한 변동성에 강건한 설계해 집합을 도출할 수 있는 새로운 강건설계 최적화 프레임워크로서 강건한 선호도 집합 기반 설계(Robust Preference Set-Based Design, R-PSD) 방법을 제안한다.

1. 서론

본 논문에서는 포인트 기반 설계(Point-Based Design, PBD)라고 불리는 전통적인 설계 방법론의 문제에 대한 해결책을 제시하기 위해 상호 보완적인 설계 방법론으로서 선호도 집합 기반 설계(Preference Set-Based Design, PSD)[1]와 다구찌 방법론(Taguchi Method, TM)을 검토한다. PSD는 집합 기반 설계(Set-Based Design, SBD)를 실현하기 위한 하나의 방법론으로서 광범위한 잠재적 설계해를 동시에 탐색하고 설계 과정 전반에 걸쳐 의사결정자의 주관적인 선호도를 명시적으로 통합하는 것을 특징으로 한다. 이와 병행하여 TM은 직교배열(Orthogonal Array, OA)을 이용한 효율적인 실험 설계를 통해 성능 변동을 최소화하고 제품 품질을 향상시키는데 중점을 둔 강력한 통계적 프레임워크를 제공하며 이는 통제 불가능한 환경 요인이 존재하는 경우에도 유효하다.

2. 연구 내용

2.1. 선호도 집합 기반 설계(PSD)

PSD법은 초기 설계단계에서의 다양한 불확실성에 대응하고, 설계자의 경험, 의사나 기업 방침 등을 반영하면서 다종다양한 성능 요건에 만족하는 설계해 집합을 효율적으로 도출할 수 있다. Figure 1은 PSD법에 의한 설계 프로세스를 나타낸다. PSD는 설계변수의 설계해와 성능변수의 요구성능을 선호도 집합(구간 집합과 선호도 함수로 규정)으로 설정하는 Set Representation, 설계해의 선호도 집합에 의해 달성될 수 있는 성능의 가능성 분포를 구하는 Set Propagation, 가능성 분포가 요구성능의 선호도 집합을 만족시키지 못하는 경우 처음에 설정한 설계해 집합을 수정하는 Set Modification, 그리고 요구성능의 선호도 집합에서 벗어나는 가능성 분포를 산출하는 설계해를 삭제하여 초기 설계해 집합을 축소하는 Set Narrowing 프로세스로 구성된다[1].

2.2. 강건한 선호도 집합 기반 설계(R-PSD)

2.2.1 PSD와 TM의 통합을 통한 강건설계 최적화(Robust Design Optimization) 프레임워크

PSD는 선호도 함수와 가중치를 설계 선택 프로세스에 명시적으로 통합하여 실현 가능한 설계해 중에서 가장 높은 선호도를 갖는 설계를 목표로 한다. 반면, TM은 변동성을 최소화하고 노이즈 요인에 둔감한 설계를 목표로 한다. Table 1은 PSD와 TM의 특징을 비교하여 정리한 것이다. PSD와 TM의 통합 접근 방식은 강건성을 위한 다목적(또는 다기준) 최적화 문제에 선호도를 공식적으로 통합하는 것이다. 이는

최적 설계해가 단순히 기술적으로 강건할 뿐만 아니라, 의사결정자의 주관적인 선호도와도 일치하도록 보장한다. 여기서는 Utility Theory의 개념에 기초하여 제안되는 새로운 선호도 기반 설계 메트릭(Design Metric)을 이용하여 강건한 최적설계 프레임워크 내에서 설계자의 의도(선호도)를 반영하도록 설계해를 평가한다. PSD는 다목적 최적화 문제에서 서로 상충하는 성능 목표에 대한 구간 집합 및 선호도 함수를 정의함으로써 다목적 성능을 만족하는 해집합(Satisfactory Solution Set)을 도출할 수 있다. TM은 여러 목표에 걸쳐 전반적인 품질 특성을 나타내는 다중 S/N 비 등을 사용하여 다목적 설계 최적화에 활용될 수 있다. PSD의 다목적 프레임워크와 TM의 다목적 최적화 기능 간의 본질적인 호환성은 상충되는 성능 기준을 동시에 최적화하면서 불확실성에 대한 강건성을 보장해야 하는 복잡한 엔지니어링 문제에 대한 강력하고 체계적인 해결책을 제공한다.

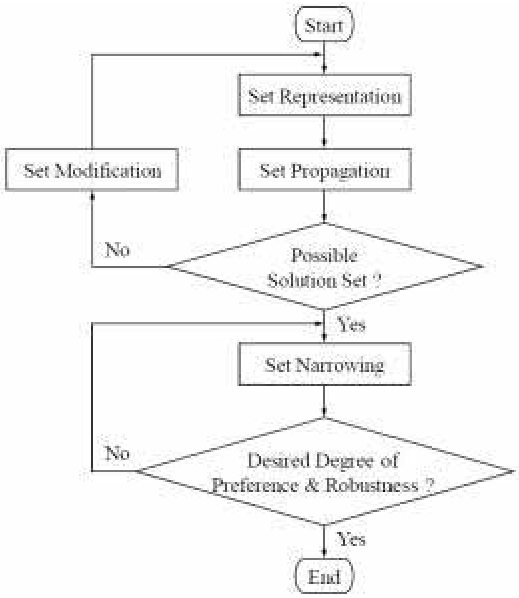


Figure 1. Procedure of the Preference Set-Based Design(PSD) Method[1]

2.2.2 새로운 집합 축소 방법

PSD와 TM을 통합하여 설계해 집합을 반복적으로 개선하고 선택된 최적 설계해를 검증한다.

- <u>(단계 1) 강건성 및 선호도에 대한 설계 대안 평가</u> : 다구찌 실험에서 얻은 객관적이고 정량적인 강건성 점수(S/N 비)를 PSD에서 파생된 주관적인 선호도 점수 및 가중치와 통합한다. 이를 통해 각 설계 대안의 기술적 탄력성과 설계자(또는 사용자)의 요구사항과의 일치성을 모두 고려하여 총체적이고 포괄적인 평가를 수행할 수 있다.
- <u>(단계 2) 반복적 집합 축소 및 최종 결정</u> : 설계해 집합은 덜 선호되거나 덜 강건한 대안을 체계적으로 제거함으로써 반복적으로 축소되어, 점진적으로 더 작고 매우 유효한 설계해 집합(Feasible Solution Set)으로 수렴한다. 이는 PSD의 '집합 축소' 단계에 직접적으로 해당한다.
- <u>(단계 3) 확인 및 구현</u> : 최종 검증으로, 선택된 최적 설계해에 대해 확인 실험이 수행된다. 이 단계는 실제 조건에서 예측된 성능 및 강건성을 검증한다.

Table 1. Comparative Analysis of Preference Set-Based Design(PSD) and Taguchi Method

Feature	PSD	Taguchi Method
Core Philosophy	Concurrent exploration of multiple options; delayed commitment; preference incorporation	Quality by design, not inspection; robust design to minimize variation
Primary Objective	Maximizing design flexibility, speed, and cost-efficiency by evaluating broad sets and incorporating preferences	Producing high-quality products at low cost by reducing process variation and making designs insensitive to noise
Key Tools / Techniques	Feasible region definition; trade-off exploration; set narrowing; preference functions; weighting	Orthogonal arrays; signal-to-noise(S/N) ratios; loss function; analysis of variance(ANOVA)
Handling of Uncertainty	Manages uncertainty by maintaining flexibility and exploring broad seats of possibilities until more information is available	Explicitly addresses uncontrollable 'noise factors' to make designs insensitive to variations
Decision-Making Focus	Selecting the most preferred alternative from narrowed set at the last responsible moment; informed by multi-objective performance and preferences	Identifying optimal parameter settings that maximize robustness and minimize deviation from target values
Typical Application Stage	Early-stage conceptual design; situations with high innovation/variability; architecture, engineering, and construction(AEC)	Parameter design phase; process optimization; manufacturing; product design

3. 결론

PSD는 광범위한 설계해 공간을 탐색하고, 의사결정자의 선호도를 명시적으로 통합하여 설계 유연성을 극대화하고 비용이 많이 드는 재작업을 줄이는데 탁월하다. 반면에 TM은 효율적인 실험을 통해 강건한 파라미터 최적화, 변동 최소화 및 설계 품질을 위한 강력한 통계적 프레임워크를 제공한다. 이러한 두 방법론을 통합함으로써 초기 설계단계에서 다양한 불확실성 하에서 설계자의 선호도를 반영하면서 다목적 강건설계 최적화를 가능하게 한다.

참고문헌

[1] Y. E. Nahm, H. Ishikawa and Y. S. Yang (2007). A Flexible and Robust Approach for Preliminary Engineering Design Based on Designer's Preference. Concurrent Engineering : Research and Applications, 15(1), 53-62.

초거대 제조 AI 프로젝트의 통합적 관리를 위한 DAINOS Framework 제안: 대형 AI 프로젝트에서의 역할 기반 도메인 구조 적용 사례

정환균[1], 정대율[2*]
[1](재)경남테크노파크 경남정보산업진흥본부 전임연구원, 경상국립대학교 경영정보학과 석사과정
[2*]경상국립대학교 경영정보학과 교수
e-mail : gyun@gntp.or.kr, dyjeong@gnu.ac.kr

Proposal of the DAINOS Framework for Integrated Management of Super-Large Manufacturing AI Projects: A Case Study on Domain-Based Role Structuring in Large-Scale AI Initiatives

Jeong Hwan-Gyun[1], Jeong Dae-Yul[2*]
[1]Senior Researcher, Gyeongnam Technopark,
Gyeongnam Information Industry Promotion Headquarters
[2*]Professor, Department of Management Information Systems,
Gyeongsang National University

요 약

본 논문은 대형 AI 프로젝트 및 복잡한 다기관 협업 구조에서의 프로젝트 통합관리를 위한 구조적 접근 방안으로서 “DAINOS Framework”를 제안한다. 특히 초거대 제조 AI 서비스 개발 및 실증 프로젝트 운영 과정에서 어떻게 “DAINOS Framework”를 활용하였는지 소개한다.

DAINOS는 Data, AI, Infrastructure, Network, Organizing, Service의 여섯 영역으로 구성된 도메인 기반 프로젝트 운영 Framework로, 대형 AI 개발 프로젝트에서 다른 역할과 책임을 명확히 인식하고 수행할 수 있도록 돕기 위한 기준점으로 설계되었다. 특히 각 기관의 수행 역할을 DAINOS의 도메인에 체계적으로 매핑함으로써, 프로젝트 전체 구조에 대한 직관적인 이해와 효율적인 책임 분담이 가능하도록 기획되었다. 또한, ‘DAINOS’라는 명칭은 ‘거대함’을 상징하는 공룡(Dinosaur)과의 상징적 연결을 통해 초거대 AI 프로젝트의 정체성을 직관적으로 표현함과 동시에, 사업의 규모와 방향성을 내포하는 브랜딩 요소로 의도하였다.

본 연구는 초대형·복합형 프로젝트의 운영체계를 설계하는 데 있어 도메인 기반 역할 매칭 프레임워크(Framework)가 가지는 활용 가능성과 기획적 시사점을 제시한다.

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 필요성

최근 인공지능(AI)의 발전과 함께 제조 산업 현장에서도 초거대 AI 모델을 활용한 스마트화가 가속화되고 있다. 특히, 다양한 이해관계자와 기술 주체가 동시에 협력하는 대형 프로젝트에서는 체계적이고 명확한 프로젝트 관리 Framework의 중요성이 강조되고 있다. 대형 제도 AI 프로젝트의 경우 새로운 관리 접근법이 요구된다.

1.2. 연구 목적 및 범위

본 연구는 총 15개 이상의 기관이 참여한 "초거대 제조 AI 서비스 개발 및 실증 프로젝트"를 수행하면서 도출된 프로젝트 통합 관리 구조인 DAINOS Framework를 제안한다. DAINOS Framework는 각 참여기관의 역할과 책임을 여섯 가지 도메인(DAINOS)에 기반해 구조화함으로써 프로젝트 전반의 효율성을 높이고자 하며, 본 논문은 그 개념과 사례를 소개한다.

2. 이론적 배경

2.1. 대형 AI 프로젝트의 특징

대형 AI 프로젝트는 기술적, 조직적으로 고난도의 협업 체계와 복합적인 관리 체계를 요구한다. 대형 AI 프로젝트의 경우, 대용량의 데이터를 다루는 기술적 복잡성과 더불어 다수의 기관이 연계되는 복잡한 이해관계자 구조가 발생한다. 이러한 프로젝트는 고성능 컴퓨팅 인프라, 방대한 데이터셋, AI 모델 개발 및 응용, 다양한 연산환경과 보안체계 등의 구축을 반드시 필요로 한다. 특히 초거대 제조 AI 프로젝트와 같이 AI 프로젝트가 제조 산업과 결합될 경우, 공정 자동화, 품질 향상, 공장 운영 최적화 등의 특성과 맞물리며 프로젝트의 규모와 복잡성이 크게 증가한다. 따라서 도메인별 역할을 구체적으로 정의하여 명확한 협업 체계를 수립하고 조율하는 것이 필수적이다

2.2. 기존 프로젝트 관리체계의 한계

기존의 PMBOK 기반의 통합관리 접근이나 WBS(Work Breakdown Structure) 중심의 업무 분장은 프로젝트 관리의 기본이자 필수 요소이다. 그러나 본 연구에서 다루는 초거대 제조 AI와 같은 기술개발 중심의 프로젝트에서는, 각 기술개발 영역을 보다 직관적으로 구조화하고, 외부 이해관계자 및 내부 참여기관과의 명확하고 쉬운 소통을 가능하게 할 수 있는 틀이 추가로 요구된다.

이러한 요구를 충족시키기 위한 구조적 대안으로 제시된 것이 DAINOS Framework이며, 이는 단순한 업무분장 수준을 넘어서 역할 기반 도메인 구조를 통해 프로젝트 전체를 한눈에 파악할 수 있는 Framework로 기능한다. 기존 체계만으로는 역할 간 중복이나 책임 분산, 협업 구조에 대한 이해 부족으로 인해 프로젝트 진행 중 혼선이 발생할 가능성이 존재하며, DAINOS는 이를 예방하고 조율을 용이하게 하는 구조적 기반을 제공한다.

2.3. 도메인 기반 역할 분담의 필요성

이에 따라 대형 AI 프로젝트에 참여하는 각 기관의 전문성과 기능 역할을 명확히 구분하고, 이를 직관적인 관리 도메인 체계로 연결하는 것이 협업의 가시성과 운영 효율성, 이해관관계자와의 의사소통 효과를 높이는 대안이 될 수 있다. 도메인 기반 역할 분담 체계는 이러한 흐름에 부합하는 구조로서, 초대형 프로젝트에 적합하다.

3. DAINOS Framework 개요

3.1. 구성 체계와 상징적 의미

DAINOS Framework는 대형 AI 프로젝트에서 다기관 간 협업과 역할 분장을 효과적으로 관리하기 위해 고안된 도메인 기반 프로젝트 운영 Framework이다. 특히, DAINOS는 기존의 WBS(Work Breakdown Structure)를 대체하는 체계가 아니라, 각 WBS 항목에 도메인 기반의 메타 정보를 부여함으로써 프로젝트 구조를 도메인 중심으로 이해하고 협업 구조를 명확히 정렬할 수 있도록 돕는 보조적 라벨링 Framework로 작동한다.

즉, WBS가 '무엇을 할 것인가'에 초점을 맞춘다면, DAINOS는 '그것이 어떤 기능적 도메인에 속하는가'를 구조적으로 명시함으로써 협업의 혼선과 책임 경계의 불명확성

[표 1] DAINOS 도메일 정의 및 핵심 실무 적용 영역

DAINOS Domain	정의 및 역할	핵심 실무 적용 영역
Organizing	프로젝트의 전반적 사업 운영체계를 설계하고, 기술개발 체계 종합, 기술 생태계 활성화를 위한 협업 환경 조성	• PMBOK 기반 사업총괄관리 • 시스템엔지니어링(SE) 기반 기술개발 체계 통합 • 이해관계자 커뮤니케이션 및 의사결정 구조
Data	AI 모델 학습 및 개발에 필요한 데이터를 수집·처리·보호하며, 보안성과 상호 운용성이 확보된 데이터 교환 체계 수립 및 구축	• 데이터 수집, 정제, 표준화, 비식별화 • 보안 설계 및 API 기반 교환 체계 구축
AI	목적에 맞는 특화형 AI 모델 개발 및 이를 안정적으로 운영하기 위한 알고리즘, 프레임워크, 학습 전략 등을 설계·개발	• 특화형 AI 모델 설계 및 학습 • 알고리즘 성능평가 및 검증 • 프레임워크 개발
Infrastructure	AI 모델 개발을 위한 고성능 컴퓨팅 인프라 및 하이브리드 클라우드 환경을 구축하고, 파인튜닝 및 실증을 지원하는 MLOps 플랫폼과 공동 활용 체계 마련	• 고성능 연산 인프라 구축 (HPC/GPU) • 하이브리드 클라우드 구성 • MLOps 및 AI DevOps 체계 구축
Network	데이터의 실시간 수집과 전송, 지능형 모니터링이 가능한 통신 기반 환경을 조성하고, AI 서비스 구현에 필요한 차세대 통신 인프라를 설계 및 구축	• AI 서비스 구현을 위한 차세대 통신망 (5G, WiFi 7 등) 구축 • 실시간 데이터 흐름 확보 및 분산 처리 • 엣지 게이트웨이 및 센서 연동 구조 설계
Service	현장 문제를 AI 모델 기반으로 해결하는 응용 서비스를 기획·개발하며, 이를 실증하여 현장 적용 가능성을 검증	• 문제해결형 AI 응용서비스 설계 • 서비스 기획-개발-실증 체계화 • 현장 피드백 기반 반복 개선

을 해소하는 데 기여한다.

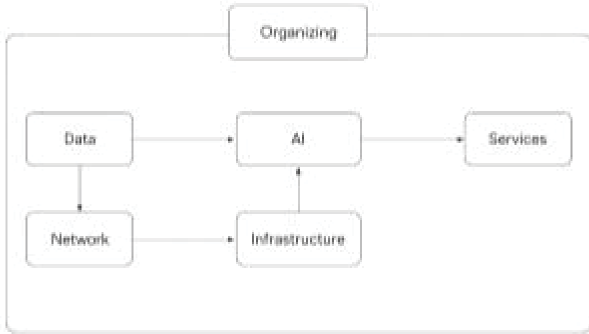
DAINOS는 [표 1]과 같이 여섯 개의 기능적 도메인으로 구성되며, 각 도메인은 정의와 실무 적용 영역에 따라 [표 1]의 오른쪽과 같이 설명된다:

또한, 'DAINOS'라는 명칭은 공룡(Dinosaur)을 연상시키는 상징적 언어로, 초거대 프로젝트의 규모감과 복합성을 함축적으로 표현하며 프로젝트의 기획 의도와 일관된 브랜드 아이덴티티 형성에도 기여한다.

