



韓國 融合 信號處理 學會

2024 秋季學術大會

KICSP CONFERENCE 2024

일시 2024.11.28(목)~30(토)

장소 연세대학교 미래캠퍼스

주최 :  사단법인 한국 융합신호처리 학회

주관 :  연세대학교 YONSEI UNIVERSITY  부산대학교 PUSAN NATIONAL UNIVERSITY  KIRO 한국로봇융합연구원

韓國 融合 信號處理 學會
2024 秋季學術大會 프로그램

일 시 : 2024년 11월 28일(목) 오후 1시~ 30일(토) 오후3시

장 소 : 연세대학교 미래캠퍼스 산학협력관

주 최 :  사단법인 한국 융합신호처리 학회

주 관 : 연세대학교, 부산대학교, 한국로봇융합연구원

2024년 추계 학술대회 일정

I. 학술대회 준비 위원회 회의

♣ 시 간 : 11월 29일(금) 오후 6시

♣ 학술대회 준비 위원회 회의장소 : 연세대학교 미래캠퍼스

II. 등록

♣ 시 간 : 11월 30일(토) 오전 08시 30분 부터

♣ 장 소 : 연세대학교 미래캠퍼스 산학협력관

III. 프로그램 일정

Conference : 11. 28. (목)			
전문가 초청	Keynote Speech	14:00 ~ 16:00	미래관 3층 322호
		16:00 ~ 18:00	
Conference : 11. 29. (금)			
전문가 초청	Special Session I	13:00 ~ 14:00	미래관 3층 323호
		14:00 ~ 15:00	
		15:00 ~ 17:00	
Conference : 11. 30. (토)			
논문발표	Special Session I	09:00 ~ 10:00	산학협력관 RIS 세미나홀
	Session I (Oral)	10:00 ~ 11:30	
	Session II (Oral)	11:30 ~ 13:00	
	Session III (Online)	10:00 ~ 13:00	
	Session IV (Poster)	10:00 ~ 13:00	
학술대회 준비 위원회 회의		13:00 ~ 14:00	
다과회 및 폐회식 (우수논문 발표)		14:00 ~ 15:00	

* 전문가 초청 Session은 사전 초청자에 한하여 참석 가능 합니다.

* 현장 발표를 온라인 발표로 대체하는 경우 발표자는 해당 Session 운영시간동안 게시판에 제시된 질의사항에 성실히 답변 하셔야 우수논문 평가 대상으로 추천 될 수 있음.
(온라인 발표 링크 : <https://cafe.naver.com/kicsp>)

분야별 발표장

날짜	위치	발표장	발 표 분 야
11/28 (목)	미래관 3층 322호	Keynote Speech	Solar, LED & 디스플레이 부품 성능개선을 위한 계측 알고리즘 구현 (김진영 대표, 글로씰)
			Neurofeedback과 tDCS의 융합을 통한 뇌신경자극 기술 (이창동 대표, 비앤씨랩)
11/29 (금)	미래관 3층 323호	Special Session I	개방형 유수지 안전관리 플랫폼 설계 및 구축 (박준모 교수, 연세대)
			4차 산업혁명 기술 기반 新 가치창출 : 인공지능과 디지털 트윈 (홍정희 교수, 연세대)
			생성형 인공지능 기반 산재보상 업무 지원 및 상담 서비스 (서지윤 교수, 연세대)
11/30 (토)	산학협력관 RIS 세미나홀	Special Session I	AI Chip Market Status for Large Language Models (권세중 박사, 네이버클라우드)
		Session I	
		Session II	
		Session III	영상 • 음성 • 음향 • 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 등
		Session IV	
			학회본부
			시상식 및 폐회식

♣ 추계 학술대회 진행 안내

- ◆ 논문 발표의 경우, 각 편당 발표시간은 15분 이내(발표 10분, 질의응답 5분) 입니다.
- ◆ 논문의 발표자께서는 논문 발표가 차질 없이 진행되도록 하기 위하여 필히 지정된 일정 내 발표 영상을 송부하여 주셔야 하며, 좌장께서는 발표 일정에 맞추어 진행해 주시기 바랍니다.
- ◆ 각 좌장께서는 행사 당일 발표영상이 공개되는 시간동안 온라인 상태를 유지하며 질의에 대한 응답을 진행해 주시기 바랍니다.
- ◆ 발표자는 행사 당일 지정된 발표 시간동안 온라인 상태를 유지하며 질의에 성실히 응답해 주시기 바랍니다.

◆ 문의처

한국 융합신호처리학회

☎ 051) 714-1242, e-mail : kicsp@kicsp.or.kr

긴급연락 : 010-8520-0965 (학회장 하연철 교수)

- ◆ 학술대회 등록비 계좌 입금 시: 301-0196-1391-61(농협) 예금주 (사)한국융합신호처리학회
(입금 후 e-mail로 학회 연락)

등록비 안내

회원구분	등록비	비고
정회원	150,000원	※ 등록시 : 기념품 증정 (학술대회 논문집 포함, 우편 발송)
학생회원	100,000원	

♣ 발표장 안내

연세대학교 미래캠퍼스 산학협력관



KICSP 2024년 추계 학술대회

준비 위원회

준비위원장 : 홍정희(연세대)
공동위원장 : 하연철(부산대), 손동섭(KIRO)
준비위원 : 박찬홍(상지대), 김창원(창원대)
 이영실(동서대), 서지윤(연세대)
 박준모(연세대), 박병호(연세대)
 정상중(동서대), 박대경(부산대)
 정호일(대림대), 신정훈(대구가톨릭대)
 이영동(창신대), 노윤홍(부산디지털대)
 박현(동의대), 김창민(순천향대)

SESSION I

■ 영상 • 음성 • 음향 • 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 신호처리(Ⅰ)

장 소	산학협력관 RIS 세미나홀
좌 장	박현(동의대)
발 표 시 간	10:00~11:30

SESSION I (ORAL)

- (1) 공감 증대 및 상담 효율 향상을 위한 맥파 분석 및 미세표정 인식 기술 구현 김가영, 이지은, 신정훈(리상컴퍼니, 대구가톨릭대)
- (2) 무선통신을 이용한 스마트 팩토리 안전관리 모니터링 시스템 윤영진, 배환일, 전민수, 이주형, 김남호(부경대)
- (3) AI 기반 스마트 캠퍼스 정보제공 시스템 설계 김성민, 장재웅, 박지홍, 전서현, 신정훈(대구가톨릭대)
- (4) MobileNet 모델 기반 사용자 의류 복록 패션 스타일 유사도 측정 시스템 장승훈, 최봉준(동서대)
- (5) 훈 트레이닝 시 운동 자세 교정을 위한 AI 기반 스켈레톤 인식 시스템 설계 손수영, 이수민, 유선일, 장인석, 신정훈(대구가톨릭대)
- (6) 수중운동체 위치추적용 수상드론 플랫폼 개발 김창봉, 신동철(지오소나(주), 거제대)
- (7) 에지 정보 기반의 스위칭 필터를 이용한 Salt and Pepper 잡음 제거 정경석, 김남호(부경대)
- (8) 동적 실내 환경에서 고정밀 객체 감지 및 위치 파악을 위한 CNN-강화 LiDAR-SLAM 사키 후세인 칼란, 정완영(부경대)

공감 증대 및 상담 효율 향상을 위한 맥파 분석 및 미세표정 인식 기술 구현

김가영¹, 이지은², 신정훈^{3*}

¹리상컴퍼니, ²대구가톨릭대학교 게임공학전공, ³대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Implementing Pulse Wave Analysis and Instantaneous Facial Expression Recognition Technology to Increase Empathy and Improve Consultation Efficiency

Ga-Young Kim¹, Ji-Eun Lee², Jeong-Hoon Shin^{3*}

¹ResangCompany

²Game Engineering, Daegu catholic University

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract This paper aimed to develop pulse wave analysis and micro-expression recognition technologies to address the issue of clients hiding or artificially expressing their emotions, as well as to build trust and enhance empathy. To achieve this, a method for detecting the client's hidden emotional state was implemented using pulse wave analysis and micro-expression recognition technologies. The pulse wave analysis device can connect to a PC or smart device via Bluetooth and analyze real-time emotional changes. Additionally, AI-based facial expression recognition technology allows the counselor to quickly assess the client's emotions and better understand their psychological state. The pulse wave analysis, micro-expression recognition technologies, and emotion state inference techniques implemented in this paper are expected to enable counselors to detect clients' hidden emotional states, thereby facilitating more efficient counseling and client management.

• Key Words : Pulse Wave, Fine Expression, Emotion Input Device, Psychological Counseling, Emotion

I . 서론

대면 상담은 상담사와 내담자가 같은 공간에서 직접 마주하여 즉각적인 상호작용이 가능한 방식의 상담이며[1], 이에 반해, 비대면 상담은 상담사와 내담자가 서로 다른 물리적 공간에서 인터넷을 활용하여 소통하는 방식의 상담이다[2]. 상담에 참여하는 많은 수의 내담자가 상담 중 긴장감으로 인해 자신의 감정을 솔직하게 표현하기 어려워하며[3], 가식적으로 표현하려는 경향이 있다. 이와 더불어, 내담자들은 상담 공간의 분위기나 환경을 불편하게 느끼기도 한다.

특히, 한국 사람들은 문제가 생겼을 때 도움받는 것에 익숙하지 않아 자신의 감정을 직접적으로 표현하는 것을 회피하거나 방치하는 경우가 많다. 내담자가 감정을 숨기는 주요한 이유 중 하나는 낙인에 대한 두려움이며, 심리상담을 받는 사실이 사회적으로 부정적인 인식을 초래할 수 있다는 우려가 있기 때문이다[4].

따라서, 이러한 내담자들의 상담 태도를 극복하고 효율적인 상담을 진행하기 위해서는 내담자들의 숨겨진 감정 상태를

파악하는 것이 중요하다. 이에 본 논문에서는 심리 상담의 근본적인 문제인 신뢰 관계 구축과 공감 능력 향상을 위해 내담자들의 숨겨진 감정 상태 분석 기법을 제안하며, 이를 위하여 맥파 분석 및 미세표정 인식 기술과 감정 상태 추론 기법을 구현하고자 한다.

II. 맥파 분석을 위한 장치 구현

본 논문에서는 비대면 상담 시 내담자의 감정 상태를 실시간으로 분석할 수 있도록 마우스 형태의 맥파 측정 및 감정 입력 장치를 개발하였다. 해당 장치는 내담자가 자신의 컴퓨터에서 상담사와 접속하여 사용하기 편하도록 설계하였으며, 일반 마우스와 비슷한 크기로 제작되어 내담자가 자연스럽게 사용할 수 있도록 하였다. 또한, 맥파 측정 시 지연시간은 최대 1.5초 이내로 설계하여 상담 중 실시간에 가깝게 맥파를 측정할 수 있도록 구현하였다.

그림 1과 그림2에는 본 논문에서 개발한 맥파 측정 및 수집 장치 시작물을 나타낸다. 해당 장치는 왼쪽/오른쪽 클릭, 가

운데 훨, 뒤로/앞으로 이동 버튼 등의 기본 마우스 기능을 제공하며, 손가락으로부터 맥파를 수집할 수 있는 맥파 측정 센서와 충전 소켓을 추가하였다.



Fig. 1. Pulse wave measurement and emotion input device

장치는 회로 설계 및 PCB 아트워크 작업을 거쳐 개발되었으며, 시제품을 제작하여 테스트한 결과, 타사의 의료기기와 비교했을 때 92% 이상의 측정 정확도를 나타냈으며, 맥파 파형의 노이즈를 효과적으로 제거하여 심박수를 안정적으로 측정 할 수 있음을 확인하였다.

III. 미세표정 인식 기술 구현

본 논문에서는 AI Hub에 공개된 한국인 특화 표정 데이터셋(한국인 감정 인식을 위한 복합 영상 데이터)을 활용하여 AI 기반 표정 인식 기술 개발을 진행하였다. 해당 데이터셋은 기쁨, 당황, 분노, 불안, 상처, 슬픔, 중립 등 7가지 감정에 속하는, 총 50만 건 데이터로 구성되어 있다. 본 논문에서는 총 50만 건의 데이터 중 심리 상담 시 필요한 감정분류 기준인 행복, 슬픔, 놀람, 화남, 두려움 등 5가지 감정 상태와 중립(무표정) 상태를 선정하여, 일부 데이터의 경우 재라벨링하여 개발 시 사용하였다.

표 1에 본 논문에서 기존 라벨에서 새로 부여한 감정 라벨과 해당 데이터 수를 나타낸다.

Table 1. Number of newly assigned emotional labels and data compared to existing labels

New label	Existing label	Number of data
Happiness	Joy	70,735
Sadness	Sadness, Wound	140,560
Amazement	Panic	70,457
Anger	Anger	68,835
Fear	Anxiety	69,965
Neutrality	Neutrality	68,173

본 논문에서 개발한 AI 모델은 내담자의 얼굴 영역을 검출 후 검출된 영역을 활용하여 미세표정 인식을 수행한다. 미세표정 인식이란 0.5초 이내의 짧은 시간에 순간적으로 지나가는 표정 변화를 말하며, 내담자의 숨겨진 감정 상태가 여과 없이 표출되는 표정이다. 본 논문의 감정 인식은 중립 상태의 감정에서 순간적으로 변화하는 감정으로 전환된 후 다시 중립 상태로 돌아가는 절차로 진행된다.

IV. 내담자 감정 상태 추론 기법

본 논문에서는 내담자의 심박수 변화와 미세표정을 활용하여 감정 상태를 분석한다. 심박수 변화량은 미세표정 인식에 따른 감정의 강도 추정에 활용된다. 예를 들어, 분노의 감정에서 심박수가 높게 나타날 경우, 분노의 강도가 큰 것으로 추정하며, 슬픔의 감정에서 심박수가 낮게 나타날 경우, 슬픔의 강도가 큰 것으로 판단한다. 이러한 절차로 분석된 내담자의 심리상태는 정확도를 높여주기 위하여 내담자 스스로 입력한 내담자 감정 정보와 실시간으로 비교 검증하여 상담사에게 통보된다.

V. 결론

본 논문에서는 상담 시 내담자가 자신의 감정을 숨기고 가식적으로 표현하려는 태도를 극복하고 효율적으로 상담에 참여할 있도록 내담자들의 숨겨진 감정 상태를 도출하는 기법을 제안하였다.

본 논문에서 구현된 맥파 분석 및 미세표정 인식 기술, 감정 상태 추론 기법을 활용 시 내담자의 숨겨진 감정 상태 파악이 가능하며, 이를 통하여 효율적인 내담자 상담 및 관리가 용이할 것으로 기대된다. 특히, 상담사와 내담자 상호 간의 공감 능력 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 과제(결과물)는 2024년도 교육부의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업의 결과입니다.(2022RJS-006)

REFERENCES

- [1] Jung-min Park, Chae-hwa Kim, "A study on usability evaluation of the metaverse, a non-face-to-face consultation platform." Global Applied Humanities Research, 1.2, 2023, pp.19-37.
- [2] Ji-Eun, "A consensual qualitative study on the experiences and perceptions of college students who participated in non face to face psychological education programs after COVID-19: Focusing on stress and emotion management programs". Asian Education Research, 22.2, 2021, pp.431-457.
- [3] Jeong-hoon Shin, Ji-eun Lee, "A Comparative Analysis of Refractive Characteristics between Behavioral Patterns in Cyberspace and Behavioral Patterns in Real-Life Space". Journal of the Society of Convergence Signal Processing, 25(3), 2024, pp.148-164.
- [4] Eunjoo Lee. "The effect of cognitive re-evaluation of stigma in psychological counseling on the pursuit of professional help." 2016. PhD Thesis. Graduate School of Seoul National University.

무선통신을 이용한 스마트 팩토리 안전관리 모니터링 시스템

윤영진, 배환일, 전민수, 이주형, 김남호*

국립부경대학교

Safety Management Monitoring System for Smart Factories Using Wireless Communication

Yeong-Jin Yun, Hwan-Il Bae, Min-Su Jun, Ju-Hyeong Lee, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

Abstract As the importance of worker safety and equipment protection in smart factories increases, there is a growing need for an efficient management system capable of real-time monitoring of environmental conditions and machine operations. This system is designed to simultaneously perform environmental measurement and machine status monitoring within a smart factory. It comprises an environmental measurement unit, which integrates sensors for detecting flammable gases, methane, carbon monoxide, LPG, alcohol, and hydrogen, as well as a machine monitoring unit that utilizes impact and temperature sensors attached to equipment to detect shock and overheating. Leveraging Zigbee, a low-power wireless communication protocol, the system transmits real-time data to the administrator's smart device and provides instant alert notifications to prevent potential accidents when anomalies are detected. Experimental results indicate that the system can reliably monitor a wide range of conditions in diverse smart factory environments, offering a valuable solution for safety management and equipment protection that can be applied across various manufacturing settings.

- Key Words : Zigbee, wireless communication, real-time monitoring, smart factories

I. 서론

스마트 팩토리는 4차 산업혁명 시대의 핵심 기술로 자리 잡고 있으며, 제조업의 효율성과 생산성을 크게 향상시키는 역할을 하고 있다. 그러나 스마트 팩토리의 효율적인 운영을 위해서는 자동화된 기계와 다양한 장비의 안전성을 보장하고, 작업 환경의 위험 요소를 사전에 감지할 수 있는 안전 관리 시스템이 필수적이다[1]. 이에 따라 스마트 팩토리 내의 환경과 기계 상태를 실시간으로 모니터링하고, 위험 발생 시 빠르게 경고할 수 있는 통합 관리 시스템이 요구되고 있다. 본 연구에서는 가연성 가스, 메탄가스 등 다양한 유해 가스를 감지할 수 있는 환경 계측 센서와 기계에 부착된 충격 및 온도 센서를 통해 실시간으로 기계 상태를 모니터링할 수 있는 시스템을 설계하였다. 또한, 저전력 무선 통신 모듈인 Zigbee를 활용하여 모든 데이터를 관리자의 스마트 장치로 전송함으로써, 언제 어디서나 실시간으로 상태를 확인하고, 이상 발생 시 즉각적인 대응이 가능하게 하였다.

모니터링 모듈은 스마트 팩토리 내부의 유해 물질 농도를 실시간으로 측정한다. 기계 상태 모니터링 모듈은 기계의 정상 작동 여부를 실시간으로 감지한다. 환경 계측과 기계 상태 감지를 담당하는 두 개의 송신부 Zigbee 모듈이 각각 설치되어 있으며, 수집한 데이터를 중앙 관리 시스템인 수신부 Zigbee에 전달한다. 그림 1은 제안한 모니터링 시스템의 전체적인 흐름도를 나타낸다.

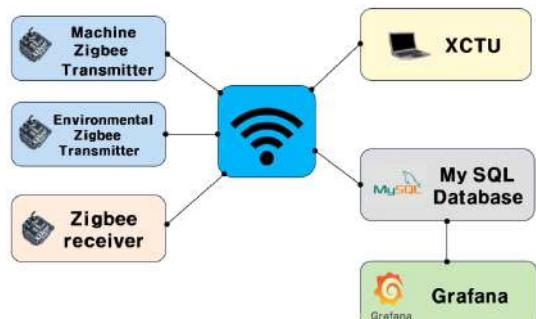


Fig. 1. Configuration of proposed system

II. 시스템 개요

제안하는 시스템은 스마트 팩토리 내 환경 상태와 기계 상태를 실시간으로 모니터링하는 두 가지 모듈로 구성된다. 환경

수집된 센서 데이터는 중앙 처리 장치의 수신부 Zigbee를 통해 PyCharm 프로그램으로 실시간 전송되어, MySQL 데이터베이스에 저장된다. 저장된 데이터는 Grafana를 통해 시각화되어 관리자가 스마트 팩토리의 환경 상태와 장비 이상 여부를 직관

적으로 확인할 수 있다. 또한, 시스템은 설정된 임계값을 초과하는 데이터를 감지할 경우 관리자에게 즉각 알람을 전송하여, 빠른 대처를 통해 사고를 예방할 수 있도록 지원한다.

III. 모니터링 시스템 구현

본 시스템은 스마트 팩토리 내 환경 상태와 기계 상태를 실시간으로 모니터링하며, 이상 상태 발생 시 관리자에게 경고를 제공하는 것을 목적으로 한다.

스마트 팩토리에서 발생할 수 있는 유해 가스 누출 및 기계의 이상 동작을 감지하여 작업장 안전을 확보하기 위해 설계되었다. 환경 상태 모니터링을 위해 다양한 유해 가스를 감지하는 센서들이 사용되었고, 기계 상태 모니터링을 위해 진동, 충격, 온도를 측정하는 센서들이 포함된다. 환경 상태 모니터링을 위해 아두이노와 결합 가능한 MQ 시리즈 센서를 사용하였다. MQ 센서는 가연성 가스(MQ-2), 알코올(MQ-3), 메탄(MQ-4), LPG(MQ-5), 수소(MQ-8), 일산화탄소(MQ-7) 등의 특정 가스에 민감하게 반응하며, 각 가스 농도를 아날로그 신호로 출력하여 실시간으로 환경 상태를 모니터링할 수 있다[2]. 또한, 특정 가스 농도가 위험 수준에 도달할 경우, 시스템은 관리자에게 경고 알람을 전송하여 즉각적인 대응을 가능하게 한다. 기계 상태 모니터링을 위해서는 진동 센서 SW-18010P와 디지털 온도 센서 DS18B20을 사용하였다. 진동 센서는 기계가 비정상적인 진동을 발생시킬 때 이를 감지하여 관리자에게 알리고, 온도 센서는 기계의 과열을 감지하여 조기에 이상 상태를 발견할 수 있도록 한다.

각 위치에서 환경 및 기계 상태 정보를 수집하고, Zigbee 통신을 통해 수집된 데이터를 PC로 전달한다. 수집된 데이터는 MySQL에 저장되고 값들은 Pycharm 프로그램에 실시간으로 수집되는 측정값을 확인할 수 있다. 실험에서는 MySQL 데이터베이스를 사용하여 전달된 센서 데이터를 저장하였다. MySQL은 데이터를 테이블 형태로 저장하고, 테이블 간의 관계를 정리하여 데이터 구조화 과정에 유리하다.

FlammableGas	Alcohol	Methane	LPG	CO	Hydrogen	Shock	Temperature	timestamp
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:34
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:34
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:35
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:35
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:35
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:35
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:35
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:36
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:36
50	125	86	90	60	78	1021	25.37	2024-11-18 20:28:36

Fig. 2. Database structure of monitoring system



Fig. 3. Shipyard remote monitoring GUI

그림 2는 MySQL에 데이터가 실시간으로 저장되는 과정을 보여준다. 그림 3은 MySQL 데이터베이스에 저장된 데이터를 Grafana 프로그램을 사용하여 시각적으로 나타낸 모니터링 화면이다.

본 실험에서는 실시간 모니터링뿐만 아니라, 설정된 기준치를 초과할 경우 이상 상황을 즉시 감지하고 경고 메시지를 전송하는 알림 시스템도 구축하였다. Telegram API를 활용해 관리자의 스마트 장치로 실시간 알림을 전송함으로써, 이상 상황 발생 시 신속한 대응이 가능하도록 설계되었다.

그림 4는 설정된 기준치를 초과할 경우 관리자의 스마트 장치로 전송되는 경고 알람의 구현 과정을 보여준다.

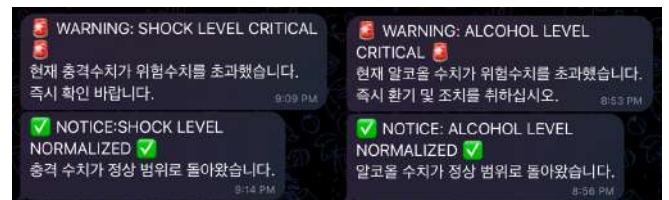


Fig. 4. Alert message on mobile messenger

IV. 결론

본 시스템에서 구현한 스마트 팩토리 안전 관리 시스템은 다양한 환경 조건에서 높은 신뢰성으로 실시간 모니터링을 수행 할 수 있음을 확인하였다. 공정 내 환경과 기계의 상태를 모니터링을 통해 작업자와 장비의 안전을 효과적으로 관리할 수 있으며, 사고 발생 가능성을 사전에 예방하는 데 기여할 수 있다. 또한, 관리자는 실시간으로 위험 상황을 파악하고 즉각적인 대응이 가능하다. 이러한 시스템은 다양한 제조 환경에서 적용될 수 있으며, 스마트 팩토리의 안전성과 효율성을 동시에 높일 수 있는 유용한 해결책으로 기대된다. 본 연구를 통해 제안한 시스템이 다양한 산업 현장에서 활용될 수 있도록 추가적인 연구와 개발이 진행될 것이다.

REFERENCES

- [1] Hwa Young Lee, Sung Jin Lee, Nam Ho Kim, "Smart Factory's Environment Monitoring System using Bluetooth," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 25, no. 1, pp. 224-226, May 2021.
- [2] Jeong Seung Guk, Park Si Young, Choi Young Chul, "A Study on the Smart Safety Monitoring System Design," *Proceedings of KIIT Conference*, vol. 25, no. 1, pp. 219-221, Jun. 2021.

AI 기반 스마트 캠퍼스 정보제공 시스템 설계

김성민¹, 장재웅¹, 박지홍¹, 전서현², 신정훈^{3*}

¹대구가톨릭대학교 사이버보안전공, ²대구가톨릭대학교 게임공학전공,

³대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Design of AI-Based Smart Campus Information Provision System

Seong-min Kim¹, Jae-woong Jang¹, Ji-hong Park¹, Seo-hyun Jeon², Jeong-Hoon Shin^{3*}

¹Division of Cybersecurity, Daegu Catholic University

²Division of Game Engineering, Daegu Catholic University

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract With the increasing demand for efficient information management in educational environments, smart campus systems are becoming essential. However, there is limited research on AI-based systems that provide real-time, personalized information to students and faculty on a campus-wide scale. This paper proposes an AI-based Smart Campus Information Provision System designed to enhance the accessibility and relevance of campus information. The system utilizes AI to deliver personalized information based on user preferences, such as campus events, administrative announcements, and career opportunities.

• Key Words :Smart Campus, Information Management, AI-based, SystemReal-time, InformationPersonalized, InformationCampus Events

I. 서론

현재 대구가톨릭대학교에서는 학사 일정, 입시 요강, 진로 상담 등 다양한 정보를 제공하고 있지만, 이 정보들이 여러 채널에 분산되어 있어 사용자가 필요한 정보를 찾기 위해 많은 시간과 노력을 들여야 한다는 문제가 있다. 기존 시스템은 분할돼있는 접근성으로 인해 사용자 편의성이 떨어지는 경향이 있다. 이를 개선하기 위해 본 논문에서는 다양한 정보를 통합하여 AI 기반 챗봇을 이용하는 사용자 맞춤형 정보제공 시스템인 ‘스마트 캠퍼스 정보제공 시스템’을 제안한다[1].

II. 스마트 캠퍼스 정보제공 시스템

본 논문에서 제안하는 ‘스마트 캠퍼스 정보제공 시스템’의 주요 구조는 데이터 수집 모듈, 정보 검색 및 분류 모듈, AI 기반 챗봇 모듈, 사용자 인터페이스로 구성된다.

그림 1은 챗봇의 구조를 블록다이어그램으로 나타낸 것이다 [2].

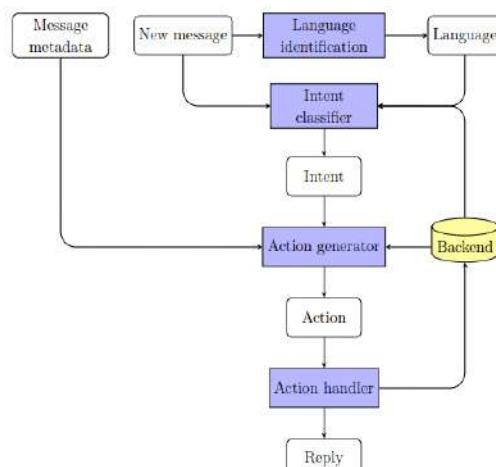


Fig. 1. CHAT-BOT Structural Block diagram

2.1 시스템 설계 및 아키텍처

데이터 수집 모듈은 웹 크롤링과 API 연계를 통해 대학 내외의 다양한 출처에서 학사 일정과 공지사항을 자동으로 수집하고, 이를 중앙 데이터베이스에 저장하여 사용자가 요청하는 정보를 신속히 제공한다. 자연어 처리(NLP)를 활용해 사용자의 질문을 이해하고 맞춤형 정보를 제공하며, 웹과 모바일 환경에서 편리하게 사용할 수 있는 인터페이스를 지원한다.

2.2 데이터 수집 및 처리 과정

크롤링이 시작되면 해당 웹 페이지를 다운로드하고 해당 페이지의 URL을 큐에 저장한다. 큐에 저장된 URL들은 중요도에 따라 재배치되며, 우선순위가 높은 URL부터 순차적으로 다운로드한다. 이러한 과정은 큐에 저장된 모든 URL을 방문한 후 필요한 데이터를 저장소에 저장할 때까지 반복 후 크롤링이 종료된다[3].

2.3 RAG 기반 랭체인을 활용한 자연어처리(NLP)

Fine-tuning은 사전 학습된 언어 모델을 특정 작업에 맞춰 추가 학습을 진행하는 과정으로, Fine-tuning을 실행할 시 라벨링된 데이터를 필요로 하며, 학습 비용 증가, 재훈련 빈도 증가 등의 문제점이 발생할 수 있다. RAG(검색-생성 결합 모델)는 외부 정보 소스를 활용해 생성된 텍스트의 정확성과 품질을 높이며, 동적 환경에서도 유연성을 제공해 최신 정보를 반영할 수 있다. RAG를 구현하는 랭체인은 언어 모델과 외부 데이터 소스를 결합할 수 있는 오픈 소스 프레임워크로, API 기반으로 언어 모델을 활용한 애플리케이션 개발을 지원하며 모듈화된 구조로 확장성이 뛰어나다. 그림 3은 LANGCHAIN을 이용한 생성형 AI 구조를 설명한다[4].

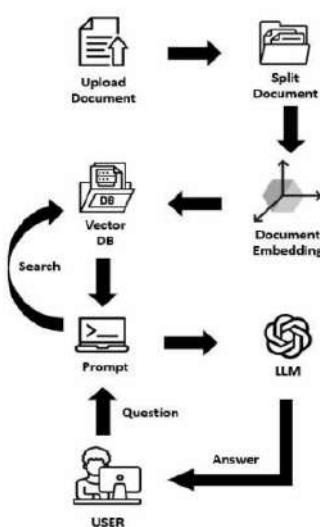


Fig. 3. Generative AI with LANGCHAIN

2.4 사용자 인터페이스 설계

사용자 인터페이스는 직관적 디자인을 추구하여 사용자의 최소 노력으로 필요한 정보를 쉽게 찾을 수 있도록 설계되었다. 또한, 사용자 인터페이스 PC 및 모바일 환경에서 최적화된 UI와 즉각적인 피드백을 제공하여 사용 편의성과 만족도를 높인다[5]. 그림 4는 UI의 예시이다.

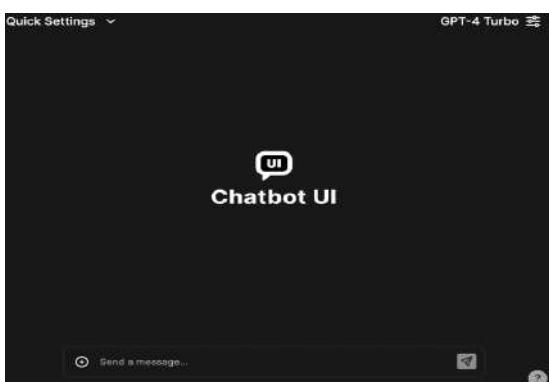


Fig. 4. Example of System U[6]

III. 결론

본 논문에서는 AI 기반 챗봇을 활용하여 스마트 캠퍼스의 학사 정보, 입시 안내, 진로 및 취업 정보를 통합적으로 제공하는 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 분산된 기존 정보제공 방식을 개선하여 사용자 맞춤형 정보를 빠르고 정확하게 전달함으로써 정보 접근성을 높이는 것을 목표로 한다. 제안된 시스템을 바탕으로 추가 연구가 이루어질 시 보다 효율적인 정보제공 시스템의 구현이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 주관하여 진행하는 ‘SW중심대학사업’의 결과물입니다.
(2019-0-01056)

REFERENCES

- [1] Min, D.-H., & Lee, W.-B. (2019). Implementation of a chatbot application for restaurant recommendation using statistical word comparison method (Vol. 20, No. 1, pp. 31–36). Journal of the Society of Convergence Signal Processing.
- [2] Park, H., Lee, S., Lee, M., Han, S., Jeong, D.*, & Lee, H.** (2023). Development of an artificial intelligence-based university information notification chatbot system (pp. 921–923). Kyonggi University.
- [3] Na, C.-W., & On, B.-W. (2019). A proposal on a proactive crawling approach with analysis of state-of-the-art web crawling algorithms (Vol. 20, No. 3, pp. 43–58). Kunsan National University, Department of Software Convergence Engineering. Journal of Internet Computing and Services.
- [4] Jo, C., Kang, S., & Jun, H. (2023). Implementation of generative AI chatbot using RAG-based Langchain (pp. 460–463). Kunsan National University. Journal of Internet Computing and Services.
- [5] Kim, J. B. (2022). A study on the design and usability evaluation of library chatbot service using AI (pp. 17–93). Dongduk Women’s University.
- [6] mckaywrigley. (n.d.). Chatbot UI [Computer software]. GitHub. Available at <https://github.com/mckaywrigley/chatbot-ui>.

MobileNet 모델 기반 사용자 의류 목록 패션 스타일 유사도 측정 시스템

장승훈¹, 최봉준^{2*}

¹동서대학교 컴퓨터공학과

²동서대학교 소프트웨어학과

User Clothing List Fashion Style Similarity Measurement System Based on MobileNet

Seunghun Jang¹, Bongjun Choi^{2*}

¹Department of Computer Engineering, Dongseo University

²Department of Software, Dongseo University

Abstract This study proposes a system that enhances online clothing shopping by recommending outfits based on the user's existing wardrobe and their desired fashion style. The system fine-tunes a MobileNetV3 model to extract feature vectors from clothing images, combining these with color histogram vectors to measure similarity between the user's owned clothing items and desired styles from online stores. Cosine similarity is applied to determine the degree of similarity between the feature vectors of the user's wardrobe items and those of the target fashion style. Based on the calculated similarity, the system provides personalized recommendations that reflect the user's desired fashion style without requiring additional purchases, thereby increasing user satisfaction.

- Key Words : MobileNetV3, Similarity, Recommendation System, AI, Fashion

I. 서론

최근 패션 산업에서 오프라인 보다는 온라인을 통한 상품 구매 및 판매가 활발하게 이루어져 소비자들에게 편리함을 제공하고 있다. 패션 산업에서는 인공지능을 활용하여 맞춤형 코디 추천, AI 기반 스타일링 서비스 등의 사용자 맞춤형 서비스가 제공되고 있다. 해당 서비스는 소비자의 구매 내역, 상품 검색 이력과 같은 선호도에 대한 데이터를 기반으로 소비자에게 구매 추천을 제공한다. 하지만 소비자가 이미 소유하고 있는 의류에 대한 정보는 반영한 의류 추천 서비스는 아직 제공되고 있지 않다[1]. 이러한 문제로 인해 상품에 대한 중복 구매로 의류 폐기물이 해마다 늘어나게 되어 환경 오염으로 이어지고 있다[2]. 본 논문에서는 사용자가 구매하길 희망하는 의류에 대해 기존에 사용자가 소유하고 있는 의류 목록과 의류 이미지 유사도 측정을 통해 동일한 의류 재구매와 같은 비효율적인 소비를 줄임으로써 패션 산업에서의 지속 가능성을 기대한다.

II. 관련연구

기존의 의류 추천 시스템은 소비자의 선호도에 대한 데이터를 추출하여 상품의 특성과 사용자의 특징을 조합하여 AI를 활용한 추천 시스템이 개발되고 있다. 이러한 방식을 통해 소비자에게 상품 구매 추천을 제공하고 있다. 온라인 쇼핑몰 사

이트에서는 소비자가 특정 상품을 여러 번 검색하거나 구매한 기록이 있으면 그와 유사한 상품을 추천해 주거나 같은 상품을 다른 사용자들이 구매한 상품을 보여주는 방식으로 개인화 추천 시스템을 활용하고 있다. AI를 활용하여 방대한 데이터 분석을 통해 소비자의 패턴을 파악하고, 종합적으로 분석하여 각각의 소비자에게 최적화된 상품을 추천한다. 하지만 이러한 추천 시스템은 소비자가 이미 구매한 의류에 대한 정보는 반영되지 않아 소비자의 의류 구매 결정 요인에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 오프라인에서 직접 상품을 구매할 수도 있어 추천 시스템에 대한 서비스 제공에 영향을 미친다[3]. 본 논문에서는 소비자가 소유하고 있는 의류 목록 데이터를 활용하여 구매 진행 전 해당 의류에 대해 이미지 유사도 측정을 통해 동일한 의류 재구매와 같은 소비를 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

III. MobileNetV3 모델 기반 사용자 의류 목록 패션 스타일 유사도 측정 시스템

본 연구에서는 MobileNetV3 모델을 활용하여 사용자가 소유한 의류와 온라인 쇼핑몰 내 관심 있는 스타일 간의 이미지 유사도를 측정하는 시스템을 개발하였다. MobileNetV3 모델은 Google에서 개발한 경량화된 신경망 모델로 비교적 적은 연산량과 메모리 사용량을 통해 모바일 및 임베디드 디바이스

와 같은 제한된 환경에서 높은 성능을 제공한다. 본 논문에서는 다수의 사용자가 의류 구매에 있어서 스마트폰과 같은 모바일 기기를 통해 의류 구매를 진행한다고 판단하여 MobileNetV3 모델을 적용하여 연구를 진행하게 되었다.

3.1 MobileNetV3 모델 파인 투닝 과정

기존 MobileNetV3 모델에서 분류 레이어를 제거하고, 추가적으로 의류는 모양, 색상, 패턴 등의 시각적 특징을 분석하기 위해 색상 히스토그램을 활용한 특징 벡터를 결합하는 방식을 통해 분류를 수행하도록 설계하였다. 초기 학습 단계에서는 batch size = 32, learning rate = 0.0001로 설정하여 200 Epochs 동안 모델을 학습하였다. Fig. 1과 같이 학습 과정 중 Training Loss와 Validation Loss는 안정적으로 감소하였으며, Training Accuracy와 Validation Accuracy는 지속적으로 개선되는 것을 확인할 수 있다. 초기 학습을 마친 후, 추가적인 모델의 세부 조정 단계에서 모델이 의류 이미지에 대한 세부적인 특징을 학습할 수 있게 하였다. 파인 투닝 과정을 통해 모델의 최종 테스트 결과, 정확도는 약 88%에 도달하였다.

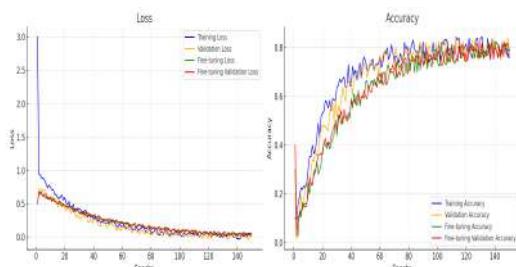


Fig. 1 Finetuning MobileNetV3 Model Accuracy

3.2 유사도 측정 결과

파인튜닝한 MobileNetV3 모델을 통해 추출된 이미지의 벡터를 코사인 유사도 알고리즘을 통해 유사도를 측정하였다. Fig. 2에서, ‘Wannabe Style’이라는 사용자가 구매하길 희망하는 패션 스타일이라고 가정하고 Top 1, Top 2, Bottom 1, Bottom 2는 사용자가 소유한 의류 목록이라고 가정했다. 유사도 측정 결과, 상의, 하의 각각 Top 1, Bottom 1에서 가장 높은 유사도가 측정되었다. 육안으로 확인했을 때, Top 2와 Bottom 2에서는 색상이 다르지만 모양, 질감 등이 비슷하여 Table 1과 같은 유사도 결과가 나왔다고 판단한다.

Table 1. User Clothing List Similarity Results (%)

Top1	Top2	Bottom1	Bottom2
83.1	81.7	87.3	83



Fig. 2. Similarity Measurement Result

IV. 결론

본 논문에서는 MobileNetV3 모델과 코사인 유사도 알고리즘을 활용한 사용자 의류 목록에 대한 패션 스타일 유사도 측정 시스템을 제안한다. 기존의 온라인 쇼핑몰 추천 시스템이 사용자의 검색 내역, 활동 내역 등에만 의존하여 구매를 추천하는 한계를 극복하고, 사용자가 소유한 의류 목록에 대한 데이터를 반영한 의류 추천 시스템을 통해 중복 구매를 방지하고 패션 산업에서의 지속 가능한 소비를 촉진할 수 있음을 기대한다. 본 논문에서는 MobileNetV3 모델과 유사도 알고리즘을 통한 의류 이미지의 유사도 측정 결과를 제공한다. 연구 진행을 위해 의류 아이템 중 상의(Top), 하의(Bottom)에 대한 이미지만 모델에 학습된 상태로 유사도 측정에 대해 제한되어 있다. 추후 연구를 통해 의류 카테고리의 다양성을 높이고 더욱 세밀한 의류 아이템의 패턴 분석을 통해 이미지의 유사도 측정 정밀도를 높여 사용자에 대한 개인화된 의류 추천 시스템의 성능 향상을 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2024년도 동서대학교 “Dongseo Cluster Project (type 2)” 지원에 의하여 이루어진 것임 (DSU-20240003)

REFERENCES

- [1] Kim HJ, Lee SH. “Development of a Personalized Clothing Recommendation System Based on Perceived Temperature and User-Owned Clothing,” Journal of Digital Contents Society. 2021; 22(5): 931 - 941. <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.5.931>
- [2] Chung SJ, Yim EH. “Fashion Activism for Sustainability on Social Media,” Journal of the Korean Society of Costume. 2020; 28(6): 815-829. <https://doi.org/10.29049/rjcc.2020.28.6.815>
- [3] Baek H-W, Lee J-H. “A Study on the Personalized Recommendation Method of Offline Clothing Stores,” *Journal of Digital Contents Society*, vol. 20, no. 12, pp. 2467-2475, 2019. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2467>

홈 트레이닝 시 운동 자세 교정을 위한 AI 기반 스켈레톤 인식 시스템 설계

손수영¹, 이수민², 유선일³, 장인석¹, 신정훈^{4*}

¹대구가톨릭대학교 사이버보안전공, ²대구가톨릭대학교 컴퓨터공학전공, ³대구가톨릭대학교 게임공학전공,

⁴대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Design of an AI-based Skeleton Recognition System for Posture Correction in Home Training

Su-Yeong Son¹, Su-Min Lee², Seon-II You³, In-Seok Jang¹, Jeong-Hoon Shin^{4*}

¹Cyber Security, Daegu Catholic University,

²Computer Engineering, Daegu Catholic University,

³Game Engineering, Daegu Catholic University,

⁴School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract As interest in health management increases in modern society, many people are choosing home training. This is an effective way to overcome time and cost constraints. However, exercising with incorrect posture can lead to injury and, in the long term, have negative effects on health. Therefore, it is important to exercise with proper posture. This study proposes a system that utilizes AI technology to help users exercise safely and effectively at home.