DAINOS Framework는 전략적 수준에서 프로젝트를 도메인 중심으로 구조화함으로써, 이해관계자 간 커뮤니케이션을 효율화하고 실행 체계를 기능적으로 연계하는 기반 모델로서 기능한다.

3.2. 도메인 간 흐름 구조와 상호작용

[그림 1]은 DAINOS Framework를 구성하는 여섯 개 도메인 간의 구조적 관계와 정보 흐름을 시각화한 것이다. Organizing은 Framework의 상위 조정 역할을 수행하며 전체 프로젝트를 관리하는 구조를 나타낸다. Data, Network, Infrastructure는 AI 도메인으로 정보가 수렴되며, AI는 실질적인 모델링과 학습의 중심 축으로 작동한다. 최종적으로 AI 결과물은 Service 도메인으로 전달되어 응용 서비스로 실증된다. 본 구조는 각 도메인이 독립적으로 기능하면서도 상호 유기적으로 연결되어 있음을 보여준다.



[그림 1] DAINOS 도메인 간 구조 및 상호작용 흐름도

4. 적용 사례: 초거대 제조 AI 프로젝트

해당 프로젝트는 산업통상자원부의 지원으로 수행되었으며, 경남테크노파크를 주관기관으로 하여 총 15개 기관이 참여하였다. 프로젝트는 제조 현장의 데이터를 수집하고, 초거대 AI 모델을 개발 및 실증하여 실제 제조현장에 생산성 향상 및 품질 개선 효과를 도출하는 것을 목표로 한다.

DAINOS Framework는 기획 단계부터 운영 관리까지 전 단계에 걸쳐 활용되었으며, 각 기관은 예컨대 AI 모델 개발을 맡은 기관은 'AI' 도메인에, 설비 및 클라우드 인프라를 구축하는 기관은 'Infrastructure' 도메인에 할당되는 식으로 역할을 분담하였다. 이를 통해 기관 간 중복 업무를 방지하고, 협업 구조를 직관적으로 정렬할 수 있었다.

[표 2] 초거대 제조 AI 프로젝트에 DAINOS 프레임워크 적용 사례

WBS(Lv1): Control Account	WBS(Lv2): Work Group	DAINOS Domain
1. 사업관리 및 기술개발 관리체계	1.1. PMBOK 기반 사업관리	Organizing
	1.2. 제조 AI 생태계 활성화	Organizing
	1.3. SE 기반 기술개발 관리	Organizing
2. 제조특화 AI 운영환경 구축 및 핵심기술 개발	2.1. AI 운영환경 구축	Data, Infra, Network
	2.1.1. 제조 데이터 수집 환경 구축	Data
	2.1.2. 제조 데이터 파이프라인 구축	Data
	2.1.3. AIoT 및 Edge 컴퓨팅 개발	Data
	2.1.4. 데이터 표준(AAS) 및 보안 기술 개발	Data
	2.1.5. 데이터 교환체계	Data
	2.1.6. 초거대 제조 AI 통합 운영환경(EBC) 구축	Infrastructure
	2.1.7. 하이브리드 클라우드 AI 운영환경 구축	Infrastructure
	2.1.8. 차세대 통신망 구축	Network
	2.2. 초거대 제조 AI 핵심기술 개발	AI
	2.2.1. 제조 특화형 AI 모델 개발 및 성능 최적화	AI
	2.2.2. 제조 데이터 ESG 대응 AI 모델 개발	AI
3. 응용서비스 개발 및 실증	3.1. 지능형 품질관리 서비스	Service
	3.2. AI 기반 제품 불량 예측 서비스	Service
4. 인력양성	4.1. 제조 AI특화 응용 교육 및 산업체 협력 프로젝트	Organizing

또한 해당 Framework를 기반으로 각 기관이 명확한 도메인 책임을 인식하게 되었으며, 보고 체계와 협의 구조도 도메인별로 구분되어 운영되었다. 이로써 협업의 효율성과 커뮤니케이션의 일관성을 확보하는 데 기여하였다.

5. 결론 및 시사점

본 연구는 초거대 제조 AI 프로젝트와 같이 복잡하고 규모가 큰 다기관 협업 프로젝트에서의 통합적 관리를 위해 제안된 DAINOS Framework의 개념과 적용 사례를 소개하였다. DAINOS는 기존 WBS 체계에 도메인 기반의 라벨을 부여하는 보조 Framework로서, 각 작업 단위를 기능 중심의 도메인에 명확히 연결함으로써 프로젝트 구성원들의 이해를 돕고, 협업의 혼선을 줄이며 운영 효율성을 높이는 데 기여한다.

이는 타 산업군인 항공, 국방, 의료 등의 대형 AI 프로젝트에도 적용 가능한 Framework서의 가능성을 시사한다. 향후 연구에서는 DAINOS Framework의 협업 효율성, 의사결정 구조, 산출물 품질 등에 대한 정량적 분석을 수행하고, 산업군별 사례 비교를 통해 그 적용성과 조정 가능성을 고도화할 수 있을 것이다.

Acknowledgments

This research was supported by the Smart Green Industrial Complex Initiative of the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), Republic of Korea.

참고문헌

[1] H. Kerzner. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling. Wiley.

[2] C. Marnewick, W. Erasmus, & N. Joseph. (2021). Exploring project complexity dimensions in AI and ML projects. International Journal of Managing Projects in Business, 14(5), 1103–1121.

[3] PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute.

[4] R. Müller & J. R. Turner. (2010). Leadership competency profiles of successful project managers. International Journal of Project Management, 28(5), 437–448.

[5] A. Davies, D. Gann, & T. Douglas. (2009). Innovation in megaprojects: Systems integration at London Heathrow Terminal 5. California Management Review, 51(2), 101–125.

[6] 최광배, 이은주 (2021). 인공지능 프로젝트의 성공 요인 분석: 조직 구성과 프로젝트 구조의 관점에서. 정보시스템연구, 30(4), 123–144.

[7] 김진혁, 이영민 (2023). 대규모 프로젝트의 복잡성 관리와 이해관계자 조정 전략. 한국프로젝트경영학회지, 24(2), 1–21.

[8] 박선미, 정재민 (2020). 데이터 기반 AI 프로젝트에서의 MLOps 적용 사례 분석. 한국지능정보시스템학회논문지, 26(4), 67–84.

[9] 송기영, 홍성표 (2019). 초거대 ICT 융합 프로젝트의 통합관리 방안 연구. 한국정보통신학회논문지, 23(7), 1430–1441.

[10] 정한영, 윤태환 (2022). WBS 기반의 도메인 레이블링 기법 개발. 정보처리학회논문지, 29(6), 487–499.

안전모 부착 지능형충돌방지시스템의 건설현장 적용시 FMEA와 강도 빈도법을 활용한 안전사고 관리 방안

김우봉[1], 류태범[2*]
[1]상생안전기술(주) 대표
[2*]국립한밭대학교 산업경영공학과 교수
e-mail : tbryu@hanbat.ac.kr

Safety accident management plan using FMEA and intensity frequency method when applying intelligent collision avoidance system with safety helmet attachment to construction site

Woo-Bong Kim[1], Tae-beum Ryu[2*]
[1]CEO, Win-Win Safety Co., Ltd.
[2*]Professor, Department of Industry Management Engineering, Hanbat National University

요 약

본 연구는 건설현장에서 중장비와 작업자 간 충돌사고를 예방하기 위해 도입된 안전모 부착형 지능형 충돌방지 시스템의 실질적 효과를 정량적으로 평가하고자 한다. 기존에는 단순한 도입 여부나 경고 횟수에 초점을 맞췄던 것과 달리, 본 연구는 FMEA(Failure Modes and Effects Analysis) 기법과 강도-빈도 분석을 적용하여 충돌 원인별 위험도를 정량화하였다. 사고 사례 분석을 통해 주요 위험요소를 도출하고, 각 요소에 대해 발생빈도(F), 심각도(S), 검출가능성(D)을 기반으로 RPN을 산정하였다. 이를 통해 시스템 적용의 적정성을 100점 척도로 평가하였으며, 등급화된 결과는 안전관리 수준의 개선 방향을 제시하는 데 활용될 수 있다. 본 연구는 충돌방지 시스템의 효과성 검증뿐 아니라 향후 제도화 및 정책화를 위한 기초자료를 제공한다.

1. 서론

건설현장은 중장비와 작업자가 복합적으로 혼재된 고위험 작업 환경으로, 특히 양자 간의 충돌사고는 중대재해로 이어질 수 있는 핵심 위험요소 중 하나이다. 이에 따라, 최근에는 정보통신기술(ICT)을 기반으로 한 안전관리 기술이 개발되고 있으며, 그중 하나로 안전모 부착형 지능형 충돌방지 시스템이 주목받고 있다. 이 시스템은 RFID, UWB 등의 센서를 활용하여 작업자와 중장비 간 거리를 실시간으로 감지하고, 위험 접근 시 경고음을 발생시키는 방식으로 운용된다.

그러나 현재까지의 현장 적용은 기술 도입 여부에만 초점이 맞춰져 있으며, 실제로 얼마나 자주 작동하는지, 사고를 얼마나 예방했는지에 대한 정량적 효과 분석은 부족한 상황이다. 특히 기존 연구들은 단순한 경고 발생 횟수나 시스템 설치 여부 중심의 평가에 그치고 있어, 도입의 질적 수준이나 충돌사고 예방 효과를 실증적으로 판단하기 어려운 한계가 있다. 또한 충돌 원인별로 위험의 강도와 빈도가 서로 다른데도 불구하고, 이를 차등화하여 평가하는 기준 역시 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 지능형 충돌방지 시스템의 실효성을 FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)기법과 **강도-빈도(Severity-Frequency)**분석 기법을 활용하여 정량적으로 평가하고자 한다. 본 연구에서는 실제 사고 사례를 기반으로 충돌 원인요소를 도출하고, 각 요소에 대해 발생빈도(F), 심각도(S), 검출가능도(D)를 기준으로 위험우선순위수(RPN)를 산정하며, 이를 통해 시스템 적용의 효과성과 적정성을 종합적으로 평가한다.

궁극적으로 본 연구는 단순한 기술 도입을 넘어, 각 작업 조건과 원인요소별 위험도를 정량화함으로써 안전모 부착 지능형 충돌방지 시스템이 건설현장 내 실질적인 안전성 향상에 기여할 수 있는지를 과학적으로 검증하고, 향후 제도화·정책화를 위한 실증적 근거를 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

본 연구에서 제시하는 평가체계는 FMEA(Failure

Modes and Effects Analysis) 기반의 위험도 분석 이론과 건설현장 충돌 사고의 특수성을 반영한 설계논리 구조를 결합한 것이다. 평가체계의 설계는 다음과 같은 이론적 기반을 따른다.

2.1.1 원인-결과 중심의 계층적 구조

시스템 설계는 사고 발생의 원인요소(Failure Cause)→사고결과(Effect)로 이어지는 논리적 인과관계를 중심으로 구성된다.
예를 들어, "안전모 미착용"이라는 원인은 "근접 충돌 시 머리 손상"이라는 결과로 이어지며, 이는 심각도(Severity)에 영향을 미친다.

2.1.2 FMEA 기반 정량 평가 모델

FMEA의 핵심은 각 사고 원인에 대해 발생빈도(Frequency),심각도(Severity), 검출가능성(Detection)을 점수화하고, 이들의 곱인 위험우선순위수(RPN)를 산출하는 것이다.
본 연구에서는 이를 건설현장 현실에 맞춰 수정하여, 검출가능성(D)은 "경고 시스템 작동률", "반응시간", "설치·유지율" 등으로 반영하였다.

2.1.3 빈도법(Severity-Frequency Matrix)의 응용

기존의 단일 점수화 방식에서 나아가, 강도-빈도 매트릭스를 기반으로 위험도를 시각화하여, 평가결과를 4단계 등급(A~D)으로 분류한다.
이 방식은 기존의 정성적 진단 평가를 정량화하고, 다수의 작업장 또는 작업구역 간 비교를 가능케 한다.

2.1.4 평가요소 모듈화 및 점수 통합 방식

평가대상 요소(안전모 착용 여부, 근접거리, 시스템 작동 유무 등)는 각각 독립된 위험요소로 간주되며, 이를 통합하여 다차원 위험도 분석 모듈을 설계하였다.
이를 통해 객관적 등급화(A~D)가 가능하도록 설계되었다.

2.1.5 실현 가능성 및 제도적 활용성 고려

본 설계 체계는 실제 현장 데이터 수집이 가능한 항목(센서 로그, CCTV, 설문 등)만으로 구성되어 현장 적용성이 높고, 향후 안전 인증제도, 스마트 건설기술 평가모델, 지침 개발 등에 활용될 수 있도록 확장성과 제도화 가능성을 고려하여 설계되었다.

Acknowledgments

This research was conducted as part of the Master's degree program in Smart System Management Engineering at Hanbat National University. I would like to express my deepest gratitude to Professor Taebeom Ryu of Hanbat National University for his invaluable guidance and support throughout the research process. Special thanks also go to Korea Construction Safety Corporation and the site personnel who generously provided data and cooperation during the on-site application of this study. This research is the result of a practical effort to contribute to the enhancement of construction site safety and the improvement of institutional safety frameworks. I sincerely thank all those who contributed to its completion.

참고문헌

[1] Jung, M., & Park, J. (2022). Case study on prevention of fire/explosion accidents caused by chemical substances in small/medium-sized construction sites. Journal of the Korea Institute of Construction Safety, 17(3), 123–135.

프로젝트 관리 지식과 성과 간의 영향 관계 분석

정동현[1], 박소현[2], 김승철[3*]
[1]한양대학교 대학원 경영학과 박사과정
[2]건국대학교 경영대학 초빙교수
[3*]한양대학교 경영대학 명예교수
e-mail : sckim888@hanyang.ac.kr

Analyzing the relationship between project management knowledge and performance

Dong-Hyun Chung[1], So-Hyun Park[2], Seung-Chul Kim[3*]
[1]Ph.D. Candidate, Hanyang University
[2]Adjunct Professor, College of Business Administration, Konkuk University
[3*]Professor Emeritus, School of Business, Hanyang University

요 약

프로젝트의 성공은 조직의 전략적 목표와 밀접하게 연관되어 있으며, 이를 위해서는 프로젝트 관리자의 경험, 프로젝트 관리 지식 및 프로세스 활용 능력, 조직 차원의 체계적인 관리 시스템이 핵심적인 성공 요인으로 작용한다. 본 연구는 PMBOK 7판의 4가지 주요 지식 영역의 성숙도가 프로젝트 성과에 미치는 영향을 분석하고, 이를 통해 프로젝트 관리 지식영역이 프로젝트 및 기업 성과에 얼마나 영향을 미칠 수 있는지 규명하고자 한다.

1. 서 론

프로젝트는 오랫동안 조직의 비즈니스 목표 달성과 경쟁력 확보를 위한 핵심 활동으로 자리 잡아왔다(Whitty, 2009). 프로젝트의 성공은 조직의 전략적 목표와 밀접하게 연관되어 있으며, 이를 위해서는 프로젝트 관리자의 경험, 프로젝트 관리 지식 및 프로세스 활용 능력, 조직 차원의 체계적인 관리 시스템이 핵심적인 성공 요인으로 작용한다(Joslin and Muller, 2015; Kerzner, 2019; PMI, 2022).

기존 연구들은 프로젝트 관리 방법론이 프로젝트 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 점을 반복적으로 입증해왔다(Joslin and Muller, 2015; Kerzner, 2019). 그러나 이들 연구 대부분은 PMBOK 6판에 기반한 프로세스 중심의 지식영역 구조를 활용하였으며, 최근 발표된 PMBOK 7판의 원칙 중심 구조와 성과 중심 패러다임 변화는 반영하지 못하고 있다.

본 연구는 PMBOK 7판의 새로운 원칙 기반 프레임워크를 실증적으로 반영하고, 프로젝트 관리 성숙도가 건설 산업의 프로젝트 성과에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였으며, 프로젝트 규모 및 기업 규모의 조절 효과를 함께 검증하였다.

2. 이론적 배경: 프로젝트 관리의 주요 지식영역

Amir(2022)는 PMBOK 7판에서 제시된 8가지 지식영역 중 이해관계자 관리, 기획 관리, 프로젝트 작업 관리, 인도 관리라는 4가지 주요 지식영역이 건설 산업에서 중요한 역할을 한다고 설명하였다. 이해관계자 관리와 팀 관리가 밀접하게 연관되어 있으며, 팀 관리가 이해관계자 관리의 하위 개념으로 통합적으로 관리될 수 있다고 주장하였다. 또한, 개발 접근 방식 및 생애주기와 기획은 프로젝트 수명 주기 내에서 중요한 계획 활동을 포함하며, 프로젝트 특성의 대부분이 계획 단계에서 결정된다고 하였다. 프로젝트 작업 관리와 측정은 작업 모니터링과 제어에서 핵심적인 역할을 하며, 프로젝트가 계획대로 진행되도록 보장하는 데 필수적이라고 언급하였다. 더불어 불확실성 관리와 인도는 서로 밀접하게 연결되어 있으며, 프로젝트의 불확실성 및 위험 요소가 결과물의 인도에 큰 영향을 미친다고 설명하였다. 이를 통해 이 4가지 주요 지식영역이 프로젝트 성과와 깊이 연관되어 있으며, PMBOK 7판이 실제 건설 산업 현장에서 어떻게 적용되는지를 분석해야 한다고 강조하였다.

3. 연구 방법

3.1. 연구 모형

본 연구를 위해 <Figure 1>과 같은 연구 모형을 수립하였다.

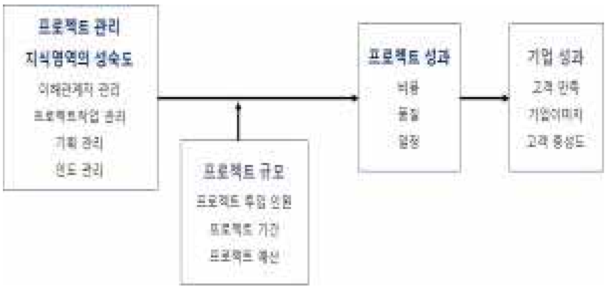


Figure 1. Research Model

3.2. 연구 가설

가설: 프로젝트 관리 지식영역의 성숙도와 성과

프로젝트 성과는 프로젝트 관리(PM) 성숙도와 밀접하게 연관되어 있으며, PM 지식의 성숙도가 조직 문화와 결합될 때 조직 성과에 긍정적인 영향을 미친다 (Yazici, 2020).

가설 1: 프로젝트 관리 지식영역의 성숙도는 프로젝트 성과(비용, 품질, 일정)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-1. 이해관계자 관리의 성숙도는 프로젝트 성과 (비용, 품질, 일정)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-2. 기획 관리의 성숙도는 프로젝트 성과(비용, 품질, 일정)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-3. 프로젝트작업 관리의 성숙도는 프로젝트 성과 (비용, 품질, 일정)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-4. 인도 관리의 성숙도는 프로젝트 성과(비용, 품질, 일정)에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설: 프로젝트 성과와 기업 성과와의 관계

프로젝트가 일정, 예산, 품질 기준을 충족하면 고객 만족도가 높아진다는 것을 연구를 통해 밝혔다 (Samosir and Syamil,2021).

가설 2. 프로젝트 성과(일정, 품질, 비용)는 기업 성과 (고객충성도, 기업이미지, 고객만족)에 영향을 미칠 것이다.

가설: 프로젝트 규모의 조절 효과

프로젝트 규모는 프로젝트 성과에 중요한 조절 효과를 나타낼 것으로 예상된다. 이는 프로젝트의 크기와 복잡성에 따라 필요한 관리 기술과 접근 방식이 달라지며, 그에 따라 프로젝트의 성과에도 차이가 발생할 수 있음을 시사한다.

가설 3: 프로젝트 규모에 따라 프로젝트 관리 지식영역의 성숙도(이해관계자 관리, 기획 관리, 프로젝트 관리, 인도 관리)가 프로젝트 성과(비용, 품질, 일정)에 미치는 영향은 차이가 있을 것이다.

4. 분석과 결과

본 연구에서 설정한 측정모형과 연구모형의 적합도가 전반적으로 적합하다고 판단되어 다중회귀분석을 통해 가설 검정을 실시하였다. 분석 결과는 <Table 1>에 제시되었다.

5. 결 론

본 연구는 프로젝트 관리 지식영역(이해관계자 관리, 기획 관리, 프로젝트 작업 관리, 인도 관리)의 성숙도가 프로젝트 성과(일정, 비용, 품질)를 통해 기업 성과(기업 이미지, 고객 충성도, 고객 만족)에 미치는 영향을 분석하였다. 이해관계자 관리, 기획 관리, 프로젝트 작업 관리는 프로젝트 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 인도 관리는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 특히, 인도 관리는 프로젝트 성과보다는 최종 고객만족과 같은 결과 중심적 목표에 더 초점이 맞추어진 것으로 해석할 수 있다.

조절효과 분석 결과 기업의 규모와 매출액 수준에 따라 PMBOK 지식영역의 성숙도가 프로젝트 성과에 미치는 영향에는 큰 차이가 없었으나, 기업의 특성에 따른 맞춤형 프로젝트 관리 전략의 필요성을 파악할 수 있었다.

Table 1. Results of Hypotheses Testing by Multiple Regression Analysis

종속변수	R제곱	수정된 R제곱	F값 (유의확률)	독립변수	t값	유의확률
고객만족	565	539	22.058 (0.01)	이해관계자	-2.104	0.039*
				기획	3.397	0.001**
				프로젝트	-0.709	0.481
				인도	3.867	0.000**
비용	523	495	18.644 (0.01)	이해관계자	-2.485	0.015*
				기획	4.221	0.000**
				프로젝트	2.773	0.007**
				인도	-0.541	0.590
품질	635	613	29.557 (0.01)	이해관계자	-1.818	0.073*
				기획	3.442	0.001**
				프로젝트	4.554	0.000**
				인도	-0.690	0.492
일정	459	426	14.448 (0.01)	이해관계자	0.197	0.844
				기획	2.387	0.020*
				프로젝트	2.268	0.027*
				인도	-0.355	0.724
고객만족	446	422	18.490 (0.01)	지속가능경제	0.330	0.742
				지속가능환경	1.986	0.051*
				지속가능사회	4.098	0.000**
비용	334	305	11.512 (0.01)	지속가능경제	0.800	0.426
				지속가능환경	1.308	0.196
				지속가능사회	2.927	0.005**

참고문헌

[1]Joslin, R., & Müller, R. (2015). Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts. International Journal of Project Management, 33(6), 1377-1392.

[2] Kerzner, H. (2019). USING THE PROJECT MANAGEMENT MATURITY MODEL: STRATEGIC

글로벌 매트릭스 조직에서 조직간 협업 성과 및 프로젝트 성과에 미치는 요인에 관한 연구 : 반도체 장비산업 중심으로

최용일[1], 부제만[2*]
[1]수석연구원, 헬러코리아
[2*]한양대학교 프로젝트관리학전공 주임교수
e-mail : boojeman@hanyang.ac.kr

A Study on the factors Influencing Inter-Organizational Collaboration Performance and Project performance in Global Matrix Organizations Focusing on the Semiconductor Equipment Industry

Choi, Yong Il[1], Boo, Je Man[2*]
[1]Principal Software Engineer, HELLER KOREA, LTD.
[2*]Professor, Department of Mechanical and Plant Engineering, Hanyang University

요 약

반도체 장비산업은 고도의 기술력과 고객 맞춤형 대응 역량을 요구하는 대표적인 기술집약 산업으로, 제품 개발 과정에서 기능 조직 간 협업은 물론, 국가 간 협업도 필수적으로 이루어진다. 특히 장비 개발 프로젝트는 설계, 제어, 소프트웨어, 품질, 생산 등 다양한 부문이 동시에 연계되며, 이러한 특성으로 인해 글로벌 매트릭스 조직 구조가 보편적으로 채택되고 있다. 매트릭스 조직은 복수의 보고 체계를 통해 유연한 협업을 가능하게 하지만, 동시에 의사결정 지연, 역할과 책임(R&R)의 불명확성, 문화적 차이로 인한 갈등 등의 문제를 동반한다.

본 연구는 이러한 문제의식에 기반하여, 글로벌 매트릭스 조직에서의 협업 성과 및 프로젝트 성과에 영향을 미치는 요인을 체계적으로 분석하고자 하였다. 이론적 틀로는 기술적(Technological), 조직적(Organizational), 환경적(Environmental) 요인을 중심으로 한 TOE 프레임워크를 적용하였으며, 각각 커뮤니케이션 도구 활용, 프로세스 표준화, 변경 관리 체계화(기술적), R&R 명확화와 정보 공유 구조(조직적), 고객 협업 기반 요구사항 관리, 문화적 이해 증진, 산업 표준 및 법규 준수(환경적)를 주요 변수로 설정하였다.

실증분석을 위해 국내 반도체 장비 산업 종사자들을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 총 267부의 유효 표본을 확보하였다. 수집된 데이터를 바탕으로 다중회귀분석 및 3단계 위계적 회귀분석을 수행하였으며, 애자일 방식의 도입 여부를 조절 변수로 설정하여 조직 간 협업 성과와 프로젝트 성과 간 관계에 대한 조절 효과를 분석하였다.

분석 결과, 기술적 요인과 조직적 요인은 조직 간 협업 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미쳤으며, 환경적 요인도 통계적으로 유의한 영향력을 나타냈다. 아울러, 조직 간 협업 성과는 프로젝트 성과에 강한 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 애자일 방식 도입은 기술적·조직적·환경적 요인 일부에서 조절 효과를 나타내었으며, 특히 변경 관리 체계화 및 고객 요구사항 관리와의 상호작용에서 유의한 결과가 도출되었다. 이는 반복적인 피드백과 유연한 대응을 중시하는 애자일 방식이 글로벌 협업 환경의 복잡성과 불확실성을 완화하는 데 효과적임을 시사한다.

본 연구는 반도체 장비 산업이라는 기술 중심 산업을 배경으로, 조직 간 협업 성과와 프로젝트 성과 간의 관계를 TOE 프레임워크에 기반하여 실증적으로 분석하고, 애자일 방식 도입의 조절 효과를 구조적으로 검증했다는 점에서 학문적 의의가 크다. 또한, 기술적·조직적·환경적 요인을 중심으로 한 협업 전략 수립과 애자일 방식의 선택적 도입 전략은 실제 산업 현장에서 실무적으로 활용 가능한 시사점을 제공할 수 있다. 특히 글로벌 매트릭스 조직 내에서 협업 체계를 효과적으로 운영하고자 하는 기업에게, 본 연구 결과는 인적 자원과 시스템 자원의 조화를 통해 프로젝트 성과를 극대화할 수 있는 전략적 근거를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

반도체 장비 산업은 고부가가치 기술이 집약된 분야로, 고객 맞춤형 기술 요구와 빠른 납기 대응을 위해 여러 국가 및 기능 부서가 동시에 협력하는 글로벌 매트릭스 조직 구조를 채택하고 있다. 이러한 구조는 프로젝트 수행에 있어 시차, 문화 차이, 기술 공유의 복잡성을 수반하며, 조직 간 협업의 효율성이 프로젝트 성과를 결정짓는 핵심 요인으로 작용한다. 본 연구는 반도체 장비 산업의 글로벌 매트릭스 조직을 대상으로 협업 성과와 프로젝트 성과에 영향을 미치는 기술적, 조직적, 환경적 요인을 실증적으로 분석하고, 애자일 방식 도입 여부가 이들 관계에 미치는 조절 효과를 함께 검증하였다.

2. 연구 내용

본 연구는 TOE(기술-조직-환경) 프레임워크를 기반으로 연구모형을 설계하였다.

- 기술적 요인: 커뮤니케이션 도구 활용, 프로세스 표준화, 변경 관리 체계화
- 조직적 요인: R&R 명확화, 정보 공유 구조
- 환경적 요인: 고객 요구사항 관리, 문화적 이해 증진, 산업 표준 및 법규 준수
- 조절 변수: 애자일 방식 도입
- 종속 변수: 조직 간 협업 성과 → 프로젝트 성과

이러한 구조를 바탕으로 다중회귀 및 위계적 회귀분석을 통해 가설을 검증하였다.

3. 연구 방법

본 연구는 2025년 5월 4일부터 5월 16일까지 반도체 장비 관련 종사자를 대상으로 총 267부의 온라인 설문조사를 실시하였다. SPSS 21을 사용하여 요인분석, 신뢰도 분석, 다중회귀분석, 위계적 회귀분석을 통해 가설을 검증하였다.

4. 연구 결과 요약

- 기술적 요인은 조직 간 협업 성과에 유의미한 정(+)의 영향을 미침 ($R^2=0.285$)
  - 커뮤니케이션 도구 활용 ($t=6.064$, $p<0.001$)
  - 프로세스 표준화 ($t=2.850$, $p=0.005$)
  - 변경 관리 체계화 ($t=5.901$, $p<0.001$)
- 조직적 요인도 정(+)의 유의한 영향 ($R^2=0.179$)
  - R&R 명확화 ($t=5.227$, $p<0.001$)
  - 정보 공유 구조 ($t=4.487$, $p<0.001$)
- 환경적 요인 역시 유의한 정(+)의 영향 ($R^2=0.321$)
  - 고객 요구사항 관리 ($t=4.003$, $p<0.001$)
  - 문화적 이해 증진 ($t=6.264$, $p<0.001$)
  - 산업 표준 및 법규 준수 ($t=7.364$, $p<0.001$)
- 조직 간 협업 성과 → 프로젝트 성과에 강한 정(+)의 영향 ($R^2=0.535$)
- 애자일 방식 도입의 조절 효과
  - 기술적 요인 중 커뮤니케이션 도구 활용(-), 변경 관리 체계화(+)에 조절 효과
  - 조직적 요인 중 정보 공유 구조(-)에 조절 효과
  - 환경적 요인 중 고객 요구사항 관리(+)에 조절 효과

5. 결론 및 시사점

- 이론적 기여: TOE 요인을 통합 분석하고, 애자일 방식의 조절 역할을 실증적으로 입증함으로써 글로벌 협업 성과 연구에 새로운 시각을 제시
- 실무적 시사점: 커뮤니케이션 도구 활용, R&R 명확화, 고객 중심 요구사항 관리, 유연한 애자일 전략의 선택적 도입이 협업 효율성과 프로젝트 성공률을 향상시킬 수 있음

6. 한계 및 향후 연구 방향

- 반도체 장비 산업 특화 연구로 타 산업 적용에는 제한
- 설문 기반 자기보고 방식의 응답 편향 가능성
- 향후에는 실제 프로젝트 데이터 기반의 정량적 분석과 글로벌 비교 연구 필요

본 연구는 반도체 산업의 글로벌 경쟁 심화 속에서 협업 기반 성과 향상을 위한 전략적 인사이트를 제공하며, 기술과 조직의 정합을 통해 효과적인 매트릭스 운영 방안을 제안하였다.

참고문헌

[1] 김동현. (2024). SK하이닉스, HBM 검사장비 표준서 한미반도체 제외 검토. 한국경제. https://www.hankyung.com/it/article/202403060000

[2] 김성윤, 이명진. (2020). 조직 내부 커뮤니케이션이 협업성과와 조직효과성에 미치는 영향: 온라인 커뮤니케이션 협업도구의 조절효과를 중심으로. 한국콘텐츠학회논문지, 20(12), 498-518.

[3] 김영대, 이원석, 장상현, 신용태. (2021). TOE 프레임워크와 가치기반수용모형 기반의 인공지능 신약개발 시스템 활용의도에 관한 실증 연구. 한국IT서비스학회지, 20(3), 41-56.

[4] 김인재, 이연정. (2006). 소프트웨어 프로세스 개선의 영향요인이 조직의 성숙도에 미치는 영향. 한국경영정보학회 학술대회논문집, 299-304.

[5] 김창범. (2017). 반도체 장비 개발프로세스 플랫폼 개선에 대한 연구. 국내석사학위논문, 아주대학교 공학대학원.

[6] 민재홍, 이형호, 조평동, 함진호. (2011). 정보통신 표

준화 프로세스 개선방안. 전자통신동향분석, 26(5), 177-185.
[7] 복철규. (2008). 반도체 신기술 개발 매트릭스 조직의 문제점 개선 방안 연구. 국내석사학위논문, 연세대학교 정경대학원.
[8] 신건웅. (2023). 이재용 틈만 나면 찾았던 ASML, 삼성전자와 초미세 공정 개발한다. news1. https://www.news1.kr/industry/electronics/5259312
[9] 이가빈, 하선우, 박성민. (2023). 개인의 역할모호성과 조직의 목표명확성이 조직성과와 업무성과에 미치는 영향 연구. 한국인사행정학회보, 22(3), 93-132.
[10] 이세영, 용환승. (2009). 애자일 기법을 이용한 소프트웨어 분산 개발 및 평가. 정보처리학회논문지 D, 16(4), 549-560.
[11] 이예빈, 김성희. (2016). 자기효능감, 조직문화 및 팀 성과의 관계에서 지식공유의 매개효과. 한국도서관정보학회지, 48(1), 219-239.
[12] 체렝돌람. (2016). 조직몰입과 협업이 성과에 미치는 영향. 국내석사학위논문, 가천대학교 일반대학원.
[13] 한정우. (2002). 업무 표준화를 위한 프로세스모델링 방법론에 관한 연구. 국내석사학위논문, 연세대학교 대학원.
[14] Appelbaum, S. H., Nadeau, D., & Cyr, M. (2008). Performance evaluation in a matrix organization: A case study. Industrial and Commercial Training, 40(2), 95-102.
[15] Baker, J. (2012). The technology-organization-environment framework. In Y. K. Dwivedi, M. R. Wade, & S. L. Schneberger (Eds.), Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society (pp. 231-245). Springer.
[16] Galbraith, J., & Hobday, M. (2003). Implementation and performance of a matrix organization structure: A case study. International Journal of Project Management, 21(1), 51-62.
[17] Neonrain. (n.d.). Agile Scrum for Web Development. https://www.neonrain.com/blog/agile-scrum-for-web-development/
[18] Scott, J. E. (2007). An e-transformation study using the technology-organization-environment framework. Proceedings of BLED 2007, 1-15.
[19] Semiconductor Ecosystem Survey Group. (2010). Collaborative Innovation in the Global Semiconductor Industry. Wharton-GSA Semiconductor Ecosystem Survey.
[20] Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). The Processes of Technological Innovation. Lexington Books.

애니메이션 시청 특성이 상품 구매에 미치는 영향

이대연[1], 김기태[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 산업경영공학과 교수
e-mail : dylee@gaonpf.com

The Impact of Anime Viewing Characteristics on Product Purchasing Behavior

Dae-Yeon Lee[1], Ki-Tae Kim[2*]
[1]Department of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Department of Industrial & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

본 연구는 애니메이션 시청 특성이 애니메이션을 활용한 지식재산 콘텐츠 상품 구매에 미차는 영향을 파악하는 것을 목적으로 한다. 국내의 애니메이션 산업은 로봇, 공룡 등 유아동 대상의 애니메이션 제작과 캐릭터 판매에 치중되어 있으나, 출산율 감소로 인해 애니메이션 산업에 대한 전반적인 개편이 필요한 시점이다. 이에 본 연구에서는 애니메이션을 시청하는 10대~40대의 시청특성이 애니메이션 콘텐츠 상품 구매에 어떠한 영향을 미치는지 파악하여, 애니메이션 콘텐츠를 활용한 상품 개발 고려사항으로 제시하고자 한다.

1. 서론

최근 키덜트 문화는 어린 시절 경험한 장난감에 대한 욕구와 단순 놀이 도구를 넘어 취미 및 수집에 대한 소비 심리로 인해 키덜트들에게 중요한 문화적 상징으로 자리를 잡고 있다. 코로나 팬데믹 이후 외부 활동 중심의 문화가 서서히 실내 활동 중심의 문화로 변화되고 있으며, 스트리밍 플랫폼의 부상으로 인해 키덜트 시장의 소비문화는 기존 서브컬처 소비문화에서 일반 대중으로 확산하는 방식으로 변화하고 있다.