• Key Words : Health management, Home training, AI technology, Proper posture, Injury prevention, Effective exercise

I. 서론

최근 인공지능(AI) 기술의 발전은 헬스케어와 홈 트레이닝 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 특히 COVID-19 팬데믹 이후 비대면 운동의 수요가 급증하면서, 집에서도 안전하고 효율적인 운동 자세 교정을 돋는 AI 기반 홈 트레이닝 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 논문은 사용자의 운동 자세를 실시간으로 인식하고 분석하여 올바른 자세를 유지하고 교정할 수 있는 AI 기반 홈 트레이닝 시스템을 설계하는 것을 목표로 한다. 본 시스템은 딥러닝 기반의 스켈레톤 인식 기술을 활용하여 사용자의 관절 위치와 각도를 추적하고, 실시간으로 자세 교정을 돋는 피드백을 제공함으로써 운동의 효율성을 높인다. 이러한 시스템은 특히 초기 사용자나 피트니스 경험이 적은 사람들에게 큰 도움을 줄 수 있다. 더불어 사용자가 반복적으로 잘못된 자세를 취할 때마다 교정 안내를 제공하여 부상의 위험을 줄이는 데 기여할 수 있다. 본 시스템은 개인 맞춤형 데이터를 기반으로 하여 사용자 개개인의 신체 조건과 운동 능력에 최적화된 피드백을 제공한다. 이를 통해 사용자는 지속적으로 올바른 운동 습관을 형성하고, 운동의 질을 향상시킬 수 있다.

II. 본론

2.1 시스템 구성도

시스템은 크게 세 가지 단계로 구성된다.

첫 번째 단계는 데이터 입력으로, 카메라 모듈이 사용자의 운동 자세를 실시간으로 캡처하여 관절 좌표를 추출한다[3].

두 번째 단계는 AI 분석이다. MediaPipe와 같은 프레임워크를 통해 관절 위치와 각도를 비교하여[1], 딥러닝 모델을 통해 올바른 자세를 판단한다[3].

마지막 단계인 피드백 제공 단계에서는 자세 오류가 감지되면 실시간으로 피드백을 제공하여 사용자가 즉시 자세를 교정할 수 있도록 돋는다[2].

2.2 동작 원리

시스템의 동작 원리는 크게 세 단계로 나뉜다. 먼저 데이터 입력 단계에서, 사용자가 운동을 수행하는 동안 카메라가 자세를 실시간으로 캡처하고 관절 좌표를 추출하여 스켈레톤 데이터를 생성한다. 이 스켈레톤 데이터는 3D 포인트 정보를 제공하며, AI 모델이 정확하게 분석할 수 있는 기초 데이터를 형성한다.

다음으로 AI 분석 단계에서는 추출된 스켈레톤 데이터를 AI 모델이 분석한다. MediaPipe와 같은 프레임워크를 사용하여 관절 위치와 각도를 비교하고 올바른 자세와 잘못된 자세를 구분한다[1,2]. 이를 통해 사용자의 자세가 기준에서 얼마나 벗어났는지를 평가할 수 있다.

마지막으로 피드백 제공 단계에서는 분석 결과를 바탕으로 사용자가 올바른 자세를 유지하고 있는지 실시간으로 피드백을 제공한다. 예를 들어, 허리가 과도하게 굽혀진 경우 “허리를 펴세요”와 같은 교정 메시지를 통해 사용자가 즉각적으로 자세를 교정할 수 있도록 유도한다.

2.3 제안 시스템의 독창성

본 연구에서 제안하는 AI 기반 스켈레톤 인식 시스템은 기존의 홈 트레이닝 시스템과 비교해 다음과 같은 차별성을 갖는다.

먼저 친구들과의 친선 경쟁 기능이 있다. 기존의 홈 트레이닝 시스템이나 운동 앱은 주로 개인의 자세 교정이나 운동 루틴에 초점을 맞추지만, 본 시스템은 사용자들이 친구들과 경쟁할 수 있는 세 가지 운동 모드(일반 운동, 경쟁 운동, 친선 운동)를 통해 더욱 즐겁게 운동할 수 있도록 설계하였다. 일반 운동 모드는 개인의 운동 자세 교정에 중점을 두는 모드이고, 친선 운동 모드는 친한 사용자들끼리 간단히 겨를 수 있는 모드이다. 경쟁 운동 모드는 다른 사용자와 경쟁을 통해 계급을 획득하고 친구들과 비교하여 운동의 재미를 향상시킬 수 있으며 동기 부여가 가능하도록 한다. 또한, 실시간 피드백 제공 기능이 있다. 기존의 홈 트레이닝 앱이나 영상 콘텐츠는 사용자가 운동 후 자신의 자세를 확인해야 하는 번거로움이 있지만, 본 시스템은 실시간으로 자세 오류를 감지하고 즉각적인 피드백을 제공하여 운동 중에도 바로 자세를 교정 할 수 있도록 돕는다. 이러한 실시간 교정 기능은 사용자들이 더 정확한 자세로 운동하는 데 큰 도움을 준다.

마지막으로, 안전성과 효율성 향상을 꾀한다. 잘못된 자세로 인해 발생할 수 있는 부상의 위험을 줄이고, 올바른 자세로 운동 효과를 극대화할 수 있도록 설계하였다. 잘못된 자세에 대해서는 음성 또는 시각적 피드백을 제공하여 사용자가 즉시 교정할 수 있도록 하여, 전문 트레이너 없이도 안전하고 효과적인 운동을 할 수 있도록 지원한다.

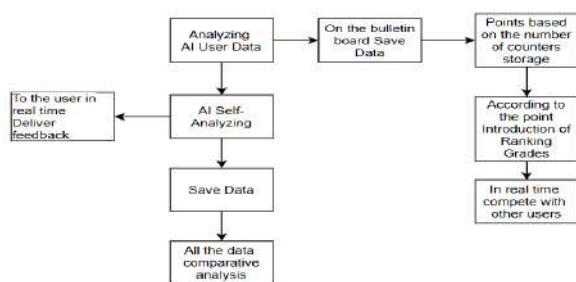


Fig. 1. Structural diagram of real-time exercise posture analysis system

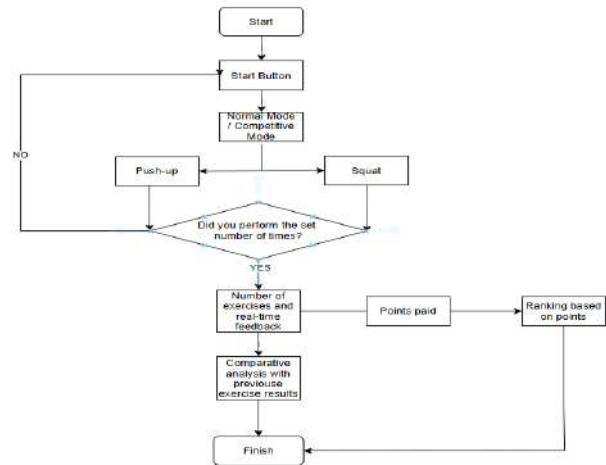


Fig. 2. Real-time Exercise Calibration System
Process Flowchart

III 결론

본 논문에서는 AI 기반 실시간 스켈레톤 인식 시스템을 통해 홈 트레이닝 중 사용자 자세를 교정하는 방안을 제안한다. 딥러닝 모델과 MediaPipe 프레임워크를 활용하여 사용자의 관절 위치와 각도를 실시간으로 분석하고, 피드백을 제공함으로써 안전하고 효율적인 운동을 지원할 수 있도록 설계하였다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 특정 운동에 한정된 자세 교정 기능을 제공하고 있지만, 향후 추가적인 연구를 통하여 다양한 운동 유형의 학습 및 자세교정이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 주관하여 진행하는 ‘SW중심대학사업’의 결과물입니다.
(2019-0-01056)

REFERENCES

- [1] Camillo Lugaresi, et.al., “MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines,” arXiv:1906.08172v1 [cs.DC], pp.1-9, 14 June2019.
- [2] Yejin Kwon, Dongho Kim, “Real-Time Workout Posture Correction using OpenCV and MediaPipe”, Journal of KIIT, Vol. 20, No. 1, pp. 199-208, Jan. 2022. pISSN 1598-8619, eISSN 2093-7571
- [3] Sataya Mallick, “Deep Learning based Human Pose Estimation using OpenCV”, Learn Opencv, May 2018
- [4] Hyeon-Min Jang, Woo-young Song, Jeong-Hoon Shin, “Using Deep Learning Image Processing Technology for Parking Control System”

수중운동체 위치추적용 수상드론 플랫폼 개발

김창봉¹, 신동철^{2*}

¹지오소나(주), ²거제대학교 기계공학과

Development of a Surface Drone Platform for Tracking the Location of Underwater Vehicles

Chang-Bong Kim¹, Dong-Chul Shin^{2*}

¹GEOSONAR Co., Ltd.

²Department of Mechanical Engineering, Geoje University

Abstract This study developed a surface drone platform for tracking the position of underwater vehicles. In the location tracking system, the surface drone platform uses its own propulsion system to maintain its posture and position, while performing tasks such as detecting and transmitting target signals. The platform was constructed with a catamaran structure to minimize the roll and pitch of the hull. The platform consists of a navigation controller, communication power supply, signal process, signal receiver, and underwater signal acquisition device. The platform is equipped with mission device such as warning lights, a radar reflector, and R/F communicator, thrusters, and navigation auxiliary sensors. A winch system capable of being mounted on a surface drone for underwater signal acquisition was developed, and a test bed was constructed to ensure the reliability of the spool movement mechanism. The surface drone platform was successfully demonstrated off the coast of Geoje and Pohang under Sea State 3 conditions, achieving a maximum speed of 2m/s or more.

- Key Words : Surface drone platform, Winch System, Underwater Signal, Underwater Vehicle, Tracking Location

I. 연구 필요성 및 문제점

본 연구에서는 수중운동체의 위치추적을 위한 수상드론 플랫폼이 개발되었다. 종래 수중운동체의 위치를 추적하는 방법은 표류형 부이 하부에 하이드로폰을 연결하는 방법이다. 하이드로폰으로 물속에서 나는 소리의 음파가 수중에 전파되는 성질을 이용하여 잠수함, 어뢰, 함선의 기관음, 추진기의 소리를 탐지하는 방식이다. 해류의 영향으로 수면에서 표류하는 부이의 특성으로 고정 위치를 유지하지 못하여 취득하는 데 이터의 신뢰도가 떨어지며, 실험선에서 진/회수를 직접 수행함으로써 그 불편함이 가중되었다.

II. 연구내용과 방법

수중운동체 위치추적 체계		주요 구성
위치유지형 주제부		<ul style="list-style-type: none"> • 자체 추진체계이용 자체/위치 유지 • 표적 신호 발지 및 전송
표류형 주제부		<ul style="list-style-type: none"> • 자체/위치 유지 불가 • 표적 신호 발지 및 전송
장비부		<ul style="list-style-type: none"> • 수중주자를 위한 유형 핵심 이어터제(양이제, 중이제) ✓ 접수항 특집보증장치 조립체 ✓ 주체 접검증 용이 조립체
주작용품/ 제어부		<ul style="list-style-type: none"> • 주작부보조터 신호입자 정보 보신 • 수중주자 정보 상호, 전시 및 유통
모조 장비부		<ul style="list-style-type: none"> • 자체 운동 및 통신/회수 품 보조 장비 ✓ 제작제작장치 ✓ 접수항-구조 철경 장치 ✓ 빙어동-구조 철경 장치 ✓ 보관제작 시구

Fig. 1. Underwater vehicle location tracking system

그림 1은 수중운동체 위치추적 체계를 보여준다. 위치추적 체계에서 수상드론 플랫폼은 자체 추진체계를 이용하여 자세 및 위치를 유지하고, 표적 신호를 탐지 및 전송하는 임무를 수행한다. 수상드론은 고객의 요구사항 분석과 콘셉트 설계, 3D 설계 과정을 거쳐, 마스터/몰드 가공 이후 CFRP 적층, 임무장비 탑재, SW 개발, 육상테스트 및 해양 실증 과정을 따른다. 수상드론 항해에서 가장 큰 영향을 받는 충격을 고려한 CFRP 재료시험을 수행하였다.

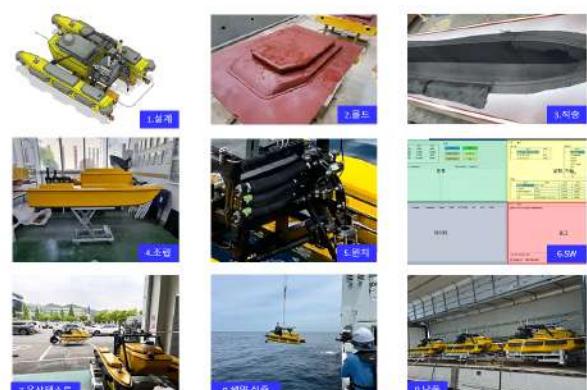


Fig. 2 Development process of surface drone platform

Table 1. CFRP Material Test Results

시험항목	시험방법	단위	순번	1	2	3	평균
인장강도 ASTM D638	N/mm ²		0°	314	343	317	324
			45°	119	100	99	106
			90°	319	356	374	349
굽힘강도 ASTM D780	N/mm ²		0°	815	791	826	814
			45°	356	332	357	348
			90°	812	796	861	823
사르피 충격시험 ASTM D6110	kNm ²		0°	74	91	75	80
			45°	98	113	116	109
			90°	77	96	93	89

위치추적용 수상드론 플랫폼은 항해제어기, 통신 전원 공급기, 신호처리기, 신호수신기와 수중신호 획득장치로 구성된다. 수상드론에는 경광등, 레이다 반사기, FR통신기, 추진기, 항해보조 센서 등의 임무 장비가 탑재된다.

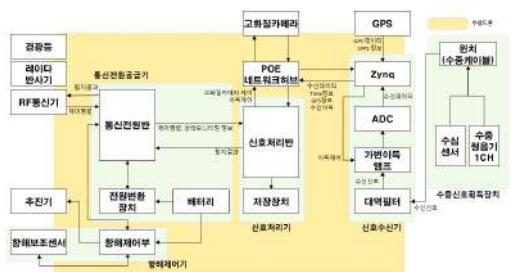


Fig. 3. Configuration diagram of the surface drone platform



Fig. 4. Design of the surface drone platform

수상드론 플랫폼은 쌍동선 형태의 부이로 제작되었으며, 크기는 2400x1610x1400mm (길이x폭x높이)이며, 무게는 175kg (탑재장비 포함)이다. 각 장비의 연결부는 수밀 커넥터를 사용하여 수밀구조로 제작되었으며, GPS, RF 안테나, 경광등, 레이다 반사기, 고화질 카메라 등의 임무 장비가 탑재된다. 수중청음기의 수중 설치 위치 조절을 위한 원치가 장착되어, 추진기를 장착하여 정해진 시험 해역을 운항하거나 제자리 유지한다.

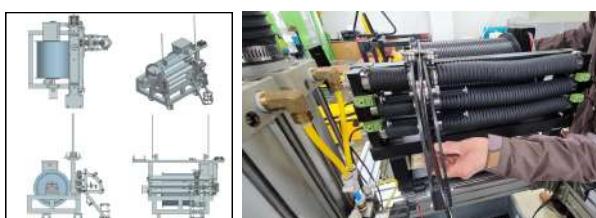


Fig. 5. Design and fabrication of the winch system

수중신호 획득을 위한 수상드론 탑재형 원치시스템을 개발하였다. 원치시스템의 스플 이동 장치의 신뢰성 확보를 위한 테스트 베드를 제작하여, 주름관 품질 폴로시험 3,000회 이상 폴로시험 테스트를 수행하였다. 스플 이동 장치의 주름관을 반복 수행하여 주름관 정상 작동 및 품질을 확인하였다.



Fig. 6. Fabrication of spool test bed for winch system

원치 시스템 최대 인장하중 30kgf 이상 달성하였으며, 원치 시스템 하강 위치 정밀도는 10m당 ±5cm 이하로 검증되었다.



Fig. 7. Land testing for performance verification

개발이 완료된 수상드론의 이동 편의성을 위하여 트레일러와 적재함 제작이 진행되었으며, 육상테스트를 통하여 추진체, GNSS 수신 상태, 항해 장비 등의 신뢰성을 확보하였다. 수상드론 플랫폼은 거제 앞바다와 포항에서 Sea State 3, 최대속도 2m/s로 이상으로 실증을 완료하였다.



Fig. 8. Demonstration test in the east sea

III. 결론 및 향후 연구

유인 장비를 활용한 수중 무인이동체 탐지의 패러다임 전환을 위한 임무 장비 탑재형 수상드론 플랫폼을 개발하였다. 고정도 수상드론 탑재용 해양 원치시스템 개발과 해양 환경에 최적화된 복합 소재를 선정하여, 수상드론의 선체에 적용하였다. 향후 연구는 해양의 극한 환경에서의 임무 수행을 위한 다양한 접근 방법이 필요하며, 수심 100m 이상의 무인이동체 탐지를 위한 신뢰성 확보가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2021년 “수중운동체 위치추적 체계”로 수행되었으며, 관계기관은 국방과학연구소, LG넥스원이 참여하였다.

REFERENCES

- [1] C. B. Kim, Research on Reservoir Bathymetry using USV, Journal of the KICSP, Vol.25 No.1
- [2] C. B. Kim, Development of Ground Control System of USV for Explore the Ocean Floor and Geographical Surveying, Journal of the KNST, Vol.2 No.1
- [3] C. B. Kim, Development of Catamaran Separation Structure of USV for Explore the Ocean Floor and Geographical Surveying, Journal of the KNST, Vol.2 No.2

에지 정보 기반의 스위칭 필터를 이용한 Salt and Pepper 잡음 제거

정경석, 김남호*

국립부경대학교

Salt and Pepper Noise Removal using an Edge-Information-based Switching Filter

Gyeong-Seog Jung, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

Abstract The demand for images has been rapidly increasing recently, and their applications are becoming increasingly diverse. However, noise such as Salt and Pepper in images can degrade the resolution and reliability of the image data. Various studies have been conducted to remove such noise, but the performance of existing methods has shown a sharp decline depending on changes in noise density. Therefore, this paper proposes a Salt and Pepper noise removal algorithm using an edge information-based switching filter. The proposed algorithm preprocesses the corrupted image and then uses an edge detection filter to detect edges. Additionally, based on the variation values measured from the edge-detected image, different algorithms are switched to remove the noise. To evaluate the performance of the proposed algorithm, the filtering results of the noisy image are compared with those of existing methods. Furthermore, the proposed algorithm showed visually superior performance.

- Key Words : Image processing, Salt and Pepper noise, Edge detection, Noise removal

I. 서 론

영상은 시각 정보를 전달하는 매체로써 다양한 분야에서 중요한 역할을 하고 있으나 외부 환경이나 하드웨어 장비의 오류 등 다양한 요인으로 인해 Salt and Pepper 잡음이 발생할 수 있다. 이러한 잡음은 해상도와 신뢰도에 부정적 영향을 미치기 때문에 전처리 과정에서 이러한 잡음을 제거하는 것은 필수적이다.

잡음을 제거하기 위하여 기존에 HMF(hybrid median filter), AMF(adaptive median filter), ABMF(axis based mean filter)[1]와 같이 다양한 필터가 연구되어 왔다. 하지만 기존 필터들의 경우에는 잡음 밀도가 증가함에 따라서 급격하게 성능이 저하되며 다소 미흡한 필터링 결과를 보였다. 따라서 본 논문에서는 에지 정보 기반의 스위칭 필터를 이용한 Salt and Pepper 잡음 제거 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 잡음에 훼손된 영상에 전처리 과정을 거친 후 에지 검출 필터를 사용하여 에지를 검출한다. 또한, 에지 검출 영상에서 측정된 화소의 변화량 값을 기반으로 임계값을 설정하며 해당 임계값에 따라서 서로 다른 알고리즘을 스위칭하여 잡음을 제거한다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 에지 검출 영상에서 측정된 변화량 값을 기반

으로 각 로컬 마스크를 분류한다. 입력 영상 $I_{i,j}$ 에 대한 로컬 마스크 $M_{i,j}$ 는 아래와 같이 정의하며 상수 N 에 따라서 크기를 다음 수식과 같이 설정한다.

$$M_{i,j}(p,q) = \{I_{i+p,j+q} | -N \leq p, q \leq N\} \quad (1)$$

식 (1)에서 i, j 는 입력 영상 $I_{i,j}$ 의 공간 좌표를 의미하며 p, q 는 로컬 마스크의 내부 좌표를 나타낸다. 로컬 마스크의 크기는 상수 N 에 따라서 $(2N+1) \times (2N+1)$ 로 결정된다. 여기서, 각 정사각형 범위의 로컬 마스크 중심에 위치한 화소 $I_{i,j}$ 에 식 (2)와 같이 잡음 판단 과정을 거친 후 잡음 제거 단계로 넘어간다.

$$N_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{if } I_{i,j} = I_{\min} \text{ or } I_{\max} \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

이때 I_{\min}, I_{\max} 는 영상에서 나타날 수 있는 화소의 최소값과 최대값을 의미한다. 중심화소 $I_{i,j}$ 가 양극단 값 중 하나의 값을 가질 때 잡음으로 판단하여 잡음 제거 단계로 넘어가며 이외에는 중심 화소의 값을 그대로 유지한다.

Step 1. 에지를 검출하기 이전에 잡음에 대한 영향을 낮추면서 세부 정보를 보존하기 위하여 비잡음 화소에 한정하여 가우시안 필터를 적용한다. 입력 영상 $I_{i,j}$ 에 가우시안 필터를 적용한 결과 영상을 $F_{i,j}$ 로 정의한다.

Step 2. 결과 영상 $F_{i,j}$ 에 LoG(laplacian of gaussian) 필터를 적용하여 에지를 검출한다. LoG 필터는 $F_{i,j}$ 에 추가적인 가우시안 함수 G 와 함께 라플라시안 연산을 적용하여 마스크를 생성하며 이때 에지를 검출하는 전체 식은 (3-4)과 같다.

$$\nabla^2 G(p,q) = \frac{-1}{\pi\sigma^4} \left(1 - \frac{p^2 + q^2}{2\sigma^2}\right) e^{-\frac{p^2 + q^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

$$E_{i,j} = G_{i,j}(p,q) * L_{i,j}(p,q) \quad (4)$$

최종적으로 에지가 검출된 영상은 $E_{i,j}$ 이며, 식 (4)에서 기호 $*$ 는 컨볼루션 연산자를 의미한다.

Step 3. 에지 검출 영상 $E_{i,j}$ 에서 측정된 전체 화소들의 변화량의 평균값을 기준으로 임계값 γ 을 설정하며 $M_{i,j}$ 와 대응되는 에지 영상 $E_{i,j}$ 의 로컬 마스크 $F_{i,j}$ 를 분류한 뒤 서로 다른 알고리즘을 적용하여 잡음을 제거한다.

Case 1. $F_{i,j}(p,q)$ 의 평균값이 임계값 γ 보다 작을 경우, 화소 값을 평탄화 시키기 위하여 비잡음 화소에 한정해서 평균 필터 및 이차형 에지 함수식을 적용한다. 이때 κ 는 로컬 마스크 내부 비잡음 화소의 개수를 나타낸 변수이며 $\Delta\psi$ 는 평균값 ψ 과 주변 비잡음 화소의 차이값을 0과 1 사이로 정규화한 값이다.

$$\psi = \frac{1}{\kappa^2} \sum_{p=-Nq}^N \sum_{q=-N}^N M_{(i+p),(j+q)} \quad (5)$$

$$W_{p,q} = \frac{1}{1 + (\|\Delta\psi\|/\lambda)^2} \quad (6)$$

Case 2. $F_{i,j}(p,q)$ 의 평균값이 임계값 γ 보다 클 경우, 세부 정보를 보존하기 위하여 비잡음 화소에 한정해서 역거리 가중치 기반의 공간 가중치 필터를 사용하여 잡음을 제거한다. 이때 p', q' 는 영상 $I_{i,j}$ 에서 각 화소 $M_{i,j}(p,q)$ 의 좌표를 의미한다.

$$W_{p,q} = \frac{1}{(\sqrt{(i-p')^2 + (j-q')^2})^\sigma} \quad (7)$$

Step 4. 최종적으로 각 알고리즘에 따라서 얻은 가중치 $W_{p,q}$ 를 로컬 마스크 내부의 각 화소에 적용하여 잡음을 제거한다.

$$Y_{i,j} = \frac{\sum_{p=-Nq}^N \sum_{q=-N}^N W_{p,q} M_{(i+p),(j+q)}}{\sum_{p=-Nq}^N \sum_{q=-N}^N D_{p,q}} \quad (8)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능을 확인하기 위하여 8 비트 그레이스케일 Pentagon 영상을 사용하였다. 그림 1에서 (a)와 (b)는 각각 입력 영상과 90% 밀도의 Salt and pepper 잡음으로 훼손된 영상이다. 동일한 영상에 대하여 제안한 알고리즘과 HMF, AMF, ABMF와 같은 기존 필터들로 필터링을 진행한 뒤 비교하였다. 기존 방법들의 경우 다소 미흡한 결과를 보였으나 제안한 알고리즘은 세부 정보를 보존하며 우수한 잡음 제거 성능을 보였다.

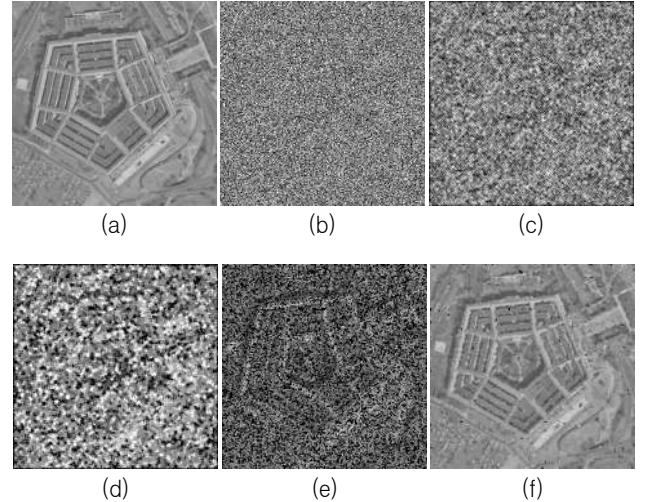


Fig. 1. Simulation result (Pentagon, $P = 90\%$) (a) Original image (b) Noisy image (c) HMF (d) AMF (e) ABMF (f) Proposed filter

IV. 결 론

본 논문에서는 에지 정보 기반의 스위칭 필터를 이용한 Salt and Pepper 잡음 제거 기법을 제안하였다. 제안한 방법은 전처리 과정을 거친 후 LoG 필터를 적용하여 잡음의 영향을 줄인 뒤 에지를 검출한 영상을 기반으로 각 로컬 마스크를 분류한다. 또한 분류된 특성에 따라 알고리즘을 스위칭한 뒤 적용하여 잡음을 제거한다. 시뮬레이션을 통하여 기존 필터들과 비교한 결과 에지와 같은 세부 정보를 보존하며 높은 잡음 밀도 환경에서 효과적으로 잡음을 제거하여 다양한 영상 처리 시스템에서 유용하게 활용되리라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 4단계 BK21 사업(스마트로봇융합응용연구단)에 의하여 지원되었음.

REFERENCES

- [1] A. Kundu, S. Banerje, C. Sarkar and S. Barman, "An Axis Based Mean Filter for Removing High-Intensity Salt and Pepper Noise," in 2020 IEEE Calcutta Conference (CALCON), Kolkata, India, pp. 363-367, 2020. DOI: 10.1109/CALCON49167.2020.9106561.

동적 실내 환경에서 고정밀 객체 감지 및 위치 파악을 위한 CNN-강화 LiDAR-SLAM

사키 후세인 칼란, 정완영*

부경대학교 인공지능융합학과

CNN-Augmented LiDAR-SLAM for High-Precision Object Detection and Localization in Dynamic Indoor Environments

Saqi Hussain Kalan, Wan-Young Chung*

Department of AI Convergence, Pukyong National University

Abstract Object detection contributes much to the robustness and precision enhancement of indoor localization systems, where static and dynamic obstacles are dense. This research integrates a CNN into a LiDAR-SLAM framework to improve object detection accuracy and enable mapping in complex environments. Noise filtering, downsampling, and normalization are preprocessing steps carried out on LiDAR point cloud data for the purpose of efficient feature extraction and object localization using our CNN-based object detection pipeline, which classifies into static and dynamic classes. This refocuses the system on the pose estimation and maintains the integrity of a map by separately managing the dynamic elements of the scene. It is argued that an improvement in the mean localization error by up to 2.58% over traditional SLAM systems shows the effectiveness of CNN-based object identification so as to realize reliable and real-time maps in complicated indoor environments. This would provide a robust framework for precise and adaptive localization with great potential in applications ranging from autonomous navigation to emergency response.

- Key Words : Object Detection, CNN, LiDAR SLAM, Indoor localization, ROS, IMU sensor, Cartographer

I. INTRODUCTION

Indoor localization is vital for mobile applications in autonomous navigation and mapping within complex environments. While GNSS offers reliable outdoor accuracy, achieving similar precision indoors remains a significant challenge due to the limitations and high costs of RFID, Bluetooth, Wi-Fi, and cameras. SLAM has emerged as a promising method for estimating an agent's position while mapping its surroundings, with LiDAR-based systems showing strong performance in structured environments.

This work integrates a Convolutional Neural Network (CNN) into a LiDAR-SLAM framework, enabling real-time indoor localization with a low-cost handheld device equipped with a 2D LiDAR and IMU. The CNN enhances object detection, distinguishing static and dynamic obstacles, thereby improving map consistency and localization precision. Initial experiments demonstrate significant performance improvements, highlighting its potential for applications in autonomous navigation and emergency response.

II. MATERIALS

2.1 Custom-designed Handheld device

Our handheld device provides an integrated RPLiDAR A1 and MPU6050 IMU sensor for optimized SLAM-based localization. Compact and lightweight, using a Raspberry Pi 4 for processing provides greater scalability while reducing size, power consumption, and cost. Powered with a 5V output power bank, it operates reliably in challenging environments.

2.2 Data Acquisition

The proposed SLAM system was evaluated within two indoor environments on the university campus, specifically in two corridor areas. An environment was a corridor in the first building, measuring 100 meters in length and 4 meters in width, while the second corridor, in a different building, spanned 90 meters in length and 4 meters in width. Data were collected using a handheld device outfitted with a 2D LiDAR sensor and a BNO055 IMU, shown in Fig.1 During each experiment, the device was carried along the entire designated experimental space.

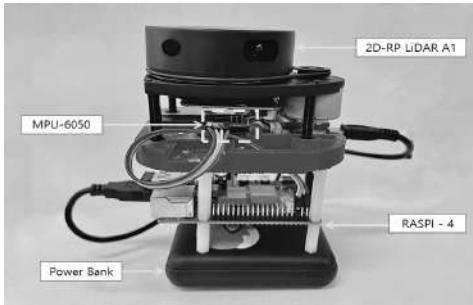


Fig.1. Handheld SLAM Device with RPLiDAR A1 and IMU sensor (MPU6050)

III. PROPOSED METHOD

3.1 Indoor localization

The proposed system enhances the traditional LiDAR-SLAM pipeline by integrating CNN-based object detection to address challenges in dynamic indoor environments. The CNN processes LiDAR point cloud data to detect and classify objects, including static landmarks and dynamic obstacles, improving localization precision and mapping accuracy. By combining multi-scale feature extraction with robust object classification, the system identifies key landmarks and separates transient dynamic elements, ensuring map integrity.

The detected objects serve as landmarks for pose refinement in SLAM, while dynamic objects are tracked separately to prevent map degradation. This integration improves the system's performance in cluttered environments, significantly outperforming traditional methods like the Mochurad method [1], which lacks the ability to effectively manage dynamic objects or leverage advanced object detection.

IV. RESULTS

Object Detection Accuracy

As illustrated in Fig.2 the proposed method achieves a mean localization error of 1.34 meters, compared to the 1.52 meters error observed with the Mochurad method [1] the blue clusters representing our method show greater consistency and precision across object sizes, significantly reducing detection variability. In dynamic scenarios, our system reduced classification errors by 12.5%, highlighting its robustness in handling transient and cluttered environment.

Mapping and Trajectory Accuracy

The system generates high-quality maps, as shown in Fig.2, with a mapping error of 0.25 meters for a 10-meter corridor, outperforming the Mochurad method's 0.42 meters.

Fig.3(a) shows a trajectory comparison, where the proposed method reduced Absolute Trajectory Error (ATE) by 21.03% and

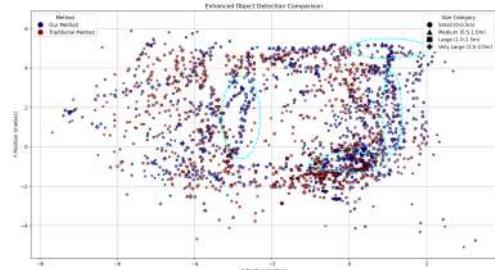


Fig. 2. (Object Detection Comparison): Highlights accuracy improvements of our method over the Mochurad method.

achieved an reduced Absolute Trajectory Error (ATE) by 21.03% and achieved an RMSE of 0.36 meters, demonstrating significant localization accuracy improvements.

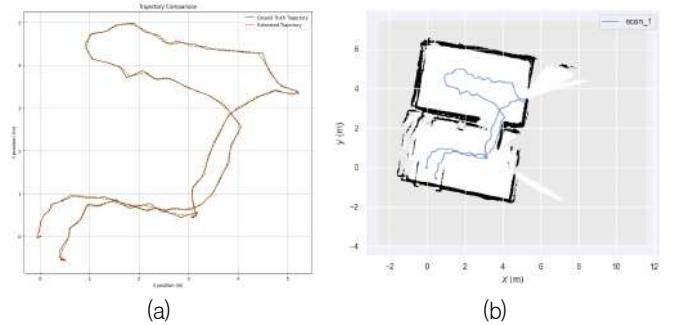


Fig. 3. (a) Trajectory Comparison with ground truth (b) shows the mapping along with trajectory.

V. CONCLUSION

This study presents a CNN-integrated LiDAR-SLAM system that achieves significant improvements in object detection, mapping, and localization accuracy over traditional methods like Mochurad. By reducing ATE by 21.03% and achieving a mean localization error of 1.34 meters, the proposed system demonstrates its potential for robust real-time indoor navigation in complex and dynamic environments. These results pave the way for practical applications in autonomous navigation and emergency response scenarios.

REFERENCES

- [1]. L. Mochurad, Y. Hladun, and R. Tkachenko, “An obstacle-finding approach for autonomous mobile robots using 2d lidar data,” Big Data and Cognitive Computing, vol. 7, no. 1, 2023.[Online]. Available:<https://www.mdpi.com/2504-2289/7/1/43>
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Simultaneous_localization_and_mapping

SESSION II

■ 영상 · 음성 · 음향 · 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 신호처리(II)

장 소	산학협력관 RIS 세미나홀
좌 장	김창민(순천향대)
발 표 시 간	11:30~13:00

SESSION II (ORAL)

- (1) 대조 학습 기반 운전자 사고 영상 클러스터링 및 사고 패턴 분석
..... 주준경, 김태욱, 박규민, 신효승, 홍정희(연세대)
- (2) 메타버스 환경에서의 공감 능력 향상을 위한 내담자 감정 상태 입력 장치 개발
..... 이지은, 김가영, 신정훈(리상컴퍼니, 대구가톨릭대)
- (3) 뉴스 동향 분석을 위한 TF-IDF 기반 GPT 프롬프트 생성 시스템
..... 이정민, 최봉준(동서대)
- (4) 열화상 영상 초해상화를 통한 RGB+IR 영상분할 모델 성능 향상
..... 강민재, 정서형, 이기호, 김창원(창원대)
- (5) 두뇌발달 및 문제해결능력 향상이 가능한 기능성 게임 설계
..... 정석훈, 박상현, 황효현, 권동현, 신정훈(대구가톨릭대)
- (6) 인공지능을 활용한 산업현장 유해물질 예측 모니터링 시스템
..... 이성진, 박관우, 김효신, 김병덕, 서경준, 김남호(부경대)
- (7) 다층 신경망에서 클래스 추가 학습 알고리즘의 성능 평가
..... 이상준, 방연석, 이우범(상지대)
- (8) CWT 신호-이미지 변환 및 딥 러닝을 사용하는 귀 PPG 기반 감정 인식 시스템 뒤에 적용 가능
..... 자흐라 파티마트 올, 히카 바르키, 정완영(부경대)

대조 학습 기반 운전자 사고 영상 클러스터링 및 사고 패턴 분석

주준경¹, 김태욱¹, 박규민², 신효승¹, 홍정희^{1*}

¹연세대학교 소프트웨어학부, ²연세대학교 컴퓨터정보통신공학부

Driver Accident Video Clustering and Analysis based on Contrastive Learning

Jun-Kyung Ju¹, Tae-Wook Kim¹, Gue-Min Park², Hyo-Seung Shin¹, Ellen J. Hong^{1*}

¹Division of Software, Yonsei University

²Department of Computer & Telecommunications Engineering, Yonsei University

Abstract Traffic accidents cause human casualties and social costs every year. Therefore, analyzing and preventing traffic accidents is extremely important. Traditionally, studies on traffic accident cause analysis have been conducted using clustering techniques to analyze high-risk drivers based on driver characteristics, vehicle accelerometer sensor data, and CCTV footage. However, research on traffic accidents based on black box videos, which include visual information directly influencing the driver's actions, has not been actively pursued. Thus, this paper aims to analyze major accident patterns by extracting video-specific vectors using Video Vision Transformer-based contrastive learning and applying clustering techniques. As a result, a total of 8 clusters were formed, and the characteristics of each cluster were analyzed.

• Key Words : Video Clustering, Contrastive Learning, K–Means, Random Crop, Gaussian Noise

I. 서론

국내 교통사고는 2022년 기준 사상자 수 1,940,520명, 사회적 비용으로 약 26조 2,833억 원[1]으로 매년 인명 및 재산 피해를 발생시킨다. 따라서 교통사고를 분석하고 예방하는 것은 매우 중요하다. 특히, 국내 교통사고율이 인구 감소율과 반비례하게 나타나는 추세는 해당 연구의 필요성을 더욱 강조한다. 기존의 교통사고 원인 분석은 주로 운전자 특성[2]이나 차량 가속계 센서[3]를 기반으로 진행되었다. 하지만, 운전자의 사고에 직접적인 영향을 미치는 시각 정보가 포함된 블랙박스 영상기반 교통사고 연구는 활발히 진행되지 않았다. 최근에는 대조 학습을 통해 영상을 벡터로 표현하는 연구가 진행되었다[5]. 이러한 기법을 바탕으로, 본 논문은 사고 블랙박스 영상을 사용하여 운전 행동 및 사고 맥락 정보를 대조 학습하여 벡터화한 뒤, 클러스터링 알고리즘을 통해 사고 영상을 군집화하여 사고 패턴을 직접 분석하고자 한다.

II. 관련연구

기존에는 교통사고 원인 분석은 사고 운전자 특성[2]이나 차량 가속계 센서 정보[3] 등을 사용하여 클러스터링 기법을 통해 위험 운전자에 대한 분석을 수행하는 연구가 진행되었다.

또한, 사고 발생 지점의 CCTV[4] 데이터를 기반으로 차량 궤적 추적 및 차량 간 거리 정보를 추출한 뒤 합성곱 신경망 모델 학습을 통해 교통사고 분석 및 발생 여부 예측을 판단하는 연구가 수행되었다. 그러나 위 3가지 데이터 모두 운전자의 사고 직전 판단에 직접적인 영향을 미치는 1인칭 시야 정보 반영하지 못한다. 최근에는 대조 학습을 통해 이미지 또는 영상 간 유사성에 따라 벡터를 추출하는 연구가 진행되었다[5][6]. 따라서, 본 논문도 위 기법을 활용하여 사고 순간의 운전 행동 및 사고 맥락을 포함하는 영상으로부터 유의미한 벡터를 추출하여 사고 패턴을 분석하고자 한다.

III. 실험 설계

3.1 데이터셋 구축 및 전처리 방법

본 논문은 AIHUB에서 제공하는 교통사고 영상 데이터[7]를 기반으로 사고 패턴을 분석하고자 한다. 위 데이터셋은 차대차, 차대보행자 등의 사고 대상과 직선도로, 횡단보도 등의 사고 장소 등으로 구분되는 21,895개 사고 영상과 라벨로 구성된다. 이 중 위험한 운전자의 사고 패턴 분석을 위해 차대차 사고 블랙박스 영상에서 자기 과실 비율이 70% 이상인 영상만을 추출하였다. 추출된 영상을 딥러닝 모델에 대조 학습하기 위해 각 영상으로부터 같은 시간 간격으로 16 Frame을 추출하고 영상 크기를 224x224로 조정한 뒤, 영상을 구성하는

모든 픽셀의 RGB값을 255로 나눠 정규화를 진행하였다. 추가적으로 대다수의 영상에 포함되어 있는 Black Border를 제거하여 비디오 속 Black Border가 대조 학습에 영향이 미치지 않도록 하였다.

3.2 비디오 대조 학습

기존의 이미지 및 비디오 대조 학습 연구[5,6]를 활용하여, 3.1절에서 구축한 N개의 영상에 대해 각 영상에 서로 다른 가우시안 노이즈 필터와 Random Crop을 적용하여 2N개의 변조된 영상을 생성한다. 이후 Video Vision Transformer(ViT) 기반 모델에 2N개의 영상을 입력하여 모델로부터 영상에 대한 3차원 벡터를 추출한다. 마지막으로 temperature가 0.9인 NT-Xent 손실 함수를 통해 비슷한 영상 간의 벡터 유사도는 높은 방향으로 대조 학습을 진행한다.

3.3 비디오 벡터 기반 클러스터링 및 분석

3.2절을 통하여 학습된 모델을 바탕으로 사고 영상에 대한 벡터를 산출한 뒤, 벡터 간 거리를 유사도로 설정하여 K-Means 알고리즘을 사용하여 군집화한다. 이때, 클러스터 개수는 2부터 30까지 조정하여 클러스터링을 수행한 뒤, 클러스터 성능 지표인 Silhouette Score를 바탕으로 결정한다. 이후 각 클러스터의 중심과 가장 가까운 10개의 영상을 추출하여 각 클러스터의 운전자 사고 패턴을 분석한다.

IV. 실험 결과 및 분석

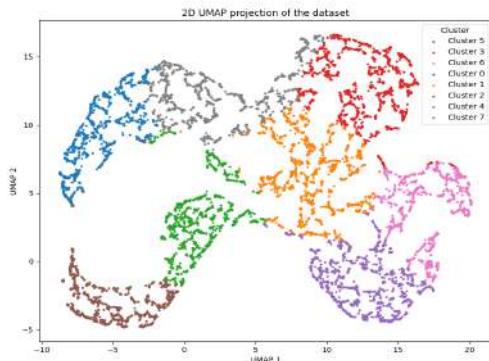


Fig. 1. 2D UMAP Visualization

Table 1. Accident Pattern Analysis by Cluster

Cluster ID	Description
0	Caused by Blind Spots or Side Collisions
1	Sudden Deceleration or Slow Driving
2	Accidents Occurring at Night
3	Accidents at Intersections
4	Accidents in Congested Areas
5	Left/Right Front-End Collision Accidents
6	Sudden Deceleration
7	Limited Visibility or Lane Changes

학습을 통해 Silhouette Score가 가장 높고, 클러스터 수가 가장 낮은 클러스터 개수인 8개를 기준으로 각 영상별 벡터를 차원 축소 알고리즘인 UMAP을 통해 시각화한 결과는 Figure 1.와 같다. 이후, 각 클러스터 중심점과 가장 가까운 영상 10개를 추출하여 클러스터 별 특징을 분석한 결과는 Table 1.과 같다.