한국콘텐츠진흥원의 2025년‘콘텐츠 산업 전망보고서’ 조사에 따르면, 국내 키덜트 시장은 2014년 약 5,000억 규모에서 2020년 1조 6,000억원까지 성장하였고 연평균 성장률 20%로 높은 성장을 보이는 시장이며, 향후 최대 11조 원까지 성장할 것이라고 예측한다.

또한 OTT 플랫폼은 코로나19 이전 2019년 가입자 1억 6,700만명에서 이후 2023년 3분기 기준 2억 4,000만을 돌파하여 47% 이상의 가입자 증가세를 보였으며, 애니메이션의 경우 OTT의 이용자가 86.4%로 시청 경로로 가장 높게 나타나고 있다.

국내 애니메이션 시장은 OTT 시장의 확산에도 불구하고 많은 어려움을 겪고 있으며, 산업에 대한 생태계 자체가 긍정적이지 않은 상황이다. 이러한 상황에서 국내의 애니메이션 대부분은 영유아 대상의 키즈 완구 사업을 주요 사업으로 하는 산업이 주를 이루고 있다. 하지만 이마저도 인구감소, 저출산으로 인해 시장이 줄어들고 있으며, 해외직구로 인한 초저가 캐릭터 상품으로 인해 산업이 위축되고 있다.

따라서 국내 애니메이션 산업도 키덜트 중심의 산업으로 개편이 필요하며, 이를 위해서는 키덜트 문화를 이해하고, 키덜트의 애니메이션 시청 특성에 따라 캐릭터 상품에 대한 개발과 투자가 이루어져야 한다.

이에 본 연구에서는 키덜트를 중심으로 애니메이션 시청 특성이 캐릭터 구매에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고, 시청의 특성에 따라 키덜트 시장에서 상품의 경쟁력을 확보하기 위한 연구를 수행하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1. 애니메이션 시청 특성에 관한 연구

멀티 플랫폼 환경에서 어린이 시청자의 애니메이션 시청 특성을 파악하고, 콘텐츠 수용이 캐릭터 구매에 어떠한 영향을 미치는지 연구를 수행하였으며, 그 결과 캐릭터 상품 구매 의사는 가정의 월 소득, 웹 애니메이션의 유료 구매 금액, 그리고 자녀의 TV 시청시간 및 작품성 인식이 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났고, 웹 애니메이션을 유료로 지불하는 금액이 크고 부모가 작품성을 높게 인식할수록 더 높은 영향이 있는 것으로 연구되었다[1].

2.2. 키덜트 소비에 관한 연구

키덜트의 소비행태를 분석한 결과 주로 구매하는 장난감은 피규어가 가장 많았으며, 아트토이, 프라모델, 미니어처, 인형 등의 순으로 다양하게 수집하는 것으로 분석되었다. 남성 키덜트는 프라모델, 레고, 다이캐스트

등에 많은 소비 비중을 두고 있었으며, 여성은 아트토이, 미니어처, 인형에 높은 구매를 하는 것으로 나타났다. 키덜트 소비자들이 장난감을 구매할 때 타인과 함께 하기보다는 혼자 소비하려는 성향이 강하게 나타났으며, 남성은 동호회 회원과 여성 소비자는 남자친구나 남편과 함께 장난감 소비 행위를 하는 행태가 나타났다[2].

2.3. 본 연구의 차별성

기존의 대부분의 선행 연구들은 특정 애니메이션 캐릭터를 중심으로 해당 캐릭터에 대한 매력도, 심미성 등을 연구하여 애니메이션 캐릭터 구매에 대한 마케팅 전략을 수립하는 연구에 초점이 있다면, 본 연구는 애니메이션 시청특성, 즉, 시청 주기, 빈도, 시간, 시청 플랫폼을 중심으로한 애니메이션 구매동기와의 관계를 다루고 있다.

이에 본 연구는 소비자의 애니메이션 시청 특성을 고려하여, 서브컬처인 애니메이션 캐릭터 상품 구매를 위한 마케팅 전략을 제시하고, 국내 애니메이션 산업의 발전과 특히 키덜트 대상의 마케팅 포지셔닝을 위하여 시청특성이 미치는 영향을 분석하였다.

3. 연구 방법 및 장비 설계

본 연구는 한국콘텐츠진흥원의 2024년 애니메이션 산업 실태조사 설문을 활용하여 시청 특성과 애니메이션 콘텐츠 상품 구매 설문 항목을 기반으로 다중명목 로지스틱 회귀 분석을 통해 종속변수(구매의향)에 영향을 미치는 독립변수(시청특성)을 분석하였다.

3.1. 연구 모형

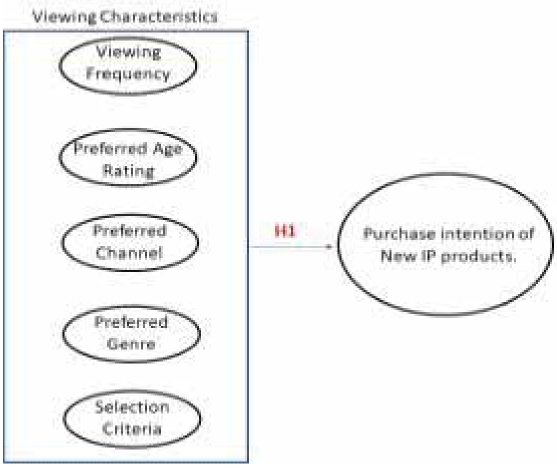


Figure 1. Research Model

3.1. 연구결과 분석

다중명목 로지스틱 회귀 분석 결과 신규 IP 상품 구매 의향에 영향을 미치는 시청 특성은 연령등급, 선호 채널, 선택기준으로 나타났으며 시청빈도, 선호장르는 영향이 없는 것으로 나타났다.

또한 연령등급에서는 15세 이상 및 전체관람가 순서로 영향을 미치는 것으로 조사 되었으며, 게임의 경우에는 18세 이상 관람가가 영향이 높은 것으로 조사되었다.

선호채널은 OTT, Youtube 분석로 조사되었으며, 선택 기준은 스토리, 그림체 순서로 영향을 미치는 것으로 조사 되었다.

Table 1. Statistical analysis results

Viewing Characteristics	Likelihood Ratio Test		
	Chi-square (χ^2)	df	Significance Level
Viewing Frequency	41.809	30	.074
Preferred Age Rating	54.561	24	.000
Preferred Channel	67.265	36	.001
Preferred Genre	68.079	60	.222
Selection Criteria	79.911	60	.044

*P<0.05

4. 결론

국내 애니메이션 산업은 아동 중심의 산업에서 키덜트 중심의 산업으로 개편이 요구되고 있으며, 애니메이션 방송에 대한 수익보다는 애니메이션 지식재산을 활용한 IP 상품에 대한 시장 활성화가 필요한 상황이다.

하지만 국내 키덜트 산업은 외산 애니메이션 캐릭터에 의존적이기 때문에 국내 토종 애니메이션 제작에 대한 투자 및 산업 활성화가 절실하다. 이를 위해서는 국내 키덜트들에 대한 소비 형태를 파악하고 애니메이션 제작시 고려 사항이 무엇인지를 파악하기 위해 본연구를 수행하였다.

이에 연령등급, 선호채널, 선택기준에 대한 검토가 필요하며, 연령등급의 경우에는 15세 이상 관람가 수준의 애니메이션 제작이 필요하고, 선호 채널의 경우에는 OTT, 유튜브를 기반으로 애니메이션 방송을 편성하는 것이 기존 애니메이션 전문 채널 방송 및 영화 관라보다 많은 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

또한 선택기준은 스토리와 그림체로 애니메이션 제작 시 가장 중요한 요소로 상품 구매에 영향을 미치기 때문에 스토리 및 그림체에 대한 애니메이션 투자 평가가 이루어 져야 할 것으로 예상된다.

향후에는 애니메이션 상품구매에 대한 영향의 범위를 확장하여 세부 연령대, 남녀간의 차이, 소득 수준을 고려한 키덜트 프라모델 구매 등 세부항목에 대한 마케팅 관점에서의 연구를 수행하고자 한다.

Acknowledgments

This study was supported by Korea Creative Content Agency

참고문헌

[1] Yoo, Soo-jung, Lee, Yeong-ju, & Song, Gin (2017). A Study on the Relationship between Usage Characteristics of TV and Web Animation and Purchase Intent of Goods Featuring Animation Characters. Cartoon and Animation Studies, 46, 23-61.

[2] Kang, Su-Jung, Lee Jesung, & June Young Lee (2020). Motivation and Behavior of Kidult Consumers' Toy Consumption. 소비문화연구, 23(1), 41-68.

중소기업의 효율적인 ESG 경영시스템 도입방안

박익구[1], 이동형[2], 배성민[3*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 교수
[3*]국립한밭대학교 산업경영공학과 교수
e-mail : iso2c@naver.com

Introduction of an efficient ESG management system for small and medium-sized enterprises

Ik-Gu Park[1], Dong-Hyung Lee[2], Sung-Min Bae[3*]
[1]Department of Smart Systems and Management Engineering, Hanbat National University
[2]Department of Smart Systems and Management Engineering, Hanbat National University
[3*]Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

요 약

최근 심화되는 기후변화 위기 속에서 ESG 등 비재무적 가치의 중요성이 대두되고 있다. 이러한 추세에 따라 다양한 이해관계자들의 ESG 경영에 대한 요구가 업계 전반으로 지속적으로 확산되고 있다. 그러나 재무, 인력, 기술 등 상대적으로 열악한 중소기업에서는 ESG 경영 시스템 도입이 거의 불가능한 상황이다. 이에 본 연구에서는 중소기업에서 쉽게 적용할 수 있는 기존 경영시스템에 ESG경영 마인드를 포함시킨 통합경영시스템을 제안하고자 한다. 본 연구결과는 중소기업의 대외수출 경쟁력 제고에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

ESG는 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)의 약자로, 기업경영 활동을 환경경영, 사회적 책임, 건전하고 투명한 지배구조에 초점을 둔 지속가능성(Sustainability)을 달성하기 위한 기업 경영의 3가지 핵심요소를 의미한다[1]. 따라서 ESG경영은 투자자와 고객의 요구 증대, 기업평가에 ESG 반영, 정부의 ESG 규제강화에 대응하기 위해 필요하게 되었다[2]. EU를 필두로 하여 공급망(Supply Chain) 실사에 대한 요구가 점차 확대됨에 따라, 공급망에 연계된 국내 제조업체에게도 ESG경영 도입이 중요한 과제로 대두되었다[3]. 이에 산업통상자원부에서는 전세계 600여개 ESG 평가지표를 분석하였고, 국내 중소기업들의 ESG경영 도입 및 공급망 실사 대응에 도움을 주기 위해 'K-ESG 가이드라인'을 발표하였다.그러나 재무, 인력, 기술 등 상대적으로 열악한 중소기업에서는 ESG 경영 시스템 도입이 거의 불가능한 상황이다. 이에 본 연구에서는 중소기업에서 쉽게 적용할 수 있는 기존 경영시스템에 ESG경영 마인드를 포함시킨 통합경영시스템을 제안하고자 한다.

2. 선행 연구

박성욱 외[4]는 중소기업과 관련된 ESG 뉴스기사, 중소기업 ESG 지원정책, KCI에 출판된 ESG 논문 등을 대상으로 키워드 네트워크 분석을 수행했다. 그 결과, 향후 중소기업들이 ESG 영역 전반의 ESG경영 활성화를 위한 정책적 지원이 필요하다고 하였다. 조찬희, 이형용[5]의 국내외 평가기관 ESG등급을 보유한 기업 대상으로 'K-ESG 가이드라인'의 평가기준에 대해 조사분석하였다. 오다훈[6]은 향후 20년 동안 지구의 평균 온도가 1.5℃ 상승함에 따라 '탄소중립'을 달성하기 위한 일환으로 제품의 Life cycle 동안 전과정에 걸친 환경에 대한 영향을 관리할 필요가 있다고 하였다.

그동안의 선행연구들은 ESG경영이 기업성과에 미치는 영향, ESG경영의 필요성, 중소기업의 ESG 도입을 위한 지원 방향, 경영시스템의 통합방안에 관한 연구 등이 대부분이었다. 특히 통합경영시스템 구축 연구는 Annex SL의 HLS가 시행되기전 ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 등 단순히 조직의 경영시스템 통합이라는 관점에서 이루어졌다.

그러나 본 연구는 중소기업에서 쉽게 적용할 수 있는 기존 경영시스템에 ESG경영 마인드를 포함시킨 통합경영시스템을 제안하고자 한다.

3. 연구내용

본 연구에서는 환경(E), 사회(S), 지배구조(G)와 연관된 국내외 표준을 도출하여 각 표준들의 구조와 요구사항을 분석하고 통합시스템을 개발하고자 한다.

본 연구의 내용은 1) ESG와 관련된 국내외 표준을 도출, 2) 도출된 각각의 표준별 요구사항 분석, 3) 관련 표준 중 ISO 경영시스템 요구사항의 high level structure 통합, ESG 통합경영시스템 구축 및 매뉴얼 개발 등이다.

3.1 ESG와 관련된 국내외 표준 도출

ESG 통합경영시스템을 구축하기 위해서는 ESG 와 관련된 K-ESG 가이드라인을 기준으로 하여 심화진단 항목별로 관련 표준을 매칭하였다. 이렇게 매칭된 결과를 토대로 ESG와 관련된 표준을 도출한다.

3.2 ESG 통합경영시스템 설계

ESG 통합경영시스템에 적용하기로 결정한 각 표준들의 구조 및 내용을 살펴보면 대부분이 Annex SL의 상위레벨구조(HLS)로 되어 있으므로 먼저 이들 표준들의 요구사항을 통합하였고, 이후 ISO 2600, KS I 7001, K-ESG 가이드라인의 내용을 그 구조에 맞도록 추가 조정한다.

3.3 ESG경영 매뉴얼과 각 표준의 갭 분석

ESG경영 매뉴얼의 내용이 각 표준에서 요구하는 사항을 누락없이 반영되었는지 확인하기 위해 갭 분석을 실시한다.

4. 연구결과 및 결론

본 연구에서는 ESG 통합경영시스템 구축을 위하여 적용된 표준들의 요구사항을 맵핑하였고 이를 바탕으로 먼저 1개의 ESG경영 매뉴얼을 개발하였다. 개발된 매뉴얼은 중소기업 특성을 고려하여 최소한의 업무절차를 반영하였고 파생되는 업무절차서의 개수를 간소화하여 중소기업의 실정을 반영한 ESG 매뉴얼 및 12종의 업무절차서를 개발하였다. ESG경영 매뉴얼과 각 표준의 갭 분석 결과, 문제없음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] 산업통상자원부. K-ESG 가이드라인 v1, 2021.
[2] 대한상공회의소, KPMG 삼정. 중소기업 CEO를 위한 알기 쉬운 ESG, 대한상공회의소; 2021.
[3] 산업통상자원부. 공급망 대응 K-ESG 가이드라인, 2022.
[4] 박성욱, 한가록, 이재은. 중소기업 ESG에 대한 향후 연구 및 지원정책 방향: 키워드 네트워크 분석을 중심으로, 기업경영연구, 2022년 12월.
[5] 조찬희, 이형용. ESG 평가방법 비교: K-ESG 가이드라인을 중심으로. 지능정보연구. 2023년 3월.
[6] 오다훈, 민경택, 한단비. OpenLCA를 활용한 자동차용 알루미늄 Part의 환경영향평가에 관한 연구. 혁신산업기술논문지. 2023년 12월.

연료전지 폐열 활용 발전시스템 효율 향상 방안 연구

김기현[1], 현창훈[1], 고건희[1], 박경순[2*]
[1](주)젯트
[2*]제주대학교 화학·코스메틱스학과 교수
e-mail : Kimk7906@naver.com

Research on improving the efficiency of fuel cell waste heat utilization power generation system

Ki-Hyun Kim[1], Chang-hoon Hyun[1], Gun-Hee Go[1], Gyung-Soon Park[2*]
[1]JECT. Co., Ltd.
[2*]Professor, Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University

요 약

연료전지의 가장 큰 장점은 유해가스 배출없는 친환경적 에너지원이라는 것이다. 전 세계적으로 유해가스 감축에 대한 공감대가 형성되며 이에 대한 수요 증가가 가시화되고 있다. 우리 정부도 미래 경제성장 동력으로써의 중점 지원분야 중 하나로 연료전지의 개발 및 확산에 주력하고 있다. 본 연구는 연료전지 폐열을 활용한 에너지 효율 향상을 위한 연구로, 상용화된 연료전지(PEMFC, SOFC등)를 직/간접적인 방법으로 효율을 향상시키고, 연료전지에서 발생되는 발전량/열에너지를 최적화할 수 있는 연료전지 폐열 활용 발전시스템을 제시하고자 한다.

1. 서론

연료전지의 기술 수준은 미국, 일본, EU, 한국 순으로 높다. 특히 한국은 최근에 가장 활발하게 보급이 되고 있음에도 불구하고, 연료전지관련 전,후방 산업의 소재, 부품, 장비의 국산화 및 R&D 실증이 부족한 실정이다. 본 연구는 연료전지 폐열을 활용한 에너지 효율 향상을 위한 연구로, 상용화된 연료전지(PEMFC, SOFC등)를 직/간접적인 방법으로 효율을 향상시키고, 연료전지에서 발생되는 발전량/열에너지를 최적화할 수 있는 연료전지 폐열 활용 발전시스템을 연구하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1. 설계이론

재생에너지 출력제한 발생 시 생산되지 못하는 전력을 활용하여 물을 전기 분해해 수소를 생산, 저장해 두었다가 연료전지 또는 수송용 연료로 사용할 수 있다. 산업통상자원부가 2019년 발표한‘수소 경제 활성화 로드맵’에서도 2022년까지 MW급 재생에너지를 연계한 수전해 기술을 확보하고, 대규모 태양광·풍력 발전과 연계하여 수소의 대량 생산을 추진하였다. 제주특별자치도의 그린수소 생산 1호 실증단지에는 수전해 설비를 갖추고 있다. 재생에너지 출력제한이 발생할 경우 생산되지 않는 전력을 생산하여 수전해 기술을 통해 수소로 저장 후 상용화된 연료전지(PEMFC, SOFC등)를 직/간접적인 방법으로 효율을 향상시키고, 연료전지에서 발생되는 폐열을 활용하여 발전량/열에너지를 최적화할 수 있는 연료전지 폐열 활용 발전시스템의 연구가 필요하다.