V. 결론

본 논문은 운전 영상을 바탕으로 사고 패턴을 분석하기 위해 딥러닝 모델을 대조 학습하였고, 총 8개의 클러스터를 형성하여 각 클러스터별 특징을 분석하였다. 하지만, 클러스터 내 일부 영상들이 일관적인 특성을 공유하지 않거나, 차량의 움직임보다 유사한 배경에 따라 형성된 클러스터가 존재하였다. 따라서, 대조 학습 과정에서 영상 속 차량들의 움직임에 모델이 더 집중하도록 Object Detection 기반 차량 필터링 등을 적용하여 향후 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022R1F1A1074273)

REFERENCES

- [1] “In 2022, about 26.2883 trillion won in social costs due to road traffic accidents was incurred” Accessed: Feb. 15, 2024. [Online].
- [2] Driver Group Clustering Technique and Risk Estimation Method for Traffic Accident Prevention, Journal of The Korea Society of Computer and Information, 2024
- [3] S. Chen, K. Cheng, J. Yang, X. Zang, Q. Luo, and J. Li, “Driving Behavior Risk Measurement and Cluster Analysis Driven by Vehicle Trajectory Data,” Applied Sciences (Switzerland), vol. 13, no. 9, 2023
- [4] A. P and G. Nallasivan, “A Vision-Based Traffic Accident Analysis and Tracking system from Traffic Surveillance Video,” 2024 Third International Conference on Intelligent Techniques in Control, Optimization and Signal Processing (INCOS), Krishnankoil, Virudhunagar district, Tamil Nadu, India, 2024
- [5] Chen, T., Kornblith, S., Norouzi, M., & Hinton, G. “A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations”, Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning, 2020
- [6] Qian, R., Meng, T., Gong, B., Yang, M.-H., Wang, H., Belongie, S., & Cui, Y. “Spatiotemporal Contrastive Video Representation Learning”, IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2021
- [7] AI-Hub. Accessed: Jun. 16, 2024.[Online]. Available: <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=115&topMenu=100&dataSetSn=597>

메타버스 환경에서의 공감 능력 향상을 위한 내담자 감정 상태 입력 장치 개발

이지은¹, 김가영², 신정훈^{3*}

¹대구가톨릭대학교 게임공학전공, ²리상컴퍼니, ³대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Development of Client Emotional Status Input Device to Improve Empathy in Metaverse Environment

Ji-Eun Lee¹, Ga-Young Kim², Jeong-Hoon Shin³

¹Game Engineering, Daegu Catholic University

²ResangCompany

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract This paper aims to develop a device that accurately conveys the emotional state of the client in remote counseling. Through this, it seeks to maintain the counselor's empathetic ability and the flow of the session, even in counseling situations where there is physical distance. The emotion input device is categorized into mouse, remote control, and wearable types, and it is designed to minimize the client's psychological burden while allowing for intuitive emotional input. To prevent a decrease in immersion during counseling, the device's response speed and accuracy have been enhanced to facilitate smooth sessions. It is expected that this will overcome the limitations of online counseling and improve its efficiency.

• Key Words : Online Counseling, Immersion, Emotion Input Device, Usability, Effectiveness

I. 서론

최근 심리적 어려움을 겪는 사람들이 급증함에 따라, 정신 건강에 대한 인식이 변화하고 있으며, 스트레스와 불안이 증가하면서 심리 상담의 필요성이 증가되고 있다[1]. 심리상담 시 내담자들은 편의성을 위해 대면 형태의 상담보다는 다양한 형태의 비대면 상담을 선호하고 있다. 특히, 익명성이 보장된다는 점과 자아 정체성 표현의 자유로움으로[2] 온라인 기반의 심리상담 내담자들이 늘어나고 있으며, 온라인 기반의 심리상담은 시간과 장소의 제약 없이 상담받을 수 있어 내담자의 편의성도 크게 증가시켜 준다.

온라인 심리상담은 전통적인 대면 상담과 동일한 방식으로 서비스를 제공하지만, 내담자와 상담사가 물리적으로 떨어져 인터넷을 통해 상호작용하는 상담 형태를 의미한다[3].

그러나 온라인 기반 상담의 경우, 상담사와 내담자가 물리적으로 떨어져 상호작용하기 때문에 공감 능력이 저하되고, 이로 인하여 깊이 있는 상담이 어렵거나 단회성으로 끝나는 경우가 많다. 이러한 문제는 즉각적인 대처를 어렵게 하며, 상담 관계에서 신뢰성을 저하시키는 요인으로 작용한다[4]. 또한, 내담자의 표정, 눈 마주침, 자세, 손짓, 목소리 톤과 같은 중요한 비언어적 단서를 감지하기가 어려워 상담의 효율성이

저하된다[5]. 이러한 결과를 보면, 심리상담에서 내담자의 감정 상태를 정확하게 이해하고 전달하는 것은 효율적인 상담과 질을 높이는 데 중요한 요소로 작용한다는 것이 확인된다.

이에 본 논문에서는 상담사와 내담자 간의 공감 능력과 풀로우 상태 유지, 장치의 학습 난이도 분석, 장치에 따른 효율적인 UI 분석, 장치의 입력 정확도 향상 등을 고려하여 감정 입력 장치를 개발한다. 본 논문에서 개발한 감정 입력 장치는 상담의 효율성 저하 없이, 온라인 기반 상담의 접근성, 효율성 등의 장점이 유지되며 동시에 익명성과 편의성의 보장이 가능할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 감정 입력 장치 개발 시 고려사항

2.1 감정 입력 시 투명성 보장

본 논문에서는 상담 시 내담자가 자신의 감정 상태를 공유하기 위해 사용하는 감정 입력 장치가 상담에 영향을 미치지 않고 지속적인 상담이 가능하도록 투명성이 보장되는 감정 입력 장치 개발을 목표로 한다. 본 논문에서 의미하는 투명성 보장이란 내담자가 감정 입력 장치를 사용하는 과정에서 장치의 존재를 의식하지 않고, 장치 사용이 상담 흐름에 방해되지 않도록 설계하는 것을 의미한다.

이를 위하여 본 논문에서는 마우스 타입, 리모컨 타입의 두 부류의 감정 입력 장치 6종을 설계하며, 각 장치의 디자인은 사용자의 심리적, 신체적 부담을 최소화하면서도 직관적으로 감정 입력이 가능한 형태로 구성한다.

2.2 상담 중 몰입감 저하 방지

온라인 상담에서는 상담사와 내담자가 물리적으로 떨어진 상태에서 상호작용이 이루어지기 때문에 상담의 몰입감이 저하될 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 본 논문에서는 내담자가 감정 입력 장치를 사용할 때 최소한의 움직임으로 원하는 감정을 빠르고 쉽게 입력할 수 있는 효율적인 시스템을 구축한다. 또한, 내담자가 사용하는 장치의 응답 속도와 정확성을 높여 감정 입력이 매끄럽게 이루어지도록 하여 상담의 흐름이 끊기지 않게 한다. 이러한 방안들은 내담자의 몰입을 유지하고, 상담 환경의 질을 향상시키는데 도움을 주며, 상담이 원활하게 진행될 수 있도록 보조한다.

III. 감정 입력 장치 시안 개발

본 논문에서는 사용 환경, 기능, 디자인 등 표 1에 나타난 감정 입력 장치 개발 요구사항을 고려하여 6종의 감정 입력 장치 시안을 개발하였다.

Table 1. List to consider when developing an emotion input device

Element	Content
Usage Environment	<ul style="list-style-type: none"> • Use for consultation while looking at the monitor • Use indoors
Function	<ul style="list-style-type: none"> • Move with mouse cursor • Choose 6 Emotions and Levels
Design	<ul style="list-style-type: none"> • Simple appearance • Organic design • Intuitive usability

표 1에 따른 시안 개발은 현재 사용자들이 쉽게 접할 수 있는 디지털 기기인 마우스, 리모컨 형태의 장치로 구현하였으며, 총 6종의 장치로 개발을 진행하였다.



Fig. 1 Mouse Type Device 1

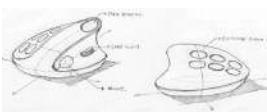


Fig. 2 Mouse Type Device 2



Fig. 3 Remote control type device 1



Fig. 4 Remote control type device 2



Fig. 5 Remote control type device 3 Fig. 6 Remote control type device 4

그림 1과 그림 2는 마우스 형태의 감정 입력 장치 시안을 나타내며, 그림 3부터 그림 6은 리모컨 형태로 제작된 감정 입력 장치의 시안을 나타낸다.

IV. 결론

본 논문에서 제안한 6종의 장치는 감정 입력을 위한 다양한 제어 요소를 통합하여 내담자의 편의성을 고려하여 디자인하였다. 시안 개발 후, 개발 결과물의 유효성 검증을 위하여 사용자 반응 테스트를 수행하였으며, 테스트 결과, 착용 형태의 차(반지 형태) 개발 필요성이 대두되었다.

본 논문에서 구현한 감정 입력 장치를 활용 시 내담자들이 몰입감 저하 없이 자연스럽게 상담 중 활용이 가능할 것으로 기대되며, 이를 통하여 온라인 기반의 심리상담이 가지는 상담 효율 저하라는 약점을 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 과제(결과물)는 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업의 결과입니다.(2022RIS-006)

REFERENCES

- [1] Ji-Eun Lee, Jeong-Hoon Shin, "Classification of conscious and unconscious behaviors for psychological state analysis based on observation of the behavior of game characters", Conference of Korea Institute of Convergence Signal Processing, 2023, pp.40-41
- [2] Su-mi Han, San-gil Lee, Lee Kyung-ran Lee, Mi-ok, Hye-il Lee, Han Kim, "Investigating the experiences and perceptions of counselors about online counseling," Journal of the Korean Society of Industrial Science and Technology, 22.11, 2021, pp.581-595.
- [3] Ji-sun Park, "Cyber counseling and psychotherap trends," Journal of the Korean Society of Information and Communication, 23.12, 2019, pp.1571-1577.
- [4] Jung-Min Park, Chae-Hwa Kim, "Usability evaluation study of Metaverse as a non-face-to-face counseling platform," Global Applied Humanities Research, 1.2, 2023, pp.19-37.
- [5] Jeong-hoon Shin, Ji-eun Lee, "A Comparative Analysis of Refractive Characteristics between Behavioral Patterns in Cyberspace and Behavioral Patterns in Real-Life Space". Journal of the Society of Convergence Signal Processing, 25(3), 2024, pp.148-164.

뉴스 동향 분석을 위한 TF-IDF 기반 GPT 프롬프트 생성 시스템

이정민¹, 최봉준^{2*}

¹동서대학교 컴퓨터공학과, ²동서대학교 소프트웨어학과

TF-IDF Based GPT Prompt Generation System for News Trend Analysis

Jeongmin Lee¹, Bongjun Choi^{2*}

¹Department of Computer Engineering, Dongseo University

²Department of Software, Dongseo University

Abstract With the rapidly increasing volume of news stories in the modern world, it has become a critical challenge for users to find the information they need quickly and efficiently. For individuals and organizations alike, the ability to quickly identify and react to important news trends is a competitive advantage. With the overabundance of information, users either miss key information or struggle to find what they need. To address these issues, this research proposes a system that leverages TF-IDF and Word2Vec to extract keywords from news articles, and then fine-tunes the KoBART model to summarize news trends. The system provides major news trends based on important keywords by month, and helps users easily compare and understand the changed trends from month to month even under time constraints. By doing so, it aims to alleviate the information overload problem and enable users to obtain important news information more efficiently.

- Key Words : NLP, GPT model, LLM, Fine-tuning, AI

I. 서론

현대 사회에서 디지털 정보의 양이 급격히 증가하면서, 뉴스와 같은 방대한 정보 속에서 중요한 내용을 신속하게 파악하는 것이 어려워지는 추세이다.[1] 과거에는 뉴스 기사를 통해 경제와 사회적 동향을 파악했지만, 현재는 시간적 제약으로 더욱 간편한 정보 요약이 필요하다. 사용자들은 제한된 시간 내에 뉴스를 통해 의사 결정을 내려야 하지만, 이 과정은 점차 어려워지고 있다.[2] 현대인들은 다양한 경로를 통해 정보를 얻으며, 시각적으로 간결한 카드 뉴스와 같은 형식을 선호하는 경향이 있다.[3] 이러한 변화는 뉴스 소비 방식의 기술적 혁신을 요구한다. 따라서 본 연구는 TF-IDF와 KoBART 모델을 활용하여 텍스트 요약 시스템을 제안한다. 이를 통해 방대한 텍스트에서 유용한 정보를 신속하게 파악하고, 뉴스 동향을 효과적으로 요약하여 사용자에게 중요한 인사이트를 제공한다.

II. 관련연구

2.1 TF-IDF 기반 키워드 추출 연구

기존 TF-IDF 기반 키워드 추출 연구는 전체 데이터를 대상으로 TF-IDF 모델의 6가지 변형을 제안하고[4], 교차 비교를 통해 불필요한 단어를 제거하여 개별 분야의 주요 키워드를

추출함으로써 뉴스 분류나 주제 탐지에 활용한 반면, 본 연구는 월별 데이터셋을 사용해 각 월의 주요 키워드를 추출하고 이를 기반으로 GPT 모델을 활용해 동향 분석 문장을 생성하는 데 초점을 맞추고 있다. 이러한 접근은 시간에 따른 사회적 트렌드 변화를 더 효과적으로 반영할 수 있다.

2.2 단어 임베딩 기법을 적용한 연구

기존 단어 임베딩 기법을 적용한 연구에서는 TF-IDF로 주요 키워드를 추출한 뒤, Word2Vec을 사용해 단어 벡터를 구성하여 키워드 간 의미적 유사성을 분석한다.[5] 반면 본 연구는 월별 데이터셋에서 주요 키워드를 추출하고 이를 GPT 모델을 통해 동향 분석 문장을 생성하는 데 이는 단순한 키워드 연관성 분석을 넘어, GPT 모델을 사용해 키워드 기반의 동향을 설명하는 문장을 생성함으로써 더욱 심층적인 사회적 트렌드 분석이 가능하다. 이를 통해 본 연구는 기존 키워드 추출 방식의 활용 가치를 확장하고, 뉴스 데이터의 변화하는 동향을 보다 실질적으로 설명할 수 있는 기능을 제공한다.

III. 뉴스 동향 분석을 위한 TF-IDF 기반 GPT 프롬프트 생성 시스템

3.1 시스템 개요

한국어 뉴스 데이터에서 주요 동향을 분석하고, GPT 모델을

활용하여 핵심 동향을 요약하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 사용자가 특정 시점의 뉴스 트렌드를 빠르게 이해하고, 요약된 정보를 통해 유의미한 인사이트를 얻을 수 있도록 한다. 아래에 Fig. 1과 같이 월별 부동산 뉴스 기사 데이터셋을 사용하여 불용어 제거 및 정규 표현식을 통해 전처리 과정을 거친 후 주요 키워드를 추출하고, 동시에 동일한 데이터로 KoBART 모델을 파인튜닝을 진행한 후 추출된 주요 키워드를 파인튜닝 된 모델에 입력하여 동향 분석 문장을 추출하는 방식이다.

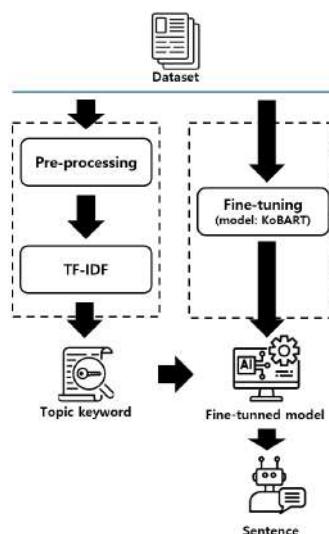


Fig. 1. News Trends Analysis System

3.2 Fine-tuning

본 연구에서는 KoBART 모델을 월별 뉴스 데이터를 사용해 파인튜닝하여 시간에 따른 동향 변화를 효과적으로 반영하고자 한다. 각 월의 데이터는 개별적으로 학습되며, 이를 통해 특정 시점의 뉴스 흐름을 명확하게 이해할 수 있는 기능을 제공한다. 파인튜닝 과정에서 모델은 Hugging Face의 Trainer 클래스를 사용해 학습되었으며, 학습 데이터와 검증 데이터를 8:2 비율로 분할하여 모델의 일반화 성능을 유지하였다. 배치 크기는 4로 설정하여 GPU 메모리 사용을 최적화하면서도 학습 효율성을 유지하도록 하고, 학습률은 5e-5로 설정하여 가중치가 안정적으로 업데이트되며 빠르게 수렴하도록 하였다. 이러한 하이퍼파라미터 설정은 모델의 과적합을 방지해 학습 효율성을 높이는 데 기여하였다. 이렇게 파인튜닝된 모델은 월별 뉴스 데이터를 기반으로 주요 트렌드 변화를 반영한 동향 분석 문장을 생성하여 사용자가 뉴스 소비 시 정보 과부화 문제를 해결하는 데 기여한다.

3.3 키워드 추출 및 프롬프트 생성

전처리 된 뉴스 데이터를 바탕으로 TF-IDF 기법을 사용하여 주요 키워드를 추출한다. Scikit-learn의 TfidfVectorizer를 사용해 각 뉴스 기사에서 상위 중요 키워드를 선별하며, 이 키워드들은 뉴스 데이터 내에서의 상대적 중요도를 수치화하여

평가된다. 추출된 주요 키워드를 바탕으로 GPT 모델에 입력 할 프롬프트를 설계하며, 주요 키워드와 관련된 문장들을 활용하여 프롬프트를 구성한다. 프롬프트는 모델이 뉴스 트렌드의 흐름을 명확하게 파악할 수 있도록 주요 키워드를 중심으로 설계되었으며, 이를 통해 모델이 보다 자연스럽고 일관된 동향 분석 문장을 생성할 수 있도록 한다. 이러한 프롬프트 설계는 키워드 간의 의미적 연관성을 고려함으로써, 사용자가 중요한 트렌드를 더 신속하고 정확하게 이해할 수 있도록 돋보인다.

IV. 결론

본 연구에서는 TF-IDF와 KoBART 모델을 활용하여 월별 뉴스 데이터를 분석하고 동향 분석 문장을 생성하는 시스템을 제안하였다. 이를 통해 사용자는 방대한 뉴스 기사에서 중요한 정보를 빠르게 파악할 수 있었다. 결과적으로 본 시스템은 정보 과부화 문제를 해결하고 뉴스 동향을 효과적으로 이해하는 데 도움을 주었다. 추후 연구에서는 다양한 데이터를 포함하여 시스템의 범용성을 높이고, 실시간 데이터 분석 기능을 추가하여 사용자에게 더욱 유용한 정보를 제공하는 방향으로 발전시키고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2024년도 동서대학교 “Dongseo Cluster Project (type 2)” 지원에 의하여 이루어진 것임 (DSU-20240003)

REFERENCES

- [1] D. Bawden and L. Robinson, “Information Overload: Causes and Consequences,” Journal of Documentation, Vol. 65, No. 3, pp. 329-344, 2009. DOI: 10.3233/HSM-1987-7207
- [2] D. Bawden and L. Robinson, “Information Overload: Causes and Consequences,” Journal of Documentation, Vol. 65, No. 3, pp. 329-344, 2009. DOI: 10.3233/HSM-1987-7207
- [3] Hyowon Son, Youngmin Han, Kyoung hyun Nam, Subin Han, and Gilsang Yoo, “Development of a News Trend Visualization System based on KPF-BERT for Event Changes and Entity Sentiment Analysis,” The Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 22, No. 1, pp. 203-213, 2024. DOI: 10.14801/jkiit.2024.22.1.203
- [4] S. Lee, H. Kim, “Keyword Extraction from News Corpus using Modified TF-IDF,” Journal of Korean Society of Electronic Commerce, Vol. 14, No. 4, pp. 60-73, 2009.
- [5] Sungjick Lee, Han-joon Kim, “Keyword-Centered Online News Topic Extraction using Word Embedding Techniques,” Journal of Korean Society of Electronic Commerce, Vol. 14, No. 4, pp. 60-73, 2009. DOI: 10.3743/KOSIM.2018.35.1.231

열화상 영상 초해상화를 통한 RGB+IR 영상분할 모델 성능 향상

강민재, 정서형, 이기호, 김창원*

국립창원대학교 로봇제어계측공학과

Enhancement RGB+IR image segmentation model performance through thermal image super-resolution

Min-Jae Kang, Seo-Hyeong Jeong, Gi-ho Lee, Chang-won Kim*

Robot, Control and Instrumentation Engineering, Changwon National University

Abstract This paper focuses on enhancing the performance of RGB+IR image segmentation models by addressing resolution disparities between RGB and thermal images through super-resolution techniques. It explores the characteristics of RGB and thermal images and the necessity of sensor fusion to overcome environmental challenges such as low lighting and glare. Using methods like bilateral and guided upsampling, the study evaluates segmentation performance improvements across various super-resolution levels. Results demonstrate the viability of super-resolution in reducing resolution mismatches and improving segmentation model performance. Future work aims to further optimize super-resolution techniques for enhanced sensor fusion.

- Key Words : Thermal Imag, RGB, IR, Bilateral, Computer Vision

I. 서론

AI 기술은 최근 몇 년간 비약적인 발전을 이루며 다양한 분야에서 주목할 만한 성과를 거두고 있다. 이러한 성과의 주요 원인 중 하나는 환경 인식을 위한 컴퓨터 비전 기술의 발전이다. 컴퓨터 비전 기술은 자율주행, 로봇공학, 의료영상 분석, 스마트 시티 등 다양한 응용 분야에서 AI의 핵심 요소로 자리 잡고 있으며, 의미 분할, 객체 검출 및 추적과 같은 기술은 AI가 환경을 해석하는 데 필수적인 역할을 한다[1].

그러나 RGB 단일 영상을 활용한 영상 분할 모델에는 조명 조건에 예민한 특성으로 인해 저조도 또는 태양으로 인한 눈부신 환경에서 성능이 현저히 저하하는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 열화상 센서 및 깊이 센서를 이용한 센서 퓨전 기술이 많이 사용되고 있다[2].

RGB 영상은 FullHD(1920x1080), UHD(3840x2160) 등 고해상도 정보를 가진다. 하지만 열화상 영상은 센서 기술의 한계로 QVGA(160x120), VGA(640x480) 등의 해상도를 가진다. 이러한 두 영상의 해상도 차이로 인해 발생하는 문제를 극복하고자 RGB 영상과 열화상 영상의 해상도 간극을 줄이는 연구를 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 RGB영상과 열화상 영상이 가지는 특성 및 센서 융합의 필요성을 설명한다. 제 III장에서는 실험에 사용한 RGB+IR 영상 분할 모델과 열화상 영상의 초해상화 방법을 설명한다. 제 IV장에서는 실험을 통해 열화상 영상의 초해상화 방법에 따른 RGB+IR 영상 분할 모델 성능을 평가하고, 제 V장에서 결론을 맺는다.

II. RGB, IR 영상 특성 및 센서 융합 필요성

1. RGB 영상 특성

RGB 영상은 디지털 이미지에서 가장 널리 사용되는 형식 중 하나로 빛의 3원색인 Red, Green, Blue 3가지 기본색상 채널을 조합하여 객체의 색상정보를 표현한다. 사람의 시각적 인지와 가장 유사하며 높은 해상도를 가진다는 장점이 있다. 높은 해상도를 가지기 때문에 객체가 가지는 특징(엣지, 질감 등) 정보가 풍부하다. 반면에 높은 조명 의존성으로 저조도 환경이나 악천후 환경에서 영상의 품질이 저하되는 단점이 있다.

2. IR 영상 특성

열화상 영상은 적외선 영역의 전자기파를 감지하여 생성된 영상으로, 가시광선과 달리 물체의 열 방출 특성을 기반으로 영상을 생성한다. 모든 물체는 온도에 따라 특정한 적외선을 방출하며, 이는 조명과 독립적이므로 저조도 환경에서도 물체의 온도를 감지할 수 있는 장점으로 이어진다. 또한 LWIR 대역은 높은 침투력 가지므로 연기, 안개 등을 투과하여 영상을 생성할 수 있다.

적외선은 가시광선보다 더 긴 파장 길이를 가지기 때문에 영상을 획득하는데 더욱 긴 픽셀피치를 가지고도록 설계되어야 한다. 이 때문에 적외선 센서는 가격이 비싸고, 가시광선 센서와 동일한 센서 크기에서 해상도가 낮은 단점을 가진다.

Table 1. RGB, IR image characteristics

특성	RGB	IR
감지원리	가시광선 반사	열 복사
조명의존성	높음	낮음
해상도	높음(1920x1080~8K)	낮음(160x120~640x480)
장점	높은 디테일, 색상정보	조명 독립적, 높은 투과율

3. 센서 융합 필요성

RGB와 IR 영상이 제공하는 정보는 상호 보완적이므로, 융합을 통해 객체의 열특성 및 시각적 특성을 모두 분석하여 정확하고 풍부한 데이터를 생성할 수 있다. 이를 통해 조명 조건에 강건한 데이터를 확보할 수 있다.

III. RGB+IR 분할 모델 및 초해상화 기법

열화상 영상의 초해상화 기법의 성능을 테스트하기 위한 RGB+IR 영상 분할 모델을 사용한다. 기존의 RGB데이터(640x480), IR데이터(640x480) 데이터 셋을 활용하여 훈련된 모델의 가중치를 활용하고, 실험에서는 IR영상을 1/8배, 16배로 서브샘플링 후 (80x60), (40x30) 해상도로 열화된 영상을 초해상화 기법을 활용하여 다시 (640x480) 해상도로 복원했을 때 분할 모델의 성능을 분석한다.

1. RGB+IR 영상 분할 모델

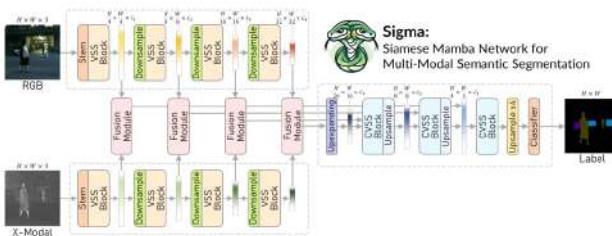


Fig. 1. Overall architecture of the Sigma

실험에 활용한 모델은 Siamese Mamba Network (Sigma) [3]으로 다유형 영상 분할 모델이다. 그림 1에 전체 네트워크의 구조가 나타나있다. 인코딩 단계에서 다운샘플링 연산이 있는 4개의 VSSB(Visual States Space Blocks)이 순차적으로 이미지 특징을 추출한다. IR입력 영상과 RGB 입력영상의 두 인코더 브랜치에서 파생된 각 레벨의 특징은 퓨전 모듈을 통해 처리된다. 디코딩 단계에서 각 레벨의 융합된 특징은 업샘플링 연산을 통해 CAVSB(Channel-Aware Visual State Block)에 의해 더욱 향상되어 분류기로 전달된다. 분류기는 전달 받은 특징을 활용하여 픽셀마다 특정 클래스로 라벨링 한다.

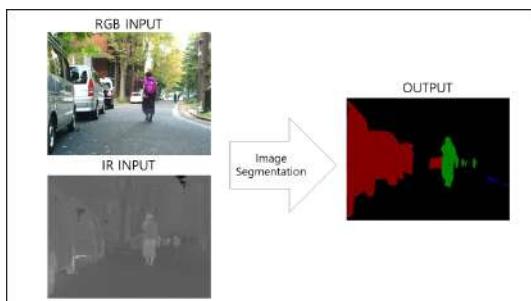


Fig. 2. Segmentation Model Input & Output

2. 초해상화 기법

영상 초해상화는 저해상도 이미지를 고해상도로 변환하여 영상이 가지는 디테일 정보를 복원하는 기술이다. 본 연구에서는 Bilateral 업샘플링 기법과 Guided 업샘플링 기법을 활용한다. Bilateral 업샘플링 기법은 픽셀의 공간적 근접성과 색상의 유사성을 동시에 고려하여 새로운 값을 계산함으로써 영상의 엣지와 세부정보를 보존하며 동시에 노이즈를 제거한다. 수식은 다음과 같다[4].

$$I'(x) = \frac{1}{W} \sum_{y \in N(x)} I(y) \cdot f_s(\|x-y\|) \cdot f_r(|I(x)-I(y)|)$$

$I(x)$: 입력영상의 픽셀값, $N(x)$: 원도우 영역, f_s : 공간가중치, f_r : 밝기값 가중치, W : 가중치 정규화 값

Guided 업샘플링은 저해상도 영상을 업샘플링 할 때 가이드 영상을 이용해 구조적 정보를 보존하며 세부정보를 복원하는 기법이다. RGB 영상을 가이드 입력으로 사용하여 RGB 영상이 가지는 특징(엣지, 질감정보 등)을 따르도록 업샘플링 한다. 수식은 다음과 같다[5].

$$I'(x) = a \cdot G(x) + b \quad \forall x \in N(x)$$

$I'(x)$: 출력 픽셀값, $G(x)$: 가이드 영상 픽셀값, $N(x)$: 원도우 영역, a, b : 국소적 선형계수 계수값 a, b 는 입력과 출력의 차이를 최소화 하는 값으로 계산된다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$a = \frac{\text{cov}_N(G, I)}{\sigma_N^2(G) + \epsilon}, \quad b = \bar{I}_N - a \cdot \bar{G}_N$$

ϵ : 정규화 항, cov_N : G 와 I 사이의 공분산, σ^2 : G 의 분산, \bar{I}_N , \bar{G}_N : 입력 I 와 가이드 G 의 각각의 국소 평균

IV. 성능 평가

다음은 간단한 업샘플링 기법과 Bilateral, Guided 업샘플링 방법의 결과이다.

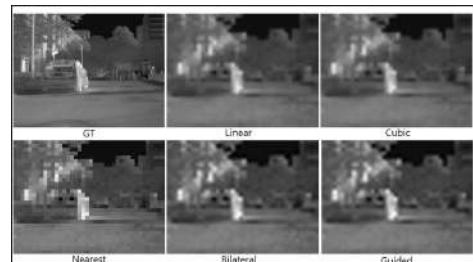


Fig. 3. Results of super-resolution

다음은 초해상화를 마친 열화상 영상을 입력했을 때 영상분할 모델의 성능 평가이다.

Table 2. 8x super-resolution segmentation model metrics

Method	mean_IoU	freq_IoU	mean_acc	pixel_acc
GT	60.229	97.007	71.266	98.365
Nearest	50.671	95.404	55.763	97.565
Linear	55.140	96.411	62.576	98.051
Cubic	55.663	96.418	63.372	98.047
Bilateral	55.674	96.422	63.399	98.049
Guided	55.797	96.460	63.996	98.070

Table 3. 16x super-resolution segmentation model metrics

Method	mean_IoU	freq_IoU	mean_acc	pixel_acc
GT	60.229	97.007	71.266	98.365
Nearest	45.602	94.627	49.444	97.190
Linear	52.050	95.983	58.699	97.806
Cubic	52.949	96.013	61.054	97.811
Bilateral	52.950	96.013	61.056	97.811
Guided	52.962	96.019	61.560	97.812

V. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구에서는 RGB 영상과 IR 영상이 가지는 해상도 차이 때문에 센서 융합에서 발생하는 문제를 줄이고자 열화상 영상에 대한 초해상화를 수행하고 RGB+IR 영상 분할 모델을 활용해 열화상 영상의 초해상화가 센서 융합에 미치는 성능을 검증했다. 향후 연구에서는 더욱 고도화된 열화상 영상에 대한 초해상화 연구를 진행하여 센서 융합 성능을 향상시키고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 과제(결과물)는 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 자자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

REFERENCES

- [1] M. Laad, R. Maurya and N. Saiyed, "Unveiling the Vision: A Comprehensive Review of Computer Vision in AI and ML," 2024 International Conference on Advances in Data Engineering and Intelligent Computing Systems (ADICS), Chennai, India, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ADICS58448.2024.10533631.
- [2] W. El Ahmar et al., "Enhanced Thermal-RGB Fusion for Robust Object Detection," 2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), Vancouver, BC, Canada, 2023, pp. 365-374, doi: 10.1109/CVPRW59228.2023.00042.
- [3] Wan, Zifu, et al. "Sigma: Siamese mamba network for multi-modal semantic segmentation." arXiv preprint arXiv:2404.04256 (2024).
- [4] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color images," Sixth International Conference on Computer Vision (IEEE Cat. No.98CH36271), Bombay, India, 1998, pp. 839-846, doi: 10.1109/ICCV.1998.710815.
- [5] K. He, J. Sun and X. Tang, "Guided Image Filtering," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 6, pp. 1397-1409, June 2013, doi: 10.1109/TPAMI.2012.213.

두뇌발달 및 문제해결능력 향상이 가능한 기능성 게임 설계

정석훈¹, 박상현¹, 황효현¹, 권동현², 신정훈^{3*}

¹대구가톨릭대학교 컴퓨터공학전공, ²대구가톨릭대학교 게임공학전공, ³대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Design of a Functional Game for Cognitive Development and Enhancement of Problem-Solving Skills

Jeong-Seok Hoon¹, Pakr-Sang Hyeon¹, Hwang-Hyo Hyeon¹, Kwon-Dong Hyeon², Jeong-Hoon Shin^{3*}

¹Department of Computer Engineering, Daegu Catholic University,

²Game Engineering, Daegu catholic University,

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract This paper proposes a functional puzzle-platformer game designed to enhance collaborative problem-solving skills and logical thinking. The game introduces an innovative system where 2-4 players control different body parts of a single character, promoting communication and teamwork. Market research indicates a growing demand for cooperative games, and this design holds potential for educational value and revenue through low entry barriers, regular updates, and expansion across PC, mobile, and console platforms. The study suggests that this cooperative game could open new market opportunities in the serious gaming industry.

• Key Words : Functional Games, Puzzle-Platformer, Multiplayer Collaboration, Problem-Solving, Skills, Logical Thinking

I. 서론

현대인들은 바쁜 일상 속에서 게임을 활용하여 자신의 여가 시간을 즐기는 사람들이 늘어나고 있다[1]. 게임은 단순히 즐기기 위해 활용되는 경우가 대부분이지만, 일부 게임의 경우 특정 목적을 위하여 활용되는 경우도 있다. 이러한 게임들을 기능성 게임이라고 한다[2].

기능성 게임의 경우, 목적에 치중 할 때 재미 요소를 간과하는 경우도 발생하며, 이러한 이유로 인하여 사용자들이 지속적으로 기능성 게임을 활용하지 않아, 게임의 목적 달성을 어려운 경우가 다수 발생하였다. 이에 본 논문에서는 재미를 바탕으로 하여 기능성 게임의 목적 달성을 높이고자 하였으며, 협동심과 논리적 사고력의 향상이 가능한 기능성 게임을 제안하며 특히 재미 요소를 결합하기 위하여 다수의 플레이어가 하나의 캐릭터를 제어하는 형태의 기능성 게임을 제안한다.

II. 제안 게임의 개요

2.1 게임의 분류

본 논문이 제안하는 게임은 플랫폼게임과 퍼즐게임을 합친

퍼즐플랫포머 게임으로서, 다음과 같이 정의 할 수 있다.

플랫폼 게임(Platform Game, Platformer)이란 플레이어가 캐릭터를 조종할 때 발판 위를 뛰어다니는 점프 컨트롤이 중요한 게임 장르를 말하며[3], 그림 1의 플랫폼게임 중 가장 유명한 슈퍼마리오의 한 장면을 나타낸다.



Fig. 1. A representative platform game, Super Mario

퍼즐 게임(Puzzle Game)이란 어떠한 규칙 내에서 정해진 행위를 통해 주어진 조건을 완료하는 게임을 말하며[4], 그림 2의 본 논문의 모티브 퍼즐게임 fireboy & watergirl 플레이 장면을 나타낸다.



Fig. 2. The inspiration puzzle game, Fireboy & Watergirl

이를 기반으로 분류 시 본 논문이 제안하는 게임은 플랫폼 게임과 퍼즐 게임의 요소를 결합한 퍼즐 플랫포머 게임으로, 발판을 뛰어넘는 기술적인 조작과 문제 해결 능력을 요구하는 게임이다. 이러한 장르적 결합을 통해 플레이어는 협력과 논리적 사고를 동시에 경험하며, 다양한 스테이지에서 창의적인 해결 방법을 모색하게 된다.

2.2 게임 스토리

본 논문이 제안하는 게임의 스토리는 이사하여 땅 빙 집에서 남겨진 로봇 장난감이 영혼을 얻으며 눈을 뜨게 되고, 자신을 아껴주었던 주인이 이사 갈 때 자신을 미처 챙기지 못한 것을 깨닫고 다시 주인에게 돌아가는 이야기를 구성한다. 이때, 모종의 이유로 흩어진 장난감들을 찾아가며 주인에게로 돌아가는데, 이 잊어버린 장난감을 습득할 때 새로이 알게 되는 과거의 이야기는 이혼으로 인한 가정의 해체를 보여주며, 이를 통해 플레이어는 가정의 해체가 아이에게 미치는 심리적 영향을 깊이 이해하게 된다. 그럼 3에 본 논문에서 설계한 게임의 첫 스테이지 화면을 나타낸다.



Fig. 3. The game screen envisioned in this paper

2.3 게임의 차별성-캐릭터 제어 방식의 차별성

본 논문에서 제안하는 게임은 5인의 플레이어가 하나의 캐릭터를 조작하는 방식으로, 게임 상에서 익숙하게 사용되는 한명의 플레이어에게 하나의 캐릭터를 주는 방식을 탈피하여 게임을 진행한다. 각 플레이어는 하나의 캐릭터의 각각의 팔과 다리, 머리를 제어하며, 캐릭터의 다양한 신체 부위가 다른 기능을 수행하므로, 각 플레이어의 협업이 중요하게 작용한다. 진행방식은 게임 내 다양한 장치를 활용하며 장애물을 넘고 스테이지를 클리어하기 위해 협력하여 목표를 달성해야 한다.

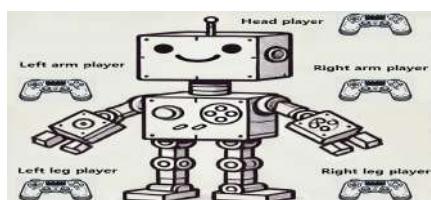


Fig. 4. The control scheme conceptualized in this paper

그림 4는 본 논문에서 구상하고 있는 게임의 제어 방식을 나타낸다. 그림 4에 나타난 바와 같이 본 논문에서 제안하는

게임은 기존의 멀티플레이 게임과 달리 여러 플레이어가 한 캐릭터의 머리, 팔, 다리를 제어하여 협력하며 각자의 역할에 맞는 조작을 통해 스테이지를 클리어 한다. 각 플레이어들은 독립적으로 활동하면서도 서로의 역할이 유기적으로 연결되어 있는 형태의 게임을 수행하여야 한다. 본 논문에서 제안하는 게임을 통하여 플레이어들은 협력과 소통의 중요성을 자연스럽게 이해하게 된다.

III. 결론

본 논문이 제안하는 협력 기반 기능성 퍼즐 플랫포머 게임은 새로운 협력 경험을 제공하여 재미 요소를 부각시켰다. 제안 게임은 단순한 재미 요소를 넘어서 협력적 문제 해결 능력과 논리적 사고 능력을 향상시키는 기능성 게임의 역할을 수행 할 수 있을 것으로 기대된다.

게임은 친구나 가족이 함께 게임을 즐기며 소통하고 협력하는 과정을 통해 재미를 느끼도록 설계하였다. 재미를 기반으로 플레이어들에게 참여를 유도하고, 업데이트를 통해 지속성을 강화한다. 다양한 스테이지와 도전 과제를 통해 플레이어가 지루함 없이 계속해서 게임을 즐길 수 있도록 설계되었으며, 학습과 엔터테인먼트를 자연스럽게 융합함으로써 기능성 게임의 목적달성이 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 주관하여 진행하는 ‘SW중심대학사업’의 결과물입니다.(2019-0-01056)

REFERENCES

- [1] Ji-Eun Lee, Jeong-Hoon Shin, “Classification of conscious and unconscious behaviors for psychological state analysis based on observation of the behavior of game characters”, Conference of Korea Institute of Convergence Signal Processing, 2023, pp.40-41
- [2] Jeong-Hoon Shin*(2013). A Study on the Measure to Maximize the Effects of Functional Games in Relation to the Changes in Visual and Auditory Stimulations.
- [3] Song, Seung-Keun*. (2013) “Affordance in Consideration of a Feature of Platform Action Game.” The Journal of the Korea Contents Association. The Korea Contents Association, doi:10.5392/jkca.2013.13.12.062.
- [4] Shin, Yongwoo*. (2014) “Comparative Analysis for Educational Puzzle Game Development.” Journal of Korea Game Society, vol. 14, no. 5, Korea Academic Society of Games, pp. 7-14. Crossref, doi:10.7583/jkgs.2014.14.5.7.

인공지능을 활용한 산업현장 유해물질 예측 모니터링 시스템

이성진, 박관우, 김효신, 김병덕, 서경준, 김남호*

국립부경대학교

Hazardous Substance Prediction and Monitoring System for Industrial Sites using Artificial Intelligence

Sung-Jin Lee, Gwan-Woo Park, Hyo-Shin Kim, Byeong-Deok Kim, Kyeong-Jun Seo, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

Abstract Industrial sites often involve the process of releasing hazardous materials, posing serious risks to workers' health and environmental safety. In this study, we propose a real-time hazardous material prediction and monitoring system for industrial environments by utilizing LSTM, a deep learning algorithm. The system integrates sensors to detect hazardous material levels such as CO, C4H10, CH4, and VOCs and to send data over ZigBee wireless communication to ensure continuous monitoring. In addition, the data collected in real time is stored in a database to ensure its reliability. LSTM models trained on past data predict hazardous material levels, and based on this, accurate trend analysis is possible. Visualizing this data allows a comprehensive analysis of environmental impacts.

- Key Words : LSTM, Monitoring, Hazardous Substance Monitoring, ICT, Deep Learning, Wireless Communication

I. 서 론

산업현장은 유해 물질 배출로 인해 작업자와 환경에 심각한 영향을 미칠 수 있는 위험이 존재한다. 특히 CO, C4H10, CH4 등의 유해 가스는 관리가 미흡할 경우 작업자의 건강과 대기 환경에 악영향을 미칠 수 있다. 2012년 세계보건기구(WHO)에 따르면, 대기 유해 물질로 인해 약 700만 명이 사망하며 이는 전 세계 사망자의 약 1/8에 해당한다. 따라서, 산업현장에서 유해물질 배출을 실시간으로 감지하고 예측하여 대응하는 시스템 개발의 필요성이 점차 커지고 있다[1].