2.1.1 설계이론

본 연구는 기존 연료전지 시스템의 폐열회수 목적이 급탕용으로 온수를 생산하여 사용하는것의 목적에서 급탕과 난방을 동시에 할 수 있는 시스템을 연구하고자 하였다. 난방수는 보일러 등 장비에서 가열되어 난방 코일을 통해 열을 공급한 후 온도가 낮아진 난방수가 보일러 등 장비로 돌아와 다시 열이 가해지는 과정을 반복하는 시스템이다. 기존의 연료전지 시스템은 온수탱크의 온수를 직접 사용함으로 이를 난방과 같이 사용할 경우 온수 탱크의 온도가 급격이 떨어지게 되어 문제가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 온수 탱크 외부에 난방용 열교환기를 설치하여 온수탱크의 온수와 난방수를 1차 열교환 후 환수는 온수탱크가 아닌 연료전지 폐열을 회수하는 연료전지 시스템에 적용한 열교환기에서 2차 열교환을 하여 연료전지 폐열을 활용한 발전시스템의 효율을 향상시키고자 한다. 또한, 본 연구를 통해 개발한 시스템을 한국산업기술시험원을 통해 연료전지 폐열을 활용한 발전시스템의 효율을 검증하고자 하였다.

2.2.1 설계이론

본 연구의 사이트는 사무용 빌딩으로 재생에너지인 태양광 발전 설비를 설치하여 낮 시간에 최대치의 발전을 하고 있으며, 건물에서 소비하지 못한 잉여전력을 수전해기를 통해 수소를 생산하고, 생산된 수소를 연료전지에 공급하여 생

산된 전기는 계통에 연계하고 연료전지에서 발생하는 폐열을 활용하여 온수 및 난방수를 생산하는 시스템을 실증하였다. 재생에너지인 태양광 발전을 통해 8kW 전력을 공급해 750℃까지 SOFC스택을 가열하고, 수소와 공기의 반응을 통해 750℃를 유지하였다. 또한, 연료전지 시스템의 초기 설계값이 Table 1와 같을 경우 연료전지의 공기 투입량은 Figure 1의 스택 750℃에서 0.8V joper는 0.612Acm−2이다.

Table 1. 연료전지 초기 설계 값

항 목	값
연료전지 작동 온도(Tfc)	750℃
연료 공기 공급 압력	1atm
수소 과급률	1.84
공기 과급률	2.31
단일 셀 작동 전압	0.8V
연료전지 출력	750W

자료: 자체제작

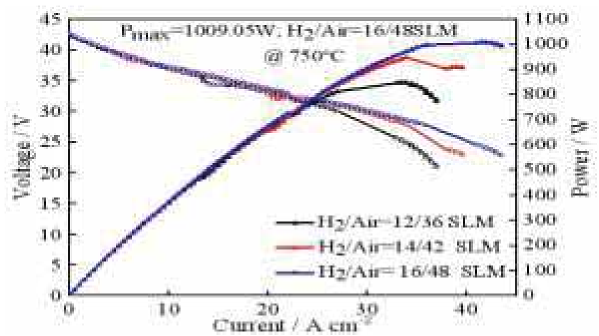


Figure 1. 연료전지 폐열 활용 발전 시스템 계통

본 연구의 사이트는 사무용 빌딩으로 재생에너지인 태양광 발전 설비를 설치하여 낮 시간에 최대치의 발전을 하고 있으며, 건물에서 소비하지 못한 잉여전력을 수전해기를 통해 수소를 생산하고, 생산된 수소를 연료전지에 공급하여 생산된 전기는 계통에 연계하고 연료전지에서 발생하는 폐열을 활용하여 온수 및 난방수를 생산하는 시스템을 실증하였다. 재생에너지인 태양광 발전을 통해 8kW 전력을 공급해 750℃까지 SOFC스택을 가열하고, 수소와 공기의 반응을 통해 750℃를 유지하였다. 본 연구의 연료전지 시스템에서 연료전지 폐열 활용 발전 시스템 계통은 그림2와 같이 나타난다. 또한, 연료전지 시스템의 초기 설계값이 Table 1와 같을 경우 연료전지의 공기 투입량은 Figure 1의 스택 750℃에서 0.8V joper는 0.612Acm−2이다.

연료전지 자체의 원천기술뿐만 아니라 연료전지와 연계될 수 있는 수요 산업을 발굴하기 위해 전·후방 시장의 밸류체인을 보다 다양화하여 산업 생태계가 자생력을 확보할 수 있는 환경을 조성하여, 연료전지 시스템을 수요 현장의 예상 소비전력에 따른 재생에너지 및 그린수소를 활용한 연료전지 시스템의 용량을 제안하고, 설계 및 구축하는 통합솔루션을 새로운 사업 모델로 활용하여야 전문기업들의 경쟁력을 확보 할 수 있을 것으로 판단된다. 현재 연료전지에 대한 인식 중 그린에너지가 아니라는 부분(가스 개질에 의한 CO2 배출)과 경제성에 대한 인식을 본 연구로 개발한 순수소 연료전지 폐열 활용 발전 시스템 효율 향상 방안으로 산업에 적용한다면 개선이 가능할 것으로 판단된다.

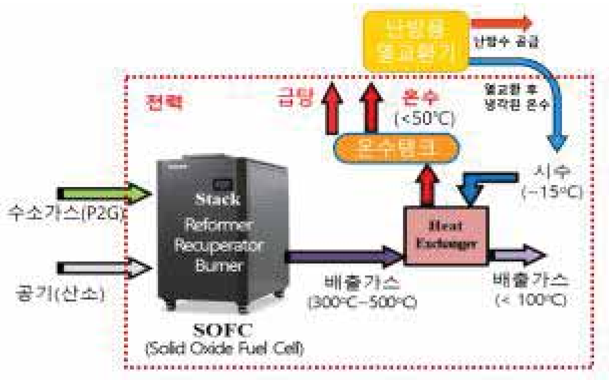


Figure 2. 연료전지 폐열 활용 발전 시스템 계통

Acknowledgments

This study was conducted with the support of the Jeju National University program.

참고문헌

[1] B. C. Kim, “Design of 1kW fuel cell system for waste heat recovery,” Proceedings of the 2022 Autumn Conference of the Electrical Installation Division, The Korean Institute of Electrical Engineers, p.190, 2022.
[2] B. C. Kim, “High efficiency of fuel cell power generation useing peltier effect module” Proceedings of the 2022 Autumn Conference of the Electrical Installation Division, The Korean Institute of Electrical Engineers, p.192, 2022.
[3] K. H. Kim, “Research on Efficiency Improvement of Power Generation System Using Waste Heat from Fuel Cells” Proceedings of the 2023 Autumn Conference of the Electrical Installation Division, The Korean Institute of Electrical Engineers, p.205, 2023.
[4] The Overseas Economic Research Institute of the Export-Import Bank of Korea, “Overview and Current Status of Fuel Cells,” K-New Deal Industry INSIGHT Report No. 3, 2021.

ICT산업 국책 R&D 프로젝트의 핵심 성공요인 분석을 위한 이론적 프레임워크 제안

정환균[1], 정대율[2*]
[1](재)경남테크노파크 경남정보산업진흥본부 전임연구원,
경상국립대학교 경영정보학과 석사과정
[2*]경상국립대학교 경영정보학과 교수
e-mail : gyun@gntp.or.kr, dyjeong@gnu.ac.kr

A Theoretical Framework for Analyzing Critical Success Factors of National R&D Projects in the ICT Industry

Jeong Hwan-Gyun[1], Jeong Dae-Yul[2*]
[1]Senior Researcher, Gyeongnam Technopark, Gyeongnam Information Industry Promotion Headquarters
[2*]Professor, Department of Management Information Systems,
Gyeongsang National University

요 약

본 연구는 문헌 분석을 통해 ICT 산업 분야 국책 R&D 프로젝트의 핵심 성공 요인을 규명하고, 향후 실증 연구 및 데이터 분석에 활용될 수 있는 이론적 프레임워크를 제안한다. 특히 프로젝트 성공 개념의 모호성을 해소하고 정책적 목적의 R&D 과제에서 성공 요인을 명확히 하고자 선행 연구들을 검토하였다.

그 결과 도출된 성공요인 분류와 핵심 요소들을 표로 정리하고, 향후 이러한 프레임워크를 실증적으로 검증하기 위해 확보되어야 할 데이터 항목들(프로젝트 성과, 일정 준수, 고객 만족, 리스크 관리 등)을 제안하였다. 본 프레임워크는 추후 국책 R&D 사업 성과 분석과 정책 수립을 위한 토대로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 필요성

정보기술(IT) 및 소프트웨어(SW) 프로젝트의 성공률 제고와 실패 최소화는 오랫동안 프로젝트 관리 분야의 핵심 과제로 다뤄져 왔다. 특히 정부 주도의 ICT 국책사업은 막대한 예산이 투입되고 공공의 관심이 높은 만큼, 사업의 성과와 성공 여부가 중요한 이슈로 부각된다. 그러나 실제로 많은 IT 프로젝트가 예산 초과, 일정 지연, 산출물 미흡 등으로 실패한 사례가 보고되었다. 이에 따라 프로젝트의 성공 요인(Critical Success Factors)을 규명하고 이를 효과적으로 관리하는 작업이 더욱 중요해지고 있다.

본 연구는 (재)경남테크노파크 경남정보산업진흥본부가 2017년 이후 수행한 ICT/IT/SW 국책사업 데이터를 활용하여 이들 프로젝트의 성공에 영향을 미친 요인을 도출하고자 한다. 실증분석을 위해 예산, 기간, 사업 유형 등의 프로젝트 데이터를 수집하였으며, 가능하다면 최종 평가 결과를 활용하여 성공 요인과의 관련성을 분석하고자 하였다. 하지만 초기 검토 결과, 프로젝트별 성공 여부나 평가 점수에 대한 통합적 데이터가 부족하여 정량적 분석에는 한계가 있었다. 따라서 본 연구는 문헌 기반의 이론적 고찰을 통해 성공 요인을 도출하고 이를 구조화하는 데 초점을 두었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 프로젝트 성공의 정의와 성공 기준(success criteria), 성공 요인(success factors)의 개념을 정리하고, 국내외 선행연구를 통해 도출된 주요 성공 요인들을 고찰한다. 이어서 연구 방법에서는 데이터 수집 및 분석 접근 방식을 설명하고, 문헌 기반 질적 분석의 절차를 기술한다. 이후 문헌을 바탕으로 도출한 성공 요인을 네 가지 범주로 분류하고 프레임워크로 제시한다. 마지막으로 결론에서는 본 연구의 의의, 한계, 향후 과제를 논의한다.

1.2. 연구 목적 및 범위

본 연구의 목적은 ICT 분야 국책 R&D 프로젝트의 성공요인을 분석하기 위한 체계적인 이론적 프레임워크를 수립하는 것이다. 이를 체계적으로 분류하고 구조화함으로써, 후속 실증분석 및 정책 평가에 활용가능한 분석 프레임워크를

제시한다. 구체적으로는 선행 문헌 분석을 통해 다양한 성공 요인을 도출하고, 이를 분류·구조화하여 분석 가능한 개념 틀을 제시한다. 또한 성공 요인의 효과를 실증적으로 검증하기 위해 필요한 데이터 항목들을 제안한다. 예를 들어 프로젝트 산출물의 완성 여부, 일정 및 예산 대비 성과, 수요기관의 만족도, 리스크 대응 지표 등이 실증 연구를 위한 주요 데이터로 활용될 수 있다. 본 논문은 이러한 이론적 기초를 제시함으로써, 후속 연구의 출발점을 제공하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 프로젝트 성공과 성공 기준

프로젝트 성공은 단일한 차원이 아닌 다층적 개념으로 이해된다. De Wit(1988) 등 선행 연구에서는 프로젝트 관리의 성공(주어진 제약 내에서 목표 달성)과 프로젝트 자체의 성공(프로젝트가 의도한 궁극적 목적 달성)을 구분할 것을 제안했다. 전자는 일정, 예산, 품질 등의 관리 측면 성과로 판단되고, 후자는 산출물의 활용도나 장기적 효과까지 포함하는 보다 거시적인 성공 개념이다. 또한 프로젝트 성공을 판단하는 성공기준(success criteria)과 성공을 가져오는 성공요인(success factors)을 명확히 구별할 필요가 있다. 성공기준이란 프로젝트 혹은 산출물의 성공 여부를 평가하는 척도를 의미하며, 성공요인은 그러한 성공을 직접적·간접적으로 이끌어내는 관리 요소를 뜻한다. 예를 들어, “이해관계자 만족도”는 성공 기준에 속하고 , “상위 경영진의 지원”은 성공 요인에 해당한다. 이러한 구분은 성공을 무엇으로 측정할 것인가와 어떤 조건이 성공을 만들어내는가를 혼동하지 않고 연구하기 위해 중요하다. 특히 ICT 프로젝트의 경우, 전통적인 '철의 삼각(시간, 비용, 품질)' 외에 사용자 만족도, 재정적/상업적 성공, 경영진 만족도, 그리고 이해관계자 만족도와 같은 광범위한 기준들이 성공 판단에 더욱 중요하게 강조된다.

2.2. 프로젝트 성공 요인에 관한 주요 이론

프로젝트 관리 분야에서는 어떤 요인들이 성공에 결정적 영향을 미치는지 규명하기 위해 다양한 이론과 프레임워크가 제시되어 왔다. 대표적으로 PMI(Project Management Institute)의 PMBOK(Project Management Body of Knowledge)은 프로젝트의 성공을 위해 관리해야 할 10개 지식 영역(통합, 범위, 일정, 비용, 품질, 자원, 의사소통, 위험, 조달, 이해관계자 관리)을 제시하고 있으며, 이는 성공요인의 범주로 간주할 수 있다.

Pinto & Slevin(1987)은 Rockart의 CSF 개념을 바탕으로 프로젝트 성과에 영향을 미치는 10대 성공요인을 제안하였다. 그 항목은 다음과 같다: (1) 명확한 프로젝트 사명, (2) 상위 관리자의 지원, (3) 세부적인 계획 수립, (4) 고객과의 긴밀한 협의, (5) 팀 구성원의 역량, (6) 기술적 과업 수행 능력, (7) 고객 승인 절차, (8) 피드백 및 모니터링 체계, (9) 원활한 의사소통, (10) 신속한 문제해결 역량. 이들은 프로젝트 생애주기 전반에서 상호 연계되어 작동하며, 다양한 분야의 후속 연구에 영향을 주었다.

Belassi & Tukel(1996)은 여러 선행 연구에서 제시된 성공요인을 종합하여 다섯 가지 범주로 분류하였다: (1) 프로젝트 관리자 요인, (2) 프로젝트 팀 요인, (3) 프로젝트 자체 요인, (4) 조직 환경 요인, (5) 외부 환경 요인. 본 연구는 Belassi와 Tukel의 분류 체계를 준거로 삼되, ICT 국책 R&D 프로젝트의 실무 특성을 반영하여 '프로젝트 관리자 요인'과 '팀 요인'을 통합한 '인적/팀 요인'으로 조정하였다. 이러한 조정은 실무상 PM과 팀이 긴밀히 작동하는 ICT 프로젝트의 특성을 반영한 것이다.

또한, ICT 및 R&D 프로젝트의 특수성을 반영하기 위해 기술 불확실성, 상용화 가능성, 산학연 협력의 신뢰 및 상호 보완성, 정책 일관성 등의 요소를 포괄하는 성공요인이 다수 제시되고 있다. 예를 들어, 최근의 연구들은 사용자 참여, 프로젝트 리더의 감성 지능, 인력 민첩성, 산업계의 상용화 연계 정도 등이 ICT 및 R&D 과제의 성패를 좌우한다고 보고한다. 특히, 대학-산업 R&D 협력(UIC) 연구에서는 신뢰, 유연성, 리더십, 학습, 동기 부여, 산업 파트너와의 연구 상호 작용, 상호 보완적인 경험, 대인 관계, 이전 협력 경험, 유능한 프로젝트 관리자, 적절한 자원, 정기적인 모니터링 및 통제, 명확한 역할 등이 성공 요인으로 강조되었다. 따라서 본 연구에서는 이러한 요소를 포함하여 ICT 국책 R&D에 특화된 성공요인 프레임워크를 도출하고자 한다.

3. 연구방법

본 연구는 ICT 산업 분야의 국책 R&D 프로젝트에서 요구되는 성공 요인을 도출하고 이를 체계적으로 구조화하기 위해, 문헌 분석에 기반한 이론적 통합(logical integration) 접근을 활용하였다. 정량적 실증 자료의 제약을 감안하여, 기존 연구들이 제시한 다양한 성공 요인들을 비교·정리하고, 이를 ICT 국책 R&D의 특성과 목적에 맞도록 재구성하는 데 초점을 두었다.

우선, 선행연구 검토를 통해 프로젝트 성공 요인에 대한 이론적 논의를 정리하였으며, Pinto & Slevin(1987), Belassi & Tukel(1996), PMBOK(2017) 등 대표적 프레임워크를 분석 기준으로 삼았다. 또한 최근의 문헌리뷰 연구들(Iriarte & Bayona, 2020; Lamprou & Vagiona, 2018 등)에서 반복적으로 언급된 요인들을 귀납적으로 정리하였다.

이 과정에서 ICT 국책 R&D 과제의 실무 경험을 바탕으로, 일반적 성공 요인을 해당 맥락에 맞게 해석적으로 적용(adaptive interpretation)하였다. 예를 들어, 프로젝트 관리자와 팀 요인을 통합하고, 산학연 협력의 신뢰도와 정책 일관성 같은 ICT R&D 특유의 외부 요인을 반영하였다.

이러한 문헌 기반 구조화는 ‘프로젝트 자체 요인’, ‘인적/팀 요인’, ‘조직 환경 요인’, ‘외부 환경 요인’의 네 가지 상위 분류로 정리되었으며, 각 분류 내 핵심 요소들은 실제 문헌에서의 언급 빈도와 실무 적합성을 고려하여 정리되었다.

마지막으로 이론적 프레임워크는 향후 실증 연구에서 가설 도출과 검증이 가능하도록 개념적 구조를 갖추도록 구성하였으며, 그 구성 논리는 2장 이론적 배경에서의 논의를 토대로 하고 있다.