본 연구는 CO, C4H10, CH4, VOCs, Dust Density 등의 산업현장에서 빈번하게 발생하는 유해물질을 감지하는 센서를 통해 데이터를 수집하고, ZigBee 무선 통신을 이용해 실시간으로 전송하는 시스템을 제안한다. 또한, 딥러닝 알고리즘인 LSTM(long short-term memory)을 사용하여 유해물질 농도를 예측하고, 이를 기반으로 실시간 모니터링 및 대응 체계를 구축하고자 한다. 이 시스템은 산업현장에서 작업자 안전을 높이고 환경에 미치는 부정적 영향을 줄이는 데 기여할 것으로 기대된다.

II. 시스템 개요

제안하는 시스템은 산업현장에서 배출되는 물질 중 초미세먼지(PM2.5), 일산화탄소(CO), 뷰테인(C4H10), 메테인(CH4), 휘발성 유기화합물(VOCs) 수집할 대기 환경 정보로 설정하였다. 초미

세먼지(PM2.5) 측정을 위해 광학식 먼지 센서인 GP2Y1014AU를 사용하였고, 일산화탄소(CO)는 MQ-7 센서를 통해 계측하였다. 또한, 메테인(CH4)은 MQ-4 센서를 활용하였으며, 뷰테인(C4H10)의 경우 MQ-6 센서를 사용하여 정확한 농도를 측정할 수 있도록 설계하였다. 휘발성유기화합물(VOCs)은 GSBT11-P110 센서를 활용하여 다양한 유해 물질을 감지하도록 구성하였다. 센서 노드는 Arduino UNO와 XBee S2C 모듈을 기반으로 구축하였다.

그림 1은 제안하는 시스템에 대한 블록 다이어그램이다.

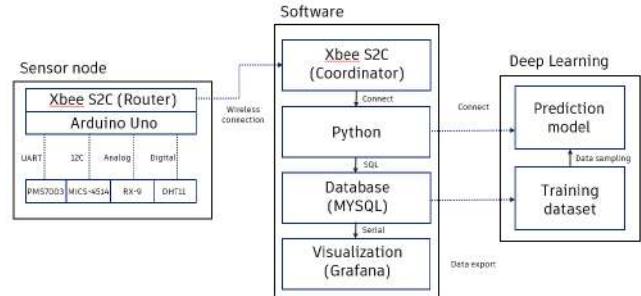


Fig. 1. Diagram of monitoring system

각 위치에서 산업현장에서의 유해 물질 정보를 수집하고, ZigBee 통신을 통해 이를 PC로 전송한다. 전송된 데이터는 PyCharm으로 처리되어 데이터베이스에 저장된다. 그리고 Matlab을 통해 데이터를 추출하여 샘플링 후 학습 데이터로 활용하여 LSTM 모델을 생성한다. 이후 실시간으로 수신되는 데이터에 대해 LSTM을 이용해 예측을 수행하고 시각화하였다.

III. 모니터링 시스템 구현

산업현장에서의 유해물질 예측에 인공지능을 활용하기 위해 딥러닝 알고리즘인 LSTM을 채택하였다. LSTM은 연속성을 가진 시계열 데이터에 적합한 RNN(recurrent neural network) 기법 중 하나로, 학습 과정에서 기울기가 점차 소실되는 RNN의 문제점(vanishing gradient)을 개선한 알고리즘이다[2].

LSTM 모델 구성을 위해 초기 데이터 7000개를 센서를 통해 수집하였으며, 이상치와 학습에 방해되는 데이터를 제거한 후 데이터를 재구성하여 샘플링한 뒤 학습 데이터로 활용하였다. 이후 표 1의 파라미터를 사용하여 각 물질에 대한 LSTM 예측 모델을 생성하였다.

Table 1. Hyperparameter of LSTM model

Parameter	CO	C ₄ H ₁₀	CH ₄	VOCs	Dust Density
window size	50	50	50	50	50
epoch	100	100	100	100	100
dropout	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
activation function	ReLU	ReLU	Tanh	ReLU	Tanh
loss function	MSE	MSE	MSE	MSE	MSE

표 1에서 window size는 다음 예측에 사용되는 연속 데이터의 크기를 의미하며, dropout은 설정된 비율로 뉴런을 비활성화하여 과적합을 방지한다. epoch는 반복 학습하는 횟수다.

무선 네트워크는 IEEE 802.15.4 기반의 ZigBee 통신을 사용했으며, 이는 저전력으로 작동하고 노드 확장이 용이해 산업 현장에 적합하다. 센서 노드의 ZigBee 모듈을 중계기(router), PC 와 연결된 모듈을 목적지 노드(coordinator)로 설정하여 유해물질 농도를 측정해야 하는 위치에 센서 노드를 설치하였다. 센서 노드에서 송신한 데이터는 중계기를 통해 PC에서 수신된다.

6944	2024-11-17 19:45:41	CO	56.57	55.26
6945	2024-11-17 19:45:42	CO	49.76	55.81
6946	2024-11-17 19:45:43	CO	49.76	55.19
6947	2024-11-17 19:45:44	CO	56.57	54.51
6948	2024-11-17 19:45:45	CO	49.76	54.38
6949	2024-11-17 19:45:58	CO	56.57	55.55
6950	2024-11-17 19:45:59	CO	49.76	57.29
6951	2024-11-17 17:41:31	Butane	52.58	52.31
6952	2024-11-17 17:41:32	Butane	52.58	52.6
6953	2024-11-17 17:41:33	Butane	52.58	52.85
6954	2024-11-17 17:41:34	Butane	52.58	53.01

Fig. 2. Database structure of monitoring system

수신된 센서 데이터는 PyCharm을 통해 실시간으로 확인할 수 있으며, ZigBee 통신으로 전송된 데이터를 MySQL 데이터베이스에 저장한다. MySQL은 데이터를 테이블 형태로 구조화하며, Matlab을 활용해 LSTM 모델로 예측한 값과 측정값을 위치별로 저장한다. 저장된 데이터는 Grafana와 연동되어 GUI 형태로 실

시간 제공되며, 그림 3은 MySQL에 예측 데이터가 저장되는 과정을 보여준다.



Fig. 3. Grafana monitoring GUI

제안하는 모니터링 시스템은 CO(400ppm), C₄H₁₀(800ppm), CH₄(1000ppm), Toluene(100ppm), Benzene(1ppm), Formaldehyde(10ppm), Dust Density(0.36μg/m³)와 같은 물질에 대한 임계값을 설정하여 작업 환경을 모니터링한다.

그림 3에서 파란 점이 실시간으로 수신한 정보를 LSTM 모델의 예측에 이용해 이후의 대기 중의 유해물질을 예측했던 수치이고, 초록색 그래프는 실제 측정값이다. 상단에 다음의 예측값과 현재 수치를 표시하고, 우측 하단의 패널에 측정값과 예측값 간의 오차율을 나타내어 신뢰도를 평가했다. 또한 다수의 위치를 동시에 모니터링하여 나타내었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 산업현장에서 발생하는 오염물질의 악영향을 파악하고 관리하기 위해 LSTM 딥러닝 알고리즘과 무선통신을 이용한 인공지능 예측 모니터링 시스템을 구현하였다. 제안하는 시스템은 Zigbee 통신으로 대기 환경에 대한 데이터를 수집해 LSTM 모델을 이용한 예측을 수행하고, 예측값 및 측정값을 시각화하여 산업현장 내의 유해 물질을 모니터링한다. 제안된 시스템은 산업현장 내의 작업 환경 및 작업자에 미치는 영향을 예측을 통해 빠르게 파악하고 제어를 더욱 신속하게 수행할 수 있게 한다. 따라서 산업현장에서 유해물질의 악영향에 대한 평가 및 제어를 원활하게 하고 그 피해를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Y. W. Kang, S. N. Chun, K. N. Han, and T. O. Kim, “An Analysis of the Techniques for the Reduction and Monitoring of Fine Particle Emission from Coal Fired Power Plants in Korea”, in The Korean Institute of Electrical Engineers Summer Conference 2019, pp. 1932-1933, 2019.
- [2] S. Y. Lee, Y. H. Ji, and H. C. Leed, “Development of Surrounding Vehicle Model using LSTM and Real-Time Traffic Information,” in The Korean Society of Automotive Engineers 2022 Annual Autumn Conference and Exhibition, pp. 2109-2113, 2022.

다층 신경망에서 클래스 추가 학습 알고리즘의 성능 평가

이상준¹, 방연석², 이우범^{2*}

¹상지대학교 인공지능융합공학부, ²상지대학교 정보통신소프트웨어공학과

Performance Evaluation of Incremental Learning Algorithms for Class Addition in Multi-Layer Neural Network

Sang-Jun Lee¹, Yeon-Suk Bang², Woo-Beom Lee^{2*}

¹Department of Artificial Intelligence Convergence Engineering, Sangji University

²Department of Information and Communication Software Engineering, Sangji University

Abstract With the rapid advancement of artificial intelligence, it is crucial for modern AI models to continuously enhance their ability to learn from new data. However, retraining models using the entire dataset, including new data, is resource-intensive, and transfer learning may not be effective when there is low similarity between existing and new data. In this paper, we implement and compare representative class incremental learning algorithms—Learning without Forgetting (LwF), Elastic Weight Consolidation (EWC), and Incremental Classifier and Representation Learning (iCaRL)—based on a simple Multi-Layer Neural Network. Utilizing the MNIST dataset, we verify the correct implementation of each algorithm and evaluate their performance through training time, loss rate, and confusion matrices.

- Key Words: Incremental Learning, LwF, EWC, iCaRL, Multilayer Neural Network, MNIST

I. 서론

최근 인공지능(AI) 모델은 새로운 데이터를 지속적으로 학습하고 적용해야 할 필요성이 증가하고 있습니다. 그러나 모델이 새로운 데이터를 학습할 때 이전에 학습한 지식을 잊어버리는 재앙적 망각 현상(Catastrophic Forgetting)이 발생합니다. 이 현상을 회피하기 위해 모든 데이터를 포함하여 모델을 처음부터 배치 학습 방식으로 재학습하는 것은 시간과 자원의 소모가 크다. 또한, FT(Fine-Tuning)과 같은 전이 학습(Transfer Learning) 기법은 기존 데이터와 신규 데이터 간의 유사성이 낮을 경우 높은 성능을 기대하기 어렵다. 이러한 한계를 극복하기 위해 지속 학습(Continual Learning)이 주목받고 있다.

지속 학습은 AI 모델이 새로운 작업과 데이터를 순차적으로 학습하면서도 이전에 학습한 지식을 잊지 않고 유지하는 학습 방법을 의미한다. 이는 망각 현상을 방지하여 모델이 지식을 지속적으로 축적하고 활용할 수 있도록 한다. 충분 학습(Incremental Learning)은 지속 학습의 한 형태로, 새로운 데이터나 클래스가 추가될 때마다 모델이 이를 효율적으로 통합하고 이전 지식을 유지하는 방법이다.

본 연구에서는 충분 학습 중에서도 클래스 충분 학습에 중점을 둔다. 클래스 충분 학습은 모든 클래스를 예측하기 위해 하나의 공통 출력층을 사용함으로써 일관된 예측을 가능하게 하고,

태스크 식별자가 불필요하며, 효율적인 자원 사용이 가능하다. 또한, 클래스 간의 관계를 학습할 수 있다는 장점이 있어 모든 클래스에 대해 하나의 일관된 모델을 구축할 수 있다.

본 논문에서는 다층 신경망(Multi-Layer Neural Network)을 기반으로 FT와 더불어 대표적인 세 가지 충분 학습 알고리즘인 LwF(Learning without Forgetting), EWC(Elastic Weight Consolidation), iCaRL(Incremental Classifier and Representation Learning)을 구현하고 MNIST 데이터셋을 활용하여 각 알고리즘의 성능을 비교 분석하고자 한다.

II. 본론

본 연구에서는 클래스 충분 학습에 초점을 맞추어 대표적인 알고리즘을 구현한다.

LwF는 지식 증류(Knowledge Distillation)를 활용하여 새로운 데이터 학습 시 기존 클래스 정보를 유지하며, 이전 모델의 출력을 참고하여 손실 함수를 구성함으로써, 새로운 클래스 학습 시에도 이전 클래스에 대한 지식을 보존한다[1].

EWC는 Fisher 정보 행렬을 사용하여 중요한 파라미터의 변화를 최소화함으로써 기존 지식을 유지하며, 손실 함수에 정규화 항을 추가하여, 모델이 새로운 데이터에 적응하면서도 이전에 학습한 지식을 잊지 않도록 한다[2].

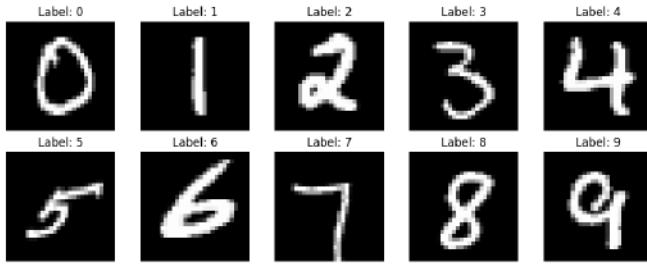


Fig. 1 Example of MNIST Dataset

iCaRL은 클래스별 대표 표본(Exemplars)을 저장하여 새로운 데이터 학습 시 기존 클래스 정보를 보존한다. 저장된 대표 표본을 활용한 최근점 이웃 분류 방식을 통해 망각 현상을 완화한다[3].

FT은 기존 모델의 일부 레이어를 동결하고 출력층을 업데이트하여 신규 클래스를 학습하는 전이 학습 기법이다. 이를 통해 전이 학습과 클래스 충분 학습의 성능을 비교하고자 한다[4].

III. 실험

실험은 하드웨어 CPU Ryzen7 3800XT, RAM 32GB, GPU RTX 3070 Ti, 운영체제 Windows 10 Pro의 환경에서 진행하였으며, 개발 언어는 Python 3.11.5를 사용하였다. 주요 라이브러리는 torch 2.1.0, torchvision 0.16.0, scikit-learn 1.3.0, scipy 1.11.2, pandas 2.1.1을 활용하였다.

실험의 입력 데이터셋은 Fig. 1과 같은 MNIST 데이터셋으로부터 사전 학습 데이터 세트는 숫자 '0'부터 '6'까지의 7개 클래스로 총 48,924개 중 학습 데이터 세트로 39,139개, 검증 데이터 세트로 9,785개를 사용하며, 충분 학습 데이터 세트는 숫자 '7'부터 '9'까지의 3개 클래스로 총 21,076개 중 학습 데이터 세트로 16,860개, 검증 세트로 4,216개로 분리하여 사용한다.

Base Model은 사전 학습 데이터 세트의 학습 세트를 사용하여 학습한다. 또한 비교를 위해 전체 클래스의 학습 데이터셋을 학습한 Full Model도 구현해 각각 사전 학습 데이터 세트의 검증 세트, 전체 클래스의 검증 세트를 통해 Base Model과 Full Model의 초기 성능을 평가한다.

Fig 2와 같이 충분 학습 알고리즘(FT, LwF, EWC, iCaRL)은

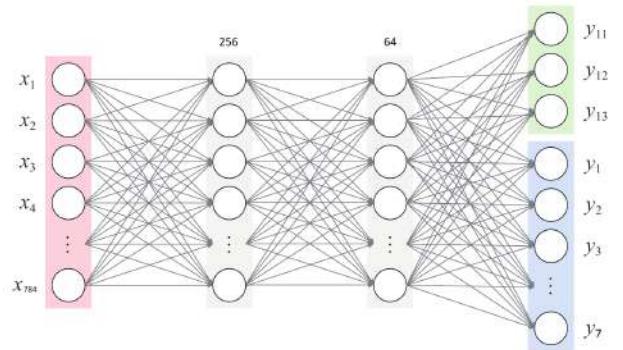


Fig. 2. Example of Class incremental learning model

Base Model을 기반으로 충분 학습 데이터 세트의 학습 세트를 사용하여 신규 클래스를 학습해 검증 세트를 통해 신규 클래스에 대한 학습 성능을 평가한다. Table. 1은 각 모델의 성능 평가 결과를 나타낸다.

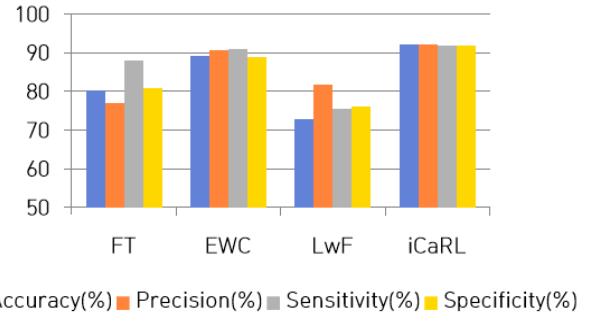


Fig. 3. Model Performance Comparison

실험 결과 Fig 3과 같이 iCaRL 알고리즘이 92.16%의 정확도를 보여 다른 충분 학습 알고리즘보다 우수한 성능을 보인다. 이는 클래스별 대표 표본을 활용하여 기존 클래스에 대한 지식을 효과적으로 유지하였기 때문이다. EWC 알고리즘은 89.05%의 정확도로 망각 현상을 어느 정도 완화하였지만, Fisher 정보 행렬 계산으로 인한 추가적인 계산 비용이 발생한다. LwF 알고리즘은 72.79%의 정확도를 보여 상대적으로 낮은 성능을 보였으며, 이는 지식 종류 과정에서의 정보 보존을 위해 설정하였던 하이퍼 파

Table 1. Performance Results

model name	Accuracy(%)	Precision(%)	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Epochs	Learning time(sec)	Total learning time(sec)
Base Model	99.77	99.77	99.76	99.77	71	57,246.06	
Full Model	99.61	99.62	99.61	99.61	72	126,583.12	
FT Model	80.24	76.96	87.83	80.83	48	3,959.57	61,205.63
EWC Model	89.05	90.52	90.93	88.86	34	5,287.19	62,533.25
LwF Model	72.79	81.74	75.53	75.94	23	3,171.65	60,417.71
iCaRL Model	92.16	92.09	91.75	91.94	28	3,852.14	61,098.19

라미터가 원인일 수 있다. FT는 80.24%의 정확도로 신규 클래스에 대한 학습이 원활히 진행되지 않아 손실이 크게 발생하며 증분 학습 방법으로는 한계가 있음을 보이고 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 다중 신경망을 기반으로 클래스 증분 학습 알고리즘인 LwF, EWC, iCaRL을 구현하고, MNIST 데이터셋을 활용하여 각 알고리즘의 성능을 비교 분석하였다. 기존 모델이 새로운 데이터를 학습할 때 발생하는 손실적 망각 현상의 완화를 목적으로 다양한 클래스 증분 학습 방법을 적용하였다. 그 결과 전체적으로 클래스 증분 학습 알고리즘은 망각 현상을 완화하면서 새로운 클래스에 대한 학습의 가능성을 나타냈으며, 특히 iCaRL이 가장 효과적인 결과를 보였다. 그러나 이는 MNIST 데이터 세트의 단순성에도 불구하고 망각 현상이 완전히 해결되지 않았음을 나타내었으며, 향후 성능 향상을 위한 연구를 요구하고 있다.

REFERENCES

- [1] Li, Zhizhong, and Derek Hoiem. "Learning without forgetting." IEE E transactions on pattern analysis and machine intelligence 40.12 (2017): 2935-2947
- [2] Kirkpatrick, James, et al. (2017). "Overcoming catastrophic forgetting in neural networks." Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(13), 3521-3526
- [3] Rebuffi, Sylvestre-Alvise, et al. (2017). "iCaRL: Incremental classifier and representation learning." Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001-2010.
- [4] Yosinski, Jason, et al. "How transferable are features in deep neural networks?." Advances in neural information processing systems 27 (2014).

CWT 신호-이미지 변환 및 딥 러닝을 사용하는 귀 PPG 기반 감정 인식 시스템 뒤에 착용 가능

자흐라 파티마트 울, 히카 바르키, 정완영*

부경대학교 인공지능융합학과

Wearable Behind-the-Ear PPG-Based Emotion Recognition System Using CWT Signal-to-Image Conversion and Deep Learning

Zahra Fatimat ul, Hika Barki, Wan-Young Chung*

Department of AI Convergence, Pukyong National University

Abstract This study introduces a cutting-edge approach to affective computing through deep learning-assisted photoplethysmography (PPG) analysis, enhancing the detection, processing, and interpretation of human emotions. A novel ear-mounted PPG system is presented, collecting data from a sensor placed behind the ear, providing a non-invasive, wearable solution for emotion recognition. Data were collected from 12 participants, with tasks carefully designed to elicit five distinct emotional states. The raw PPG signals underwent preprocessing and were transformed into scalograms using the Continuous Wavelet Transform (CWT), producing high-resolution time-frequency representations. A Convolutional Neural Network (CNN) was employed to classify these transformed signals into corresponding emotional states. The proposed system achieved a remarkable accuracy of 87% underscoring its effectiveness in differentiating emotional states through PPG sensors. This study highlights the transformative potential of wearable PPG-based emotion detection systems for real-time applications in human-computer interaction, emotional health monitoring, and personalized well-being management.

• **Key Words :** Affective computing, Continuous Wavelet Transform (CWT), Photoplethysmography (PPG), Human-computer interaction.

I. INTRODUCTION

Anxiety and depression are emotional disorders that interfere with both daily life and health. Affective computing makes possible real-time recognition of emotions for early detection and the availability of effective treatments [1]. Among the various techniques already in practice, although several are used, photoplethysmography is a non-invasive, low-cost technology well suited for emotion detection.

Earlier works with PPG sensors on the ear or wrist were mainly based on heart rate variability and had problems related to motion artifacts. To solve this, the proposed work will develop a behind-the-ear wearable biosensor integrated with an IoT platform for convenience and reduced motion artifacts.

A system combining adaptive RLS filter-based reduction of motion artifacts and transformation of 1D PPG signals into 2D scalograms via CWT for CNN-based emotion detection is developed in this paper.

II. MATERIALS

2.1 Proposed Hardware Architecture

The proposed behind-the-ear biosensor features a Seeeduino XIAO ESP32-C3 microcontroller that features onboard Bluetooth 5.0, a MAX30102 PPG sensor for signal acquisition, and a BNO055 IMU module for motion artifact reduction. The system is powered by a 3.7V LiPo battery, all housed in a compact, custom-designed enclosure for stable data acquisition.



Fig. 1. Behind-the-ear PPG setup

III. PROPOSED METHOD

The proposed approach to five emotional state detection involves three major steps:

3.1 Data acquisition and Preprocessing of Raw PPG Signal : First, data for this study were collected using the behind-the-ear biosensor from 12 participants (8 females and 4 males) in a controlled laboratory setting. A series of videos designed to elicit a variety of emotions was watched in order to observe different emotional responses. A 10-minutes long PPG signal of each emotion were recorded. Then, the collected raw PPG signal is preprocessed by DC signal removal, band-pass filtering, motion artifact cancellation using an RLS adaptive filter. Finally, the filtered signals were segmented into 3-second intervals.

3.2 Time-Frequency Signal Transformation: The segmented PPG signals are transformed into time-frequency representations using Continuous Wavelet Transform (CWT) with the Morse wavelet [2]. The resulting scalograms are normalized to enhance consistency and serve as high-quality inputs for the next stage.

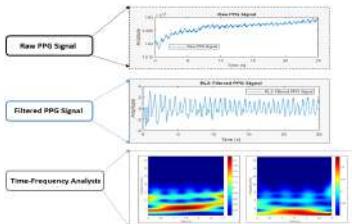


Fig. 2. (a) Raw PPG Signal (b) Filtered PPG Signal (c) Scalogram.

3.3 Convolutional Neural Network (CNN): The normalized scalograms of the inputted ppg signals are fed into a CNN for automated feature extraction and classification. Its architecture consists of convolutional and maxpooling layers, followed by fully connected layers to classify the input into one of the five emotional states as shown in Fig.3. The proposed CNN is optimized with Adam optimizer.

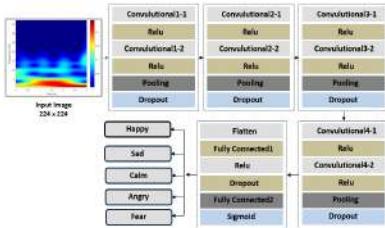


Fig. 3. An overview of the proposed 2D-CNN method.

IV. RESULTS

In this study, the proposed behind-the-ear PPG was found to give a promising results for the classification of emotions into five different states. Figure 4 shows the detailed performances from the confusion matrix and class-wise breakdown of results. The performance of the proposed approach is computed in Table 1, which presents the average classification accuracy of 86.48%, while maintaining high precision (87.23%), recall (86.49%), and F1-score (85.95%) values.

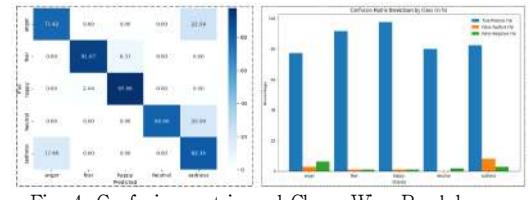


Fig. 4. Confusion matrix and Class-Wise Breakdown.

Table 1 : Performance metrics of the 2D-CNN Model

Performance metrics	Percentage (%)
Accuracy	86.48
Precision	87.23
Recall	86.49
F-1 Score	85.95

V. CONCLUSION

The proposed behind-the-ear PPG device is promising in realizing real-time and accurate emotion detection. Its non-invasive design ensures practicality, but further studies are required in order to validate the results, address the limitations like noise and motion artifacts, and explore other applications across a wide variety of settings and populations.

REFERENCES

- [1] N. -D. Mai, H. -T. Nguyen and W. -Y. Chung, "Deep Learning-Based Wearable Ear-EEG Emotion Recognition System With Superlets-Based Signal-to-Image Conversion Framework," in IEEE Sensors Journal, vol. 24, no. 7, pp. 11946-11958, 1 April, 2024, doi: 10.1109/JSEN.2024.3369062.
- [2] H. Barki and W. Y. Chung, "Mental Stress Detection Using a Wearable In-Ear Plethysmography," Biosensors 2023, Vol. 13, Page 397, vol. 13, no. 3, p. 397, Mar. 2023, doi: 10.3390/BIOS13030397.

SESSION III

■ 영상 · 음성 · 음향 · 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 신호처리(III)

장 소	산학협력관 RIS 세미나홀
좌 장	서지윤(연세대)
발 표 시 간	10:00~13:00

SESSION III(Online)

- (1) 청소년들이 일상생활 중 겪게 되는 자살 충동감의 원인별 영향력 분석
..... 김형석, 이정민, 임명진, 신정훈(순심고, 대구가톨릭대)
- (2) 머신러닝을 활용한 혈흔 패턴 인식 및 발혈점 추정 프로그램 설계
..... 성석현, 이창준, 임명진, 신정훈(순심고, 대구가톨릭대)
- (3) Google Gemini AI를 사용한 자동화된 질문 생성기의 설계 및 구현
..... Bowen Chong Xian Zhen, 이영실(동서대)
- (4) 영상처리 기반의 치수 측정을 이용한 기어 불량 검출 시스템
..... 이재은, 김종남(부경대)
- (5) 기어 분류를 위한 Rule-base 기반 크기 측정 및 영상 환경설정
..... 최홍석 김종남(부경대)
- (6) 사용자정의 데이터 셋을 이용한 AI기반 랜섬웨어 검출
..... Niringiye Godfrey, 박소희, 박수진, 이춘재, 이영실(동서대)

청소년들이 일상생활 중 겪게 되는 자살 충동감의 원인별 영향력 분석

김형석¹, 이정민¹, 임명진¹, 신정훈^{2*}

¹순심고등학교, ²대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

An analysis of the influence of different causes of suicidal impulses experienced by adolescents in their daily lives

Hyung-Suk Kim¹, Jung-Min Lee¹, Myung-Jin Im¹, Jeong-Hoon Shin²

¹Sunsim High School

²School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract The youth suicide problem is emerging as a serious social problem around the world, and its severity is increasing day by day in many countries, including Korea. In order to solve the youth suicide problem, it is urgent to come up with effective youth suicide prevention and intervention measures based on the analysis of similarities and differences between the factors that influence the suicidal impulses answered by Chatgpt through a survey. This paper aims to prevent adolescents' extreme choices more efficiently and proactively by analyzing the effects of various factors that can occur in adolescents' general residential and classroom environments on their suicidal impulses.

• Key Words : Adolescents, Suicide, ChatGPT, Stress, Mental Health

I . 서론

청소년 자살 문제는 전 세계적으로 심각한 사회적 문제로 대두되고 있으며, 한국을 비롯한 여러 국가에서도 그 심각성이 날로 증가하고 있다. 자살은 전 연령대에서 발생할 수 있는 문제지만, 특히 청소년기의 자살은 심리적, 사회적 요인과 밀접하게 연관되어 있으며, 개인뿐만 아니라 그 가족과 사회 전체에 깊은 영향을 미친다. 청소년기에는 신체적, 정서적 변화가 급격하게 일어나며, 이로 인해 스트레스, 우울증, 불안 등의 정신건강 문제가 발생할 수 있다[1]. 이러한 요인들이 제대로 관리되지 않으면 자살로 이어질 수 있는 위험이 커진다.

2019년 세계보건기구(WHO)의 보고서에 따르면, 자살은 15세에서 19세 사이 청소년 사망 원인 중 두 번째로 높은 비율을 차지하고 있다[2]. 한국에서도 자살은 10대 청소년 사망 원인 중 가장 높은 비율을 기록하고 있으며, 2020년 통계청 자료에 따르면 10대 청소년의 자살률이 지속적으로 증가하고 있다는 것이 확인 가능하다[3].

청소년 자살 문제를 해결하기 위해서는 자살의 원인과 위험 요인들을 객관적으로 분석하고, 이를 바탕으로 효과적인 청소년의 자살 예방 및 개입 방안을 마련하는 것이 시급하다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 사회 문제를 인지하고, 개선

하기 위해 청소년의 시각에서 본 자살 충동감에 미치는 요인을 분석해 상관성이 높은 요인들을 추출하며, 청소년의 감수성을 고려하지 않는 ‘일반적인 시각에 따른 잘못된 요인 분석’을 타파하기 위하여 ChatGPT가 제시하는 청소년의 자살 충동감에 영향을 미칠 수 있는 요인과 비교 및 분석을 수행한다.

II. 자살 충동감에 영향을 주는 요인 분석

2.1 자살 충동감 요인 분석

본 논문에서는 자살 충동에 미치는 다양한 요인 분석을 위하여, 청소년들이 자주 고민하는 ‘수면 상태와 자존감, 스트레스 등’과 관련한 요인들을 제시하여 영향력을 정량적으로 분석하였다. 이를 위하여 31명의 청소년을 대상으로 5개 부류, 27개 항목(표1)의 설문조사를 진행하였으며, 이를 토대로 각 항목에 따른 자살 충동감과의 영향력을 분석(표2)하였다.

Table 1. Questionnaire for category items and category items

Category	Question
Self-esteem	Self-assessment, ability, control, appearance, body shape and body shape, health, academic performance,

	economic situation, sincerity, life satisfaction, success experience or achievement
interpersonal relationship	the smoothness of interpersonal relationships
emotional communication	frequency of emotional communication
sleep	Sufficient sleep, sleep time, post-sleep fatigue, time to sleep, depth of sleep, sensitivity during sleep
stress	the degree of stress, the effect of stress on daily life, the degree of deterioration of health due to stress, and the degree of anger and irritation
a sense of suicidal impulses	the experience of suicidal thoughts, the experience of meaninglessness in life, the weight of life

Table 2. Average of the Likert Scale per Item based on Suicide Impulsions

a sense of suicidal impulses	self-esteem	interpersonal relationship	emotional communication	sleep	stress
1 ~ 2	3.18	4.00	3.00	3.29	3.00
2 ~ 3	3.46	3.25	3.00	2.71	1.81
3 ~ 4	3.83	4.14	3.29	3.43	3.25
4 ~ 5	3.79	4.68	3.58	3.29	3.47

분석 결과, 학생들이 느끼는 자살 충동의 강도는 대부분 1~2점대 또는 5점대에 분포하였으며, 특이하게 3.4점은 그 분포가 낮았다. 자살 충동 4개 항목을 세부적으로 분류하여 1~2점, 2~3점, 3~4점, 4~5점의 구간으로 분류하여 자살 충동 요인을 분석하면 그림 1과 같다.

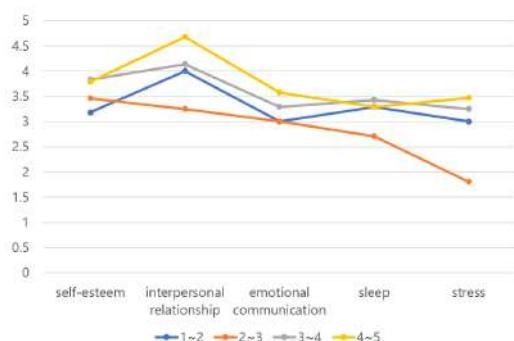


Fig. 1 Average of survey responses per category based on suicidal impulse intensity

분석 결과에 따르면 대체로 자살 충동 강도가 높은 학생일수록 자존감, 대인관계, 감정 소통, 수면, 스트레스의 항목에서 높은 수치를 보였다. 특히, 자살 충동 강도가 4~5점으로 가장 높은 그룹에서 대인관계가 4.68점으로 5점에 가까울 정

도로 다른 부류에 비해 영향을 많이 받았다. 또한, 특이하게 1~2점의 그룹이 2~3점의 그룹보다 자존감의 항목을 제외하고는 모든 항목에서 더 높거나 같은 수치가 나타났다.

2.2 ChatGPT의 관점에서 바라보는 자살 충동 요인 분석

본 논문에서는 ChatGPT의 관점에서 바라보는 자살 충동 요인 분석을 위하여 프롬프트를 제시하여 정신건강, 가정환경, 사회적 고립, 과롭힘, 트라우마, 학교 성적 및 스트레스, 성정체성, 물질 남용, 미디어와 자살 모방 등이 주요 요인이라는 것을 확인하였다. 이와 더불어, 본 논문에서는 설문조사를 수행한 항목으로 한정하여 ChatGPT가 답변할 수 있도록 프롬프트를 구성하였으며, 그 결과, 스트레스가 자살 충동감에 가장 영향력 있는 요인이라는 답변을 확인하였다.

ChatGPT가 자살 충동 요인으로 스트레스를 가장 중요한 요인이라 제시한 근거는 ‘청소년들이 학업에 대한 압박, 가족의 기대, 미래의 불확실성 등 다양한 원인을 통하여 스트레스 경험’을 하고 ‘청소년기 동안에 개인은 아직 대처 메커니즘과 감정 조절 기술’이 완성되지 않았기 때문으로 확인되었다.

III. 결론

자살 충동 요인과 관련하여 제한을 두지 않은 프롬프트에 대한 ChatGPT 응답은 사회적 고립을 가장 중요한 항목으로 꼽았으며, 프롬프트를 설문 문항으로 한정할 시 ChatGPT의 응답은 스트레스가 가장 중요한 요인이라고 답하였다. 이러한 결과는 ChatGPT가 ‘스트레스와 대인관계의 상호 연관성’을 고려할 시 청소년이 가지는 기존의 다른 스트레스가 주요 원인이 된다는 사실을 충분히 고려하지 못하는 것으로 분석된다.

본 논문의 연구 결과를 고려하면 효율적인 자살 충동 예방 교육을 위해서는 ‘청소년의 관점에서 중요한 의미를 지니는 대인관계 및 스트레스’와 관련한 교육이 필수적으로 포함되어야 할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 경상북도교육청에서 주관하는 ‘제20회 미래과학자 양성프로그램’의 결과물입니다.

REFERENCES

- [1] Jeong-hoon Shin, Ji-eun Lee, “A Comparative Analysis of Refractive Characteristics between Behavioral Patterns in Cyberspace and Behavioral Patterns in Real-Life Space”. Journal of the Society of Convergence Signal Processing, 25(3), 2024, pp.148-164.
- [2] “Suicide Worldwide in 2019” An academic paper of WHO
- [3] “2021 Youth Statistics” Press Release of Statistics Korea

머신러닝을 활용한 혈흔 패턴 인식 및 발혈점 추정 프로그램 설계

성석현¹, 이창준¹, 임명진¹, 신정훈^{2*}

¹순심고등학교, ²대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Design of Bloodstain Pattern Recognition and Bloodstain Estimation Program Using Machine Learning

Seok-Hyun Seong¹, Chang-Jun Lee¹, Myung-Jin Im¹, Jeong-Hoon Shin²

¹Sunsim High School

²School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract This paper focuses on designing a program that can learn the density and distribution data of circular bloodstains through machine learning techniques and estimate the bloodstain through this. Currently used tools such as HemoSpat and HemoVision provide directionality through elliptical bloodstains, but effective analysis of circular bloodstains that occur vertically apart is difficult. To compensate for this, this study proposes a method of analyzing circular bloodstain patterns and deriving bloodstain candidates by combining Convolutional Neural Network (CNN) and K-means clustering. The study was designed in five stages: data collection and pre-processing, feature extraction, model learning, bloodstain estimation algorithm, and result visualization, and it was made possible to visually check the results by using Python-based OpenCV and Matplotlib.

- Key Words : BPA, OpenCV, Matplotlib, Oval Bloodstains, HemoSpat, HemoVision

I. 서론

혈흔 형태 분석(BPA)는 범죄 현장에서 사건의 흐름과 범행을 추정하는데 중요한 단서를 제공한다. 특히 혈흔의 출발 지점, 즉 발혈점을 정확하게 추정하는 것은 범인이 사건을 어디서 어떻게 일으켰는지 파악하는 데 결정적인 역할을 한다. 현재 혈흔 형태 분석(BPA) 도구로 사용되는 HemoSpat과 HemoVision은 타원형 혈흔을 통해 발혈점을 추정하는 반면 [1], 혈흔이 수직으로 떨어져 형성된 원형 혈흔의 경우에는 위에서 제시한 프로그램을 사용하여 발혈점을 추정하는데 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 혈흔 형태 분석 도구가 가지는 한계를 보완하고자 CNN을 사용해 원형 혈흔 및 타원형 혈흔의 밀도와 분포 패턴을 학습하는 발혈점 추정 프로그램을 제안한다[2].

II. 기존 도구의 한계점

2.1 기존 BPA 기법의 한계점

HemoSpat과 HemoVision은 타원형 혈흔을 분석하여 혈흔의 발혈점을 추정한다. 타원형 혈흔은 특정 각도로 떨어졌을 때, 장축과 단축이 방향성을 제시하여, 이를 바탕으로 혈흔이 발

생한 지점을 예측한다. 하지만 원형 혈흔의 경우, 이러한 방향성과 관련된 정보가 없어 기존의 분석 프로그램에서는 활용하지 않고 있으며 이로 인하여 정확한 예측이 어렵다는 한계점이 존재한다[3].

2.2 기존 BPA 기법의 발혈점 추정 방법

혈흔 형태 분석(BPA)의 발혈점 추정은 주로 혈흔이 떨어진 각도와 위치를 바탕으로 타원형 혈흔을 분석하는 방식을 따른다. 먼저 혈흔의 타원형 모양을 통해 충돌 각도를 계산하고, 이 각도를 기준으로 혈흔이 발생한 방향과 거리를 추정한다. 이러한 과정을 수행하기 위하여 타원의 장축과 단축, 역삼각함수의 개념이 사용되며, 하나의 혈흔만 있는 것이 아닌, 여러 개의 타원형 혈흔이 있을 때는 각 혈흔의 중심선을 연장하여 교차 지점에서 발혈점을 추정하는 방식을 사용한다. 하지만 사건 현장에서 흔하게 볼 수 있는 원형 혈흔은 수직으로 떨어져 생성된 것으로서 방향성과 관련된 정보가 포함되어있지 않으므로 새로운 분석 기법을 적용하여야한다.

III. 혈흔의 발혈점 추정 프로그램 설계

3.1 시스템 기능 설계

본 논문에서는 기존의 혈흔 형태 분석(BPA) 도구가 가지는 한계점을 보완하고, 타원형 혈흔과 더불어 원형 혈흔을 이용하여, 원형 혈흔이 가지는 패턴의 밀도와 분포 데이터를 머신러닝 모델을 이용하여 빌혈점을 추정할 수 있는 프로그램을 제안하고자 한다.

본 논문에서 제시하는 ‘타원형 혈흔과 원형 혈흔을 모두 이용하는 빌혈점 추정 기법’은 방향성과 패턴의 밀도 분포를 모두 고려하여 추정을 하므로 정확도의 향상이 가능할 것으로 기대된다. 원형 혈흔은 일정한 기하학적 형태를 유지하므로 혈흔의 중심 좌표를 연결하는 것만으로도 혈흔의 빌혈점을 쉽게 예측할 수 있어 데이터 분석의 일관성과 정확성이 높아지며, 복잡한 계산 없이 빠르게 다수의 혈흔을 분석할 수 있어 타원형 혈흔과 더불어 원형 혈흔을 함께 사용한다.

본 논문에서는 다양한 각도와 높이에서 떨어진 원형 혈흔의 중심 좌표와 반지름, 밀도 분포를 추출하기 위해 이미지 처리 도구인 OpenCV를 사용하여 데이터를 확보하고 가공한다. 이후 K-평균 클러스터링을 사용하여 유사한 분포를 가진 혈흔의 중심 좌표를 군집화한 후, 이 군집의 중심을 빌혈점의 후보로 설정한다. 이어서 CNN 모델을 활용하여 원형 혈흔의 밀도와 패턴의 학습을 통하여, 혈흔의 ‘특정 분포 및 밀도’와 혈흔의 빌혈점 사이 상관성을 분석한다. 또한, 원형 혈흔의 밀도와 분포 데이터를 기반으로 빌혈점 후보를 설정하고, K-평균 클러스터링 과정에서 추출한 빌혈점 후보를 참고하여 빌혈점 위치를 추정한다.

그림 1에 본 논문에서 제안하는 빌혈점 추정 기법의 동작 절차를 블록도로 나타내며, 표 1에 세부 단계별 기능을 나타낸다.

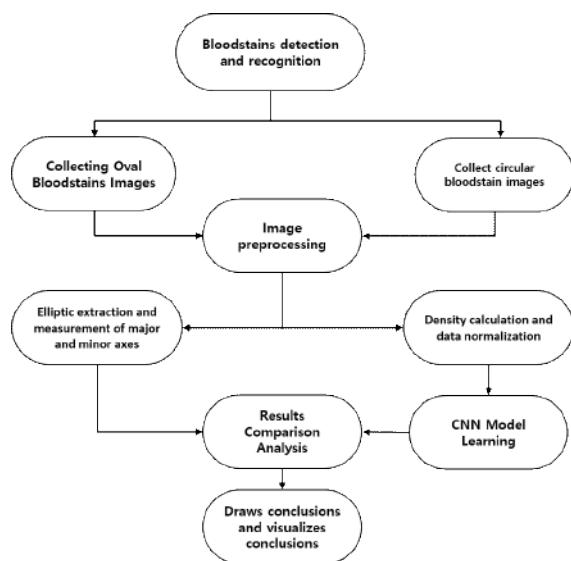


Fig. 1. Detailed steps and functions of the blood flow point estimation technique

Table 1. Operation Procedures of the Blood–Blood PointEstimation Techniques

Step	Features and Implementation Methods
Data Collection	Collect circular bloodstain images
Image preprocessing	Use OpenCV to extract specific data
Extract specific data and K-means clustering	Extract circular bloodstain center and density data
CNN Model Learning	Learn the density and distribution of patterns
Blood point estimation algorithm	Colonization-based blood flow point selection and final blood flow point prediction
Visualize results	3D blood flow points with Matplotlib

IV. 결론

본 논문에서는 기존 BPA 기법들이 활용하지 않는 원형 혈흔을 활용하여 혈흔 추정의 정확도 향상이 가능한 프로그램을 설계하는데 목적을 두었다. 본 논문에서 제안하는 ‘머신러닝을 활용하는 빌혈점 추정 시스템’이 구현될 시, 범죄 현장에 있는 혈흔 패턴을 보다 정확하게 분석하여, 경찰 및 법의학 전문가 등 사건현장에서 혈흔 분석이 필요한 다양한 사람들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 경상북도교육청에서 주관하는 ‘제20회 미래과학자 양성프로그램’의 결과물입니다.