4. 문헌 기반 성공요인 프레임워크 제안

본 연구는 다양한 문헌에서 제시된 프로젝트 성공요인들을 비교·분석하고, ICT 국책 R&D 과제의 특성을 고려하여 네 가지 범주(프로젝트 요인, 인적/팀 요인, 조직/관리 요인, 외부 환경 요인)로 재구성하였다. 이를 위해 Pinto & Slevin(1987)의 프로젝트 실행 프로파일(PIP) , Belassi & Tukel(1996)의 성공요인 분류 프레임워크 , PMBOK(2017)의 지식 영역 체계 , 그리고 Lamprou & Vagiona(2018) , Iriarte & Bayona(2020) 등의 최근 문헌 리뷰 결과를 종합적으로 참조하였다. 이들 문헌에서 반복적으로 나타나는 핵심 성공요인을 귀납적으로 정리한 결과는 다음의 [표 1]과 같다.

문헌연구를 통해 도출된 ICT 국책 R&D 프로젝트 성공요인들은 아래의 네 가지 범주로 체계화되었다:

① 프로젝트 요인: 프로젝트 목표의 명확성, 범위 정의와 변경관리, 현실적인 일정 및 예산 계획, 프로젝트 규모 및 복잡도 등 프로젝트 자체의 특성에 관한 요인들이다.

- 목표가 명확하고 범위가 명백하게 정의된 프로젝트는 성공 확률이 높아지며, 반대로 목표 모호성이나 잦은 범위변경은 실패 요인이 된다. 또한 무리한 일정이나 비현실적 예산 책정은 프로젝트 초과지연과 예산초과를 야기하기 때문에 초기 계획 단계에서 철저한 계획 수립이 중요하다.

② 인적/팀 요인: 유능한 프로젝트 관리자(PM)의 역량과 경험, 충분한 팀 인력 자원과 전문성, 팀원의 커뮤니케이션과 협업 능력, 의사소통 체계 등이 이에 속한다.

- 프로젝트 관리자의 리더십과 의사소통 능력은 팀을 하나로 묶어 문제를 해결하고 이해관계자를 조율하는 데 필수적이며 , 특히 감성 지능은 효과적인 리더십에 중요하게 작용한다. 팀 구성원들의 기술적 역량과 경험도 R&D 성과에 직결되며, 팀 내 지식공유와 협력 문화, 그리고 인력 민첩성(workforce agility)이 높은 성과를 뒷받침한다. 문헌에 따르면 ICT 프로젝트에서는 전문 인력의 확보와 유지, 그리고 팀원에 대한 적절한 보상과 동기부여가 성공을 좌우하는 중요한 인적 요인으로 나타났다.

③ 조직/환경 요인: 조직 차원의 지원과 자원 공급, 상위 관리자의 관심과 지속적 지원, 조직의 프로젝트 관리 성숙도, 의사결정 구조 등이 포함된다.

- 최고경영진의 강력한 지원과 관심은 자원 배분이나 부서 간 협력을 이끌어내어 프로젝트 추진력을 높이며, 공식적인 프로젝트 관리 절차와 성숙도가 높은 조직일수록 위험 대응이나 품질 보증 등이 효과적으로 이루어진다. 또한 국책 R&D 과제의 경우 주관기관의 행정지원, 산학연 협력 네트워크의 구축 및 신뢰, 그리고 정부 부처와의 원활한 소통 등의 요인도 중요하다. 이러한 조직적 지원 배경이 부족하면 기술개발에 필요한 의사결정이 지연되거나 자원이 적시에 투입되지 못해 프로젝트 성과가 저해될 수 있다.

④ 외부 환경 요인: 정부 정책 및 규제, 시장 수요와 경쟁 상황, 이해관계자의 참여와 지원, 기술 트렌드 등

[표 1] ICT 국책 R&D 프로젝트 성공요인의 문헌 기반 분류체계 (주요 성공요인 및 참고 문헌)

성공요인 범주	핵심 요소 (예시)	주요 참고문헌
프로젝트 자체 요인	목표 정의 명확성, 범위 변경 통제, 현실적 일정/예산, 기술 복잡도 관리	Pinto & Slevin (1987) ; Belassi & Tukel (1996) ; PMI (2017)
인적/팀 요인	유능한 PM 리더십 (기술적/감성적), 팀 기술 역량 및 경험, 인력 민첩성, 원활한 의사소통 및 협업, 지식 공유 및 학습 문화, 인력 유지 전략	Pinto & Slevin (1987) ; Belassi & Tukel (1996) ; Iriarte & Bayona (2020) ; Barnes et al. (2016) ; LabV (2025)
조직 환경 요인	최고 경영진의 강력한 지원, 충분한 자원 공급 및 배분, 조직의 프로젝트 관리 성숙도 및 절차, 효율적인 의사결정 구조, 산학연 협력 신뢰 네트워크	Pinto & Slevin (1987) ; Belassi & Tukel (1996) ; Lamprou & Vagiona (2018) ; Ankrah & Al-Tabbaa (2015)
외부 환경 요인	정부 R&D 정책 일관성 및 지원, 시장 수요 및 기술 트렌드 이해, 외부 이해관계자(고객, 파트너)의 적극적 참여 및 피드백, 규제 및 법규 준수	Belassi & Tukel (1996) ; PMI (2017) ; Iriarte & Bayona (2020) ; Lamprou & Vagiona (2018) ; LabV (2025)

조직 외부의 환경적 요인들이다.

- 국책사업의 경우 정부의 R&D 지원정책의 일관성, 평가제도, 관련 법규 등이 프로젝트 성공에 직접적인 영향을 미친다. 또한 프로젝트 결과의 상용화를 위해서는 시장의 수요와 산업계의 협력이 필수적이므로, 외부 이해관계자(산업 파트너, 고객 등)의 적극적인 참여와 피드백이 성공 요인으로 꼽힌다. 반대로 급격한 기술 변화나 시장 변동, 정책 변경 등은 프로젝트 리스크를 높여 실패 요인이 될 수 있다. 따라서 외부 환경을 지속적으로 모니터링하고 대응 전략을 갖추는 것이 중요하다.

제안된 프레임워크는 각 범주별 세부 요인을 포괄하며, 이들 간의 상호작용 메커니즘을 이해하는 것이 성공률 제고의 핵심 관건이다. 궁극적으로 이러한 요인들이 종합적으로 프로젝트 성공에 기여하는 메커니즘을 이해하는 것이 중요하다. 예를 들어, “명확한 목표 정의(프로젝트 요인) + 유능한 PM의 추진력(인적 요인) + 경영진의 적극적 지원(조직 요인) + 우호적인 시장환경(외부 요인)”이 동시에 갖춰질 때 프로젝트 성과가 극대화될 수 있을 것이다. 반대로 어느 하나의 요소라도 결핍되면 프로젝트 위험이 높아지므로, 균형 잡힌 요인 관리가 필요함을 시사한다.

한편, 본 연구는 도출된 프레임워크를 향후 실증 연구에서 활용하기 위해, 어떤 데이터 항목들이 수집되어야 하는지도 제언한다. 성공요인의 영향력을 검증하려면 우선 성공여부를 나타내는 지표(성공기준)가 정의되어야 하고, 각 성공요인의 수준을 측정하는 데이터가 필요하다. 예를 들면 다음과 같은 정량 지표들을 고려할 수 있다:

- 프로젝트 결과/성과: 산출물 완성 여부, 목표 달성 정도, 기술이전 또는 상용화 여부 등 (예: 개발 기술의 TRL 달성 단계, 특허출원/등록 건수 등)
- 일정 및 예산 준수: 계획 대비 실제 소요기간(지연 일수)과 소요비용(예산 초과율) 등 프로젝트 관리 성과 지표
- 품질 및 고객 만족도: 최종 산출물의 품질 검사 결과, 사용자 또는 수요기관의 만족도 설문 결과
- 조직 및 팀 역량 지표: 팀원의 평균 경력 연수, 교육·훈련 시간, PM의 자격증 보유 여부, 팀 내 지식 공유 빈도 등
- 리스크 관리 지표: 발생한 리스크 항목 수, 리스크 대응 성공률, 변경통제 절차 준수 여부 등
- 외부 협력 및 지원: 참여한 산학연 기관 수, 민간 매칭 펀드 규모, 정책 지원 횟수, 협력 파트너와의 신뢰 수준 등

위와 같은 데이터를 국책 R&D 과제 관리 시스템이나 사후 평가를 통해 축적한다면, 본 연구에서 제시한 성공요인 프레임워크의 타당성을 경험적으로 검증할 수 있을 것이다. 예컨대 다수의 프로젝트 데이터를 대상으로 회귀분석이나 사례비교를 수행함으로써, 어떤 요인이 프로젝트 성공에 유의미한 영향을 미치는지 통계적으로 입증할 수 있다. 이는 정책 입안자나 프로젝트 관리자가 우선적으로 집중해야 할 영역을 근거 기반으로 식별하는 데 도움이 될 것이다.

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 ICT 산업 분야 국책 R&D 프로젝트의 성공 요인을 문헌에 기초하여 종합적으로 분석하고, 이를 구조화한 이론적 프레임워크를 제안하였다. 프로젝트 성공 개념의 복합성과 성공요인–성공기준의 구분을 이론적으로 정리함으로써, 향후 연구와 실무에서 공통된 기반을 제공하고자 하였다. 문헌 검토 결과, 프로젝트 특성, 인적 역량, 조직적 지원, 외부 환경의 네 가지 축으로 핵심 성공요인을 분류할 수 있었으며, 각 범주 내 주요 요소들을 표로 정리하였다. 제안된 프레임워크는 향후 실증 연구의 가설 도출 및 검증 과정을 가능하게 하는 출발점으로 기능할 수 있다는 점에서 학술적 의의를 가진다.

물론 본 연구는 1차 연구단계로서 문헌에 기반한 개념 모형을 제시한 것이므로, 실제 프로젝트 데이터에 의한 검증은 향후 과제로 남아 있다. 앞으로 다양한 ICT 국책 과제의 수행 데이터를 수집·분석하여 본 프레임워크에서 제안한 요인들이 실제 성공 확률에 어떤 영향을 미치는지 밝혀야 할 것이다. 또한 프로젝트의 유형이나 규모에 따라 성공요인의 상대적 중요도가 달라질 수 있으므로, 해당 프레임워크를 맥락별로 조정하고 구체화하는 작업도 필요하다.

그럼에도 불구하고, 본 연구의 이론적 기여는 ICT R&D 프로젝트 성과 향상을 위한 체계적인 분석 틀을 마련했다는 데 있다. 이는 연구자에게는 후속 연구의 기반을, 정책 입안자에게는 사업 평가와 설계의 가이드라인을, 실무 관리자에게는 프로젝트 관리 집중 영역에 대한 인사이트를 제공할 수 있을 것이다. 궁극적으로 본 프레임워크가 현장의 실증적 근거들과 결합되어, ICT 국책 R&D 사업의 성공률을 제고하고 공공 자원의 효율적 활용에 기여하기를 기대한다.

참고문헌

[1] PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute.

[2] J. T. Marchewka. (2016). Information Technology Project Management: Providing Measurable Organizational Value (5th ed.). Wiley.

[3] A. Lamprou & D. Vagiona. (2018). Success criteria and critical success factors in project success: A literature review. International Journal of Real Estate and Land Planning, 1, 276-293.
[4] C. Iriarte & S. Bayona. (2020). IT projects success factors: A literature review. International Journal of Information Systems and Project Management, 8(2), 49-78.
[5] 이아영, 문경민, 김수찬. (2020). 프로젝트 관리의 성공에 영향을 미치는 장애요인. 한국산업경영시스템학회지, 43(3), 179-190.
[6] W. Belassi & O. I. Tukel(1996). A new framework for determining critical success factors in projects. International Journal of Project Management, 14(3), 141-151.
[7] J. K. Pinto & D. P. Slevin(1987). Critical factors in successful project implementation. IEEE Transactions on Engineering Management, EM-34(1), 22-27.
[8] S. Barnes, I. Pashby, & M. Gibbons(2016). Critical success factors of university-industry R&D collaborations. Journal of Technology Transfer, 41(3), 421-441.
[9] S. Ankrah & O. Al-Tabbaa(2015). Universities-industry collaboration: A systematic review. Scandinavian Journal of Management, 31(3), 387-408.
[10] LabV. (2025). R&D in 2025: Five Trends You Need to Know. (Note: This is a trend report, not a peer-reviewed study, cited for future trends.)

에너지 공기업의 DX 전략 개발에 관한 연구

강서호[1], 정대율[2*]
[1]소프트파워비즈 경영지원팀장, 경상국립대학교 경영정보학과 석사과정
[2*]경상국립대학교 경영대학 경영정보학과 교수
e-mail : westlake0723@gmail.com, dyjeong@gnu.ac.kr

A Research on Developing DX Strategies for Energy Public Enterprises

Kang SeoHo[1], Jeong Dae-Yul[2*]
[1]Management Support Team Manager, SoftpowerBiz Co. LTD.
[2*]Professor, Department of Management Information Systems, Gyeongsang National University

요 약

본 논문은 급변하는 산업 환경 속에서 디지털 전환(Digital Transformation, DX)이 국가기반 인프라를 담당하는 에너지 공기업에게 전략적 필수 과제로 부상하고 있다는 문제의식에서 출발한다. Freeman(1984)의 이해관계자 이론을 상위 메타 이론으로 채택하고, 본업가치, 사회가치, 미래가치의 3차원 가치체계를 중심으로 디지털 전환 전략 프레임워크를 제시하였다. 문헌조사, 사례분석, 전문가 인터뷰를 통해 에너지 공기업의 디지털 전환을 위한 핵심성공요인(CSF)을 도출하고, 계층분석법(AHP)을 적용하여 전략 과제의 우선순위를 분석하였다. 분석 결과, 데이터 거버넌스 역량 강화, 이해관계자 협업 체계 구축, 미래 혁신역량 확보가 우선 추진되어야 할 전략 과제로 도출되었다. 운영 부문에서는 일정 수준의 진전이 확인되었으나, 조직 전략 및 리더십 부문은 여전히 초기 단계에 머물러 있어 기술·제도·인적 요인을 아우르는 통합적 접근이 필요한 것으로 나타났다. 본 연구는 이론적 토대를 바탕으로 실증분석을 접목함으로써 디지털 전환 전략 수립을 위한 새로운 이론적 모델을 제시하며, 에너지 공기업의 정책 수립 및 실무 적용에 시사점을 제공한다.

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

에너지 산업은 4차 산업혁명과 코로나19 팬데믹을 계기로 디지털 전환(Digital Transformation, DX)의 긴급성과 중요성이 부각된 분야로, 특히 국가 인프라로서의 공공성과 수익성이라는 이중적 과제를 동시에 안고 있다. 한국전력과 한국수력원자력 등 주요 에너지 공기업들은 디지털 전략을 수립하고 기술을 적용하고 있으나, 여전히 노후화된 시스템, 고령 인력, 낮은 데이터 품질, 사이버 보안 등의 구조적 한계에 직면하고 있다.

기존 연구들은 디지털 전환의 필요성과 개별 기술 도입에 초점을 맞추는 경향이 강하며, 공기업 특성과 정책 환경을 반영한 실무적 전략 모델은 부족한 실정이다. 또한 공공기관에 의무화된 디지털 전환 정책이 실효성 논란에 직면하고 있으며, 탄소중립과 에너지 전환을 위한 디지털 기술의 연계 전략도 절실히 요구된다.

이에 따라 본 연구는 에너지 공기업의 디지털 전환을 위한 체계적인 전략 모델과 실행 프레임워크를 제시하고자 하며, Freeman의 이해관계자 이론을 기반으로 3차원 가치체계를 설정하고, 국내외 사례 비교 및 AHP 분석을 통해 실무 적용이 가능한 전략을 도출하는 데 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1. 디지털 전환에 대한 이론적 고찰

디지털 전환(Digital Transformation)은 단순한 기술 도입을 넘어 비즈니스 모델과 조직문화, 가치 창출 방식 전반을 재설계하는 전략적 진화 과정으로 이해된다. Verhoef et al.(2021)은 이를 전산화→디지털화→디지털 전환의 단계로 설명하였으며, Vial(2019)은 기술 변화에 따른 조직의 구조적, 전략적 재편성을 강조하였다. Mazzone(2014)와 KDI(2021)는 디지털 전환을 생존전략이자 국가경쟁력 제고의 핵심 요소로 보고 있다. 공기업 맥락에서는 임희종 외(2021)가 전략, 운영, 고객경험 등 4개 영역에서의 적용을

강조하였다.

디지털 전환의 특성은 포괄성(전사적 변화), 지속성(일회성이 아닌 문화 변화), 통합성(프로세스 혁신)으로 요약되며, 산업통상자원부(2021)는 준비-도입-정착-확산-고도화의 5단계 모델을 제시하고 있다.

2.2. 에너지 공기업 디지털 전환 현황 및 사례

한국전력은 ‘디지털변환처’와 ‘데이터사이언스연구소’를 중심으로 데이터 통합 플랫폼, 에너지마켓 EN:TER, 모바일 설비관리 서비스 등 다양한 디지털 자산을 구축했다.

한국수력원자력은 AI 기반 자동 예측진단 시스템을 개발하여 전 원전 핵심설비에 확대 적용하였다.

기타 발전 공기업들도 빅데이터, IoT, 로봇 등 4차산업 기술을 적용한 디지털 발전소 구현을 추진하고 있다.

이탈리아 Enel은 조직, 문화, 기술의 세 요소를 통합한 대규모 전환에 성공했으며, 덴마크 Ørsted는 화석연료 중심 기업에서 재생에너지 중심 기업으로 전환하면서 Microsoft AI 기술을 활용한 예측 정비 체계를 구축하였다. 스웨덴 Vattenfall은 AI 챗봇과 고객 인터페이스 통합을 통해 대화형 서비스를 강화하였다.

디지털 전환의 성공을 위해서는 리더십과 조직문화, 단계적 접근, 데이터 중심 의사결정이 중요하다. 반면, 모호한 목표 설정, 기술 중심의 일방적 도입, 조직 저항과 변화관리 미흡은 주요 실패요인으로 지적되었다(McKinsey, 2016; Stanislawski et al., 2023).

2.3. 이론적 프레임워크

본 연구는 디지털 전환 전략 수립을 위해 다음과 같은 이론적 토대를 채택한다.

(1) 이해관계자 이론 (Freeman, 1984): 공기업은 다양한 이해관계자에게 본업가치, 사회가치, 미래가치를 창출해야 한다.

(2) 변화관리 및 혁신 이론 (Kotter, Rogers): 단계적 전환과 확산 전략의 필요성 강조한다.

(3) 파괴적 혁신/창조적 파괴 (Christensen, Schumpeter): 디지털 기술을 통한 시장 재편 가능성 시사한다.

(4) 자원기반이론과 동적역량 (Barney, Teece): 조직 고유 자산과 유연한 역량이 디지털 전환의 경쟁우위 요소이다.

(5) 기술수용 이론 (UTAUT): 인프라와 조직역량이 디지털 전환 수용의 핵심 전제이다.

3. 연구 방법

3.1. 분석 틀 설정 및 AHP모델

본 연구는 에너지 공기업의 디지털 전환을 설명하고 전략을 도출하기 위해 Freeman(1984)의 이해관계자 이론을 상위 메타이론으로 채택하고, 이를 기반으로 한 3차원 가치 창출 체계(본업가치, 사회가치, 미래가치)를 개념적 틀로 제시한다. 각 가치 축을 중심으로 전략적 방향성과 주요 평가 기준을 정립하였다. 이 개념틀은 이후 AHP 기반 정량분석을 위한 구조화된 모델로 확장된다.

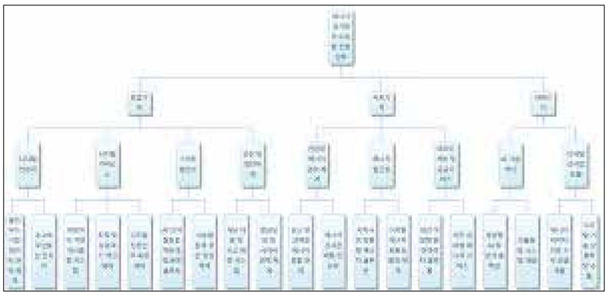


Fig. 1. AHP 모형

3.2. 분석 방법

본 연구는 에너지 공기업의 디지털 전환 전략 수립을 위해 계층분석법(AHP)을 활용하였다. 연구 목적에 따라 디지털 전환 전략을 본업가치, 사회가치, 미래가치의 3가지 기준으로 분류하고, 각 기준에 따른 세부 전략 요소를 계층화하였다.

또한, 본 연구는 전통적인 AHP 9점 척도 대신 5점 척도를 도입하여 전문가의 인지 부담을 줄이고 일관성을 확보하였다. 전문가 집단은 실무 경험이 풍부하였으나, 조직 내부 관행에 익숙한 경향이 있어 향후 더 다양한 배경의 전문가 집단을 포함할 필요가 있다.

전략 우선순위를 도출하기 위해 에너지 공기업 실무자 및 전문가를 대상으로 AHP 설문을 실시하였으며, 쌍대비교를 통해 각 요소 간 중요도를 평가하였다. 설문 결과는 일관성 검토를 통해 신뢰성을 확보하였다.

또한, AHP 구조 설정과 항목 도출의 타당성을 높이기 위해 전문가 심층 인터뷰와 국내외 공기업 사례 분석을 병행하였다. 이를 통해 정성적 분석과 정량적 분석을 통합하여 전략의 현실성과 실행 가능성을 확보하였다

3.3. 조사 대상 및 절차

본 연구는 디지털 전환 전략의 우선순위를 도출하기 위해 에너지 공기업의 실무자 및 전문가 집단을 주요 조사대상으로 설정하였다. 조사대상은 한국전력공사, 한국수력원자력, 남동·남부·동서·서부발전 등 주요 발전 공기업을 포함하였으며, 디지털 전략 수립 및 실행에 참여한 중간 관리자급 이상 인력을 중심으로 선정하였다.

조사 절차는 총 3단계로 구성되었다. 첫째, 선행연구와 국내외 사례분석을 통해 디지털 전환의 핵심 전략 요소를 도출하고, 이를 Freeman의 가치틀에 따라 계층화하였다. 둘째, 전략 요소 간 상대적 중요도를 평가하기 위한 AHP 설문지를 설계하고, 선정된 전문가들을 대상으로 쌍대비교 방식의 설문조사를 실시하였다. 셋째, 설문 결과의 일관성 검토

를 통해 신뢰도 높은 데이터를 확보하였으며, 병행 실시한 심층 인터뷰를 통해 정량분석 결과의 해석력을 보완하였다.

이러한 절차를 통해 실무 기반의 전략 우선순위를 도출하고, 공기업 현장에 적용 가능한 정책적 시사점을 제시하였다.

4. 분석 결과 해석 및 디지털 전환 전략

AHP 분석 결과, 에너지 공기업의 디지털 전환에서 가장 중시되는 기준은 본업가치(47.69%)였으며, 그 뒤를 이어 사회가치(26.89%)와 미래가치(25.42%)가 나타났다. 이는 Porter의 가치사슬 이론과 Freeman의 이해관계자 이론과 높은 일치성을 보이며, 공기업이 핵심 사업의 안정성과 성과를 기반으로 하되, 사회적 책임과 장기적 혁신도 병행 고려함을 보여준다.

세부 전략 요소 중에서는 AI 기반 지능형 분석 체계(11.76%), 탄소중립 통합 관리 시스템(9.60%), 통합 안전관리 시스템(9.52%)이 전체 우선순위 상위 3위를 차지하며, 전체 가중치의 약 30%를 구성하였다. 이는 선택과 집중의 전략이 필요함을 시사한다.

AI 기반 분석은 완전 자동화보다 인간의 판단을 보완하는 지능형 도구로서의 역할이 강조되었으며, 이는 인간-기계 협업 이론과 부합한다. 탄소 및 재생에너지의 통합관리는 ESG 대응과 환경규제를 전략적 기회로 활용하는 '그린 혁신'의 실천 사례로 평가된다. 안전관리는 본업가치 영역에서 최우선으로 나타났으며, 에너지 산업의 특성상 시스템 안전성이 디지털 전환의 핵심 기반임을 재확인하였다.

최종적으로 제시된 세 가지 전략은 상호 독립적이라기보다 통합적 연계를 통해 시너지를 창출할 수 있으며, 디지털 전환 실행은 기반 구축-지능화 구현-생태계 확장으로 이어지는 단계적 접근이 적절하다. 이는 에너지 산업의 고위험 특성을 고려할 때 효율성과 안전성의 균형을 달성할 수 있는 현실적인 전략으로 평가된다.

5. 결론

본 연구는 에너지 공기업의 디지털 전환 전략을 도출하기 위해 AHP 기법을 활용하여 32명의 전문가 의견을 정량적으로 분석하고, 본업가치, 사회가치, 미래가치라는 3차원 전략 틀을 구성하였다. 분석 결과, 본업가치가 가장 높은 중요도를 보였으며, 세부 과제로는 생성형 AI 솔루션, 탄소·재생에너지 통합관리, 재난 대응 시스템이 상위 순위를 차지하였다. 이는 Porter의 가치사슬 이론, Freeman의 이해관계자 이론, Reason의 시스템 안전 이론과 일치하며, 에너지 공기업의 특수성과 전략적 현실성을 동시에 반영한다.

이론적 측면에서 본 연구는 Miller의 인지 한계 이론을 바탕으로 AHP 5점 척도를 적용하여 기존 9점 척도의 인지 부담 문제를 보완하였으며, 다양한 고전 이론을 통합한 공기업 특화 프레임워크를 제시하였다. 특히 본업·사회·미래가치를 기반으로 한 전략 체계는 민간기업 중심의 기존 모델과 차별화된다.

실무적으로는, 안전성을 최우선으로 고려한 점진적 전환 전략, 인간-기계 협업 모델의 적용 가능성, 환경 책임의 전략화(ESG 경영 연계) 등의 실질적인 시사점을 제시하였다. 이는 에너지 산업의 특성과 정책 환경에 부합하는 실행 가능한 전략 방향으로 평가된다.

다만, 본 연구는 전문가 표본이 제한적이며, 기술 및 정책 환경 변화에 대한 동적 반영이 부족하다는 한계가 있다. 또한, 에너지 공기업에 국한되어 일반화에 제약이 존재한다. 이에 따라 향후 연구에서는 종단적 접근을 통한 성과 추적, 국제 비교 분석, 기술 발전을 반영한 동적 전략 모델 개발이 필요하다.

본 연구는 디지털 전환이라는 시대적 과제를 이론과 실증을 바탕으로 체계화하였으며, 인간 중심의 안정적 혁신이라는 새로운 전환 패러다임을 제안함으로써 학술적·실무적 기여를 함께 달성하였다.

Acknowledgments

This research was made possible through the valuable insights and participation of professionals from Korea's energy public enterprises. I sincerely thank all those who took the time to respond to the survey and interviews, contributing their practical knowledge and perspectives on digital transformation. I am especially grateful to Professor Jeong Dae-Yul, whose generous guidance and insightful feedback greatly enriched the academic depth and practical value of this study. His mentorship was instrumental throughout every stage of the research process.

참고문헌

[1] Freeman, R. E. (1984). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Pitman.

[2] Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of Business Research, 122, 889-901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022

[3] Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118-144.

[4] Mazzone, D. (2014). Digital or Death: Digital Transformation—The Only Choice for Business to Survive, Smash, and Conquer. Smashbox Consulting.

[5] 임희종, 최보름, 송지희 (2021). 디지털 전환 전략의 프레임워크 분석: 공기업 사례를 중심으로. 한국디지털정책학회보, 19(2), 23-35.
[6] 산업통상자원부 (2021). 에너지 산업 디지털 전환 실행 전략 보고서. 산업통상자원부.
[7] McKinsey & Company (2016). The case for digital reinvention. McKinsey Digital. Retrieved from https://www.mckinsey.com
[8] Stanislawski, R., Peres, R., & Coyle, T. (2023). Leading through digital change: Organizational readiness and capability. Harvard Business Review, Special Edition, 101–109.
[9] Kotter, J. P. (1996). Leading Change. Harvard Business School Press.
[10] Christensen, C. M. (1997). The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Harvard Business Review Press.
[11] Schumpeter, J. A. (1942). Capitalism, Socialism and Democracy. Harper & Brothers.
[12] Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management, 17(1), 99–120.
[13] Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management Journal, 28(13), 1319–1350.
[14] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 27(3), 425–478.
[15] 한국개발연구원(KDI) (2021). 공공부문 디지털 혁신 전략 보고서. KDI 정책연구시리즈.

중소기업 스마트팩토리 구축사례 연구

윤재원[1], 이동형[2*]
[1]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과
[2*]국립한밭대학교 스마트시스템경영공학과 교수

A Case Study on Building Smart Factories for Small and Medium-Sized Enterprises

Jaewon Yoon[1], Donghyoung Lee[2*]
[1] Dept. of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University
[2*]Professor, Department of Smart System & Management Engineering, Hanbat National University

요 약

본 연구는 중소기업의 경쟁력 강화를 위한 스마트팩토리 도입의 필요성과 효과를 분석하였다. 스마트팩토리는 생산성 향상, 비용 절감, 품질 개선, 유연한 생산 대응 등 다양한 경영성과를 창출한다. 정부와 민간의 지원을 통해 도입 장벽을 낮추고 디지털 전환을 가속화할 수 있다. 또한 스마트팩토리는 ESG 경영과 연계되어 지속가능한 성장 기반을 마련한다. 결론적으로 스마트팩토리는 중소기업의 생존과 미래 경쟁력 확보를 위한 핵심 전략임을 제시한다.

1. 서론

중소기업은 국내 GDP의 약 50%, 고용의 약 88%를 차지하는 국가 경제의 핵심 주체이지만, 최근 고령화와 저출산으로 인한 숙련 노동력의 감소로 심각한 경영 위기를 맞이하고 있다. 제조업 중소기업의 62%가 숙련 인력 부족을 주요 문제로 지적하고 있으며, 이는 생산성 저하와 품질 저하, 경쟁력 약화로 이어지고 있다. 이러한 위기는 단순한 노동력 부족을 넘어 산업 생태계 전반의 지속 가능성에도 영향을 미치고 있다. 급변하는 경영환경 속에서 중소 제조기업은 생산성과 품질의 동시 확보라는 과제에 직면하고 있으며, 이를 해결하기 위한 전략적 대안으로 '스마트팩토리'가 부상하고 있다.

스마트팩토리는 단순한 자동화 수준을 넘어 IoT, 빅데이터, 인공지능(AI) 등 첨단 기술을 융합하여 공정을 지능화하고, 실시간 데이터 기반의 의사결정을 통해 효율성을 극대화하는 시스템이다. 이러한 기술을 통해 기업은 설비 고장을 사전에 예측하고, 에너지와 자원을 절감하며, 다품종 소량생산 등 변화하는 시장 수요에 유연하게 대응할 수 있다. 또한 반복적이고 위험한 작업을 자동화함으로써 작업자의 안전성을 높이고, 인적 자원을 고부가가치 업무로 재배치할 수 있는 기반을 제공한다.

특히 자원과 인력이 부족한 중소기업에게 스마트팩토리는 경쟁력을 회복하고 강화할 수 있는 유력한 수단이 된다. 중소기업의 스마트팩토리 도입은 정부의 보조금, 기술지원, 컨설팅 등과 민간 기업의 협력 프로그램을 통해 촉진되고 있으며, 이는 디지털 전환 초기 진입 장벽을 낮추는 데 실질적인 역할을 하고 있다. 궁극적으로 스마트팩토리는 단순한 생산 자동화를 넘어 기업의 품질 혁신, 운영 효율화, ESG 기반 경영 등 지속가능한 성장 전략으로 자리매김하고 있다.

2. 이론적 배경

2.1 정부주도 스마트팩토리 보급사업 현황

정부는 2014년부터 중소기업의 제조 경쟁력 강화를 위해 스마트팩토리 보급사업을 본격 추진해왔으며, 2022년까지 약 3만 개의 스마트공장을 구축하는 성과를 달성했다. 이로 인해 생산성 29.4% 증가, 품질 42.8% 향상, 원가 15.9% 절감 등의 공정 개선과 매출 6.4% 증가, 고용 1.5명 증가 등 경영 개선 효과가 나타났다. 2023년부터는 양적 확대에서 질적 고도화로 방향을 전환하여 1,468억 원의 예산으로 공장 고도화, 로봇 도입, 데이터 활용 등 6개 분야를 지원 중이다. 2024년에는 2,180억 원 규모의 예산 중 1,621억 원을 스마트공장 구축에 투입하여 디지털 전환을 더욱 촉진할 계획이다.

2.2 중소기업 스마트팩토리 사업현황

중소기업도 경쟁력 강화를 위해 스마트팩토리 도입을 확대하고 있으나, 자금과 인력 부족으로 독자적인 도입은 어려운 상황이다. 이에 따라 정부의 지원사업과 함께 민간 기업의 협력 프로그램을 통해 도입이 진행되고 있다. 중소벤처기업부는 2014년부터 ICT 기반 지능형 공장 구축을 위해 총 3만 개 공장을 보급했으며, 약 1,462억 원을 지원했다. 민간 부문에서는 삼성전자의

‘스마트공장 3.0’ 사업이 대표 사례로, AI·데이터 기술을 기반으로 인구소멸 위험지역 중소기업을 우선 지원하고 있다. 삼성전자는 3년간 총 300억 원을 투자해 600개 기업의 스마트공장 구축 및 고도화를 목표로 하고 있다.

3. 스마트팩토리 구축 성과에 대한 사례 연구

3.1 중소기업 스마트 팩토리 구축 및 성과사례(내용축소)

본 연구는 스마트팩토리를 도입한 중소기업을 선정하여 도입 배경 및 성과를 분석하였다.

A 기업은 수작업 중심의 생산 데이터 관리로 인해 오류 발생과 불량률이 높아, 공정 데이터를 체계적으로 관리할 필요가 있었다. 이에 서버, 운영체제, 데이터베이스 등 하드웨어를 구축하고 생산 공정과 연동되는 소프트웨어를 개발하여 자동화 시스템을 도입했다. 그 결과 불량률이 70% 감소하고, 데이터 오류는 90% 줄었으며 생산 효율성은 18% 향상되었다.

B 기업은 글로벌 화장품 기업들과의 거래 확대에 따라 생산성과 품질 향상이 요구되었지만, 여전히 작업환경은 후진적이었다. 이를 개선하기 위해 로봇 아노다이징 시스템과 물류 자동화, 조색 표준화 설비 등을 도입하여 스마트팩토리를 구축했다. 그 결과 생산량이 58% 증가하고 고정 불량률이 거의 0%에 수렴했으며, 인건비와 인력 투입을 대폭 줄일 수 있었다.

C 기업은 반복적인 불량 발생과 작업 시간 낭비, 낮은 납기 준수율 등으로 인해 글로벌 고객 대응에 어려움을 겪고 있었다. 스마트공장 사업지원을 통해 37대의 현장 단말기를 설치하고 공정 데이터를 실시간 공유할 수 있는 시스템을 구축하였다. 도입 이후 불량 사례가 66.7% 줄고 낭비 시간은 75% 감소했으며, 납기 준수율도 95%로 크게 향상되었다.

D 기업은 수작업 기록 중심의 품질 관리 방식으로 인해 생산 효율성과 공정 투명성에 한계가 있었다. 이를 해결하기 위해 IoT 장비와 MES를 도입해 공정 데이터를 실시간으로 통합 관리할 수 있는 시스템을 구축했다. 그 결과 공정 불량률이 11% 줄고, 생산원가 절감과 생산성 6% 향상이라는 효과를 얻었다.

3.2 스마트팩토리 도입성과

스마트팩토리 도입은 중소기업의 매출 증대와 비용 절감에 직간접적으로 기여하며 전반적인 경쟁력 강화를 이끌고 있다. A 기업은 도입 후 생산 효율성이 18% 증가하면서 고객 주문 대응 속도가 빨라졌고, 신규 고객 확보로 매출 증대에 긍정적 영향을 받았다. B 기업은 시간당 생산량이 58% 증가하고 연간 690만 개 이상 추가 생산하며 고부가가치 제품 생산 확대와 글로벌 거래 증가를 이뤘다. 또한, E 기업은 시스템 기반 생산계획 도입을 통해 매출이 98% 증가했고, F 기업도 스마트팩토리 적용 후 6%의 매출 성장을 달성하였다. 이처럼 스마트팩토리는 생산성 향상뿐 아니라 에너지 소비 절감, 재고 최소화, 공급망 효율화 등을 통해 재무 구조 개선에 효과적이며, 중소기업의 수익성과 운영 안정성 제고에 기여한다. 비재무적 측면에서도 도입 효과는 뚜렷하다. A 기업은 불량률을 70% 줄이며 고객 신뢰도를 높였고, B 기업은 로봇 아노다이징 시스템 도입으로 고정 불량률을 거의 0% 수준까지 낮추며 글로벌 고객의 품질 요구를 충족시켰다. F 기업은 설비 모니터링 시스템을 통해 설비 정비 시간을 단축하고, 작업자의 안전성과 업무 효율성을 향상시켰다. 스마트팩토리는 데이터 기반 실시간 의사결정 체계를 구축하여 공정 효율성과 민첩한 대응력을 높이고, 기업의 혁신성과 조직 유연성까지 강화하고 있다. 결과적으로, 스마트팩토리는 중소기업이 지속 가능한 성장을 이루고 글로벌 시장에서 장기적으로 경쟁력을 유지하기 위한 핵심 전략으로 자리매김하고 있다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 스마트팩토리 도입이 중소기업의 생산성, 품질, 비용 효율성, 데이터 기반 경영체계 개선에 기여하는 핵심 전략임을 실증적으로 분석하였다. A, C 기업의 사례에서 불량률 70% 이상 감소와 데이터 기반 실시간 의사결정이 가능해졌으며, B 기업은 생산량 증가와 품질 향상을 통해 글로벌 시장에서의 경쟁력을 강화하였다. 또한 E, F 기업은 스마트팩토리 도입으로 매출 증가와 설비 활용도 개선이라는 성과를 거두었고, 이는 단순한 자동화 기술을 넘어 기업의 경영 전략과 ESG 실천 기반까지 확장되고 있음을 시사한다.