REFERENCES

- [1] BloodstainImpact Pattern Area of Origin Estimation Using Least Squares Angles : A Hemo Vision Validation Study
- [2] Hyeyon-Min Jang, Woo-young Song, Jeong-Hoon Shin, “Using Deep Learning Image Processing Technology for Parking Control System”, Conference of Korea Institute of Convergence Signal Processing, 2024, pp.43-44
- [3] Bevel, T., & Gardner, R.M. (2001). Bloodstain Pattern Analysis: With an Introduction to Crime Scene Reconstruction, Second Edition (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041255>

Google Gemini AI를 사용한 자동화된 질문 생성기의 설계 및 구현

Bowen Chong Xian Zhen¹, 이영실*

동서대학교 Computer Science학과

Design and Implementation of an Automated Question Generator Using Google Gemini AI

Bowen Chong Xian Zhen¹, Young Sil Lee*

¹Department of Computer Science, International College, Dongseo University

Abstract This paper introduces Quizify, a web application designed to address students' common challenges in their studies, such as the inefficiencies and time-consuming process of manual quiz creation, especially during high-pressure periods like midterms. By leveraging the Google Gemini AI API, Quizify enables users to generate structured, high-quality questions from uploaded PDF lecture materials. The application incorporates a React-based frontend that provides an intuitive interface for viewing, interacting with, and answering generated questions while delivering immediate feedback and performance analysis.

- Key Words : Google Gemini AI API, Question Generation System, Artificial Intelligence in Education, Quiz Automation, Interactive Learning Tools

I . Introduction

The need for convenient study tools often arises as students engage in academic pursuits. This demand becomes particularly evident in midterm exams, where students must quickly cover a large amount of material. During these intensive study periods, many students recognize the importance of having efficient learning tools to support their preparation. While various tools exist to assist students in their studies, most are either paid services or require a subscription, limiting accessibility. This limitation highlighted the necessity of developing a novel tool to streamline learning assessments and improve study efficiency.

This study introduces Quizify, an innovative web application designed to automate the creation of educational assessments using the capabilities of the Google Gemini AI API. The application provides a seamless way for users to generate structured, high-quality questions from uploaded PDF lecture materials.

II . Main Idea

The architecture of Quizify integrates a Node.js and Express.js backend with a React-powered front-end, designed to streamline the generation, storage, and presentation of educational content. The backend handles essential tasks

such as processing uploaded PDF files, generating questions via the Google Gemini AI API, and managing data storage. PDF lecture materials uploaded by users are parsed using the pdf-parse library to extract textual content. This content is sent to the Google Gemini AI API with a custom prompt, where structured questions, difficulty levels, correct answers, and related metadata are generated. The API's JSON responses are validated and stored in a SQLite database for efficient retrieval.

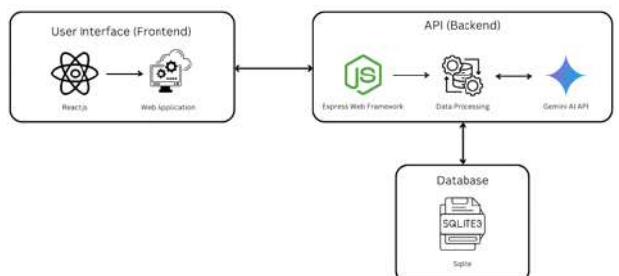


Fig. 1. System Architecture

The React-powered front-end facilitates a seamless user experience by fetching data from RESTful API endpoints and presenting it in an organized and interactive manner. Users initiate the process by uploading PDF lecture files parsed to extract textual content using the pdf-parse library. This content is sent to the Gemini AI API with a custom prompt to generate questions. The processed responses are stored in

the database and displayed on the front-end, where users can interact with the questions, submit answers, and receive immediate feedback, including scores and performance analysis.

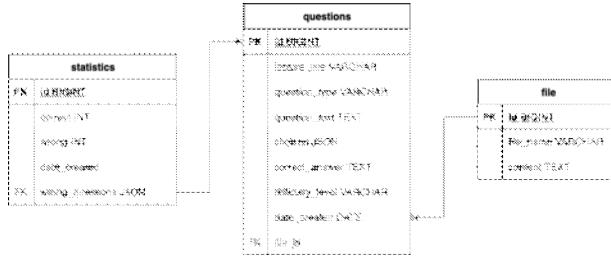


Fig. 2. Entity Relation Diagram of the Quizify

As depicted in Fig. 2, the core of the database schema is the questions table, which stores detailed attributes of each generated question, including the lecture title, question text, correct answer, choices, and additional metadata. To prevent redundancy, lecture content is stored only once in the file table, which maintains metadata about uploaded files. User performance data is tracked in the statistics table, which records the number of correct and incorrect answers per session and retains details of incorrectly answered questions for targeted revision.



Fig. 3. Landing Page

Fig. 3 showcases the landing page, which presents users with a comprehensive review and analysis of their performance. This page encourages users to focus on improvement areas by revisiting weaker topics. Fig. 4 illustrates the questions generation page, where users can upload PDFs to generate questions. This page also serves as an assessment interface, enabling users to test their understanding by answering the generated questions. Each question is directly linked to its source file, ensuring traceability.

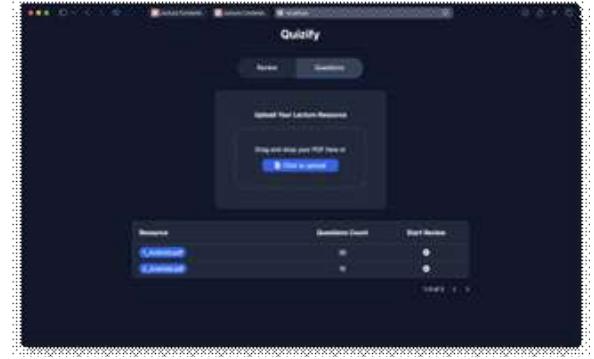


Fig. 4. Questions Page

III. Conclusion

Quizify exemplifies the transformative potential of artificial intelligence in the education sector, offering a sophisticated and time-efficient solution for creating quizzes and assessments. By leveraging the capabilities of the Google Gemini AI API, the application seamlessly converts lecture materials into high-quality questions, significantly reducing the manual effort required for quiz creation. Its well-integrated backend and intuitive frontend deliver a comprehensive question generation, storage, and user interaction platform.

Looking ahead, Quizify's functionality could be significantly enhanced by integrating a custom-trained artificial intelligence model, enabling offline usage and reducing reliance on external APIs. Additionally, incorporating advanced features such as question categorization would improve the organization and accessibility of generated questions. Furthermore, implementing adaptive question sets tailored to individual learning needs could provide a more personalized and practical educational experience. These advancements would elevate Quizify's usability and solidify its position as an essential tool for educators and learners alike.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(RS-2021-KS211529).

REFERENCES

- [1] 최민성, 최봉준. (2021). 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 문제 중심학습 기반 인공지능 교육 방안. 융합신호처리학회 논문지, 22(3), 110-115, 10.23087/jkicsp.2021.22.3.004

영상처리 기반의 치수 측정을 이용한 기어 불량 검출 시스템

이재은, 김종남*

부경대학교 인공지능융합학과

Gear Defect Detection Algorithm Utilizing Dimensional Measurement Based on Image Processing

Jae-eun Lee, Jongnam Kim*

¹Department of Artificial Intelligence Convergence, Pukyong National University

Abstract In this study, we propose a system for determining the quality of worm gear products by measuring their dimensions using image processing. In the experiments, the number of teeth, the distance from the center of the inscribed circle to the teeth, and the angle between the center of the circle and the two end points of the teeth were measured for three different types of worm gear products. Comparison of the measured values from the image processing with the actual measurements showed that both the angles and distances were within the error range of the actual measurements, and the number of teeth was also accurately detected. Therefore, the results showed a high degree of similarity to the actual measurements.

- Key Words : gear, gear tooth, angle, image processing, measure

I. 서론

웜 기어형 벨브는 벨브의 개폐 및 유량 조절에 사용되며, 폐수 처리 시설, 석유 산업, 화학 공정 등 다양한 산업 시설 및 발전소에서 널리 활용되고 있다. 이 벨브에 사용되는 웜 기어는 고도 크 전송, 속도 감소, 위치 제어를 가능하게 하며, 높은 감속비를 통해 사용자가 적은 힘으로 대형 벨브를 효율적으로 조작할 수 있도록 설계되었다. 웜기어의 핵심 구성 요소인 웜(worm)은 Fig. 1과 같이 나선형 홈이 톱니 역할을 하며, 동력을 웜휠로 전달한다. 이 과정에서 웜의 길이, 치합(맞물림) 상태 등의 정밀한 설계와 가공이 필수적이다. 따라서 웜 기어의 다양한 구성 요소에 대한 길이와 각도를 정밀하게 측정하여 설계 기준에 부합하는지 확인하는 것이 중요하다. 그러나 현재 많은 산업 현장에서 이러한 치수 측정은 여전히 검사자가 수동으로 수행하고 있으며, 이에 따라 불량 판단 과정이 비효율적이고 주관적일 수 있다. 웜

기어와 관련된 다양한 연구가 진행되어 왔지만[1-3], 웜기어 제품이 생산된 후 불량 여부를 판단하는 체계적인 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 영상처리 기반의 치수 측정 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 영상처리를 활용하여 기존의 수동 측정 작업을 자동화함으로써, 제품 생산 공정을 효율화하고 불량품 분류를 정밀하게 수행할 수 있는 방법을 제시한다. 이는 작업자의 주관적 판단에 의존하던 기존 방식의 한계를 보완하고, 산업 현장에서의 품질 관리를 효율적으로 관리할 수 있다는 장점이 있다.

II. 제안 방법 및 실험결과

본 연구에서는 산업 현장에서 검사자가 불량 여부를 판단할 때 사용하는 기어비를 기준으로 제품의 품질을 검증하는 시스템을 제안하였다. 이를 위해 톱니의 개수, 웜기어 내부 원의 중심으로부터 톱니까지의 거리, 그리고 웜기어 내부 원의 중심과 톱니 양 끝 지점 사이의 내각이라는 세 가지 기준을 적용하여 품질을 평가하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이, 제안된 방법은 먼저 입력된 영상의 크기를 조정하고, 노이즈를 제거한 후 이진화를 수행한다. 그 후, 모폴로지 연산을 사용하여 외곽선을 강화하고, 바깥 외곽선에서 기어 톱니를 검출한 뒤, 기어의 내부 원과 중심점을 추출한다. 이후 기어 내부 원의 중심점에서 톱니까지의

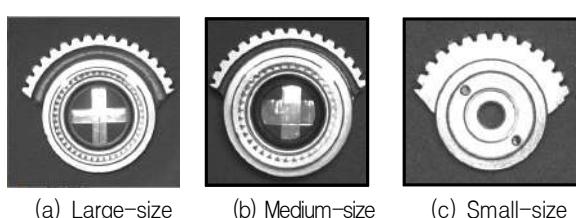


Fig. 1. Worm gear products

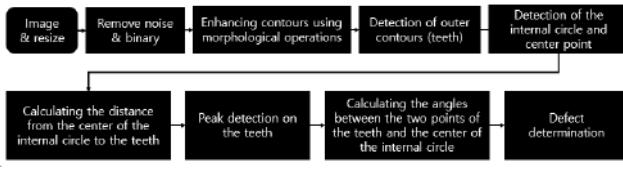


Fig. 2. Flow chart

거리를 계산하고, 검출된 톱니에서 find peaks 알고리즘을 이용해 톱니의 개수를 측정한다. 또한, 톱니들의 양쪽 끝 지점과 내접 원의 중심과의 내각을 계산한다. 마지막으로, 내부 원의 중심과 톱니들 간의 거리를 계산하여 불량 여부를 판별한다.

본 연구에서는 Fig. 1에 제시된 세 가지 월 기어를 이용하여 실험을 수행하였다. 실험 결과, Fig. 3에서 보는 바와 같이 검출된 기어 톱니 부분의 외곽선과 내부 원의 중심을 검출하였으며, 톱니의 개수와 내부 원 중심으로부터 톱니까지의 거리를 측정하였다. 검출된 결과는 빨간색으로 표시하였다. 또한, 내부 원의 중심과 양 끝 톱니 간의 각도를 측정하였다. 영상처리를 통해 검출한 세 가지 값을 검증하기 위해 실제 측정값과 비교하였으며, 그 결과는 표 1에 제시되어 있다. 영상처리로 측정한 각도는 모두 실제 측정값의 오차 범위 내에 있었고, 톱니의 개수도 정확히 일치하였다. 영상처리에서 원의 중심과 톱니 간의 거리는 픽셀 단위로 측정되므로, 실측 결과와 비교하기 위해 픽셀 비율을 계산하였다. 이 계산식은 아래와 같다.

$$sf = \frac{1(cm) \times iw}{aw} \quad (1)$$

$$D = \frac{pv}{sf} \quad (2)$$

여기서, 픽셀 비율 sf 는 기어의 실제 측정된 폭인 aw 과 영상에서 측정된 기어의 폭인 iw 을 이용하여 실측 1cm에 해당하는 픽셀 비율을 구하는 식이다. 실제 거리 D 는 영상에서 측정한 중심과 톱니 간의 거리 픽셀 값을 뜻하며, 식 (2)를 통해 계산된다. 이때, 모든 실제 측정 단위는 cm이다. 큰 사이즈 기어에서 sf 는 28.97, 중간 및 작은 사이즈 기어에서 sf 는 35.71로 계산되었다. 이를 바탕으로 실제 측정값과 영상에서 측정한 값을 비교한 결과, 표 1에서 보듯이 오차 범위가 0.08~0.25cm로 매우 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

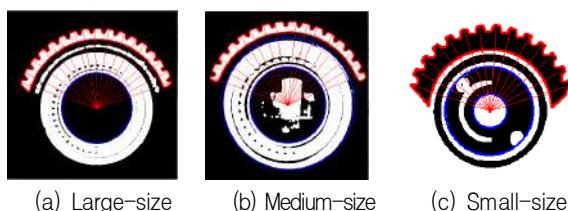


Fig. 3. Results after measurement based on image processing

Table 1 Evaluation results for measurement

		Large-size	Medium-size	Small-size
Actual	Angle	140~143.5°	138~143.5°	140~144°
	Radius	6.3cm	5cm	3.5cm
	# of teeth	17	16	14
Image processing	Angle	143°	138°	144°
	Radius	6.22cm	5.12cm	3.25cm
	# of teeth	17	16	14

III. 결론

본 논문에서는 영상처리를 통해 월기어 제품의 치수를 측정하고 불량 여부를 판단하는 시스템을 제안하였다. 실험에서는 세 가지 종류의 월기어 제품에 대해 톱니의 개수, 내부 원의 중심으로부터 톱니까지의 거리, 그리고 원의 중심과 톱니 양 끝점 간의 각도를 측정하였으며, 그 결과 실제 측정값과 매우 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 중소기업기술정보진흥원의 중소기업기술혁신개발사업(00220304,00278083) 및 부경대학교 링크사업단(202310810001)으로부터 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Lee, K.; Son, M. "Optimization of Worm Gear Profile Based on Tooth Deformation Analysis," 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, 제주, 2022, 590~597.
- [2] Kacalak, W.; Ponomarenkow, J.; Szadaborszyszkowska, M.; Tandecka, K. "Effects of adaptive backlash minimization in worm gear for precision positioning," Precision Engineering, 2024, 89, 517~530.
- [3] Schnetzer, P. E.; Pellkofer, J.; Stahl, K. "Method for determining wear in steel-bronze rolling-sliding contacts relating to worm gears," Wear, 2024, 556, 205520.

기어 분류를 위한 Rule-base 기반 크기 측정 및 영상 환경설정

최홍석, 김종남*

부경대학교 인공지능융합학과

Rule-base Based Sizing Measurement and Set up Imaging Environment for Gear Classification

Hongseok Choi, Jongnam Kim*

Department of Artificial Intelligence Convergence, Pukyong National University

Abstract In this study, we propose a method for classifying gears and measuring their sizes using a rule-based approach combined with optimized image processing techniques. The proposed method focuses on enhancing the accuracy and efficiency of gear classification by implementing an optimized image environment setup and processing pipeline. The study was conducted with 1,023 images of six different gear types, achieving a classification accuracy of 100% and a processing time of 7 seconds all image. These results demonstrate the practical applicability of the proposed method for automated quality inspection in gear manufacturing processes, providing a reliable and efficient solution for real-world industrial applications. Further development of the system could enhance its adaptability to more complex gear shapes and environmental variations, broadening its usability across various manufacturing domains.

- Key Words : gear, gear size, imaging environment, image processing, gear classification

I. 서론

기어는 기계 및 산업 설비에서 동력 전달과 기계적 운동 제어의 핵심 부품으로 사용되며, 다양한 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 이러한 기어의 품질과 정확성은 전체 시스템의 성능과 안정성에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 기어 제조 공정에서의 정밀한 크기 측정과 결함 검출은 필수적이다. 기존의 기어 측정 방식은 주로 정밀 기계 장비를 기반으로 한 물리적 접촉 방식이 주를 이루어왔으나, 이러한 방식은 시간이 많이 소요되고, 복잡한 형상의 기어를 측정하는 데 한계가 있다. 최근에는 비접촉식 영상처리 기술을 활용한 기어 측정 방식이 주목받고 있다. 영상 처리 기술은 정밀하고 빠른 측정이 가능하며[1], 다양한 기어 형상을 유연하게 처리할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 기어의 크

기 측정 및 분류를 위한 영상처리 기술을 구현하는 데에는 기어의 외형적 복잡성, 촬영 시 조명 조건의 변화, 배경 잡음 등의 영상 환경 요소가 측정의 정확도에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기어의 영상 촬영 시 환경설정은 안정적이고 정확한 결과를 얻기 위해 필수적인 단계이다. 또한, Rule-base 시스템의 규칙 설정은 동일한 환경에서 촬영된 영상에서 최적의 결과를 찾을 수 있으므로 측정 프로세스와 영상 촬영 환경은 함께 고려되어야 할 사항이다. 본 연구에서는 기어의 크기를 측정하고 분류하기 위한 Rule-based 방법과 이에 맞는 영상 촬영 환경설정을 제안한다. 제안된 방법은 다양한 기어 형태와 크기에 적용 가능하며, 조명 조건과 배경 요소를 포함한 영상 환경의 설정 최적화를 통해 측정의 정밀도를 높이는 것을 목표로 한다. 이를 통해 기어 제조 공정에서의 품질 관리 및 자동화를 효과적으로 지원할 수 있을 것으로 기대된다.



Fig. 1. Gear products

II. 제안 방법 및 실험 결과

본 연구에서는 생산된 기어의 크기를 측정하기 위한 입력 영상의 촬영 환경 및 Rule-base 기반의 크기 측정 프로세스를 제안하였다. 이를 위해 Fig. 2와 같이 상단의 카메라와 조도 조절

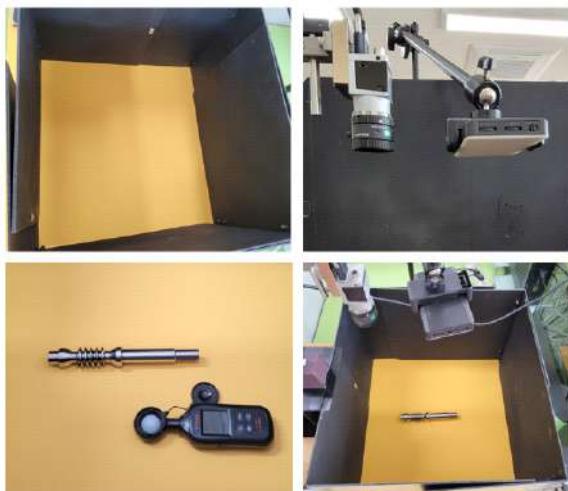


Fig. 2. Imaging environment

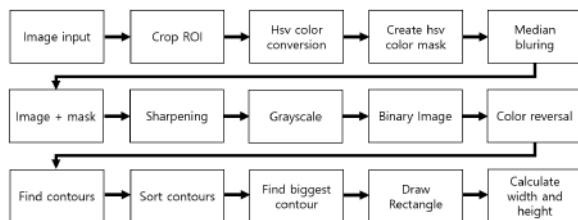


Fig. 3. Flow chart

이 가능한 등을 설치하고 외부 조명을 막기 위해 무광의 가림막을 설치하여 촬영하였다. 제안된 검출 방법은 OpenCV 라이브러리를 이용하여 작성하였으며 Fig. 3에서 보는 바와 같이 먼저 같은 조명 부분을 잘라내 roi를 확보하고 hsv 색공간으로 변환하여 배경을 분리하였다. 분리된 영상에서 median blur를 이용하여 잡음을 제거하고 잡음이 제거된 마스크와 원본 이미지를 합치고 경계를 선명하게 하기 위해 Sharpening 처리한 후 이진

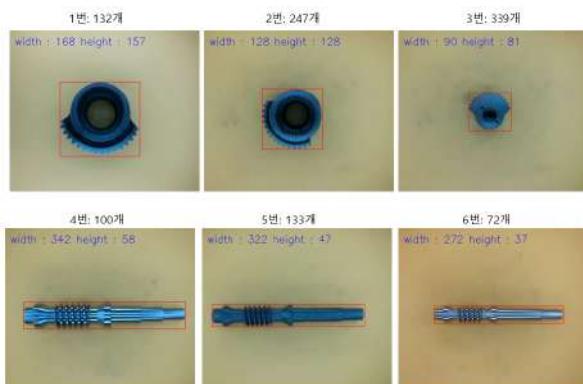


Fig. 4. Classification Results

화하여, 기어를 검출하였다. 검출된 기어를 감싸는 사각형을 그려 가로와 세로의 크기를 측정하였다.

전체 촬영된 이미지는 1,023개 이미 분리할 기어의 종류는 6개이다. 이를 Fig. 3의 Flow chart를 적용하였으며, 분류 정확도는 100%, 1,023개의 이미지를 분류하는데 걸린 시간은 7초로 계산되었다. 분류한 이미지를 다시 저장하였을 경우 14초로 조금 더 추가 시간이 필요했다. 분류된 결과 이미지는 Fig. 4이다.

III. 결론

본 논문에서는 영상처리 Rule-base 기반의 기어 크기 분류와 입력 영상을 위한 환경설정을 제안하였다. 실험에서 적용한 환경은 크기를 분류하기 위해 사용된 환경이며, 크기만을 검출한다면 다른 형태의 기어에도 충분히 적용 가능 할 것이라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 중소기업기술정보진흥원의 중소기업기술혁신개발사업(00220304,00278083) 및 부경대학교 링크사업단(202310810001)으로부터 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Lee, J.; Kim, Y.; Kim J. “3D Film Image Classification Based on Optimized Range of Histogram,” 융합신호처리학회 논문지, 2021, Vol.22, 71-78

사용자정의 데이터 셋을 이용한 AI기반 랜섬웨어 검출

Niringiye Godfrey¹, 박소희², 박수진², 이훈재^{2*}, 이영실³

¹동서대학교 컴퓨터공학과, ²정보보안학과

AI-based Ransomware Detection using Custom Dataset

Niringiye Godfrey¹, SoHui Park², SuJin Park², HoonJae LEE^{2*}, YoungSil LEE³

¹Dept. of Computer Engineering, Dongseo University

²Dept. of Information Security, Dongseo University

³Dept. of Computer Sciencey, Dongseo University

Abstract In today's rapidly evolving cyberspace, ransomware remains a formidable threat. Through this research, we conducted a performance analysis evaluation using deep reinforcement learning and adversarial attack models on a locally configured ransomware dataset. The dataset includes key dynamic features extracted from raw ransomware samples processed in a Cuckoo sandbox environment. Our approach combines supervised learning for initial detection with the Deep Q-Network (DQN) algorithm for adaptive behavior analysis. Subsequently, we conducted an L2 Projected Gradient Descent (L2PGD) adversarial attack to evaluate the robustness of the ransomware detection model's security and stability. The results obtained demonstrate that deep reinforcement learning (DRL) can effectively classify samples as benign or ransomware. Moreover, successful adversarial attacks highlight the need for enhanced robustness measures in artificial intelligence models.

- Key Words : CCustome Dataset, Supervised Learning, Adversarial Attack, AI-based, Ransomware detection

I . 서론

최근 한국에서는 사이버 위협 정보 공유 플랫폼과 같은 사이버 보안 노력이 강화되고 있어, 또다시 증가하고 있는 랜섬웨어 공격을 대비하고 있는 상황이다[1,2]. FBI의 인터넷 범죄 신고 센터(IC3)는 랜섬웨어가 포함된 사이버 범죄에 대응하기 위해 데이터를 수집한다[3]. 이러한 노력과 리소스가 투자되었음에도 불구하고 랜섬웨어 공격은 2023년 한 해에만 전 세계적으로 74%나 급증하였다[4]. 이 빠르게 진화하는 위협을 억제하기 위해 고급 AI 및 머신 러닝 솔루션이 유망한 솔루션임이 입증되고 있다. 본 논문에서는 맞춤형 랜섬웨어 데이터 세트 구축, 심층 강화 학습 및 적대적 공격 분석을 살펴보고자 한다.

II. 제안 시스템

그림 1에서 제안하는 접근 방식은 환경 구축, 원시 샘플 수집, 전처리, 라벨링, DRL과 적대적 공격 분석을 사용한 평가의 5가지 주요 단계를 포함하고 있다.

(1) 전용 머신에서 중첩된 가상화 방식으로 랜섬웨어 샘플의 동적 분석을 위해 Cuckoo Sandbox를 설정하였다.

(2) malwares.com에서 1209개의 랜섬웨어 원시 샘플을 수집하였다. 이 목적을 위해 Abuse.ch API로 구성된 파이썬 스크립트를 사용하였다.

(3) 그런 다음 원시 샘플 처리, 기능 추출, 데이터 정리, 변환 및 증강의 5단계를 통해 데이터 전처리를 수행하였다. Z-접수와 SMOTE는 각각 정규화와 클래스 불균형 해결에 사용되었다.

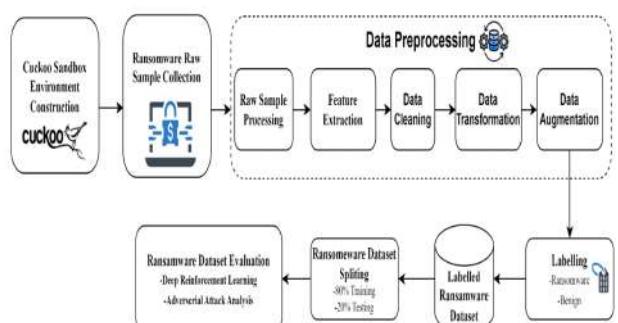


Fig. 1. Proposed framework for Deep Reinforcement Learning and Adversarial Attack Analysis for Ransomware Detection Using a Custom Dataset

III. 실험결과 및 분석

3.1 데이터 셋의 특징

모델 성능에 영향을 줄 수 있는 주요 변수를 식별하기 위해 기능 중요도가 표시되고 있으며, 이는 이상치와 관계를 정확히 파악하는 데 중요하다.

3.2 신경망 훈련

우리는 신경망을 100에포크에 걸쳐 훈련했으며, 각각 약 81.80%와 81.97%의 훈련 정확도와 검증 정확도가 달성되었다. 손실은 훈련 중에도 0.3845로 감소했다. 정밀도(0.76), 재현율(0.94), F1-점수(0.84)의 핵심 지표 값은 모델이 잘 조정되었음을 나타낸다.

3.3 결과 분석

모델 견고성을 평가하기 위해 원래 샘플과 교란된 샘플을 분석했다. 두 샘플 간의 차이점을 모델을 오도하기 위해 수행된 특정 변경 사항을 나타내는 것으로 나타났다. 이는 모델 취약성을 평가하는 것의 중요성을 강조한다. 또한 모델의 회복성을 보여주기 위해 그림2와 같이 원래 샘플과 적대적 샘플의 시각화를 수행했다.

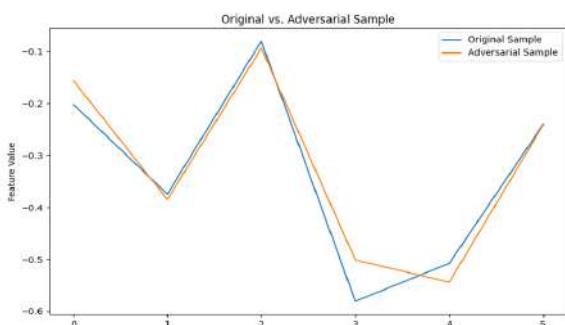


Fig. 2. Original and Adversarial samples

IV. 결론

본 연구에서는 사용자 정의 랜섬웨어 데이터 세트의 성공적인 구축을 입증했고, 심층 강화 학습과 적대적 공격을 모두 사용하여 이를 평가하였다. 우리의 접근 방식은 초기 탐지를 위한 지도 학습과 적응적 행동 분석을 위한 DQN 모델로 촉진된 강화 학습을 결합하였다. 그런 다음 L2PGDP 적대적 공격을 수행하여 랜섬웨어 탐지 모델의 보안 및 안정성에 대한 견고성을 평가하였다. 우리의 연구 결과는 심층 강화 학습 모델이 양성 및 랜섬웨어를 효과적으로 분류할 수 있음을 증명했지만, 적대적 공격의 성공은 모델의 적대적 공격에 대한 취약성을 노출시켰다. 따라서 향후에는 적대적 공격에 대한 심층 강화 모델의 견고성을 향상시키는 데 중점을 둘 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by “Regional Innovation Strategy (RIS)” through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (MOE).(2023RIS-007).

REFERENCES

- [1] Federal Bureau of Investigation. “Cyber Crime: Ransomware 2023.” 2023. Accessed November 11, 2024.
- [2] Korea Internet & Security Agency. “Cyber Threat Analysis & Sharing (C-TAS).” Accessed November 11, 2024.
- [3] Federal Bureau of Investigation. “Internet Crime Complaint Center (IC3) Annual Report.” 2023. Accessed November 11, 2024.
- [4] Morgan, Steve. 2023. “Ransomware Statistics and Trends.” Cybersecurity Ventures. Accessed November 11, 2024. <https://cybersecurityventures.com/cybersecurity-almanac-2023/>.
- [5] Gazzan, M., & Sheldon, F. T. (2024). “Novel Ransomware Detection Exploiting Uncertainty and Calibration Quality Measures Using Deep Learning.” Information, 15(5), 262.

SESSION IV

■ 영상 • 음성 • 음향 • 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 신호처리(IV)

장 소	산학협력관 RIS 세미나홀
좌 장	박병호(연세대)
발 표 시 간	10:00~13:00

SESSION IV(POSTER)

- (1) 생성형 AI를 활용한 악성 유형 이미지생성 연구 정지숙, 조지혜, 이서진, 이영동(창신대)
- (2) 업무 자동화를 위한 생성형 AI 기반 대화형 챗봇 서비스 서지윤, 정상중(연세대, 동서대)
- (3) 스택에서 분사되는 제트속도에 따른 후류 영역에서 와류 형상 변화 연구 강용덕, 구본국(해군사관학교, 창원대)
- (4) 사생활 보호 및 자아표현을 위한 음성 기반 가상 얼굴 생성 모델 신호석, 박준모(연세대)
- (5) rPPG 기반 딥페이크 영상 탐지 시스템 정재환, 장하나, 박준모(연세대)
- (6) AI와 빅데이터를 활용한 맞춤형 헬스케어 플랫폼 구현 박영현, 박준모(연세대)
- (7) 블록체인 기반 지능형 수출입 물류관리 서비스 개발 장춘원, 강영수, 박준모((주)엠투코리아, 연세대)
- (8) 전이학습과 변형된 컨벌루션 레이어를 사용한 AWGN 제거 학습 알고리즘 천봉원, 김남호(부경대)
- (9) IoT 기반 스마트팩토리 교육 시스템 개발 유성구, 임진택(전주비전대)
- (10) 드론 방제관리시스템 표준화에 관한 연구 임진택, 유성구(전주비전대)
- (11) 실시간 다중 언어 인식을 위한 LSTM 기반 OCR 번역 시스템 구현 김정현, 이슬, 노윤홍, 정도운(부산디지털대, 동서대)

SESSION IV(POSTER)

- (12) 비전문가용 LSTM 모델 기반 주가 예측 및 지표 시각화 시스템 한윤희, 김종태, 이우범(상지대)
- (13) ResNet-18을 이용한 옥수수 잎 병충해 분류 최다원, 한윤희, 이우범(상지대)
- (14) 음성을 활용한 조기 치매 탐지 및 데이터셋 구축 프레임워크 김태욱, 조형동, 홍정희(연세대)
- (15) 고령층 복약순응도 예측을 위한 중요 지표 추출 연구 이용빈, 서지윤(연세대)
- (16) 위스키 리뷰 데이터 분석과 코사인 유사도 계산을 통한 사용자 맞춤 추천 시스템 개발 김민건, 최재현, 정도운, 황기현(동서대)
- (17) 퍼스널 컬러 진단을 통한 온라인프로필 이미지 최적화에 관한 연구 최재현, 김민건, 정도운, 황기현(동서대)
- (18) 스마트 농업을 위한 AI 기반 농산물 등급 판별 및 품질 분석 이솔, 김정현, 서지윤, 노윤홍, 정도운(동서대, 부산디지털대, 연세대)
- (19) 딥러닝 기반 실시간 쓰레기 분류 시스템의 개발 및 평가 김호연, 기준성, 박예준, 강유권, 정도운(동서대)
- (20) 실내 환경에서의 자율 주행 로봇을 위한 지도 작성 김도형, 장승민, 하연철(부산대, 주식회사 유민텍)
- (21) 작업 효율 향상을 위한 밸브 바디 가공 공정용 로봇 자동화 시스템 구축 권태웅, 김경호, 김주현, 이유빈, 김희진, 이욱, 김용주, 손동섭(한국로봇융합연구원, 한국산업단지공단, 영도산업(주))
- (22) 작업 환경 개선과 생산성 향상을 위한 실린더블록 가공 자동화 머신텐딩 표준로봇공정 시스템 개발 이유빈, 김주현, 손동섭, 권태웅, 이민희, 장창수, 김경호 (한국로봇융합연구원, (주)제일피엠씨, 쿨스)
- (23) 용접선 인식 기반 초저온 판형 열교환기 용접 자동화 표준로봇공정 시스템 개발 김경호, 김주현, 권태웅, 손동섭, 이유빈, 김희진, 이욱, 조상명(한국로봇융합연구원, (주)스타웰즈, (주)마이텍, 한국산업단지관리공단)
- (24) 표준공정모델 기반 식품류 인케이싱 로봇 자동화 시스템 개발 김경호, 김주현, 손동섭, 권태웅, 조정남, 구준영, 손영환, 이유빈(한국로봇융합연구원, 신라에스지, 애프로봇)
- (25) 초저온 판형 열교환기 용접공정 고도화를 위한 2D 형상 인식 기반 작업 물류 핸들링 머신텐딩 표준로봇공정 시스템 개발 김경호, 김주현, 권태웅, 손동섭, 이유빈, 김희진, 이욱, 조상명(한국로봇융합연구원, (주)스타웰즈, (주)마이텍, 한국산업단지관리공단)

생성형 AI를 활용한 왁싱 유형 이미지생성 연구

정지숙¹, 조지혜², 이서진¹, 이영동^{3*}

¹창신대학교 일반대학원 미용예술학과 박사과정, ²창신대학교 복지문화대학원 석사과정, ³창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공

A Study on Waxing-Type Image Generation using Generative AI

Jisuk Jung¹, Jihye Cho², Seojin Lee¹, Youngdong Lee^{3*}

¹Ph.D. Course of Cosmetology, Graduate School of Changshin University

²Master Course of Cosmetology, Graduate School of Changshin University

³Dept. of Computer Science, Changshin University

Abstract This study investigated the contents of hard waxing, soft waxing, and sugaring using ChatGPT and organized them into three keywords—waxing technique, area, and material—by referring to literature and previous studies to create a prompt. The text commands were then applied in Bing Image Creator and Midjourney to generate images. The results showed that Bing Image Creator emphasized the material and produced an illustration-oriented image, whereas Midjourney focused on the waxing motions in a photo-realistic format. This highlights a difference in image creation even when using the same prompt. In the beauty industry, AI tools can be effectively used to generate desired images as visual educational or marketing materials.

- Key Words : AI, Bing Image Creator, Midjourney, Waxing, Text Prompt

I. 서론

4차산업은 인공지능과 기술의 발전으로, 4차산업 테크놀로지 활용의 주체는 사람과 기계(AI)가 공존하는 시대이며 경제와 사회 전반에 걸쳐 혁신을 일으키고 다양한 산업 분야에서 AI가 활용되고 있다. 최근 패션과 예술분야에서는 AI를 활용하여 디자인 및 트렌드 예측, 새로운 작품 창작, 예술작품 분석 등 다양한 시도가 이루어지고 있다[1]. AI기반 피부타입, 스타일에 따른 미용 제품 추천 등의 기술은 미용 분야에도 많은 혁신을 가져와 활용되고 있으나 미용분야 중 왁싱과 관련된 이미지 생성연구는 전무한 실정이다. 왁싱(Waxing)은 피부 위의 털을 제거하기 위해 특별히 제조된 왁스를 사용하는 미용 기법으로 최근 청결 뿐 아니라 깨끗한 인상을 만들기 위해서 왁싱시술을 주기적으로 받는 사람들이 증가하고 관리 방법들이 더욱 전문화, 세분화, 고급화되어 가는 추세이다[2]. 왁싱은 시술 재료와 기법에 따라 하드왁싱, 소프트왁싱, 슈가링 3 가지로 나누어진다[3].

본 연구는 이미지 생성형 AI 빙크리에이터(Bing Image Creator)와 미드저니(Midjourney)를 활용하여 왁싱의 주요 유형에 따른 텍스트 프롬프트를 작성하여 왁싱 유형별 이미지를 생성해 봄으로써 교육 및 마케팅 자료에 AI 활용 가능성을 확인해 보고자 한다.

II. 연구 방법 및 결과

2.1 연구 방법

2.1.1 주제선정 및 프롬프트 작성

ChatGPT를 활용하여 하드왁싱, 소프트왁싱, 슈가링에 대한 내용을 조사하고 문헌 및 선행연구를 참고로 주요 내용을 정리하였다. 그리고 유형별 주요 내용을 포함하고 이미지 생성이 가능한 내용으로 연구자가 요약하여 프롬프트를 작성하였다. 자료 조사 시 왁싱 기법, 부위, 재료 등의 내용을 포함하도록 하였다(Table 1). 또한 빙크리에이터와 미드저니로 생성된 각각의 이미지 두 가지를 비교해 보기 위하여 두 가지 이미지를 본 연구에 포함되도록 하였다.

Table 1. Pre-research for Image prompts

Type	Prompt	Literature & Research
Hard Waxing	"Hard waxing is a method of applying melted wax to the skin, letting it harden, and then removing it. It is mainly used on sensitive areas such as the face, armpits, and bikini line."	·Technique: Apply wax using a stick ·Area: Areas with weak skin such as face, Brazilian, etc. ·Material: Hard wax, stick
Soft	"Soft waxing is a	·Technique: Apply wax

	<p>cosmetic technique that uses wax to remove hair, and it is convenient to perform the treatment on large areas of the legs and arms, and it is a treatment to remove hair by applying wax to the surface of the skin where hair has grown and adding a non-woven fabric."</p> <p>"Sugaring is made up of natural ingredient, sugar, purified water, and lemon juice. It uses hand techniques to hold the hair roots and remove the hair."</p>	<p>using a stick and then remove the muslin cloth</p> <p>·Area: Areas with large skin such as the body</p> <p>·Material: Soft wax, stick, muslin cloth</p> <p>·Technique: Apply wax using your hands and then remove it</p> <p>·Area: The entire body, face or body, is possible</p> <p>·Material: Sugaring wax</p>
Waxing		

2.1.2 이미지 생성

이미지 생성을 위해 선행연구[4]를 참고로 빙크리에이터와 미드저니를 선정하였다. 사용자가 텍스트를 입력하면 AI가 사용 목적에 맞게 이미지를 생성해 준다. 프롬프트는 정리된 내용을 기준으로 적합한 이미지가 나올 때까지 용어를 조합, 변경하여 사용하였다.

III. 이미지 생성 결과

3.1.1 하드 왁싱

생성형 AI 빙크리에이터와 미드저니를 활용하여 하드왁싱에 대한 이미지 생성을 한 결과(Fig. 1) 빙크리에이터는 삽화 위주로 재료가 부각되었고, 미드저니는 왁싱 동작 위주로 현실적인 이미지로 표현되었다.

Type	Bing Image Creator	Midjourney
Image		

Final Hard waxing is a beauty technique that removes hair by straightening it with a stick and removing it by hand. It removes hair that may look messy by organizing the hairline.

Fig. 1. Result of Hard waxing image generation

소프트 왁싱에 대한 이미지 생성을 한 결과(Fig. 2) 빙크리에이터는 관리사와 고객이 전체 이미지로 등장하였고 스트립을 활용한 왁싱 장면이 표현되었으나 구체적인 테크닉을 확인하

는 데는 아쉬움이 있었다. 미드저니는 특정 부위를 중심으로 시술하는 장면과 재료의 사용이 잘 부각되었다. 그러나 스트립 부위 외에는 왁스가 없어야 하는데 손잡이 부분 없이 왁스가 도포되었고 제거 방향 또한 발목 쪽에서 무릎 방향으로 향하지 못하였다.

Type	Bing Image Creator	Midjourney
Image		

Final Soft waxing is a technique to quickly remove hair from the calf area. It involves applying wax and then adding a non-woven cloth and quickly removing it.

Fig. 2. Result of Soft waxing image generation

3.1.3 슈가링

슈가링에 대한 이미지 생성을 한 결과(Fig. 3) 빙크리에이터는 슈가링 재료 전체를 묘사하여 슈가링에 대한 전반적인 내용을 표현하였으며, 미드저니는 슈가링 불을 이용하여 시술부위의 도포를 사실적으로 표현하였으나 시술 테크닉이 구체적으로 묘사되지 않은 것이 아쉽다.

Type	Bing Image Creator	Midjourney
Image		

Final Sugaring is performed in a salon and uses a small amount of sticky wax made from sugar. The therapist holds the client's ankle with one hand and uses the other hand, wearing a latex glove, to apply a thin layer of wax to the client's hind legs and then quickly remove the hair.

Fig. 3. Result of Sugaring image generation

IV. 결론

본 연구에서는 ChatGPT를 활용하여 하드왁싱, 소프트왁싱, 슈가링에 대한 내용을 조사하고 문헌 및 선행연구를 참고로 왁싱 기법, 부위, 재료 3가지 키워드로 정리하여 프롬프트를 생성하였고, 텍스트 명령어를 빙크리에이터 미드저니에 반영하여 이미지를 생성하였다.

AI도구를 활용하여 이미지를 생성해 본 결과 빙크리에이터는 재료가 강조되었으며 삽화 위주의 느낌으로 이미지가 생성되었고 미드저니는 실제 사진 형식으로 왁싱 동작 위주로 이미지가 생성되어 동일한 프롬프트를 사용하더라도 이미지 생성에 차이가 있음을 알 수 있었다. 디지털 혁신이 이루어지고 있는 미용산업에서 AI도구로 원하는 이미지를 생성하는 것은 왁싱에 대한 이해를 높일 수 있는 시각적 교육자료나 소비자 취향에 적합한 마케팅 자료로 충분히 활용될 수 있을 것이다.

그러나 프롬프트를 활용하여 디테일한 테크닉이나 재료의 정확한 사용, 시술부위나 동작의 방향 등 구체적인 이미지를 생성하는 데는 한계가 있었다. 프롬프트의 표현력과 정확도에 따라 결과물이 상당한 차이가 있으므로 뷰티분야, 특히 피부 미용 분야에서 활용할 수 있는 프롬프트의 기준과 방법에 대한 연구가 후속연구로 진행되어야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Hyun-Jin Seol, Research on the Use of Image-generating AI for Design Thinking, Art&Design, 2023, 26(4), 225-240.
- [2] Won-Jin Baek, Han Chae Jeong, The Effect of Pursuit Benefit of Beauty Waxing on Reuse Intention, Art&Design, 2020, 10(9), 244-250.
- [3] Seo Jin Lee, Yun kyoung Oh, Skin Condition Change and Hair Removal Effect on Adult Male Face by Hard Waxing and Sugaring, Journal of the Korean Society of Emergency Medicine, 2020, 26(6), 1448-1455.
- [4] SoonYei Lee, Case Study of Generative AI-based Beauty Technologies: Focusing on Image Generation, The Korean Society Of Beauty And Art, 2024, 25(3), 283-296.

업무 자동화를 위한 생성형 AI 기반 대화형 챗봇 서비스

서지윤¹, 정상중^{2*}

¹연세대학교 SW중심대학사업단, ²동서대학교 컴퓨터공학과

Conversational Chat-bot Service base on Generative AI for Task Automation

Ji-Yun Seo¹, Sang-Joong Jung^{2*}

¹National Center of Excellence in Software, Yonsei University

²Department of Computer Engineering, Dongseo University

I. 서 론

국내 중소기업과 정부 지자체는 업무 효율화와 민원 응대 개선을 위해 도입한 챗봇 서비스는 대부분 정해진 질문-응답 시나리오에 따라 입출력을 수행하는 시나리오 방식이다. 일부 조직에서는 생성형 AI 기반 대화형 챗봇을 활용하지만 GPT 같은 생성형 AI API를 활용한 챗봇 서비스의 경우 대량의 범용적인 데이터로 학습되었기 때문에 질의에 대한 응답이 명확하지 않고 정확도가 낮을 수밖에 없다.

본 연구에서는 사내 업무 자동화를 위하여 생성형 AI와 RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기술 접목을 통해 사용자의 질의에 대한 답변 내용을 내부 DB로부터 검색하여 재구성하여 응답하는 챗봇 서비스를 제안한다.

II. 업무 자동화를 위한 대화형 챗봇 엔진 구성

본 연구에서 제안하는 대화형 챗봇 서비스는 사용자의 질의 입력에 대해 적절한 응답을 제공하기 위하여 생성형 AI 및 RAG 기술을 활용하였다. 입력 질의에 대한 검색된 정보를 기반으로 자연어 응답 생성이 가능하며, 질문에 대한 정확하고 관련도 높은 정보 제공이 가능하다. 구현된 챗봇 엔진은 크게 검색과 생성 2단계로 구성되며, 검색 부분의 경우 사용자 질문을 벡터로 변환하여 관련 정보를 대규모 벡터 DB에서 검색하여 유사도를 기반으로 응답 생성을 위한 DB 내 문서들을 선택한다. 이후, 선택된 문서 간의 Re-ranking 기술을 적용하여 생성한 후보 벡터 간의 관련성과 일관성을 판단해 우선순위 재정렬을 통해 답변 생성을 위한 최적의 문서를 선정한다. 생성 부분은 검색된 정보를 기반으로 자연스러운 답변을 출력하기 위해 사전 학습된 대규어 언어모델(Meta社, Llama2)을 활용하였다. 또한, 학습 시간 및 도메인 최적화를 위하여 sLLM 모델을 Foundation 모델로 활용하고 별도의 한국어 특화 언어모델을 서브모델로 활용하여 Fine-tuning을 수행하였다. 본 논문에서 설계된 생성형 AI 모델의 아키텍처 및 동작 프로세스를 그림 1에 나타내었다.

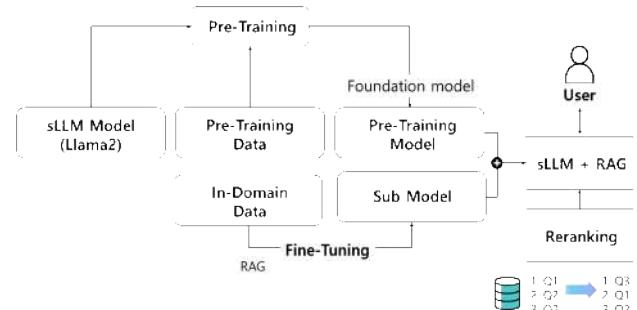


Fig. 1. Conversational Chat-bot Engine Architecture

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 업무 자동화를 위한 생성형 AI 및 RAG 기술을 활용한 대화형 챗봇 서비스를 제안한다. 제한한 챗봇 서비스는 자연스러운 대화가 생성이 가능하도록 사전 학습된 Meta의 Llama2 언어모델을 기반으로 Fine-tuning 된 한국어 특화 언어모델과 결합하였다. 또한, Reranking 기술이 적용된 RAG 기술을 적용하여 업무 DB 내 문서로부터 사용자 질의에 대한 정확한 내용 응답을 위한 문서 검색 및 환각현상이 최소화된 답변 생성이 가능하다. 향후 연구에서는 챗봇 엔진 뿐만 아니라 챗봇으로부터 고품질 답변을 얻기 위한 프롬프트 엔지니어링에 관한 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년도 중소벤처기업부의 창업성장기술개발사업 지원에 의한 연구임[RS-2024-00468247].

REFERENCES

- [1] Cheonsu Jeong, "A Study on the service Integration of Traditional Chatbot and ChatGPT", Journal of Information Technology Applications & Management, Vol.30(4), pp.11-28, 2023.

스택에서 분사되는 제트속도에 따른 후류 영역에서 와류 형상 변화 연구

강용덕¹, 구본국^{2*}

¹해군사관학교 조선공학과, ²창원대학교 스마트오션모빌리티공학과

Study on the Change of Vortex Shapes in the Wake Region Depending on Jet Speeds from a Stack

Yong Duck Kang¹, Bonguk Koo^{2*}

¹Department of Naval Architecture Engineering, Naval Academy

²Department of Smart Ocean Mobility Engineering, ChangWon National University

Abstract An experiment was conducted in a low-speed wind tunnel to measure the streamwise vorticity field and time-averaged velocity in the wake of a small stack partially immersed in a turbulent boundary layer. The stack was mounted vertically on a flat plate, with part of it submerged in the boundary layer thickness. The jet-to-cross flow velocity ratio (R) was varied from 0 to 3 and different flow regimes, including downwash, cross flow-dominated and jet-dominated flows, were analyzed in the wake region. In the downwash(downward flow) and cross flow-dominated regimes, two pairs of counter-rotating streamwise vortex structures were identified in the wake of the stack. The tip vortex pair was located at the free end of the stack, while the base vortex pair, similar to vortices found in the wake of a finite cylinder, was observed near the surface of the flat plate. In the jet-dominated regime, an additional streamwise vortex pair associated with issuing jet was observed in the jet-wake region, with the same orientation as the base vortex pair.

- Key Words : Stack, Pressure sensor, Jet-to-cross flow velocity ratio, Turbulent boundary layer, Wind tunnel

I. 서론

평판에 수직으로 설치된 원형 실린더에 유입되는 유동은 박리되어 복잡한 유동장을 형성하며, 실린더의 기저부와 자유단 주위에는 3차원적인 와류 구조물 쌍이 발생하게 된다[1-5]. 실린더 높이에 따라 후류 영역에서 와류 구조물 형상은 현저하게 변화되며, 이러한 변화는 실린더의 종횡비 ($AR = H/D$, 여기서 H 는 실린더의 높이, D 는 실린더의 지름)와 지면 경계층의 상대 두께 (δ/H , 여기서 δ 는 실린더 위치에서의 경계층 두께)에 의해 지배적인 영향을 받는다. AR 이 특정 임계값을 초과할 때, 원형 실린더의 후류 영역에서 두 쌍의 유동 방향 와류 구조물이 관찰된다[2-3]. 본 연구에서는 제트와 교차 흐름 속도 비율에 따른 스택 및 제트가 분출되는 후류 영역에서 형성되는 와류 쌍의 특징을 파악하기 위해 파라메트릭 연구를 수행하였다.

II. 실험 및 데이터 수집

실험은 평판에 설치된 스택의 후류 측정이 가능하도록 높이 0.91m, 폭 1.13m, 길이 1.96m인 저속 순환 풍동에서 수행되었다.

난류 강도는 0.6% 미만이었고, 데이터 수집 위치에서의 속도 불균일성은 0.5% 미만이었다. 완전히 발달한 난류 경계층을 형성하기 위해 측정을 실시한 평판 전방 약 200mm 위치에 거친 트립을 설치하였다.

본 연구에서 사용된 원통형 스택은 높이 $H = 171.5\text{mm}$, 지름 $D = 19.1\text{mm}$, 내부 지름 $d/D = 0.67$ (d 는 내부 지름)이며, 종횡비 ($AR = 9$)이다. 실험은 자유 유속, $U_\infty = 20\text{m/s}$ 에서 수행되었으며, 스택 외부 지름을 기준으로 한 레이놀즈수, $Re_D = 2.3 \times 10^4$ 이다. 스택은 트립에서 700mm 떨어진 곳에 있으며, 스택 위치에서 경계층 두께는 $\delta = 83\text{mm}$ 이고, 경계층 형태 계수는 $H = 1.3$ 으로 계산되었다.

스택으로부터 분출되는 제트의 비부력 배출 속도는 병렬로 배열된 두 개의 질량 유량 제어기(MKS 1559A-200L)를 통해 제어하였다. 제트와 교차 흐름의 속도 비율(R)은 $R = 0$ (스택에서 제트가 배출되지 않음)에서 $R = 3$ 까지 변화시켰다. 최소 출구 속도($R = 0.5$)에서의 제트 레이놀즈수 $Re_d = 7.6 \times 10^3$ (스택 내부 지름 d 및 평균 제트 출구 속도 U_e 를 기준)였으며, 최대 출구 속도($R = 3$)에서의 제트 레이놀즈수는 $Re_d = 4.7 \times 10^4$ 이다.

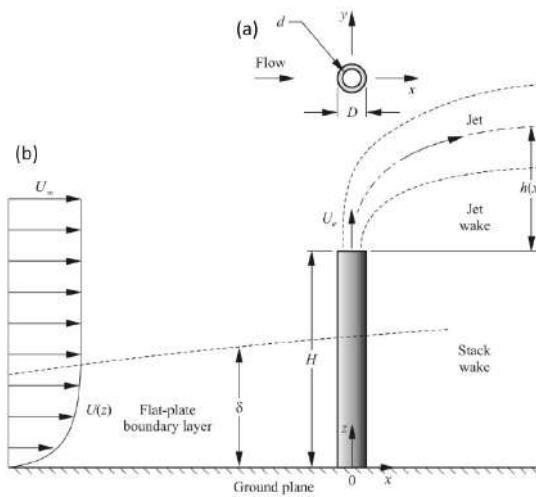


Fig. 1. An experimental set-up on a flat plate (a) top view (b) side view

III. 연구 결과

3.1 교차 흐름에서 시간 평균 속도장

교차 흐름($y-z$) 평면에서 $x/D = 6$ 위치에서 측정된 시간 평균 속도 벡터장을 Fig. 2에 세 가지 R 값에 따라 보여주고 있다. 하향 흐름 체계(Fig. 2a, $R = 0.5$)와 교차풍 지배 흐름 체계(Fig. 2b, $R = 1$)에서 벡터장은 스택 후류 내에 두 쌍의 반대 회전 속도장을 보여주며, 하나는 자유단 근처에 있고 다른 하나는 기저부 주위에 위치한다. 제트 지배 흐름 체계(Fig. 2c, $R = 2.5$)에서는 제트 후류 영역에서 추가로 한 쌍이 더 형성된다. Fig. 2의 모든 흐름 체계에서 상향 흐름은 스택 기저부 근처 평판 경계층 내에서 관찰된다.

하향 흐름 체계($R = 0.5$)를 나타내는 Fig. 2a는 스택 자유단 아래에서 강한 하향 흐름이 존재하며, 스택의 자유단으로부터 멀어질수록 하향 흐름의 강도는 점차 감소한다.

교차풍 우세 흐름 체계($R = 1$)를 나타내는 Fig. 2b는 하향 속도장이 스택 자유단 근처에 위치하며, $R = 0.5$ 에 비해 하향 속도장은 더 약하다. 두 경우와는 다르게, 제트 우세 흐름 체계($R = 2.5$)를 나타내는 Fig. 2c는 제트 후류 영역 내 스택 자유단 위쪽에 두 번째 상향 흐름이 훨씬 더 강하게 나타난다. 이 상향 흐름은 스택 자유단 위로 스택 지름 4배 이상 확장되며, 바로 아래에 위치한 반대 회전 속도장 쌍과 상호 작용하고 있다. 이러한 특징들은 제트 우세 흐름 체계를 나타내며, 스택에서 배출되는 강한 제트 흐름으로 인한 결과이다.

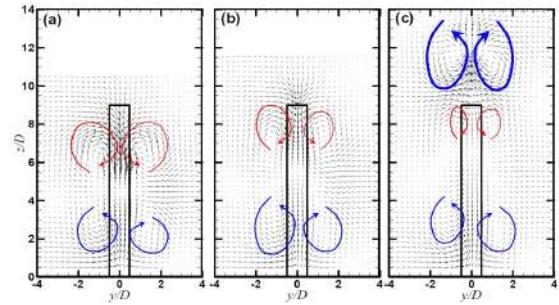


Fig. 2. The time-averaged velocity field at ($x/D = 6$).

(a) Downwash flow, $R = 0.5$ (b) Cross-wind dominated flow, $R = 1$ (c) Jet dominated flow, $R = 2.5$

IV. 결론

본 연구에서는 압력 센서를 사용하여 제트-교차 흐름 속도 비율(R)을 0에서 3까지 변화시키며, 스택 후류 영역에서 시간 평균 속도와 와류장을 측정하였다. 이 속도 비율 범위는 스택 근처에서 유체 거동을 설명하는 세 가지 주요 흐름 체계를 다루었으며 각각 하향, 교차풍 우세, 제트 우세 흐름 체계로 나뉜다. R 값이 변함에 따라 하향 및 상향 속도장, 유동 방향 와류 구조의 위치, 강도 및 개수, 그리고 스택 후류 영역 내 재순환 영역의 크기와 형태에 뚜렷한 변화가 발생하는 것을 정량적으로 확인할 수 있다.

REFERENCES

- [1] P.W. Bearman, "On vortex shedding from a circular cylinder in the critical Reynolds number regime", Journal of Fluid Mechanics, Vol.37, No.3, pp.577-585, 1969.
- [2] M.M. Zdravkovich, "Flow Around Circular Cylinders Volume 1: Fundamentals", Oxford University Press, 1998.
- [3] C.H.K. Williamson, "Vortex dynamics in the cylinder wake", Annual Review of Fluid Mechanics, Vol.28, No.1, 477-539, 1996.
- [4] S.B. Pope, "Turbulent Flows", Cambridge University Press, 2000.
- [5] D. Sumner, S.S.T. Wong, S.J. Price, et. al., "Fluid behaviour of side-by-side circular cylinders in steady cross-flow", Journal of Fluids and Structures, Vol.19, No.6, pp.1347-1360, 2004.

사생활 보호 및 자아표현을 위한 음성 기반 가상 얼굴 생성 모델

신호석¹, 박준도^{2*}

¹연세대학교 소프트웨어학부, ²연세대학교 SW중심대학사업단

Voice-Based Virtual Face Generation Model for Privacy Protection and Self-Expression

Ho-Jun Shin¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Department of Computer and Telecommunications Engineering, Yonsei University

²National Program of Excellence in Software, Yonsei University

Abstract In This study aims to develop a deep learning-based model that can generate virtual faces from voice characteristics in order to address the growing demand for privacy protection and authentic self-expression in online environments. As the need for users to express themselves without revealing their faces online increases, this research proposes a new approach to meet this demand. Specifically, the study compares the performance of two models: a Latent Diffusion Model (LDM) combined with a Voice Encoder (LDM with Voice Encoder), and the existing Speech2Face model. Both models are designed to take voice data as input and generate virtual faces that reflect the user's personal characteristics (such as age and gender). This approach allows users to maintain privacy while enabling authentic self-expression online.

• Key Words : Virtual Face, Latent Diffusion Model, Deep-Learning, Privacy Protection, Self-Expression

I. 서론

온라인 환경에서 사생활 침해, 스토킹, 괴롭힘에 대한 우려가 증가함에 따라, 더 많은 사용자가 자신의 얼굴을 공개하지 않는 것을 선호하고 있다. 시각적 정보를 공개하지 않는 인플루언서들은 청각적 및 시각적 자기표현의 불일치를 경험하며, 이는 일관성 저하와 신뢰 상실로 이어진다. 또한, 기존의 얼굴 생성 기술은 대부분 고비용이며 일반 사용자들이 쉽게 접근하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 연구는 목소리 특성을 이용해 사용자의 개인 속성(나이, 성별 등)과 일치하는 현실적인 가상 얼굴을 생성하는 솔루션을 제안한다. 이를 통해 사용자는 온라인 상에서 더욱 안전하고 표현적인 방식으로 자신의 존재감을 유지할 수 있다.

II. 본론

딥러닝을 이용한 얼굴 생성 기술은 주로 생성적 적대 신경망(GAN, Generative Adversarial Networks)과 잠재 확산 모델(LDM, Latent Diffusion Models)을 기반으로 한다. GAN은 Ian Goodfellow와 동료들에 의해 처음 제안된 이후, 이미지 생성 분야에서 널리 사용되어 왔다[1]. GAN은 생성자(Generator)와 판별자(Discriminator)라는 두 개의 상호 대립적인 네트워크로 구성되며, 생성자는 판별자를 속이기 위해 점점 더 정교한 이미지를 생성하고, 판별자는 생성된 이미지와 실제 이미지를 구분하는 역할을 한다. 이러한 상호작용을 통해 생성자는 매우 현실적인 이미지를 생성할 수 있게 된다. 특히, StyleGAN, ProGAN 등 다양한 GAN 기반 모델들은 고해상도 이미지 생성과 스타일 변환 등에

뛰어난 성능을 보여왔다[2][3]. 그러나 GAN에는 몇 가지 한계가 있다. 먼저, GAN은 학습 불안정성 문제가 있으며, 이를 해결하기 위해 많은 자원과 시간이 필요하다[4]. 또한, 훈련 중 발생하는 모드 붕괴(mode collapse) 문제로 인해 생성된 이미지의 다양성이 부족해지는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 이유로 인해, GAN을 사용한 얼굴 생성은 높은 품질의 이미지를 생성할 수 있지만, 계산 비용과 안정성 측면에서 개선이 필요하다.

잠재 확산 모델(LDM)은 이러한 GAN의 한계를 보완하기 위해 개발된 접근법으로, 최근 이미지 생성에서 많은 관심을 받고 있다[5]. 확산 모델은 노이즈 추가와 제거 과정을 반복하며 이미지를 점진적으로 생성하는 방식을 사용한다. 특히 LDM은 고해상도 이미지를 생성하면서도 계산 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 LDM을 Voice Encoder와 결합하여 음성 특성을 맞는 가상 얼굴을 생성하는 데 활용하였다. LDM의 주요 장점은 이미지 품질을 크게 개선하면서도 GAN보다 학습이 더 안정적이라는 점이다. 특히 사용자가 자신의 목소리를 기반으로 고품질의 가상 얼굴을 생성하고자 할 때 매우 유용하다[6].

기존의 Speech2Face 모델은 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하여 얼굴 이미지를 생성하는 방식으로, 음성과 얼굴 사이의 연관성을 학습하는 데 기여하였다[7]. 그러나 이 모델은 생성된 얼굴 이미지의 품질이 음성의 감정적 요소에 영향을 받아 일관성을 유지하기 어려운 문제가 있었다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 LDM을 도입하여 더 높은 품질의 얼굴 이미지를 생성하였다.

GAN과 LDM을 비교해 볼 때, GAN은 매우 현실적인 이미지를 생성할 수 있는 잠재력을 가지고 있지만, 학습의 안정성과 계산 비용 문제로 인해 실용적인 적용에는 한계가 있다. 반면 LDM은

이러한 문제를 해결하면서도 높은 이미지 품질을 유지할 수 있는 접근법으로, 특히 목소리 기반 얼굴 생성과 같은 개인화된 응용에 적합하다. 이러한 점에서, 본 연구는 GAN과 LDM의 장점을 비교하고 이를 바탕으로 목소리 특성 기반 가상 얼굴 생성에 최적화된 모델을 제안한다. 추론하기 어려운 이미지에 대한 추론 성능을 올렸다.

III. Experiments and Results

3.1 실험 환경 및 모델 연구

본 연구에서는 Latent Diffusion Model(LDM)과 Voice Encoder를 결합하여 목소리 특성에 기반한 고품질 가상 얼굴을 생성하는 모델을 개발하였다. LDM with Voice Encoder는 음성 데이터를 스펙트로그램으로 변환하여 SF2F 아키텍처 기반의 Voice Encoder에 입력하고, 이를 통해 사용자의 개인적 특성을 반영한 얼굴 이미지를 생성한다. Voice Encoder는 음성에서 나이, 성별 등 중요한 특성을 추출하여 LDM에 전달하며, LDM은 이러한 특성을 반영하여 점진적으로 노이즈를 제거하면서 고해상도의 가상 얼굴을 생성한다.

모델 구현은 PyTorch를 사용하여 진행하였으며, 학습에는 CelebA 데이터셋을 사용하였다. CelebA 데이터셋은 20만 개 이상의 얼굴 이미지를 포함하고 있으며, 다양한 얼굴 속성과 특성을 학습하는 데 적합하다 [8]. 사용된 이미지의 가로세로 크기는 256x256 픽셀로, 이러한 고정된 해상도를 통해 모델의 효율성을 극대화하였다. 이 데이터셋은 LDM with Voice Encoder가 고품질의 얼굴 이미지를 생성하는 데 필요한 다양한 특성을 학습하는데 기여하였다.

실험은 NVIDIA RTX 4090을 두 장 사용하여 수행되었으며, 이러한 하드웨어 환경은 대규모 딥러닝 모델 학습과 고해상도 이미지 생성을 효율적으로 처리하기에 적합하다. 또한, 음성 데이터를 기반으로 생성된 이미지의 품질을 지속적으로 개선하기 위해 확산 과정 중 여러 평가 지표를 사용하여 모델을 평가하였다.

3.2 실험 결과

Table 1. The performance comparison of the LDM with Voice Encoder and the Speech2Face model.

모델	FID	MSSIM	LPIPS	사용자 평점
LDM with Voice Encoder	90	0.85	0.12	4.2
Speech2Face	115	0.78	0.18	3.8

Table 1은 LDM with Voice Encoder와 Speech2Face 모델의 성능을 비교한 결과를 나타낸다. 객관적 평가 지표로는 FID, MSSIM, LPIPS를 사용하였다. FID는 생성된 이미지가 실제 이미지와 얼마나 유사한지를 측정하는 지표로, 낮을수록 생성된 이미지의 품질이 높음을 의미한다. MSSIM은 구조적 유사성을 평가하는 지표로, 높을수록 이미지 간의 유사성이 크다는 것을 나타낸다. LPIPS는 이미지 패치 간의 지각적 유사성을 측정하며, 낮을수록

품질이 높다. LDM with Voice Encoder는 평균 FID 점수가 115에서 90으로 유의미하게 개선되었으며, MSSIM은 0.85, LPIPS는 0.12로 각각 측정되어, 전반적으로 Speech2Face 모델(평균 FID 115, MSSIM 0.78, LPIPS 0.18)보다 우수한 성능을 기록하였다. 이는 LDM with Voice Encoder가 더 높은 품질의 가상 얼굴을 생성하는 데 효과적임을 보여준다.

주관적 평가는 생성된 이미지가 제공된 음성 입력을 얼마나 잘 반영하는지를 평가하기 위해 100명의 참가자를 대상으로 사용자 설문을 진행하였다. 참가자들은 생성된 이미지의 품질을 1에서 5점 척도로 평가하였으며, LDM with Voice Encoder의 평균 점수는 4.2점으로 나타났다. 이는 Speech2Face 모델의 평균 점수인 3.8점보다 높은 수치로, 사용자들은 LDM with Voice Encoder를 통해 생성된 이미지가 목소리와 더 일관되고 충실하게 연관된다고 평가하였다. 참가자들은 특히 생성된 이미지가 음성의 특성을 잘 반영하고, 얼굴과 목소리 간의 일관성이 크게 향상된 점을 긍정적으로 평가하였다.

IV. Conclusions

연구는 음성 데이터를 이용해 가상 얼굴을 생성하는 혁신적인 접근을 제시하며, 온라인 환경에서 사생활 보호와 자기표현 문제를 해결하고자 하였다. LDM with Voice Encoder 모델은 이미지 품질과 계산 효율성 간의 균형을 효과적으로 유지하며, 객관적 지표와 사용자 평가 모두에서 강력한 성능을 보였다. 향후 연구는 실시간 애플리케이션을 위한 모델 최적화와 다양한 인구 집단에 걸쳐 모델의 적용성을 확장하여 포용성과 정확성을 보장하는 방향으로 진행될 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01219)

REFERENCES

- [1] Goodfellow, I et al.(2014). Generative Adversarial Networks.
- [2] Karras, T et al.(2019). A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks.
- [3] Karras, T et al.(2018). Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation.
- [4] Arjovsky, M et al.(2017). Towards Principled Methods for Training Generative Adversarial Networks.
- [5] Ho, J et al. (2020). Denoising Diffusion Probabilistic Models.
- [6] Rombach, R et al.(2022). High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models.
- [7] Oh, S et al.(2019). Speech2Face: Learning the Face Behind a Voice.
- [8] Liu, Z et al. (2015). Deep Learning Face Attributes in the Wild.

rPPG 기반 딥페이크 영상 탐지 시스템

정재환¹, 장하나¹, 박준모^{2*}

¹연세대학교 소프트웨어학부, ²연세대학교 SW중심대학사업단

Deepfake Video Detection System Based on rPPG Signals

Jae-Hwan Jeong¹, Ha-Na Jang¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Dept. of Software, Yonsei University

²National Program of Excellence in Software, Yonsei University

Abstract This paper implements the deepfake detection method based on rPPG signals and Fourier Transform proposed by Ni et al. Additionally, a real-time web platform was developed using Python Flask, designed to improve the efficiency and accessibility of the deepfake detection system.

- Key Words : rPPG, Fourier Transform, Deepfake detection, Spatial attention mechanism

I. 서론

Trees 기법을 사용하였다.

영상과 이미지 조작 수준이 향상됨에 따라 딥페이크로 인한 위협 또한 증대되고 있다. 딥페이크 생성 기술이 정교해지고 있으며 기존의 탐지 기법만으로는 진위여부를 가리기 어려운 상황이다. 이를 효과적으로 탐지할 수 있는 기법 개발이 필수적이다. 현재 얼굴의 시각적 특징, 딥러닝 기반 네트워크 학습, 생체 신호 특성을 적용한 딥페이크 탐지 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 딥페이크 생성 기술이 모방하기 어려운 생체 신호를 활용해 문제를 해결하고자 한다. 얼굴 영상에서 원격 광 혈류측정법(rPPG)을 사용해 심박 신호를 추출하고, 푸리에 변환(FFT)을 통해 딥페이크와 실제 영상 간의 차이를 분석한다. 이 데이터를 기반으로 딥러닝 모델을 훈련하여 영상의 진위를 탐지 하며 실시간으로 탐지 가능한 시스템을 구축한다.

II. 본론

2.1 rPPG 기반 딥페이크 탐지 기법

본 논문에서는 Ni et al.[1]이 제안한 딥페이크 탐지 기법을 구현하였다. Ni et al.은 DeepfakeTIMIT 데이터셋을 활용하여 rPPG 신호와 Fourier Transform을 기반으로 딥페이크 탐지 기법을 제안하였으며, 99.22%의 탐지 정확도를 달성하였다.

2.1.1 ROI 선택

그림 1에서는 dlib 라이브러리의 81 facial landmarks 기반으로 Regions of Interest(ROI)를 선택하였다. ROI는 심장 박동 신호가 잘 나타나는 부위인 이마, 양쪽 뺨, 인중을 선정하였으며, 이러한 랜드마크가 얼굴 움직임에 적응할 수 있도록 Gradient Boosting



Fig. 1. ROI selection results (left: Original, right: Deepfake)

또한, 심장 박동과 노이즈의 영향을 최소화하기 위해 ROI를 22개의 더 작은 세그먼트로 세분화하였다.

2.1.2 rPPG 신호 추출

Chrom 방식을 사용하여 각 ROI에 대한 rPPG 생체 신호를 추출하였다. Chrom 방식은 ROI에서 RGB 값을 평균화하고 투영 행렬을 통해 색상 공간을 변환하여 신호를 추출하는 방식이다. 이를 통해 조명 변화의 영향을 최소화하고, 심박으로 인한 미세한 색 변화를 감지하도록 설계하였다.

2.1.3 Noise 제거

계산된 rPPG 신호에는 여전히 저주파 경향성과 고주파 노이즈가 남아있다. 이를 Sliding window detrending과 Butterworth bandpass filtering을 사용하여 제거하였다. Sliding window detrending은 신호의 저주파 경향성을 감소시켜 안정적인 기준선을 제공하며, Butterworth bandpass filtering으로 0.8~3 Hz 범위의 신호를 유지하여 심박수와 관련 없는 고주파 노이즈를 억제하였다.

2.1.4 MVHM 생성

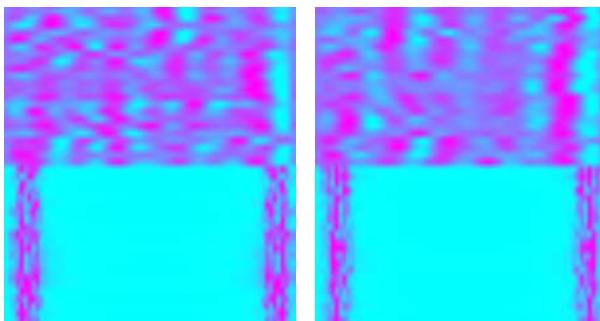


Fig. 2. MVHM example (left: Original, right: Deepfake)

본 논문에서는 rPPG 신호의 시간 및 주파수 도메인 정보를 결합하여 MVHM(Matrix Visualization Heatmap)을 생성하였다. 이를 위해 22개의 rPPG 시간 도메인 신호를 정규화한 후 상단에 배치하고, 각 신호의 FFT(푸리에 변환) 결과를 하단에 배열하여 240x240 크기의 행렬로 구성하였다.

2.1.5 Neural Networks와 Attention Mechanism

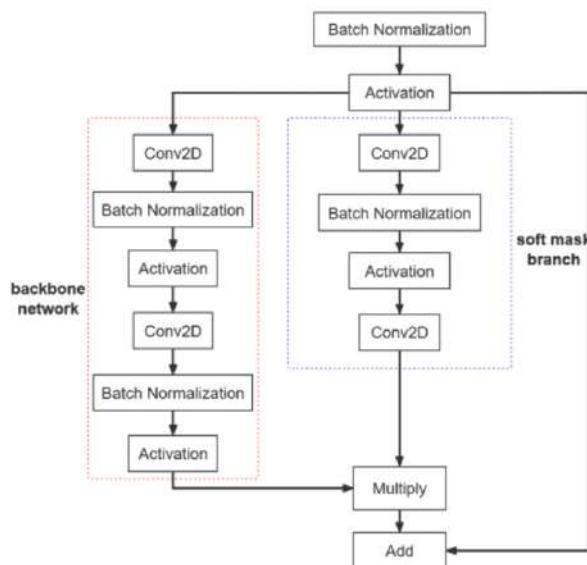


Fig. 3. Spatial attention mechanism Flowchart[2]

본 논문에서는 MVHM에서 나타나는 실제와 딥페이크 영상 간의 텍스처 차이를 학습하기 위해 VGG19 기반 전이 학습과 Spatial attention mechanism을 활용하였다.

VGG19의 사전 학습된 가중치를 로드한 뒤, FC layer를 제거하고 입력 크기를 MVHM($240 \times 240 \times 3$)에 맞게 조정하였다. 이후 Spatial attention mechanism을 통해 MVHM의 주요 특징을 강조하고 분류 성능을 향상시켰으며, 최종적으로 3개의 FC layer와 Dropout layer를 추가하여 과적합을 방지하였다. 또한, 이진 분류 출력을 위해 시그모이드 활성화 함수를 적용하였다.

2.2 웹사이트 구현



Fig. 4. Pulse Guard website

웹 서버는 Python의 Flask를 사용하여 정적 HTML을 동적으로 처리할 수 있도록 구현하였다. 현재 정적 HTML 파일은 웹 서버에 업로드 되었으며 동적인 기능을 추가하고 파일 선택 후 서버로 전송하는 프론트엔드 로직도 구현하였다. 백엔드는 Flask를 기반으로 하여 파일 업로드 요청을 처리하는 기능과 함께, 업로드된 파일의 정보 및 사용자의 로그인 정보 등을 MySQL 데이터베이스에 저장하는 구조로 설계하였다.

추가적으로, 사용자 회원 관리 및 구매 기능 관련 구현과 Flask 서버의 백엔드에 딥페이크 탐지 모델을 통합하여 업로드된 파일을 분석할 수 있도록 구현하고자 한다.

III. 결론

본 논문에서는 Ni et al.이 제안한 VGG19 기반 전이 학습과 Spatial attention mechanism을 활용한 딥페이크 탐지 기법을 구현하고, 이를 기반으로 Python Flask를 활용한 실시간 탐지 웹 플랫폼을 개발하였다. 이 시스템은 딥페이크 탐지의 정확성을 높이는 동시에 실시간 분석 기능을 제공할 수 있도록 설계되었다. 하지만, 현재 웹사이트가 완벽하게 구현되지 않았으며, 탐지 결과의 시각화와 사용자 인터페이스 개선, 최신 딥페이크 생성 기술 대응 방안 연구가 필요하다. 이를 위해 탐지 알고리즘 고도화, 다양한 데이터셋 적용, 모델의 일반화 성능 향상을 위한 추가 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01219)

REFERENCES

- [1] Ni, Yin, et al. "A Deepfake Detection Algorithm Based on Fourier Transform of Biological Signal." *Computers, Materials & Continua* 79.3 (2024).
- [2] Ni, Yin, et al. "A Deepfake Detection Algorithm Based on Fourier Transform of Biological Signal." *Computers, Materials & Continua* 79.3 (2024).

AI와 빅데이터를 활용한 맞춤형 헬스케어 플랫폼 구현

박영현¹, 박준모^{2*}

¹연세대학교 디지털헬스케어학부, ²연세대학교 SW중심대학사업단

Implementation of a Personalized Healthcare Platform Using AI and Big Data

Young-Hyun Park¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Dept. of Digital healthcare, Yonsei University

²National Program of Excellence in Software, Yonsei University

Abstract This study presents the design and implementation of a user-tailored healthcare platform utilizing AI and big data. The platform collects data through health surveys and evaluates disease risks based on this information. It provides real-time health monitoring, AI chatbot counseling, personalized exercise and diet programs, and health challenge features. Notably, it includes a survey function to assess diabetes risk and a feature to visualize user health data for status analysis. The system was developed to offer practical support for health management through AI-based counseling. A high-quality web platform was implemented, which includes login and registration functions, and supports practical health management through features that encourage user participation.

• Key Words : Personalize, Healthcare Platform, AI, Web Service, Big Data

I. 서론

현대 사회는 고령화, 생활습관의 변화, 만성 질환의 증가 등 다양한 건강 문제에 직면하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 의료 기술과 정보 기술의 융합이 필수적이며 특히 헬스케어 분야에서 디지털 기술의 도입은 의료 서비스의 효율성과 개인화를 증진시키는 중요한 수단으로 주목받고 있다. 그러나 기존의 헬스케어 시스템은 환자의 개별 상태에 맞춘 맞춤형 관리가 부족하고 데이터 기반의 건강 예측과 예방 서비스 제공이 제한적이라는 한계를 지닌다[1].

본 연구에서는 헬스케어 분야에서 개인화된 건강 관리 서비스를 제공할 수 있는 AI 기반 헬스케어 플랫폼을 설계하고 구현하는데 초점을 맞추었다[2]. 사용자에게 실시간 건강 모니터링, AI 챗봇 상담, 맞춤형 건강 관리, 건강 챌린지 등의 기능을 제공하고 이를 통해 사용자 참여를 유도하고 건강 상태 개선을 지원하고자 한다. 이번 연구를 통해 기존 헬스케어 시스템의 한계를 보완하고 새로운 디지털 헬스케어 서비스 모델의 가능성을 검증하고자 한다.

II. 본론

2.1. 인공지능(AI)과 빅데이터 분석 기술

설문조사를 통해 수집된 데이터를 분석하고 이를 AI 모델에 학습시켜 질병 진단을 지원하는 기능이다. 이를 위해 AI의 기초적인 알고리즘 설계와 머신러닝, 딥러닝 기술이 필요하다. 특히,

의료 데이터를 활용한 예측 모델에서는 데이터 전처리, 특징 추출, 분류와 예측 알고리즘의 정교한 설계가 중요하다. 본 플랫폼은 이와 같은 기술을 바탕으로 사용자 데이터를 분석하고 질병 위험도를 제시하여야 한다.

2.2 헬스케어 데이터와 질병 진단 지식

질병 진단 알고리즘 설계를 위해서는 각 질환에 대한 충분한 이해가 필요하다. 당뇨병 위험도를 평가하기 위해 나이, 체중, 키, 가족력, 특정 증상 등의 데이터를 포함한 설문조사를 설계하였다. 이러한 접근법은 사용자로부터 수집된 데이터를 의학적으로 타당한 방식으로 분석할 수 있어야 한다.

2.3 웹 기술 (프론트엔드와 백엔드)

웹 애플리케이션 형태로 구현되었으며 사용자 친화적인 인터페이스를 위해 프론트엔드 기술인 HTML, CSS, JavaScript를 활용하였다. 백엔드에서는 서버와 데이터베이스(DB)를 효율적으로 관리하기 위해 Node.js 서버 프레임워크와 MySQL 관계형 데이터베이스를 활용하였다. 서버는 설문조사 데이터와 건강 모니터링 데이터를 안전하게 저장하고 사용자 요청에 따라 데이터를 제공하도록 설계되어야 한다.

2.4 실시간 건강 모니터링과 개인화 기능

사용자의 건강 데이터를 24시간 모니터링하기 위해 IoT(사물인터넷) 기반의 센서와 웨어러블 기기와의 연동이 필요하다. 이러한 기술은 사용자의 심박수, 걸음 수, 체온 등 다양한 건강 데이터를 실시간으로 수집하고 분석하여 개인화된 건강 관리 서비스를 제공할 수 있다.

이터를 수집하고 이를 서버로 전송하여 실시간으로 분석한다. 또한, 맞춤형 건강관리 기능은 AI를 기반으로 사용자별 건강 상태에 적합한 운동과 식단 프로그램이 제안되어야 한다.

III. 결론

프로젝트 초기 단계에서는 서버 구축에 대한 지식 부족이라는 한계를 느꼈으나 이를 극복하기 위해 플랫폼의 프론트엔드 구현에 집중하여 완성도 높은 결과물을 만들어내는 데 성공하였다.

구현된 플랫폼은 사용자가 건강 설문조사를 통해 데이터를 입력하고 이를 기반으로 실질적인 건강 진단과 관리 서비스를 제공하는 웹 애플리케이션으로 구성되었다. 메인 페이지에 설문조사를 시작할 수 있는 버튼을 배치하여 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 설계하였다. 설문조사는 나이, 체중, 키, 가족력, 증상 등 개인 건강 정보를 입력받아 AI 기반 알고리즘으로 당뇨병 위험도를 평가한다. 설문 결과는 즉각적으로 제공되며 사용자에게 위험성을 알리고 건강 관리의 중요성을 강조한다. 사용자의 심박수, 혈압, 산소포화도, 수면시간 등의 데이터를 수집하여 이를 막대그래프, 선그래프, 원그래프 등의 시각화 도구로 제공한다. 데이터 분석 결과를 바탕으로 건강 상태를 “양호” 또는 “위험”으로 판단하여 사용자에게 명확한 피드백을 제공한다.

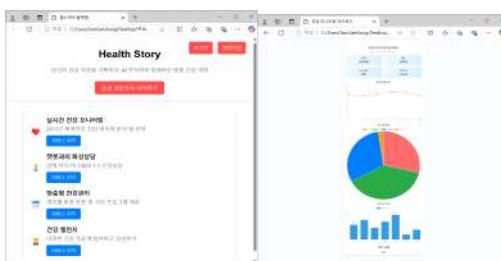


Fig. 1. Health Survey, Real-time Health Monitoring View

사용자는 AI 챗봇과 1:1 상담을 통해 당뇨병 관련 관리 방법, 증상, 치료법 등 다양한 정보를 얻을 수 있다. AI 기반 대화 시스템은 사용자의 질문에 신속하고 정확하게 응답하며 지속적으로 발전 가능하다. 사용자의 키와 체중을 바탕으로 BMI를 계산하고 이를 기반으로 맞춤형 운동과 식단 계획을 제공하였다. 또한 유산소 운동 유튜브 링크를 연결하여 실질적이고 즉각적인 실천을 유도하였다.

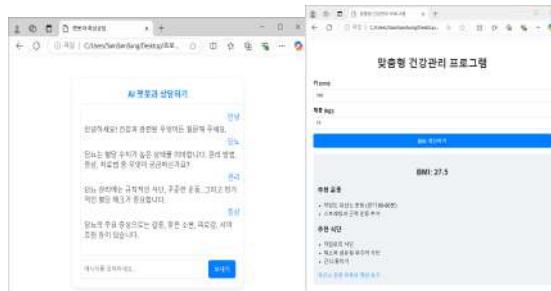


Fig. 2. AI Chatbot, Personalized Health Management Program

사용자 참여를 독려하기 위해 “하루 만 보 걷기”, “하루 2L 물 마시기” 등 건강 목표를 제안하였다. 각 챌린지의 진행 상황을 실시간으로 보여주며 사용자가 현재 상태와 남은 목표를 확인할 수 있도록 하였다. 이러한 게임화 요소는 사용자의 흥미를 유발하고 장기적인 건강 관리에 동기를 부여한다.