스마트팩토리는 고부가가치 인력 재배치를 가능하게 하고, 공정 데이터의 정밀한 분석을 통해 유연한 생산 시스템과 지속 가능한 운영 기반을 마련한다. 정부와 민간의 협업을 통한 정책적·기술적 지원 확대가 필요하며, 도입 기업 간의 성공 사례 공유와 컨설팅 체계가 뒷받침되어야 한다. 특히 스마트팩토리는 단기적 비용 절감을 넘어 장기적 성장 기반이 되는 디지털 전환의 핵심 축이며, 중소기업의 생존과 글로벌 경쟁력 확보를 위한 필수 전략으로 자리 잡고 있다..

참고문헌

[1] Kim Gi-won. A Study on the Cases of Smart Factories by SMEs and on Their

Business Performance. [dissertation]. [Seoul, Korea]: Hansung University, 2002. pp.3-5

[2] Kwon Dae Hoon. A Study on Smart Factory Efficiency Using. [dissertation]. [Seoul, Korea]: Korea University of Technology Education. 2001.pp.22-29

[3] Lee Rok. The Effects of Smart Factory Technologies on Quality and Innovation Perpormance ic SMEs. Journal of Business Venturing and Entrepreneurship. 2020. Vol.15 No.3..pp.60-61

[4] Cho Ji-Hoon. Developing a Framework for Assessing Smart Factory Readiness of SMEs and Case Study. Journal of Korean Soc Qual Manag . 2019. Vol. 47, No.1. pp.13-14

[5] Kim Tae Gyoon. A Study on the Financial Performance of Smart Factory Support Project for SMEs. . [dissertation]. [Seoul, Korea]: Konkuk University. 2020. Pp.38-121

[6] Samsung Electronics news.samsung.com, "Introduction to Smart Factory 3.0 Business," 2023.

[7] Industry News, "Top 3 Success Stories of Smart Factory Implementation," 2020.

[8] Industry News, "yonwoo: Achieving Logistics Automation Innovation with Automation and Unique Solutions," 2019.

[9] Industry News, "Case Study of Youngshin Metal Industrial’s Smart Factory Implementation," 2023.

중소기업에서 PAC자아상태가 심리적안녕감과 조직적응에 미치는영향

김은경[1], 이남경[2], 박수용[3*]
[1]대전대학교, 케어복지학과 교수
[2]TJB 편성제작국 부국장
[3*]한밭대학교 융합기술학과 교수
e-mail : dorotoea68@dju.kr, premierfoot@naver.com, hrdmire@hanbat.ac.kr

The Effect of PAC Self-State on Psychological Well-being and Organizational Adaptation in Small and Medium Enterprises

Eun Keyoung-Kim[1], Lee Nam Kyung[2], Soo Young Park[3*]
[1]Professor, Department of HC College Care and Welfare, Daejeon University
[2]TJB Organizing Production Team Deputy Director
[3*]Professor, Department of Convergence Technology, Hanbat National University

요 약

최근 대한민국 경제가 어려워지면서, 국내 산업의 99.9%를 차지하는 소상공과 중소기업의 경영이 어려워지고 있다. 특히 중소기업의 경영에 가장 핵심이 되는 것이 사람인데 중소기업의 인력난은 계속 어려워지고 있어, 중소기업에 정주할 수 있는 청년 인력의 확보에 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 에릭번의 교류분석 이론의 PAC자아상태가 심리적안녕감과 조직적응에 어떻게 영향을 미치는지 연구하였다. 본 연구는 중소기업에서 구성원들의 심리적안녕감을 강화하고 조직 적응에 기여하여 중소기업에서 유능한 인재가 이직하지 않고 계속 정주할 수있는 방안 및 연구에 도움이 될 것이다.

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 필요성

최근 대한민국 경제는 장기적인 저성장 기조와 글로벌 경기 불확실성 등으로 인해 전반적인 어려움을 겪고 있으며, 이로 인해 국내 산업의 99.9%를 차지하는 소상공인과 중소기업의 경영 환경도 악화되고 있다. 특히 중소기업은 대기업에 비해 상대적으로 열악한 근무조건과 복지, 낮은 인지도 등으로 인해 인력 확보와 유지에 심각한 어려움을 겪고 있다. 이러한 인력난은 단순한 채용의 문제가 아니라 중소기업의 지속가능성과 경쟁력에 직접적인 영향을 미치고 있으며, 특히 청년 인재들이 중소기업에 정주(定住)하지 않고 이탈하는 현상은 더욱 심각한 과제로 대두되고 있다.

중소기업의 경영에서 가장 핵심적인 요소는 '사람'이며, 조직 내 구성원의 심리적 안정과 조직 적응은 인재 유입과 이직 방지에 결정적인 역할을 한다. 이에 따라 구성원 개인의 내면적 특성과 조직 내 상호작용을 이해하고, 이를 토대로 심리적 안녕감과 조직 적응을 향상시킬 수 있는 심리학적 접근의 필요성이 커지고 있다.

본 연구는 에릭 번(Eric Berne)의 교류분석 이론에 기반한 PAC 자아상태(P-부모, A-성인, C-아동)의 작용이 구성원의 심리적 안녕감과 조직 적응에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고자 한다. 이를 통해 중소기업 구성원들이 조직 내에서 보다 건강한 심리 상태를 유지하고, 조직에 안정적으로 정착할 수 있도록 돕는 실질적인 방안을 제시하고자 한다. 본 연구는 중소기업의 인재 유지 및 조직 활성화 전략 수립에 기여함으로써, 실무적·학문적 측면 모두에서 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

1.2. 연구 목적 및 범위

본 연구는 중소기업 조직 구성원의 **PAC 자아상태 (Parent, Adult, Child)**가 심리적 안녕감과 조직 적응에 미치는 영향을 실증적으로 분석함으로써, 중소기업의 인재 유지 및 조직 안정화 전략에 실질적 시사점을 제공하는 데 목적이 있다.

중소기업은 인적 자원 확보 및 유지를 통한 경쟁력 강화가 절실함에도 불구하고, 구성원의 심리적 요인에 기반한 접근은 아직 충분히 탐색되지 않은 영역이다. 이에 따라 본 연구는 교류분석 이론에 기반한 자아상태 분석을 통해 개인의 심리적 특성이 조직 적응 및 직무 지속성에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고자 한다.

궁극적으로 본 연구는 구성원의 자아상태 특성에 따른 맞춤형 조직개입 전략 수립 및 청년 인재의 조직 정주 가능성

제고에 기여하고자 한다.

본 연구의 주요범위는 다음과 같다. 연구대상은 대전지역 중소기업에 재직중인 청년층 및 일반 근로자를 대상으로 한다. 주요변수는 구성원의 PAC자아상태(부모, 성인, 아동 자아의 기능적 하위요인포함)를 독립변수로, 심리적 안녕감과 조직적응을 종속변수로 구성하여 정량적설문조사를 통한 실증분석을 기반으로 하여 통계적방법(회귀분석 등)을 활용하여 관계를 검증한다. 이론적 틀로는 교류분석(Transactional Analysis: TA) 이론의 자아상태 모델을 핵심 이론적 프레임으로 적용한다.

2. 이론적 배경

2.1. 교류분석과 5가지 자아상태

교류분석(Transactional Analysis, TA)은 에릭 번(Eric Berne)이 개발한 성격 및 인간관계 분석 이론으로, 개인의 내면적 자아 상태와 대인 간 교류를 통해 인간 행동을 이해하고 변화시키기 위한 심리학적 접근법이다[1]. TA는 상담, 조직개발, 교육 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 특히 개인의 자아 구조 분석을 통해 심리적 건강과 대인관계의 질을 높이는 데 기여한다[2].

TA 이론에서 핵심 개념은 **자아 상태(ego states)**이며, 이는 개인의 생각, 감정, 행동 패턴이 특정 시점에 따라 어떤 심리적 기능을 기반으로 작동하는지를 설명한다[3]. 번(Berne)은 자아 상태를 세 가지 기본 범주로 구분하였고, 이후 5가지 기능적 자아 상태로 확장되었다[4]. 이 자아 상태는 기능적으로 상호작용하며, 한 개인 안에서 동적으로 전환된다. 특히 조직 내에서는 이러한 자아 상태의 조화가 심리적 안녕감, 대인관계, 업무 수행에 영향을 미친다[4].

조직 환경에서는 구성원의 자아 상태가 개인의 스트레스 대처 방식, 팀워크, 갈등 관리 등에 중요한 영향을 미친다. 성숙한 조직 구성원일수록 성인 자아(A)를 중심으로 부모(P)와 아동(C) 자아가 균형 있게 작동하며, 이는 조직 적응력과 직무 만족도 향상에 긍정적으로 작용한다[5]. 특히 중소기업과 같은 유연한 조직 구조에서는 양육적 부모 자아와 자유로운 아동 자아의 발현이 창의성과 협업에 유익할 수 있다[5].

2.2. 심리적안녕감

심리적 안녕감은 단순히 고통이나 스트레스가 없는 상태를 넘어, 개인이 자신의 삶에서 의미와 만족을 경험하고, 긍정적 기능을 수행하며, 심리적으로 건강한 상태를 유지하는 것을 의미한다[6]. 이는 개인의 정신건강, 삶의 질, 조직생활의 만족도를 설명하는 핵심 지표로 간주된다.

심리적 안녕감에 대한 대표적인 이론적 틀은 **카롤 리프(Carol Ryff)**가 제안한 6요인 모델이다. 그녀는 심리적 안녕감을 다음과 같은 자기수용(Self-acceptance), 긍정적 대인관계(Positive relations with others),자율성(Autonomy), 환경 통제(Environmental mastery), 삶의 목적(Purpose in life), 개인적 성장(Personal growth)등 여섯 가지 차원으로 구성하였다[6] 리프의 이론은 긍정심리학의 핵심 기초로 자리 잡았으며, 조직 내에서는 구성원의 몰입, 회복탄력성, 이직의도 감소 등과 밀접한 관련이 있음이 다수의 연구를 통해 검증되었다[7]

2.3. 조직적응

조직적응은 개인이 조직 내 환경, 문화, 역할, 동료 관계 등에 적응하여 효과적으로 기능하는 과정을 의미한다. 이는 조직생활의 초기 진입 시점뿐만 아니라 경력 전반에 걸쳐 지속적으로 이루어지는 심리적·행동적 적응을 포함한다[8]. 조직적응이 성공적으로 이루어질 경우, 개인의 직무 만족도, 조직 몰입, 성과가 높아지고 이직률은 감소하는 긍정적 효과가 나타난다[9].

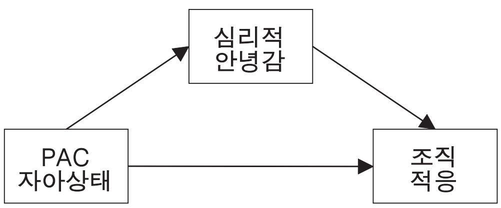
조직적응은 크게 심리적 적응과 행동적 적응으로 구분된다. 심리적 적응은 조직문화나 가치에 대한 수용과 정서적 안정감을 포함하며, 행동적 적응은 직무 수행 능력, 역할 수행 및 조직 내 규범 준수를 의미한다[10]. 특히 신입사원의 조직 적응 과정에서 조직 지원, 역할 명확성, 상사 및 동료와의 관계가 중요한 요인으로 작용한다[11].

또한, 최근 연구에서는 조직적응을 개인의 심리적 자원과 환경적 지원의 상호작용으로 보며, 심리적 안녕감, 자기효능감과 같은 내적 요인이 조직적응에 중요한 영향을 미침이 밝혀졌다[12]. 이에 따라 조직적응 향상을 위한 맞춤형 개입 전략 개발이 요구되고 있다.

3. 연구방법

3.1. 연구모델

본 연구는 교류분석 PAC 자아상태가 심리적 안녕감을 매개로 조직적응(종속변수)에 미치는 영향을 분석한다. 이를 바탕으로 연구모델은 [그림1]과 같다.



[그림 1] 연구모형

3.2. 연구가설

연구문제를 검증하기 위한 연구가설은 다음과 같다.

H1: PAC 자아상태는 심리적 안녕감에 유의한 영향을 미친다.

H2: PAC 자아상태는 조직적응에 유의한 영향을 미친다.

H3: 심리적 안녕감은 조직적응에 유의한 영향을 미친다.

H4: 심리적 안녕감은 PAC 자아상태와 조직적응 간 관계를 매개한다.

3.3. 통계분석방법

본 연구에서 규명하고자하는 연구문제는 중소기업의 인력난 해소를 위한 직무적응에 교류분석 PAC성격유형과 심리적 안녕감이 어떻게 영향을 미치는지 규명하는 것이다. 이를 위해 가설검증을 위한 통계분석은 IBM SPSS 28.0과 AMOS 28.0 통계분석 패키지를 활용하여 모형적합도 검증과 변수 간 상관관계분석, 회귀분석(경로분석)을 통해 매개효과 및 영향관계를 검증한다.

4. 연구결과

연구분석결과 첫째, 교류분석 PAC 자아상태의 성인자아(A)와 보호적부모자아(NP), 자유로운 어린이자아(FC)는 심리적 안녕감과 조직적응에 통계적으로 유의한 정(+)적 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 둘째, 교류분석 PAC자아상태의 비판적부모자아(CP)나 순응적어린이자아(AC)는 심리적 안녕감과 조직적응에 통계적으로 유의한 부(-)적 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 셋째, 심리적 안녕감은 조직적응에 통계적으로 유의한 정(+)적 영향을 미치는 것을 알수가 있다. 넷째, 심리적 안녕감은 PAC자아상태와 조직적응 간 관계를 매개하는 역할을 한다.

5. 결론 및 시사점

본 연구는 중소기업의 생존을 위한 조직 경영성과 향상에 가장 중요하고 시급한 청년인력 중소기업 정주 방안에 관한 연구로 구성원들 간의 관계와 소통을 원활하게하여 조직 갈등을 해소하고 조직적응도를 향상할 수 있는 하나의 방안을 제시하기 위한 연구이다. 연구결과 교류분석 이론의 인간의 P자아싱태 보호적부모자아(NP), 그리고 자유로운 어린이자아(FC)가 심리적안녕감과 조직적응에 도움을 주고 P자아상태의 비판적부모자아(CP)와 순응적 어린이자아(AC)는 심리적안녕감과 조직적응에 부정적영향을 미치는 것으로 검증되었다. 따라서 중소기업에서 경영자 및 경영관리자는 구성원의 보호적부모자아(NP)와 성인자아(A) 그리고 자유로운 어린이자아(FC)가 건강하게 발전될 수 있도록 조직문화를 이끌어야 하며

구성원들이 이를 자각하여 알아차릴 수 있도록 지속적인 학습과 문화를 형성하여야 한다.

본 연구의 한계로는 특정 산업군이나 지역에 국한된 표본일 가능성이 있으며, 향후 연구에서는 다양한 산업군과 연령층에 대한 확장 연구가 필요하다.

본 연구의 시사점으로 구성원의 태도(교류분석의 Life Position)와 3가지 교류패턴를 활용할 수 있는 연구가 필요하며, 이를 실증할 수 있도록 교류분석 이론이 조직문화 활성화를 위해 기업에 도입될 필요가 있음을 시사한다.

참고문헌

[1]Berne, E. (1961). Transactional Analysis in Psychotherapy. New York: Grove Press.

[2]Berne, E. (1964). Games People Play: The Psychology of Human Relationships. New York: Grove Press.

[3]Stewart, I., & Joines, V. (1987). TA Today: A New Introduction to Transactional Analysis. Nottingham: Lifespace Publishing.

[4]Joines, V., & Stewart, I. (2002). Personality Adaptations: A New Guide to Human Understanding in Psychotherapy and Counseling. Lifespace.

[5]James, M., & Jongeward, D. (1971). Born to Win: Transactional Analysis with Gestalt Experiments. Reading, MA: Addison-Wesley.

[6]Ryff, C. D. (1989). Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. Journal of Personality and Social Psychology, 57(6), 1069–1081.

[7]Keyes, C. L. M., Shmotkin, D., & Ryff, C. D. (2002). Optimizing well-being: The empirical encounter of two traditions. Journal of Personality and Social Psychology, 82(6), 1007–1022.

[8]Bailey, J. R., & Koney, K. W. (1981). Role adjustment and socialization in organizations. Academy of Management Review, 6(4), 551-560.

[9]Black, J. S., Mendenhall, M., & Oddou, G. (1991). Toward a comprehensive model of international adjustment: An integration of multiple theoretical perspectives. Academy of Management Review, 16(2), 291-317.

[10]Anderson, N. R. (1982). The psychology of work adjustment: A developmental perspective. In J. R. Hackman & J. L. Suttle (Eds.), Improving Life at Work (pp. 81-118).

[11]Bauer, T. N., Morrison, E. W., & Callister, R. R. (2007). Organizational socialization: A review and directions for future research. In J. J. Martocchio & G. R. Ferris (Eds.), Research in Personnel and Human Resources Management (Vol. 26, pp. 149-214).

[12]Saks, A. M., & Ashforth, B. E. (1997). A longitudinal investigation of the relationships between job information sources, applicant perceptions of fit, and work outcomes. Personnel Psychology, 50(2), 395-426.

한국프로젝트경영학회 & 한국혁신산업학회

공동학술발표대회

한국프로젝트경영학회

KOREAN SOCIETY OF PROJECT MANAGEMENT

KIIS