Fig. 3. Health Challenge View

사용자 편의성을 고려하여 로그인과 회원가입 기능을 구현하였으며 아이디와 비밀번호 찾기 기능을 추가하여 사용자 관리의 완성도를 높였다. 이러한 기능은 플랫폼의 실제 사용 가능성 을 증명하며 향후 서비스 확장 가능성을 보여준다.

결론적으로 본 헬스케어 플랫폼은 설문조사를 통한 데이터 수집과 AI 기반 분석을 결합하여 사용자 맞춤형 건강 진단 및 관리 서비스를 제공한다는 점에서 실질적인 성과를 거두었다. 설계 과정에서 여러 기술적 한계가 있었지만 이를 지속적으로 보완하며 높은 수준의 웹 플랫폼을 구현하였다. 본 연구는 헬스케어 기술의 실용성을 입증함과 동시에 향후 빅데이터와 AI를 활용한 건강 관리 서비스의 가능성을 제시한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01219)

REFERENCES

- [1] K. J. Jeon, C. W. Kim, D. H. Lee, S. W. Kang. “The Effect of Social Support on Self-esteem and Quality of Life according to the Lifestyle of the Elderly” Korean journal of sport, v.21 no.1, pp.295~306, 2023
- [2] I. T. Kim, T. H. Kim, H. C. Jang, Y. H. Son “Evaluate the Usability of Prognostication Services Based on Person-Generated Health Data”, Journal of Knowledge Information Technology and Systems. v.18 no.3, pp.575~585, 2023

블록체인 기반 지능형 수출입 물류관리 서비스 개발

장춘원¹, 강영수¹, 박준모², 신용준^{3*}

¹(주)엠투코리아, ²연세대학교 디지털헬스케어 학부

Development of a Blockchain-based Intelligent Export-Import Logistics Management Service

Chun-Won Jang¹, Young-Soo Kang¹, Jun-Mo Park², Yong-John Shin^{3*}

¹M2Korea Co.,Ltd.

²Dept. of Digital Healthcare, Yonsei University

³Division of Maritime Business and Economics, National Korea Maritime & Ocean University

Abstract The block chain-based intelligent import and export logistics management service developed in this study is poised to generate a significant ripple effect, driving increased demand in the import and export logistics market centered around Busan. It will enhance logistics efficiency, improve customer service quality, and boost market competitiveness. By strengthening the global competitiveness of Korea's import and export logistics sector, this service will accelerate the digital transformation and innovation of the domestic logistics industry. It will also significantly raise Korea's global standing in the logistics field, lower market entry barriers, and have a positive impact on the growth of startups, including those led by young and elderly entrepreneurs.

• Key Words : AI, Import and Export Logistics, Block Chain, Digital Transformation, Management service

I. 서론

2024년 현재 국내 수출입 물류 유통 시장은 연 155조, 업계 종사자 78만 명으로 국내 산업 규모 중 상당한 비중을 차지하고 있다. 최근 들어서는 지능형 시스템에 기반한 고효율 수출입 물류관리 시스템에 관련 연구가 이어지고 있으며 이를 위한 수출 진흥 정책, 관세행정 개선의 필요성이 제기되고 있다[1-2].

우리나라의 물류 성과지수(LPI)는 세계에서 17위를 기록하고 있으나, 세부 항목에서는 화물추적 23위, 물류 서비스 20위, 운임산정 용이성 26위 등으로 나타나, 물류 서비스 제공 및 운영의 소프트웨어적 측면에서 경쟁력을 강화할 필요성이 분명히 드러나고 있으며 이러한 기수 수요를 맞출 수 있는 기술로 인공지능(AI)은 다양한 산업 분야에서 생산성을 높이는데 기여하고 있으며, 최근 물류관리 시스템에 AI를 접목하려는 연구가 활발히 진행되고 있다[3].

본 연구에서는 블록체인 & AI 기술 융합 수출입 전문 물류 시장 맞춤형 화물 자동배차 및 정산 서비스 개발, 실증 및 사업화를 추진하겠다 한다. 이를 위해 수출입 물류 통합 서비스 체계를 통해 수출입 화물의 이동 경로를 최적화하고, 차량 배차와 스케줄을 체계적으로 관리함으로써, 전체 물류 효율성 증대시키고자 한다. 블록체인 기반의 신뢰성 있는 물류 통합관리 및 모니터링을 통해, 운송 과정에서 발생할 수 있는 문제를 신속히 파악하고 이해관계자 사이의 갈등의 소지를

미연에 방지하고 수출입 물류 리소스 최적화와 수출입 물류 서비스의 데이터 기반 의사결정 체계를 구축하여 수출입 물류의 흐름을 최적화하고, 장기적으로 물류 운영의 효율성 증대 및 최적화를 유도하고자 한다.

II. 연구 목표

본 연구에서는 단계별 연구를 통해 그림 1에서와 같이 블록체인과 AI 기술을 융합하여 수출입 전문 물류 시장에 고객 맞춤형 화물 배차 및 정산 서비스를 개발하고, 이 서비스를 현장에서 실증하여 사업화하는 ‘수출입 전문 물류 통합 정보서비스’ 구축을 목표로 하고 있다. 수출입 육상 물류 서비스 효율성 증대를 위해 통합 서비스 체계를 구축하여 수출입 화물의 이동 경로를 최적화하고, 차량 배차와 스케줄을 체계적으로 관리할 수 있음으로써, 물류비용 절감과 함께 운송 시간을 단축함으로써 전체 물류 효율성을 크게 향상하고자 한다.



Fig. 1. Annual service development overview

수출입 육상 물류 실시간 추적 및 관리 체계를 통해 화물의 실시간 위치 추적과 상태 모니터링을 가능하게 하여, 운송 과정에서 발생할 수 있는 문제를 신속히 파악하고 대응할 수 있으며, 이를 통해 물류 흐름의 투명성을 높이고, 고객 서비스 품질을 개선하고자 한다.

수출입 육상 물류 리소스 최적화 운영 체계를 구축하여 차량, 인력, 연료 등 물류 자원의 효율적 사용이 증대됨. AI 기반의 최적 경로 설정과 블록체인을 통한 신뢰성 있는 데이터 관리를 통해 리소스를 효율적으로 배분하고, 불필요한 중복 운송을 줄일 수 있도록 한다.

통합 관리 및 센터 간 협력 강화를 통해 여러 물류 업체와의 협력을 강화하고, 운송 과정에서 발생하는 각종 데이터를 통합적으로 관리할 수 있으며, 공급망 내 다양한 참여자 간의 협력과 정보 공유를 원활하게 하고, 물류 전반의 통합적인 관리가 가능해지도록 한다.

수출입 물류 서비스의 데이터 기반 의사결정 시스템을 도입하여 보다 정확한 예측과 의사결정을 지원함으로써, 수출입 물류의 흐름을 최적화하고, 장기적으로 물류 운영의 효율성을 높일 수 있도록 한다.

III. 구 현

그림 2에서와 같이 구현된 서비스는 KCLA-Pass 등과 같은 수출입 물류 서비스 플랫폼들에 의해서 공급되고 있는 정보화 체계를 더욱 고도화하여, 운송의뢰, 지능형 배차, 운송비 통합정산 및 컨테이너 터미널 통합 정보서비스 등의 업무들을 정보화하여 서비스의 완성도를 제고하였다.

수출입 물류 시장에 공급된 모든 종류의 배송 차량의 배송 효율을 높일 수 있는 ‘AI/블록체인 기반 배차 및 정산 플랫폼을 구축하여 고객 및 운송 사업자의 편의성 및 사업성 극대화 할 수 있도록 시스템을 구성하였다.



Fig. 2. Import-Export Logistics AI Agent Platform Conceptual Diagram

수출입(보세) 물류비용의 정확한 산정을 위한 전문 계약 관리 시스템 및 모든 거래 기록을 투명하게 관리하고, 각 정산

프로세스를 안전하게 실행할 수 있는 블록체인 기반의 통합 정산 시스템을 적용하였으며 AI 에이전트 서비스를 도입하여는 수출입 물류 서비스의 지능화를 위해 배송 경로 최적화, 자동화된 통관 지원, 지능형 배차 분석 등의 다양한 기능을 제공함으로써, 물류 과정의 효율성을 극대화하고, 운영 비용을 절감하며, 고객 만족도를 높일 수 있도록 하였다.

마지막으로 전국 컨테이너 터미널 직접 연계를 통한 화물정보 통합 화물정보 조회 및 확인 기능과 터미널의 화물 반입신고를 위한 보세운송사 단일 통합관리 플랫폼 구축, 전국 터미널 26개 직접 연계를 위한 전자문서 및 API 신규 제공, 특송화물 적하목록 수신을 위한 통합시스템 구축, 위험물 별도 관리를 위한 인터페이스를 제공하도록 구성하였다.

IV. 결론

본 연구를 통해 구현된 시스템은 부산을 중심으로 한 수출입 물류 시장 수요 증대를 유도할 수 있을 것으로 기대되며 국내 물류 산업의 디지털 전환과 혁신을 가속화하고, 우리나라 수출입 물류의 글로벌 경쟁력을 크게 높일 수 있을 것이다. 또한 수출입 물류 시장 진입 장벽을 낮춰서 청·장년 스타트업의 증가에도 많은 영향을 미칠 수 있을 것이다.

AI를 활용한 고객 지원과 자동화된 문제 해결 기능은 고객 만족도를 높이며, 고객 서비스의 품질을 크게 향상시킬 수 있으며 블록체인과 연계된 AI 시스템은 모든 거래와 데이터를 투명하고 신뢰성 있게 관리하여, 서비스 신뢰도를 크게 높일 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 결과물은 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2023RIS-007)

REFERENCES

- [1] Kwak, K. H. “A Study on the Factors Affecting Usage Intention of Block Chain Based P2P (Peer to Peer) Lending Financial Platform”, Ph. D. Thesis, Graduate School of Soongsil University, Seoul, Korea, 2020
- [2] Lee, K. K., “Blockchain-based DID Problem Analysis Research”, Journal of the Korea Society of Digital Industry and Information Management 18(3), pp.25-32, 2022
- [3] A. Chatterjee and A. Prinz, “Applying spring security framework with keycloak-based oauth2 to protect microservice architecture APIs: A case study,” Sensors, vol. 22, no. 5, pp. 1703, 2022

전이학습과 변형된 컨벌루션 레이어를 사용한 AWGN 제거 학습 알고리즘

천봉원, 김남호*

국립부경대학교

AWGN Removal Learning Algorithm using Transfer Learning and Modified Convolutional Layers

Bong-Won Cheon, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

Abstract Recently, with the development of artificial intelligence and automation technology, interest in image processing that detects objects or uses algorithms such as object recognition and classification is increasing. In particular, when extracting features from an image or detecting an object, the system may malfunction due to noise in the image due to sensor defects or problems in the communication environment. Although various noise removal methods have been studied, they tend to blur important information such as outlines and text. In this paper, we propose a learning algorithm based on multiple neural networks to restore images damaged by AWGN. In this paper, we propose a learning algorithm using a modified convolutional neural network to improve convolutional neural network learning for noise removal. The proposed algorithm improved the learning performance of the noise removal neural network by dividing the existing neural network learning structure into a detailed layer, which is responsible for learning detailed areas, and a global layer, which is responsible for learning the overall information of the image.

- Key Words : Image signal processing, Multi convolution layer, Deep learning, AWGN, Noise removal

I. 서 론

4차 산업혁명의 영향으로 많은 전자장비가 사회 및 생활에 보급되고 있으며 다양한 분야에서 자동화와 인공지능화가 진행되고 있다. 특히 의료영상과 공장의 자동화, 지능형 CCTV, 로봇 및 드론과 같이 영상을 기반으로 동작하는 시스템 영상처리의 중요성이 높아지고 있다. 특히 영상으로부터 특징을 추출하거나 객체를 검출하여 시스템은 센서의 결함 및 통신 환경의 문제 등으로 영상에 잡음이 발생하여 오작동이 발생할 수 있다.[1].

최근에는 합성곱 신경망(CNN : convolutional neural network)에 기반한 같은 딥러닝 기술이 영상의 노이즈 제거작업을 위해 사용되고 있으며, DnCNN과 같은 인공지능 기반의 잡음제거 학습에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 결과영상의 에지성분과 글자 및 바코드와 같은 에지 성분이 강한 영역에서 블러링 현상이 나타나 영상이 흐려지게 되며, 객체 인식과 분류에 영향을 미친다[2].

본 논문에서는 잡음제거를 위한 합성곱 신경망 학습을 개선하기 위해 변형된 컨벌루션 레이어와 전이학습을 사용한 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 합성곱 신경망의 은닉층에 컨벌루션 레이어와 ReLU 레이어를 추가하여 학습 성능을 강화하며, 이후 변형된 컨벌루션 레이어를 사용하여 일반 영상에 대한 1차 학습을 진행한다. 학습이 완료된 신경망은 병렬로 신경망을 추가하여 가우시안 필터링이 진행된 영상에 대해 전이학습을 진행한다. 최종 결과는 1차 학습 계층과 전이학습 계층의 출력을 연결

계층으로 합산하여 구하며, 학습된 신경망으로 추정된 잡음을 제거하여 결과영상을 구한다.

II. 제안한 알고리즘

DnCNN[1]은 영상의 AWGN을 제거하기 위해 제안된 신경망 학습방법으로 잔차학습을 사용하여 기존 잡음제거 학습 방법에 비해 개선된 성능을 달성하였다. 하지만 신경망의 깊어질수록 잡음제거 성능이 향상되지만 결과영상의 세부정보를 보존하기 어렵다는 단점이 있다.

제안한 학습 신경망은 1차 학습 신경망의 학습성능을 강화하기 위해 두 개의 컨벌루션 레이어와 한 개의 배치 정규화 레이더, 두 개의 ReLU 레이어로 구성된다. 1차 학습이 완료된 두 번째 컨벌루션 블록의 학습이 종료되면 병렬로 신경망을 추가하며, 전이학습을 진행한다. 전이학습 데이터는 1차 학습에 사용된 영상의 잡음영상에 대해 가우시안 필터링을 진행하여 구한다. 출력 레이어는 1차 학습과 전이학습에서 학습된 데이터를 결합하여 학습결과를 출력한다.

학습에 사용된 이미지는 데이터셋 BSD68에 포함된 8bit grayscale 영상을 사용하였으며, 학습환경은 50 epoch 동안 50×50 크기의 배치를 사용하여 훈련하였다. 손실함수로 평균 제곱오차(MSE)를 사용하였으며 학습 중 발생할 수 있는 과적합 현상을 모니터링하기 위해 검증 세트에 대한 검증이 추가되었다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 기존 방법과 비교하여 시뮬레이션을 진행하였으며, 512×512 크기의 8bit 그레이 영상인 Barbara 영상과 표준편차 $\sigma = 15$ 인 AWGN에 훼손된 잡음 영상을 사용하여 필터링 결과를 비교하였다.

그림 1은 시뮬레이션에 사용된 Barbara 영상의 원영상과 잡음 영상이다.

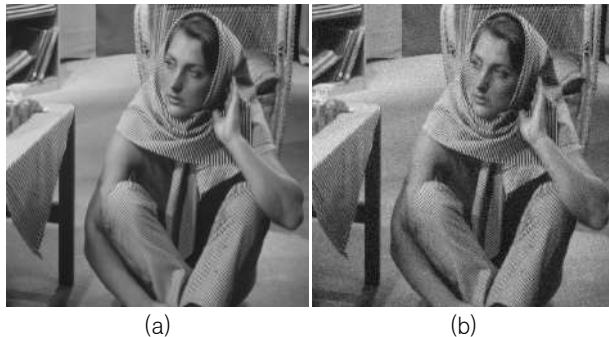


Fig. 1. Barbara image (a) Original image (b) Noisy image ($\sigma = 15$)

그림 2는 AWGN에 훼손된 영상을 각 필터와 제안한 알고리즘으로 처리한 결과의 확대영상을 나타낸 것이다.

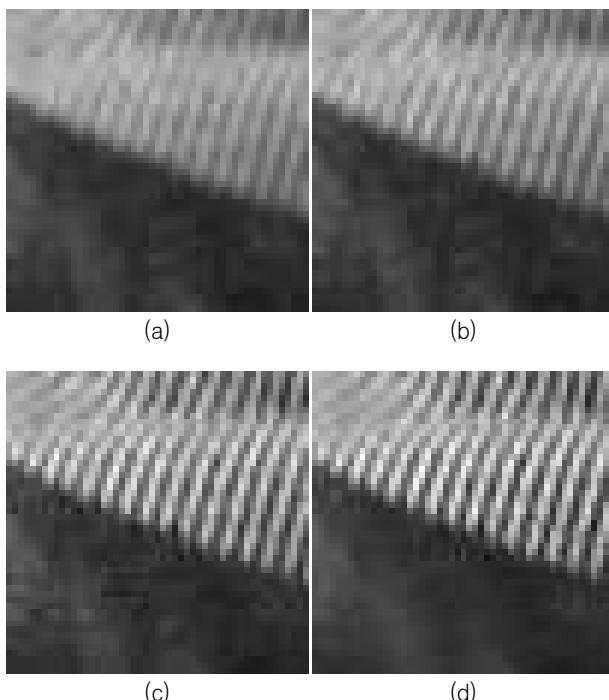


Fig. 2. Simulation result (a) Average filter (b) Gaussian filter
(c) DnCNN (d) Proposed algorithm

기존 방법인 평균필터와 가우시안 필터로 처리한 경우 줄무늬

영역에서 스무딩 현상이 강하게 나타났다. 반면 제안한 알고리즘으로 처리한 경우 DnCNN으로 처리한 결과에 비교하였을 때 줄무늬 영역의 대비가 명확하였으며, 원영상에 가깝게 복원되었음을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 잡음제거를 위한 합성곱 신경망 학습을 개선하기 위해 변형된 컨볼루션 레이어와 전이학습을 사용한 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 합성곱 신경망의 은닉층에 컨볼루션 레이어와 ReLU 레이어를 추가하여 학습 성능을 강화하였으며, 이후 일반 영상에 대해 1차 학습을 진행하였다. 학습이 완료된 신경망은 병렬로 신경망을 추가하여 가우시안 필터링이 진행된 영상에 대해 전이학습을 진행하였다.

제안한 신경망의 성능을 분석하기 위해 기존 방법과 시뮬레이션을 진행하였으며, 그 결과를 확대영상을 사용하여 비교하였다. 기존 방법들은 줄무늬 영역에서 스무딩 현상이 강하게 나타나며 미흡한 성능을 나타내었다. 반면 제안한 학습방법은 결과영상에서 뚜렷한 대비를 보였으며, 기존 학습 알고리즘인 DnCNN에 비해 높은 수준의 잡음 제거 능력을 확인할 수 있었다.

향후 다양한 잡음 환경에서 다양한 신경망 구조를 사용하여 개선된 학습방법에 대한 연구를 진행할 예정이다. 제안한 알고리즘은 복합 잡음의 영향을 크게 받는 다양한 신호처리 시스템에서 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] P. H. T. Binh, C. Cruz, and K. Egiazarian, “Flashlight CNN Image Denoising,” in 2020 28th European Signal Processing Conference, Amsterdam : Netherlands, pp. 670-674, 2021.
- [2] J. J. Hwang, K. H. Rhee, “Gaussian Filtering Detection based on Features of Residuals in Image Forensics,” in 2016 IEEE RIVF International Conference on Computing & Communication Technologies, Research, Innovation, and Vision for the Future, Hanoi : Vietnam, pp. 153-157, 2016.

IoT 기반 스마트팩토리 교육 시스템 개발

유성구, 임진택*

전주비전대학교 전기공학과

Development of Smart Factory Education System based on IoT

Sung-Goo Yoo, Jin-tae Lim*

¹Department of Electrical Engineering, Jeonju Vision College

I. 서론

스마트팩토리 교육의 필요성은 제조업의 디지털 전환과 밀접하게 연관되어 있다. 4차 산업혁명의 핵심 기술인 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI), 클라우드 컴퓨팅 등은 스마트팩토리의 운영에 필수적인 요소로 자리 잡고 있다[1]. 이러한 기술들이 제조 공정에 도입되면서 생산성 향상, 비용 절감, 품질 관리 및 유연한 생산 체계 구축이 가능해졌으며, 이를 제대로 활용하기 위해서는 적절한 교육이 필요한 실정이다.

스마트팩토리는 단순히 자동화된 생산 라인을 의미하는 것 이 아니라, 물리적 생산 세계와 가상 사이버 세계를 통합하여 데이터를 기반으로 실시간으로 생산 현장을 최적화하는 시스템으로, 이는 기존의 제조업체들이 운영하던 방식과는 크게 다르며, 새로운 기술의 활용법을 이해하고 적용할 수 있는 교육도구 개발 및 인력 양성 추진이 필요하다[2].

본 논문에서는 IoT 기반의 스마트팩토리에 대해 교육할 수 있는 에듀테크용 교육자료를 개발하였다. 스마트팩토리의 기본은 물류 정보를 온라인으로 제공하며 자동화할 수 있는 시스템으로 다양한 미래 기술요소가 복합된 시스템이다. 본 연구에서는 투입된 물체를 분리할 수 있도록 인공지능 기반 영상인식 알고리즘을 적용하였고, 색상과 크기에 따라 분류할 수 있는 하드웨어 구조를 갖도록 설계하였다. 분류정보는 IoT 기술로 연동된 모바일 기기로 제공할 수 있도록 구성하였다. 다양한 학력 계층에게 교육할 수 있도록 조립 및 코딩이 쉽도록 설계하였다.

II. 스마트팩토리 교육 시스템 구성

본 연구에서는 마이크로프로세서 코딩 교육을 할 수 있도록 컨베이어 모듈을 적용한 스마트팩토리 시스템의 기본 구조를 적용하였다. 컨베이어 모듈에 인식용 블록을 투입구에 올려놓으면 이동을 시작하고 블록의 색상과 크기를 인공지능 기반 영상인식 모듈에서 인식한다. 본 연구에서는 3가지 색상과 3가지 크기를 적용하였다. 인식 후 컨베이어를 따라 이

동하면 각 블록이 분류될 수 있도록 하였다. 그리고 블루투스 모듈을 이용하여 모바일과 데이터를 송수신할 수 있도록 설계하였다. 영상인식 알고리즘 구현 및 하드웨어 동작을 위한 메인 프로세서는 라즈베리파이를 적용하였다. 그림 1은 3D 모델링을 통해 설계된 제품의 외관을 나타내었다. 모든 부품은 끼임 형태로 제작이 가능하게 설계하였으며, 메인프로세서와 카메라를 장착할 수 있는 별도의 플라스틱 박스를 장착할 수 있게 구성하였다. 외관은 MDF(Medium Density Fiberboard) 재질을 적용하였으며, 레이저 가공을 통해 정밀 재단하였다. 다양한 계층이 쉽게 조립 및 활용할 수 있도록 외관을 설계하였다.

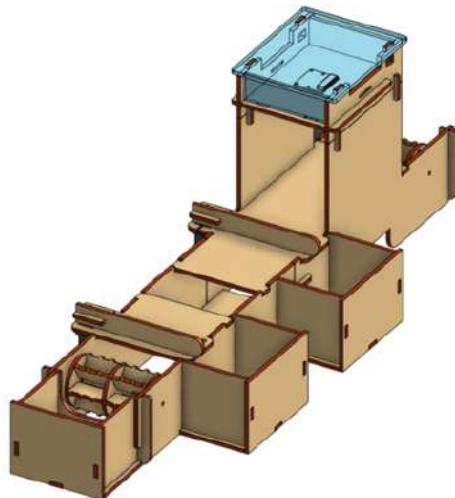


Fig. 1. 스마트팩토리 교육 시스템 3D 모델링

블록의 색상과 크기를 인식하는 인공지능 알고리즘을 구현하여 스마트팩토리에 탑재하였다. 인공지능 알고리즘 중 영상특징 검출에 최적화된 CNN(Convolution Neural Networks) 알고리즘을 적용하였다[3]. 하드웨어 구성 및 알고리즘 적용 형태는 그림 4에 나타내었다. 소프트웨어는 TensorFlow Lite 를 적용하여 구현하였으며, Google Colab 클라우드 기반의 개발환경을 적용하여 딥러닝 모델을 학습하여 라즈베리파이에 이식하였다.

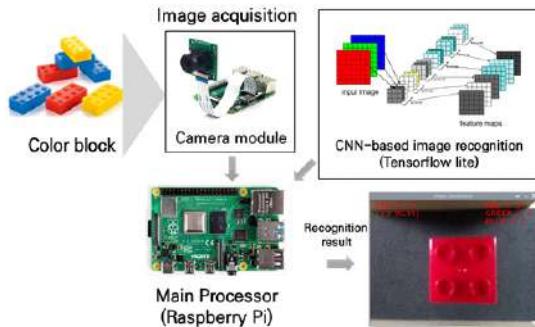


Fig. 2. 영상인식 시스템 구성

학습을 위한 색상별 블록 이미지는 약 1,000장을 촬영하여 활용하였으며, 구분하고자 하는 색상은 빨강(RED), 녹색(GREEN), 파랑(BLUE) 세가지 색상을 적용하였다. 크기는 블록 1(Small), 블록 2(Medium), 블록 4(Big)로 구분하였다.

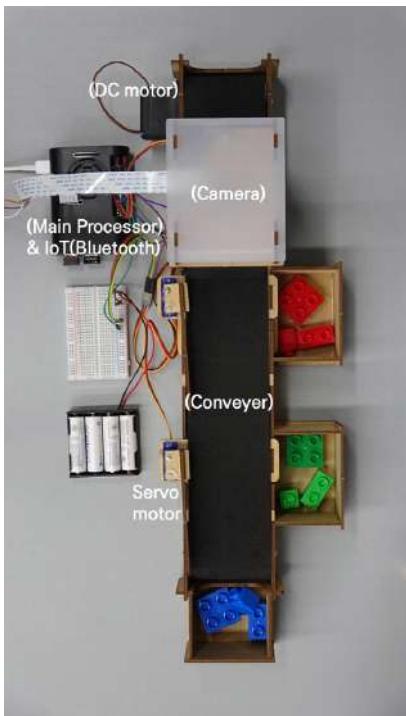


Fig. 3. 구현된 교육용 스마트팩토리 시스템

제안한 스마트팩토리 교육 모델의 동작 및 블록 인식률을 테스트하기 위해 그림 3과 같은 시제품을 제작하였다. 외관은 MDF 재질을 적용하였으며, 레이저 가공을 통해 재단하여 조립하였다. 메인프로세서는 라즈베리 파이 4B 모델을 적용하였으며, 영상 촬영을 위해 파이카메라를 장착하였다. 컨베이어 벨트의 작동은 MG995 DC모터를 이용하여 제어하며, 분류함의 분류기는 SG90 서버모터를 활용하여 구현하였다. 영상인식 알고리즘은 CNN기반을 적용하였으며, Tensor flow Lite 모델을 통해 구현하였다. 딥러닝 학습은 Google Colab을 통해 클라우드 모델 학습을 진행하였다. 원격제어를 위해 블루투스 4.0 모델인 HM-10을 장착하였다. 그림 4는 IoT 연동

을 통해 모바일 기기에서 원격제어 및 데이터송수신 결과를 수신하는 앱(APP) 실행 모습이다.



Fig. 4. IoT 연동 어플리케이션

III. 결론

본 연구에서는 IoT 기반의 스마트팩토리 교육 시스템에 대해 개발하였다. 초등학생부터 대학생까지 다양한 계층에 교육할 수 있도록 조립 용이성을 확보하였으며, IoT 기술을 적용하여 원격제어도 가능하게 설계하였다. 향후 IoT 응용 교육 과정에 적용할 수 있도록 단계별 교육 커리큘럼을 확보하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교) 연구개발과제 지원에 의한 연구임(과제명: 예코업분야 IoT 연계 교과목 전용 실습 교보재 설계)

REFERENCES

- [1] CHEN, Baotong, et al. "Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges." *IEEE Access*, No. 6, pp 6505-6519, 2017
- [2] SHARIATZADEH, Navid, et al. "Integration of digital factory with smart factory based on Internet of Things" *Procedia Cirp*, No. 50, pp 512-517, 2016
- [3] Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G.E., "Imagenet Classification with Deep Convolutional Neural Networks." In *Advances in Neural Information Processing Systems*, pp 1097-1105, 2012

드론 방제관리시스템 표준화에 관한 연구

임진택, 유성구*

전주비전대학교 전기공학과

Development of Smart Factory Education System based on IoT

Jin-taeck Lim, Sung-Goo Yoo*

Department of Electrical Engineering, Jeonju Vision College

I. 서론

최근 농업 현장에서 드론 기술의 도입은 농업 생산성과 효율성을 높이는 중요한 역할을 하고 있다. 특히 드론 방제 기술은 농약 살포의 정확성과 신속성을 개선하여 노동력 절감과 비용 효율성 향상에 기여하고 있다. 그러나 드론 방제 기술이 빠르게 확산되고 있음에도 불구하고, 이를 안전하고 효과적으로 활용하기 위한 체계적이고 표준화된 매뉴얼이 부재한 상황이다. 이러한 부재는 농업 종사자와 드론 운용자가 농약 살포 시 환경 오염과 안전 사고를 방지하는 데 필요한 지식을 제대로 습득하지 못하게 하며, 실질적인 농업 현장에서 기술 적용의 한계를 초래한다.

현행 농촌진흥청의 농약 살포용 무인항공기 안전 매뉴얼은 기본적인 안전 절차를 포함하고 있지만, 실제 현장에서 실행 가능성이 떨어지는 경우가 많다. 특히 드론 방제 과정에서 빈번히 발생하는 농약 비산현상은 매뉴얼에서 충분히 다루어지지 않아 농약 중독 및 토양 오염과 같은 문제로 이어지고 있다. 더욱이, 드론 운용자는 관련 법적 규제, 비산 방지 기술, 농약 관리 지침 등에 대한 전문성이 부족하여 매뉴얼에 따른 실천이 어렵다. 이로 인해 드론 방제 작업의 효과는 제한적이며, 오히려 안전사고의 발생 위험을 증가시키는 결과를 초래한다. 또한, 드론 기술 활용을 위한 교육과 전문인력 양성의 중요성에도 불구하고, 현재 관련 교육 자료와 실습 표준서가 부족한 실정이다. 농업 현장에서 방제드론 운용을 배우는 교육생이나 현장 실무자는 충분히 이해하기 어려운 복잡한 자료로 인해 학습 효과가 떨어지며, 이에 따라 예상치 못한 문제 상황에 대한 적절한 대응이 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 이론과 실습을 포괄하는 표준화된 매뉴얼 개발이 시급하다. 특히 드론 방제 작업은 농업 환경의 지속 가능성을 보장하는 데 중요한 역할을 한다. 농약 사용으로 인한 환경 오염과 토양 오염은 지속 가능한 농업 발전을 저해하는 주요 요소로 지적되고 있다. 따라서, 드론 방제 기술의 체계적이고 안전한 활용은 농업 환경 보호와 생산성 향상을 동시에 달성할 수 있는 중요한 방법이다.

본 연구에서는 드론 방제 실습 표준화 개발을 위한 기초 연구로 드론 방제 작업의 체계성과 안전성을 강화하고, 농업 현장에서의 활용도를 극대화하고자 한다. 이를 위해 농촌진흥청의 기존 매뉴얼 및 관련 연구 결과를 분석하여 개선사항을 도출하고, 실제 농업 현장의 요구를 반영한 교육 자료를 설계 및 제작할 것이다. 또한, 본 연구는 매뉴얼의 시범 운영과 피드백 수집을 통해 실질적이고 적용 가능한 표준서를 완성하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 드론 방제 기술의 활용도를 높이고, 농업 환경 보호와 지속 가능한 농업 발전에 기여할 것으로 기대된다.

II. 무인항공살포기의 안전사용 매뉴얼 구성

2.1 무인항공살포기의 약제 살포 특성

무인항공살포기는 농약 살포의 효율성과 정확성을 높이는 도구로, 회전익 항공기의 하향풍을 활용하여 농약 입자를 확산시키고 작물을 도달시킨다. 살포 효과는 비행 고도, 속도, 노즐 배열, 풍향 및 풍속 등 다양한 요인에 의해 좌우됩니다. 특히 비산 방지는 살포 작업의 주요 과제로, 노즐 설정, 살포 고도 조정, 바람 방향 고려 등을 통해 비산 범위를 최소화해야 한다. 또한 무인헬리콥터와 무인멀티콥터는 기체 구조와 동력 방식에서 차이가 있으며, 각각 조작의 용이성과 비산 관리에 장단점을 가지고 있다. 이러한 무인항공살포기의 운용은 비산으로 인한 환경 오염을 줄이고 농약의 효율적 사용을 촉진하기 위해 표준화된 지침과 안전 수칙이 필수적이다.

2.2 비산방지를 위한 대책

비산 방지를 위한 대책은 농약 살포 과정에서 발생하는 비산으로 인한 환경 오염과 작물 피해를 최소화하는 데 중점을 둔다. 우선 살포 작업 전 주변 작물과 민감 지역(양봉, 양계, 친환경 농가 등)을 조사하여 주의 구역을 설정하고, 살포 방향과 고도를 조정해야 한다. 바람이 약할 때 풍향을 고려하여 작업하며, 겸중된 정품 노즐을 사용해 적정 압력과 살포

량을 유지하는 것이 중요하다. 살포 시 농장의 끝부분에서는 외측에서 내측으로 진행하여 비산량을 줄이고, 목표물 근처에서 신중히 살포해야한다. 이러한 대책은 농약의 비산을 줄이는 데 효과적이며, 환경 보호와 안전한 농업 작업을 지원합니다.

III. 드론 방제관리시스템 표준화의 미래 전망

드론 방제관리시스템의 표준화는 농업 및 산림 관리에서 효율성과 안전성을 동시에 높이는 중요한 과제이다. 현재 드론 방제는 시간과 노동력을 절감하고 고령화된 농업 인구 문제를 해결하는 데 기여하고 있지만, 농약 비산으로 인한 환경 오염 및 주변 작물 피해 문제는 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있습니다. 이를 해결하기 위해 비산 방지 기술과 안전 지침을 포함한 표준화된 관리 시스템의 도입이 필수적이다.

표준화된 방제관리시스템은 드론의 농약 살포 효율성을 극대화하며, 살포 과정에서 발생할 수 있는 환경적 문제를 줄이는 데 기여할 것이다. 구체적으로는 농약 비산 저감 노즐 개발, 살포 구역 관리 기준 확립, 기체의 운용 매뉴얼 작성 등 기술적 표준화가 필요하다. 드론 매뉴얼을 표준화를 위한 핵심 기술은 드론의 운용 특성을 반영하고 이에 따른 살포 결과를 도출해야하낟. 이러한 시스템은 PLS(농약 허용기준 강화제도)와 같은 법적 규제를 충족하는 동시에 농업인의 안전을 보장할 수 있는 방향으로 발전할 것이다.

스마트 농업 기술의 발전과 함께 드론 방제는 정밀 농업 시스템과 연계되어 데이터 기반의 방제 기술로 진화할 전망이다. 이를 통해 농작물별 생육 상태와 병해충 발생 지역에 따라 최적화된 농약 살포가 가능해질 것이다. 예를 들어, GPS 및 센서 기술을 활용하여 특정 작물이나 병해충에만 정밀하게 농약을 살포함으로써 농약 사용량을 줄이고 환경 부담을 최소화할 수 있다. 그러나 기존의 발주자, 시행자, 감독자, 책임기술자, 현장대리인, 작업원의 역할을 현장에 맞게 재정립이 필수적이다.

드론 조종자의 전문성 강화를 위한 체계적인 교육 프로그램과 운용 매뉴얼 개발도 필수적이다. 이를 통해 드론 조종자의 실수를 줄이고, 법적 요건을 준수하는 안전한 방제 작업을 보장할 수 있다. 아울러, 지속적인 기술 개선과 현장 피드백을 반영한 시스템 업데이트를 통해 더욱 안전하고 효과적인 방제 환경이 조성될 것이다. 표준화된 매뉴얼을 바탕으로 최종 작업자인 작업원을 대상으로 교육이 시행되어야 미래의 드론활용 방제 및 정밀방제 구현이 가능하다. 결론적으로, 드론 방제관리시스템의 표준화는 효율적이고 친환경적인 농업을 실현하는 데 중요한 역할을 할 것이다. 이를 통해 농업 생산성과 환경 보전을 동시에 달성하며, 지속 가능한 스마트 농업의 핵심 기술로 자리 잡을 것이다.

III. 결론

산림 방제와 농업 방제는 대상 지역의 환경적 특성, 해충의 종류, 사용되는 장비 및 기술, 그리고 적용되는 법규와 안전 지침에서 큰 차이가 있다. 그러나 매뉴얼의 구성이 유사하고 중복되는 내용이 다수로 발견되었다. 산림 지역은 지형이 복잡하고 수목의 높이가 다양하여 드론 운용 시 특별한 기술과 안전 대책이 필요하다. 또한 산림은 생태계 보호를 위한 환경 영향 평가가 중요하며, 비산 방지를 위한 대책도 산림 특성에 맞게 마련되어야 한다. 반면 농업 방제는 주로 평지에서 이루어지며, 작물의 종류와 생육 단계에 따라 방제 방법과 기준이 달라진다. 따라서 현장에서의 실용성과 안전성을 높이기 위해서는 산림 방제와 농업 방제의 매뉴얼을 별도로 구축하는 것이 필요하다. 이는 작업 효율 향상과 비산 방지, 그리고 관련 법령의 정확한 준수를 위해 표준 매뉴얼을 별도로 구성할 필요성이 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교) 연구개발과제 지원에 의한 연구임
(과제명: 토양오염 방지를 위한 드론방제 실습 표준서 개발)

REFERENCES

- [1] LIM, Jintaek. "Characteristics analysis of agricultural control drones using smart operation modes." *Journal of Convergence Information*, No. 9(10), pp. 108-113, 2019.
- [2] KIM, Youngsoo, and PARK, Minho. "Economic efficiency and perception analysis of agricultural control drones." *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, No. 21(2), pp. 123-130, 2020.
- [3] LIM, Jintaek. "Study on spraying area calculation algorithm for agricultural control drones." *Journal of Convergence Information*, Vol. 10, No. 10, pp. 135-142, 2020.
- [4] LEE, Uram. "Experimental verification on the characteristics of agricultural control drones using smart operation modes." *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 9, No. 6, pp. 1049-1055, 2023.

실시간 다중 언어 인식을 위한 LSTM 기반 OCR 번역 시스템 구현

김정현¹, 이솔¹, 노윤홍², 정도운^{1*}

¹동서대학교 인공지능응용학과

²부산디지털대학교 컴퓨터공학과

Implementation of an LSTM-based OCR Translation System for Real-time Multilingual Recognition

Jung-Hyun Kim¹, Sol Lee¹, Yun-Hong Noh², Do-Un Jeong^{1*}

¹Department of Applied Artificial Intelligence, Dongseo University

²Department of Computer Engineering, Busan Digital University

Abstract In this paper, we present an LSTM-based OCR translation system designed for real-time multilingual recognition from unstructured documents. The system integrates EasyOCR for optical character recognition with an LSTM-based seq2seq model for language translation. By utilizing CNN and BiLSTM, EasyOCR achieves high-speed text recognition and supports multiple languages simultaneously. The LSTM-based seq2seq model ensures accurate translation while maintaining contextual integrity. Experimental results demonstrate the system's effectiveness in translating English, Korean, and mixed-language texts.

- Key Words : OCR, EasyOCR, Deep Learning, Language Translation, CNN, LSTM

I. 서론

IT산업의 급속한 발전으로 현대인들에게 확대된 정보의 접근성과 활용성은 오프라인 중심 활동에서 온라인 활동을 중심으로 전환이 가속화되고 있다[1]. 전 세계적으로 다양한 언어와 문화를 기반으로 한 콘텐츠가 쉽게 소비될 수 있게 되었지만, 언어의 장벽은 여전히 주요한 문제로 남아 있다. 이 문제는 글로벌화된 환경에서 정보 접근성 및 활용성에 큰 제약으로 작용하고 있으며, 이를 해결하기 위해 다양한 언어 번역 기술이 꾸준히 개발되고 있다.

인공지능(AI)의 발전은 기존의 통계 기반 시스템보다 더욱 자연스러운 번역 결과를 제공하며, 최근의 딥러닝 기술은 번역 품질을 획기적으로 향상시켜 사용자 경험을 크게 개선하고 있다. 다국어 번역 시스템의 활용도는 다양한 분야에서 점점 높아지고 있다. 그러나 이미지나 PDF 등 비정형 문서에서는 번역 정확도와 효율성이 떨어지는 경우가 많다. 기존 번역 시스템은 일반 사용자가 실시간으로 문서의 텍스트를 번역하는 데 접근하기 어려운 문제도 존재한다. OCR과 번역 과정을 결합한 시스템 개발이 시도되고 있지만, 기존 연구들은 특정 형식에 초점이 맞춰져 있어 일반적으로 활용하는 데 많은 제약이 있다.

본 논문에서는 비정형 데이터의 실시간 다중 언어 번역을 위한 LSTM 기반 OCR 번역 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 비정형 문서에서 텍스트를 실시간으로 추출하고, 추출된 텍스트를 정확하고 자연스럽게 번역하는 데 중점을 두고 설계되었다.

II. LSTM 기반 OCR 번역 시스템 구현

2.1 EasyOCR 기반 비정형 문자인식 시스템 구성

본 논문에서는 LSTM 기반의 OCR 번역 시스템을 제안한다. 이 시스템은 하면 및 비정형 데이터로부터 실시간으로 텍스트를 추출하는 OCR과 추출된 텍스트를 사용자가 원하는 언어로 번역하는 LSTM 기반의 seq2seq 모델로 구성된다. OCR 분야에서는 다양한 오픈소스 도구들이 활용되고 있으며, 현재 많은 연구에서 사용 중인 오픈소스로는 Tesseract, EasyOCR, PaddleOCR이다. 그중 EasyOCR은 CNN과 BiLSTM 기반의 딥러닝 모델을 사용해 텍스트를 인식하며 높은 처리 속도를 제공하는 장점이 있다. 또한 PyTorch 기반으로 설계되어 GPU 가속을 지원함으로써 여러 언어를 동시에 인식할 수 있다[2]. 이에 다양한 언어를 동시에 인식할 수 있고 Tesseract와 PaddleOCR에 비해 처리 속도가 빠른 EasyOCR을 활용하여 LSTM 기반의 OCR 번역 시스템을 구현하였다. Fig 1에 구현된 시스템의 구성도를 제시하였다.

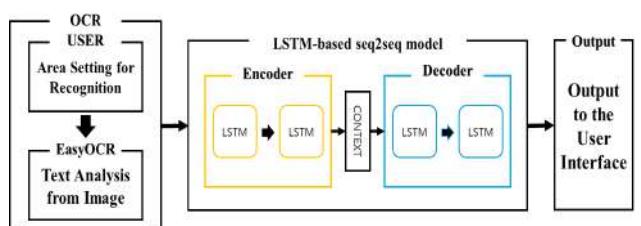


Fig. 1. Example of an LSTM-Based OCR Translation Program

2.2 LSTM 기반 seq2seq 언어 번역 모델

본 논문에서 사용된 LSTM 기반의 seq2seq 모델은 순차 데이터를 처리하는 데 최적화된 구조로 언어 번역 작업에서 우수한 성능을 발휘한다. 기존 RNN 기반 모델과 비교했을 때, 기울기 소실 문제를 극복하여 안정적인 학습이 가능하며, 다양한 층면에서 개선된 특징을 갖추고 있다. 이를 위해 설계된 셀 상태의 게이트 구조는 모델이 중요한 정보를 기억하고 불필요한 정보를 제거하도록 되어 있다. 번역 작업에서는 단순히 단어를 대체하는 수준이 아니라 문맥의 의미를 유지하는 것도 중요하며, LSTM은 문맥 정보를 효과적으로 학습하여 자연스럽고 문맥적으로 적합한 번역 결과를 생성할 수 있다. 구현된 모델은 두 개의 LSTM 레이어와 하나의 Global Average Pooling 레이어로 구성되어 있다. EasyOCR을 통해 추출한 텍스트는 입력 데이터로 사용된다. 입력된 데이터를 바탕으로 반복 학습을 수행하여 자연스럽고 문맥적으로 적합한 번역 결과를 제공한다. 또한 DropOut과 EarlyStop을 사용하여 과적합을 방지하였다. Table 1에 구현한 LSTM 기반의 seq2seq 모델의 구조를 나타내었다.

Table 1. Designed LSTM

Number	Layer type	func.
1	encoder_lstm (LSTM)	sigmoid
2	encoder_lstm (LSTM)	sigmoid
3	Global Average Pooling	
4	decoder_lstm (LSTM)	sigmoid
5	decoder_lstm (LSTM)	sigmoid
6	Dense(softmax)	softmax

III. 실험 및 결과

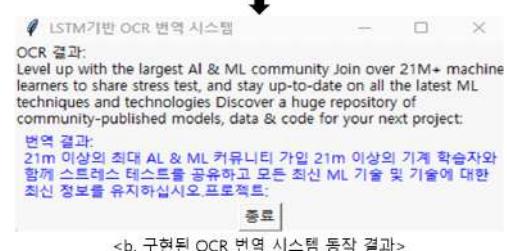
본 논문에서 제안하는 실시간 다중 언어 인식을 위한 LSTM 기반의 OCR 번역 시스템은 사용자 중심의 편의성을 강화하여 사용자가 원하는 영역을 직접 설정할 수 있도록 설계되었다. 사용자는 번역이 필요한 영역을 선택할 수 있으며, 시스템은 해당 영역을 기반으로 OCR과 번역 작업을 시작한다. 설정된 영역은 EasyOCR을 통해 분석되며, 해당 영역에 포함된 비정형 텍스트는 CNN과 BiLSTM 기반의 기술을 통해 추출된다. 이후 추출된 텍스트는 LSTM 기반의 seq2seq 모델로 입력되어 사용자가 지정한 목표 언어로 변환된다.

구현된 LSTM 기반의 seq2seq 모델은 AIHub에서 제공하는 대규모 언어 학습 데이터셋을 활용하여 훈련되었다. 데이터셋은 다양한 언어에 대한 문장 데이터를 포함하고 있지만, 본 논문에서는 영어와 한국어를 중점적으로 학습하였다. 구현된 시스템의 성능을 실험하기 위해 영어 문장, 영어와 한국어가 혼합된 문장, 한국어 문장을 각 50개씩 준비하여 영역을 설정하고 이를 번역하는 실험을 진행하였다. 실험 결과, 영어 문장은 90%, 혼합 문장은 92%, 한국어 문장은 92%의 번역 정확도를 나타냈다. Fig 2는 구현된 시스템의 LSTM 기반 OCR 번역 시스템 테스트 예시를, Table 2는 번역 시스템 성능 테스트 결과를 나타내고 있다.

Level up with the largest AI & ML community

Join over 21M+ machine learners to share, stress test, and stay up-to-date on all the latest ML techniques and technologies. Discover a huge repository of community-published models, data & code for your next project.

<a. 입력데이터(온라인 영문 웹사이트)>



<b. 구현된 OCR 번역 시스템 동작 결과>

Fig. 2. Test Example of an LSTM-Based OCR Translation System

Table 2. Performance test result with Translation System

Sample	EN	EN + KO	KO
Example	45/50	46/50	46/50
Avg.	90 %	92 %	92 %

IV. 결론

본 논문에서는 실시간 다중 언어 인식을 위한 LSTM 기반 OCR 번역 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 실시간으로 인식된 문자를 사용자가 원하는 언어로 번역하는 것을 중점적으로 설계되었다. 이 시스템은 높은 처리 속도와 동시 문자인식을 지원하는 EasyOCR을 채택하였고, LSTM 기반의 seq2seq 모델을 통해 사용자의 언어로 번역된다. 시스템 동작 실험을 위해 영어 문장, 한국어 문장, 혼합 문장을 각각 50개씩 준비하여 실시간 번역을 진행하였다. 실험 결과, 영어 문장은 90%, 혼합 문장은 92%, 한국어 문장은 92%의 번역 정확도를 보였다. 그러나 일부 특수 문자를 인식하지 못하거나 번역 과정에서 직역으로 인해 어색한 문장이 생성되는 문제, 두 개의 문장을 동시에 번역하는 문제 등이 확인되었다. 향후 연구에서는 사용자가 OCR 모델을 선택할 수 있도록 하고, 다양한 환경에서 정확한 번역이 이루어지도록 모델을 개선하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] J. A. Lee. “report on Korea’s Consumer Life Index”, Korea Consumer Agency
- [2] Soo Eun. Oh. (2023, November 30). [OCR/AI] 2023 Latest OCR API Comparison and Evaluation Test. DEVOCEAN.

비전문가용 LSTM 모델 기반 주가 예측 및 지표 시각화 시스템

한윤희¹, 김종태¹, 이우범^{1*}

¹상지대학교 정보통신소프트웨어공학과

LSTM Model-based Stock Price Prediction and Indicators Visualization System for non-experts

Yun-Hee Han¹, Jong-Tae Kim¹, Woo-Beom Lee^{1*}

¹Department of Information and Communication Software Engineering, Sangji University

Abstract This paper aims to enhance the accuracy of stock price prediction by designing and implementing an LSTM(Long Short-Term Memory)-based prediction system and a user-friendly GUI(Graphical User Interface) accessible to non-experts. The stock price data used in this study spans 20 years of major listed companies in South Korea and includes preprocessing steps incorporating key technical indicators such as the MFI(Money Flow Index) and OBV(On-Balance Volume). Also, the implemented LSTM model predicts stock prices for the next day, month, or year using the crawled top 10 stocks of Naver Finance. Experimental results demonstrate that the proposed model performs stably during the training and validation phases. In particular, the implemented GUI provides users with intuitive prediction results and key indicators, so even non-experts can easily use it.

- Key Words : LSTM, Stock Price Prediction, GUI, MFI, OBV, Deep Learning Applications, Financial Data Analysis

I. 서론

주가 예측은 금융 시장에서 투자자들의 의사결정과 리스크 관리에 중요한 요소로, 이에 대한 예측 가능성을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 최근 금융 데이터의 특성을 고려한 인공지능과 딥러닝 기법이 도입되면서 보다 정교한 예측 모델을 개발하려는 시도가 이어지고 있다[1]. 기존 연구들에서는 이동평균, 회귀분석과 같은 통계적 기법이 주로 사용되었으나[2], 주가 데이터는 고도로 비선형적이고 시계열적인 특성을 지니며, 다양한 외부 요인에 의해 영향을 받기 때문에 정확한 예측에 여전히 어려움이 존재한다[3].

본 연구는 주가 예측의 정확성을 높이기 위해 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 활용한 시계열 분석과 주요 기술적 지표를 결합한 방법론을 제안한다. 연구 대상 주식은 한국의 주요 상장사들을 선정하여 20년에 걸친 주가 데이터를 수집하였으며, 예측 모델 구축을 위해 자금 흐름을 반영하는 MFI(Money Flow Index)와 거래량 지표인 OBV(On-Balance Volume)를 포함한 기술적 지표를 기반으로 데이터 전처리 과정을 수행한다.

II. 본론

2.1 주가 예측을 위한 LSTM 모델

본 연구에서는 2024년 10월 기준으로 상위 10가지 주가 데이터를 각각 10가지 엑셀 데이터로 변환한 후, 시계열 패턴인식에 뛰어난 LSTM 모델을 이용한다[4]. 엑셀 파일로 변환한 상위 10 가지 주가 데이터를 이용하여 주가의 패턴 및 특징을 시계열로 인식하여 복잡한 주가 패턴을 파악한다. 상위 10가지 주가 데이터는 각각 삼성전자, 고려아연, 에코프로비엠, 에코프로, 금양, SK하이닉스, 아모레퍼시픽, 네이처셀, 두산에너빌리티, DS단식이다. 각각의 상장 일자는 1975년, 1976년, 2019년, 2007년, 1975년, 1996년, 1973년, 1998년, 2000년, 2023년이고, 엑셀 파일에 수집된 시작 일자는 각각 1996년, 2019년, 2007년, 1996년, 1996년, 2006년, 1998년, 2000년, 2023년이다. 주가를 예측하기 위한 LSTM 모델을 학습 및 검증하기 위해 한국인에게 친숙한 “네이버 금융” 사이트의 상위 10가지 주식 주가 Database를 크롤링하여 사용한다[5].

처음 크롤링한 Database는 10가지 주가 데이터이며, 각 주식당 1개의 엑셀 파일을 가진다. 실시간으로 업데이트되는 주가를 크롤링하기 때문에 하루의 데이터라도 여러 라인으로 데이터를 형성한다. 처음 크롤링한 Database는 Fig. 1과 같다. 그러나 우리는 처음 크롤링한 데이터를 예측 및 MFI, OBV 계산이 용이하도록 라인당 하루로 다운 샘플링하여 사용하도록 변경 후, 사용한다. 다운 샘플링함으로써 데이터 처리속도를 향상시키며, 주가 엑셀

데이터를 하루 단위로 라인을 재정의하여 주가 패턴의 복잡성을 감소시키고, 모델 학습 과정을 단순화한다.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date	Close	Price Diff	Open	High	Low	Volume
2	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
3	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
4	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
5	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
6	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
7	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
8	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
9	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
10	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
11	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
12	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
13	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
14	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
15	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
16	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
17	1996.06.27	66,900	하락800	67,500	67,700	66,700	155,450
18	1996.06.27	66,900	하락800	67,500	67,700	66,700	155,450

Fig. 1. Initial Crawled Database

라인이 하루 단위로 재정의된 엑셀 파일은 Fig. 2와 같다. Date는 주가에 대한 날짜, Close는 종가, Price Diff는 주가 변동, Open은 시가, High는 고가, Low는 저가, Volume은 거래량이다.

우리가 사용하는 전처리된 10가지 주식의 주가는 총 41,485개의 데이터를 가지고 있으며, 32,182개를 학습 데이터셋, 7,293개를 테스트 데이터셋으로 분류한다. 학습 데이터셋은 10가지 주식 주가에 대한 엑셀 파일에 각각 삼성전자 5,426개, 고려아연 3,045개, 에코프로비엠 2,368개, 에코프로 3,045개, 금양 3,045개, SK하이닉스 4,077개, 아모레퍼시픽 3,044개, 네이처셀 3,042개, 두산에너빌리티 3,045개, DS단석 3,045개를 사용한다. 데이터분할은 모델의 학습과 검증 과정을 신뢰성있게 수행하기 위함이다.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date	Close	Price Diff	Open	High	Low	Volume
2	1996.06.25	67,500	보합0	66,500	68,300	65,600	112,960
3	1996.06.26	67,700	상승200	67,600	67,900	66,000	136,630
4	1996.06.27	66,900	하락800	67,500	67,700	66,700	155,450
5	1996.06.28	68,100	상승1,200	67,300	68,500	67,200	138,430
6	1996.06.29	68,500	상승400	68,100	69,100	67,100	96,710
7	1996.07.01	72,000	상승3,500	69,000	72,300	68,800	147,310
8	1996.07.02	72,900	상승900	72,000	74,100	72,000	276,270
9	1996.07.03	72,500	하락400	72,900	73,200	71,700	100,330
10	1996.07.04	71,900	하락600	72,800	73,000	71,500	80,830

Fig. 2. Redefined Database

2.2 주가 예측 지표 GUI(Graphical User Interface)

본 연구에서는 상위 10가지 주식에 대해 주가 예측과 주가 지표를 기반으로 한 분석 그래프를 GUI에 디스플레이하는 시스템을 제시한다.

예측 대상의 주가는 현재 시점(오늘)으로부터 하루 뒤, 한 달 뒤, 일 년 뒤의 하루 주가로 설정하였으며, 이를 예측하기 위해 LSTM 모델을 주식 데이터셋에 특화되도록 학습한다. 학습된 모

델은 GUI를 통해 실시간으로 예측 결과를 보여주며, 사용자는 편리하게 주가 예측 결과를 확인한다.

또한, 주가 지표로서 그래프를 화면에 제공하며, 이에 대하여 제공할 그래프는 4개이다. MFI 그래프, OBV 그래프, Close 그래프가 있고, 주가의 주요 지표인 Close, Open, High, Low 값을 하나의 그래프로 시각화한다. 이러한 지표는 사용자가 주가 예측과 분석을 보다 효율적으로 수행할 수 있도록 제공되며, 주가의 흐름과 패턴을 직관적으로 파악하는 데 도움을 준다. 이를 통해 본 연구는 주가에 대한 예측 및 분석이 사용자에게 주식에 대한 지식이 부족하더라도 쉽게 사용할 수 있는 유용한 투자 정보를 제공하는 시스템을 제시하고자 한다.

III. 실험

3.1 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 LSTM 모델 기반 주가 예측 및 지표 시각화 시스템의 시스템 구성도는 Fig. 3과 같다. 입력 데이터로 시계열 형태인 주가 데이터를 네이버 금융에서 크롤링하여 활용한다. 입력 데이터로 받은 주가 데이터를 표 형태로 변환하여 시계열 데이터의 시간 간격을 하루 단위로 설정한다. 이에 따라 시간의 흐름을 하루 단위에 맞춰서 주식 하나당 하나의 엑셀 파일에 작성되며, 하루 단위의 순차적인 라인 값을 그래프의 값으로 매핑하여 GUI에 시각화한다.

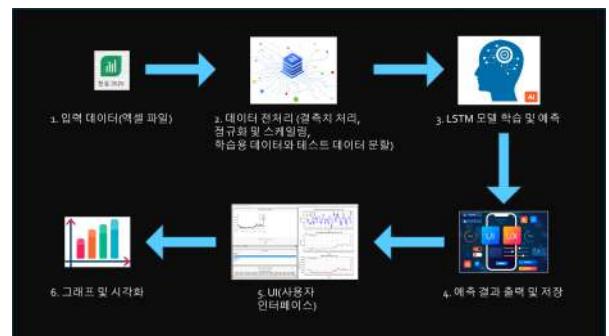


Fig. 3. System Architecture Diagram

변환된 표의 주가 데이터 값들은 pandas 라이브러리를 이용하여 엑셀 파일에 저장하며, 학습 데이터셋을 이용하여 LSTM 모델을 학습하고, 테스트 데이터셋을 이용하여 LSTM 모델의 성능을 검증한다.

3.2 실험 환경

본 연구에서 주가 분석을 위한 “Close, Open, High, Low, Volume”를 분석하는 시스템의 성능 실험을 위한 하드웨어 환경은 CPU AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor, GPU NVIDIA

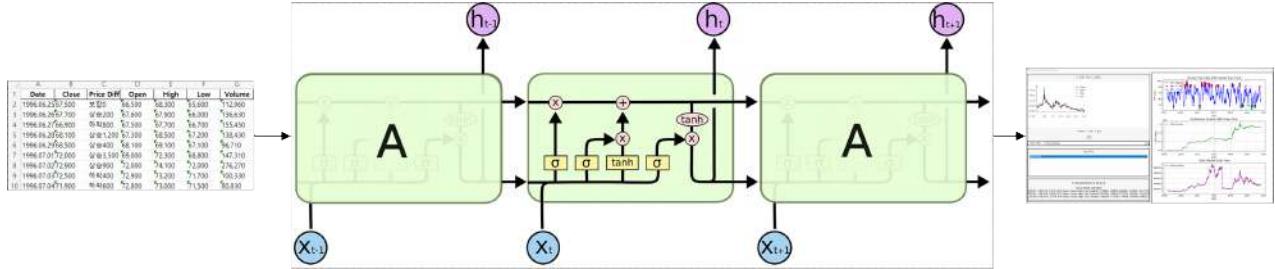


Fig. 4. 주가 예측 LSTM Model

GeForce GTX 1060 3GB, RAM 32GB이고, 운영체제는 Window11이며, 개발 환경은 Python_3.12, keras_3.6.0, numpy_24.3.1, tensorflow_24.3.1, scikit-learn_24.3.1을 이용하여 실험한다.

3.3 LSTM 모델 기반 주가 예측 시스템 설계

본 연구에서 제안하는 LSTM 모델은 Fig. 4와 같다. 현재로 지정된 다음날, 한 달 뒤, 일 년 뒤의 하루를 각각 사용자 지정 함수인 `sequential_predict_and_adjust` 함수로 예측하여, “Open, Close, High, Low, Volume” 값을 반환한다. `sequential_predict_and_adjust` 함수는 연속 예측을 담당하는 함수이며, 주가는 전날의 $\pm 30\%$ 범위내에서 오늘의 주가가 형성되기 때문에 범위 조정과, 100원 단위로 예측하므로 2번째 자리까지 반올림하는 기능을 포함한다.

3.4 주가 예측 성능평가

학습 데이터셋을 이용하여 학습 및 검증한 결과는 Fig. 5와 같다. Training Loss는 0.001 이하, Training Mean Absolute Error는 0.01 이하로 수렴하였고, Validation Loss는 0.0025 이하, Validation Mean Absolute Error는 0.012 이하로 나타났다. 이는 모델이 다음 날 예측에서 만원 단위의 값을 정확하게 맞출 수 있음을 의미한다.

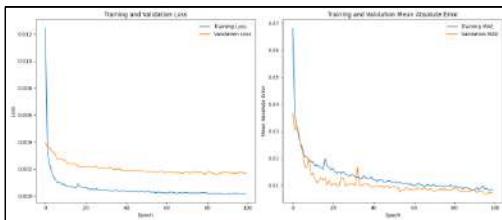


Fig. 5. LSTM Model Training and Validation

3.5 MFI, OBV 계산

본 연구에서 사용한 MFI와, OBV는 주가를 예측하기 위한 일반적인 지표로 사용되고 있다. MFI 계산은 전형적 가격(Typical Price; TP), Money Flow(자금 흐름), Positive Money Flow(PMF)와

Negative Money Flow(NMF) 분류, 14일 동안의 Positive와 Negative Money Flow 합산(Positive Money Flow Sum 또는 Negative Money Flow Sum), 자금 흐름 비율(Money Flow Ratio; MFR), MFI 순서로 계산된다.

$$TP = \frac{High + Low + Close}{3} \quad (1)$$

$$MF = TP \times Volume \quad (2)$$

$$MFR = \frac{\sum PMF}{\sum NMF} \quad (3)$$

$$MFI = 100 - \left(\frac{100}{1 + MFR} \right) \quad (4)$$

$$OBV_T = \begin{cases} OBV_Y + Volume_T & \text{if } Close_T > Close_Y \\ OBV_Y - Volume_T & \text{if } Close_T < Close_Y \\ OBV_Y & \text{if } Close_T = Close_Y \end{cases} \quad (5)$$

where. T : Today and Y : Yesterday

순서대로 TP 계산은 식 (1)과 같이 계산하고, MF 계산은 식 (2)과 같이 계산하며, PMF와 NMF 분류는 TP가 이전 기간보다 증가했으면 PMF를 계산하고, 감소했으면 NMF로 계산한다. PMF인 경우, 최근 14일 동안의 PMF 합계를 계산한다. NMF인 경우, 최근 14일 동안의 NMF 합계를 계산한다. MFR 계산은 식 (3)과 같이 계산하고, 최종적인 MFI 계산은 식 (4)과 같이 계산한다. 일반적으로 MFI가 80이상이면 과매수 상태, 20 이하이면 과매도 상태로 간주한다.

OBV 계산은 식 (5)와 같이 3가지 경우가 있다. 오늘의 종가가 이전 날 종가보다 높으면, 오늘의 거래량을 더한다. 오늘의 종가가 이전 날 종가보다 낮다면, 오늘의 거래량을 뺀다. 종가가 동일하면 전날의 OBV를 오늘의 OBV로 한다.

3.6 사용자 인터페이스

본 연구에서 구현한 LSTM 모델 및 지표의 GUI 구성은 Fig. 6과 같다.

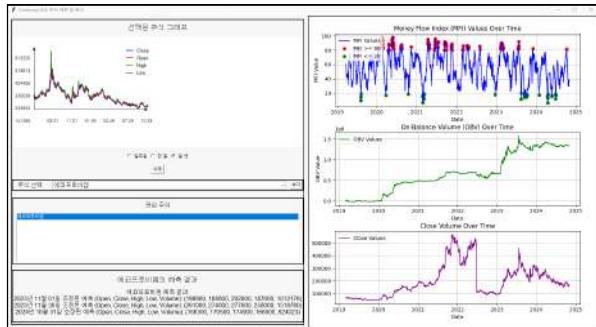


Fig. 6. Our Stock Prediction System.

Fig. 6 왼쪽 UI는 크게 “선택된 주식 그래프”, “주식 선택”, “관심 주식”, “예측 결과”가 있다. “선택된 주식 그래프”에서는 현재부터 과거의 Close, Open, High, Low값들이 그래프로 표시된다. 순서대로 각각 파랑, 빨강, 초록, 보라 그래프로 나타난다. 오른쪽 UI는 위에서부터 “MFI”, “OBV”, “Close” 값에 대한 그래프가 있다. “MFI” 그래프는 80 이상인 경우에는 과매수를 의미하며, 20 이하인 경우에는 과매도를 의미한다. 이에 따라서 MFI값이 80이상인 경우에는 빨강으로 표시하고, 20이하인 경우에는 초록으로 표시하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 주가 예측에서 비전문가도 활용 가능한 LSTM 모델 기반의 예측 시스템을 구축하고, 이를 사용자 친화적인 GUI로 시각화하여 예측 결과를 제공하는 방법을 제시한다. 연구 과정에서 상위 10개 주식의 장기 데이터를 크롤링하고, 이를 LSTM 모델을 통해 학습 및 예측하여 주가 예측의 정밀도를 높이고자 한다. 실험 결과, 본 시스템은 학습 및 검증 데이터에서 낮은 Loss와 Mean Absolute Error를 보이며, 안정적이고 신뢰성 있는 예측 성능을 나타냈다. 특히 GUI는 사용자가 과매수 및 과매도 상태를 손쉽게 파악할 수 있도록 MFI와 OBV 지표를 그래프로 시각화하여 직관적인 정보를 제공한다.

본 연구의 의의는 주가 예측을 위한 딥러닝 모델을 비전문가가 쉽게 사용할 수 있도록 GUI로 구현함으로써 투자자들에게 실질적인 의사결정 도구를 제공하는 데 있다. 향후 연구에서는 더 다양한 기술적 지표를 적용하거나 예측 모델을 고도화하여 예측 정확도를 더욱 높이는 방안을 고려할 수 있다. 또한, 주가 외의 다른 금융 데이터에도 적용할 수 있는 확장 가능성을 탐색하는 연구도 필요할 것이다.

REFERENCES

- [1] K. Lee, J. Park, and H. Kim, "Enhancing Stock Pattern Prediction Accuracy Using Data Augmentation in Deep Learning," Journal of KIISE, vol. XX, no. XX, pp. XX-XX, 2019. Available:

<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORsChArticle.do?cn=JAKO201919163740696>

- [2] H. Lee and K. Kim, "A Study on Stock Prediction Using Time-Series Analysis," Korean Journal of Finance, vol. 23, no. 2, pp. XX-XX, 2015.
- [3] J. Kim, S. Lee, and M. Park, "A Study on Stock Price Trend Prediction Using GraphDB and Deep Learning Techniques," Korean Journal of Science and Technology Studies, vol. XX, no. XX, pp. XX-XX, 2023. Available: <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORsChArticle.do?cn=DIK00015942906>
- [4] F. A. Gers, J. Schmidhuber, and F. Cummins, "Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM," Neural Computation, vol. 12, no. 10, pp. 2451-2471, 2000.
- [5] Naver Finance Website, "Naver Finance - Domestic Market," [Online]. Available: <https://finance.naver.com>
- [6] M. S. Lee, H. J. Lee, and Y. S. Lee, "Stock Price Prediction Using Category-Neutral Words: Application of Text Mining," Journal of Intelligent Information Research, vol. 23, no. 2, pp. 123-138, 2017. Available: <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07189917>
- [7] J. Jung and J. Kim, "Performance Analysis of Stock Price Prediction Models Using LSTM with Different Training Methods," Journal of Digital Convergence Research, vol. 18, no. 11, pp. 259-266, 2020. Available: <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORsChArticle.do?cn=JAKO202034352379471>
- [8] S. Lee and J. Kim, "Stock Price Prediction Using LSTM and Bidirectional Recurrent Neural Networks," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 22, no. 11, pp. 1345-1351, 2018.

ResNet-18을 이용한 옥수수 잎 병충해 분류

최다원, 한윤희, 이우범*

상지대학교 정보통신소프트웨어공학과

Corn Leaf Diseases and Pests Classification Using ResNet-18

Da-won Choi, Yun-Hee Han, Woo-Beom Lee*

Department of Information and Communication Software Engineering, Sangji University

Abstract This study proposes a classification system utilizing the ResNet-18 model for the early diagnosis and management of corn leaf diseases and pests. Corn, as a critical global crop resource, is significantly affected by pests, which necessitates the development of automated, deep learning-based solutions to mitigate such impacts. The ResNet-18 model, leveraging its residual connection structure, facilitates stable learning in deep neural networks and improves generalization performance through data augmentation and transfer learning. In the training phase, data augmentation techniques such as resizing, rotation, and brightness adjustment were applied to enhance data diversity, while minimal preprocessing was conducted during the validation phase to ensure evaluation reliability. The proposed model achieved high prediction accuracy for individual pest and disease classes, as verified through a confusion matrix, and was implemented into a user-friendly GUI(graphical user interface) for practical application. This study contributes to enhancing the accuracy and efficiency of pest diagnosis systems and holds potential for further improvement through dataset expansion and the adoption of advanced model architectures.

- Key Words : ResNet-18, Corn Leaf Diseases, Deep Learning, Data Augmentation, GUI

I. 서론

옥수수는 전 세계적으로 중요한 곡물 자원 중 하나로서, 안정적인 생산을 보장하기 위한 병충해 진단 및 관리가 필수적이다 [1]. 특히, 옥수수 잎에 발생하는 병충해는 광합성 저해와 생육 저하를 초래하여 작물 생산량에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라, 병충해의 조기 발견과 효율적 관리를 위한 자동화 시스템 개발이 요구되고 있다.

최근 딥러닝 기술의 급속한 발전은 이미지 인식 분야에 큰 변화를 가져왔으며, 이러한 기술을 농업 분야에 적용함으로써 병충해 진단의 정확도와 효율성을 개선할 수 있게 되었다. 특히, ViT(Vision Transformer)나 EfficientNet-L2와 같은 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)은 높은 성능의 이미지 분류 능력을 바탕으로 다양한 병충해 진단 연구에 효과적으로 활용되고 있다.

본 연구에서는 ResNet-18 모델을 활용하여 옥수수 잎의 병충해를 분류하는 시스템을 설계한다. 이를 위해 데이터 증강 기법을 통해 다양한 환경에서 촬영된 옥수수 잎 이미지를 확보하고, 모델 학습에 활용함으로써 성능을 향상하고자 한다.

최종 목표는 학습된 모델을 바탕으로 일반 사용자가 손쉽게 접근할 수 있는 병충해 예측 도구 개발이다. 이를 통해 농업 종사자와 일반 사용자 모두가 옥수수 잎의 병충해 여부를 신속히

게 확인할 수 있는 사용자 친화적인 시스템을 제공하고자 한다.

II. 관련 연구

딥러닝 기반 이미지 분류 기술은 최근 의료, 산업, 농업 분야 등 다양한 응용 분야에서 주목받고 있으며, 특히 농작물의 병충해 진단 및 예측 분야에서도 효과적인 기술로 자리 잡아가고 있다. 기존 연구들은 농업 분야에서 발생하는 다양한 병충해를 조기에 진단하고 관리하기 위한 기술 개발을 목표로 하고 있으며, 주요 기술로는 CNN(Convolutional Neural Network) 기반의 이미지 분류 모델이 활용되고 있다. 특히 ResNet, VGG, AlexNet 등 대표적인 CNN 모델들은 높은 성능을 보여 농업 이미지 데이터에 널리 적용된다.

ResNet-18 모델은 잔차 연결(residual connection) 구조를 통해 깊은 신경망 층에서도 효율적인 학습이 가능하게 설계된 모델로, 기존 CNN 모델들이 학습 과정에서 겪는 기울기 소실 문제를 효과적으로 완화한다. 이러한 특징 덕분에 ResNet-18 모델은 농작물의 병충해 분류 작업에 적합한 모델로 평가되며, 몇몇 연구에서는 옥수수, 밀, 사과 등 농작물 병충해 데이터를 활용한 분류 작업에서 우수한 성능을 기록한 바 있다. 특히, 이미지 데이터 증강(data augmentation)과 전이 학습(transfer learning) 기법을 함께 사용하여 모델의 일반화 성능을 강화하는 연구가 다수 수

행되었다. 타 모델들과 비교했을 때, ResNet-18은 상대적으로 경량화된 모델로, 일반적인 환경에서 활용하기에 적합하다. 이는 다른 ResNet 모델과 비교하여도 성능과 경량화의 면에서 우수함을 보인다[2].

최근 농업 분야에서 딥러닝 모델을 활용한 병충해 진단 도구 발전으로 관심이 높아진다. 이에 따라, 딥러닝을 활용한 병충해 진단 기술을 누구나 쉽게 사용할 수 있는 GUI(Graphic User Interface)로 구현하려는 시도가 증가하고 있다. 본 연구는 GUI 기반 병충해 예측 도구를 개발함으로써, 농업 종사자와 일반 사용자가 쉽게 접근할 수 있는 병충해 진단 시스템을 제공하고자 한다.

III. 옥수수 잎 병충해 분류 모델

3.1 기본 데이터 및 DB 분류

본 연구에서는 선행 연구에서 활용된 ResNet-18 모델을 옥수수 잎 병충해 분류에 최적화하여 적용하였으며, 학습률 조정 및 가중치 감쇠(weight decay) 기법을 도입하여 모델의 분류 성능을 향상시킨다. 또한, 다양한 환경에서 촬영된 이미지에 대한 인식 성능을 높이기 위해 데이터 증강 기법을 적용하여 학습 데이터의 양을 충분히 확보하였고, 이를 통해 모델의 정확성을 극대화하고자 한다.

옥수수 잎의 병충해를 효과적으로 분류하기 위해 ResNet-18 모델을 기반으로 심층 신경망을 설계한다. ResNet-18 모델은 잔차 연결 구조를 통해 깊은 층에서도 안정적인 학습이 가능하며, 다양한 병충해 이미지를 학습함으로써 병충해 유형을 정확하게 분류할 수 있는 특징을 추출할 수 있다.

Table 1. Corn leaf pests and diseases DB class

Class	옥수수 병충해 종류
clsgls	Cercospora leaf spot Gray leaf spot
cr	Common rust
h	healthy
nlb	Northern_Leaf_Blight

본 연구에서는 Table 1에 나타낸 바와 같이 clsgls는 회색반점병, cr은 녹병, h는 건강한 옥수수, nlb는 북방잎마름병으로 구분된다. 총 데이터의 개수는 “clsgls” 클래스는 4,617개의 이미지, “cr” 클래스는 5,716개의 이미지, “h” 클래스는 5,458개의 이미지, “nlb” 클래스는 5,010개의 이미지이다. 테스트 데이터의 개수는 “clsgls” 클래스는 4,61개의 이미지, “cr” 클래스는 5,71개의 이미지, “h” 클래스는 5,45개의 이미지, “nlb” 클래스는 5,01개의 이미지이다. 학습 데이터의 개수는 “clsgls” 클래스는 513개의 이미지, “cr” 클래스는 1,192개의 이미지, “h” 클래스는 1,162개의 이미지, “nlb” 클래스는 985개의 이미지를 사용하여 모델 학습에 활용한다.

3.2 데이터 전처리 및 증강

본 연구에서는 이미지 전처리와 데이터 증강을 통해 데이터의 다양성을 확보함으로써 모델의 일반화 성능을 향상하고자 한다. 이를 위해 이미지 데이터를 학습에 적합한 형태로 전처리하고 증강하기 위해 설계된 ImageTransform 클래스를 정의하고, 학습 단계와 검증 단계에 따라 상이한 전처리 방식을 적용한다. 학습 단계에서는 다양한 데이터 증강 기법을 사용하여 원본 이미지에 변형을 가해 데이터셋을 풍부하게 구성한다. 주요 데이터 증강 기법은 Table 2와 같다. “RandomResizedCrop”은 원본 이미지를 무작위로 자른 후, 지정된 크기로 조절하여 모델이 다양한 크기와 비율의 이미지를 학습할 수 있도록 한다.

“RandomHorizontalFlip” 이미지를 좌우로 뒤집어 데이터의 다양성을 높이며, 대칭성이 유지되는 객체의 경우 모델이 대칭 패턴에 대해 강건한 학습을 할 수 있도록 한다. “ColorJitter”은 이미지의 밝기, 대비, 채도, 색조를 무작위로 조정하여 조명이나 카메라 설정 등으로 발생할 수 있는 색상 변화를 모델이 인식할 수 있게 한다. “RandomRotation”은 이미지를 무작위 각도로 회전시켜 다양한 각도에서의 패턴을 학습하도록 한다.

Table 2. Data Augmentation

데이터 증강 기법	설명
RandomResized Crop	다양한 비율의 이미지를 학습
RandomHorizontal Flip	모델이 대칭 패턴에 강건한 학습
ColorJitter	이미지의 속성을 무작위로 조정
RandomRotation	이미지를 무작위 각도로 회전

검증 단계에서는 모델의 성능을 안정적으로 평가하기 위해 이미지의 정규성을 유지한다. 이미지 정규성 유지는 두 가지 방법으로 수행된다. 하나는 “이미지를 지정된 크기로 조정하여 모델이 일관된 입력 크기로 학습 및 평가를 수행할 수 있도록 하는 “Resize””이며, 다른 하나는 이미지의 중앙 부분을 잘라내어 주요 특징을 유지하며 불필요한 변형을 최소화하는 “CenterCrop” 방법으로 검증의 신뢰성을 높인다.

3.3 ResNet-18 학습

DB 클래스 중, 최소 샘플 수에 맞추어 각 클래스의 샘플이 편향되지 않도록 무작위하게 선택하였으며, 이후 전체 데이터를 90%의 학습 및 검증 세트와 10%의 테스트 세트로 분할하였다. 학습 및 검증 세트는 80%의 학습과 20%의 검증 세트로 재분할하여 농업 이미지에 대한 일반적인 인공 신경망 학습 과정을 통해 학습 데이터의 신뢰성을 확보한다.

모델 아키텍처는 Fig. 1와 같이 사전 학습된 ResNet-18을 기반으로 하였으며, 마지막 분류층을 분류할 수 있도록 조정한다. 본 연구에서 사용한 ResNet-18을 기반으로 수정하였으며, 최종 분류층을 수정하여 각 클래스에 대해 확률을 출력할 수 있도록

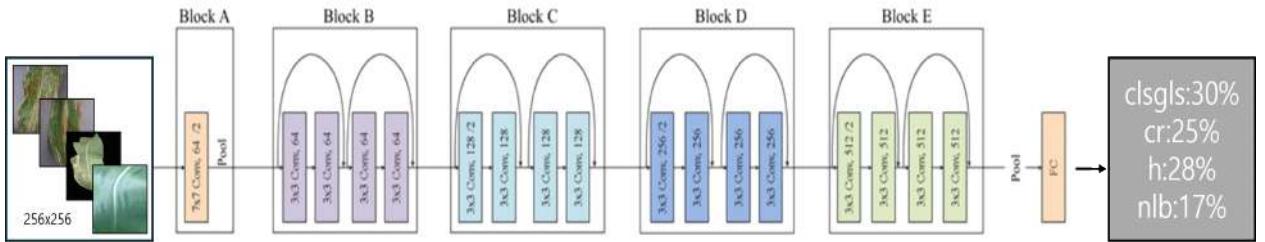


Fig. 1. ResNet-18 Structure

설계한다. 이러한 방식은 높은 학습 성능을 유지하면서도 빠른수렴을 가능하게 한다.

학습 과정은 train_model 함수를 통해 정의된다. 각 에포크는 검증 단계로 나뉘어 수행되며, 각 단계에서의 손실과 정확도가 기록된다. StepLR 학습률 감소 스케줄러를 도입하여 에포크가 진행됨에 따라 학습률이 점차 감소하도록 설정하였으며, 조기 종료 기준을 도입하여 과적합을 방지한다. 또한, tqdm 라이브러리를 활용하여 각 배치의 진행 상태를 시각화하여 학습 과정을 모니터링할 수 있도록 한다.

IV. 실험 결과

모델의 성능 평가는 테스트 세트를 통해 수행되었으며, run_model_test 함수를 통해 혼동 행렬이 출력된다. confusion_matrix 및 seaborn 라이브러리를 사용하여 혼동 행렬을 시각화함으로써 각 클래스별 모델의 예측 성능을 쉽게 분석 할 수 있도록 한다.

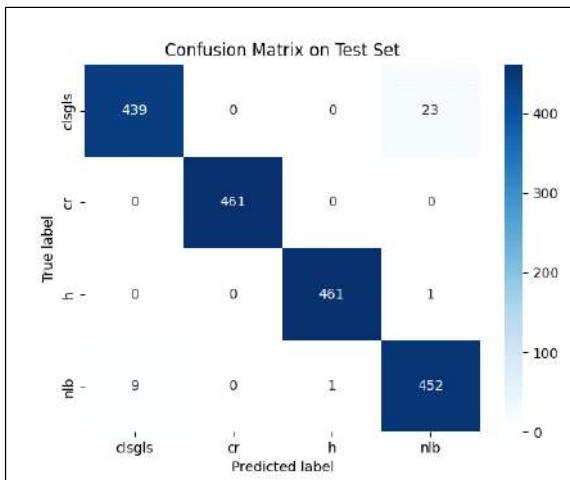


Fig. 3. Confusion Matrix

Fig. 3은 본 연구에서 개발한 모델이 테스트 데이터셋에 대해 예측한 결과를 시각화한 것이다. 행은 실제 레이블(True label)을, 열은 모델이 예측한 레이블(Predicted label)을 나타내며, 대각선 값은 모델이 올바르게 예측한 샘플의 개수를 의미한다. 각 클래스별로 모델의 예측 성능을 분석하기 위해 혼동 행렬의 각 요소

를 해석하면 다음과 같다.

clsgls 클래스는 총 462개의 실제 clsgls 샘플 중 439개를 정확하게 예측하였으며, 23개의 nlb로 잘못 예측하였다. cr 클래스는 총 461개의 실제 cr 샘플 중 모두 올바르게 예측하여 100%의 정확도를 보여준다. h 클래스는 총 462개의 실제 h 샘플 중 461개를 올바르게 예측하였으며, 1개를 nlb로 잘못 예측하였다. nlb 클래스는 총 462개의 실제 nlb 샘플 중 452개를 정확하게 예측하였으나, 9개를 clsgls로, 1개를 h로 잘못 예측하였다.

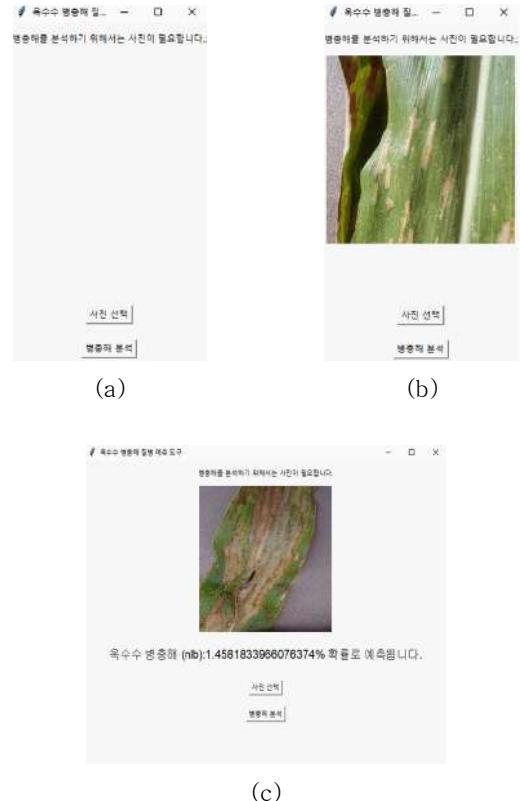


Fig. 4. Corn Leaf Pest and diseases Classification System :
(a) Image Selection Stage, (b) Pest and Disease Analysis Stage,
(c) Prediction Result Interpretation

ResNet-18 모델을 기반으로 옥수수 잎의 병충해를 분류할 수 있는 GUI를 구현한다. 실행 결과, GUI는 사용자 친화적인 방식으로 병충해 예측 과정을 지원하며, 사용자가 이미지를 업로드하고, 병충해 분석 버튼을 클릭하면 모델이 예측 결과를 제공하는

구조로 되어 있다.

Fig. 4의 (a) 사진 선택 단계: 첫 번째 화면에서는 사용자가 분석하고자 하는 옥수수 잎의 이미지를 선택할 수 있도록 “사진 선택” 버튼이 제공된다. 사용자가 이미지를 선택하면 GUI는 해당 이미지를 중앙에 표시하여 사용자가 선택한 이미지의 상태를 명확하게 확인할 수 있게 한다. (b) 병충해 분석 단계: 사진이 선택된 후, “병충해 분석” 버튼을 누르면 ResNet-18 모델이 선택된 이미지를 분석하여 예측 결과를 화면에 출력한다. 예측 결과는 특정 병해(nlb)로 분류되며, 모델이 예측한 병해의 종류와 함께 확률값도 함께 표시된다. 예를 들어, “옥수수 병충해 (nlb): 1.4581833966076374% 확률로 예측됩니다.”와 같이 결과가 출력된다. (c) 예측 결과 해석: GUI는 사용자가 예측된 병충해 유형과 확률을 쉽게 확인할 수 있도록 텍스트 형식으로 결과를 제공한다. 이를 통해 농업 종사자나 일반 사용자들이 병충해의 종류를 직관적으로 이해하고, 필요할 경우 추가적인 조치를 취할 수 있도록 돕는다.

V. 결론

본 연구에서는 이미지 분류 성능을 개선하기 위하여 다양한 이미지 전처리 및 증강 기법을 적용한 데이터셋을 구축하고, ResNet18을 기반으로 한 커스텀 모델을 설계하였다. 이를 통해 병충해 이미지의 다양한 패턴을 효과적으로 학습할 수 있도록 유도하였다. 특히, 학습 단계에서는 무작위로 Resize, 회전, 밝기 조정 등의 데이터 증강 기법을 활용하여 데이터의 다양성을 확보하였고, 검증 단계에서는 최소한의 전처리 기법만을 적용하여 평가 과정의 정규성을 유지하고자 하였다.

또한, 학습 과정에서는 학습률 스케줄러와 조기 종료 기법을 도입하여 최적의 성능을 달성하고자 하였으며, 최종 모델은 혼동 행렬을 통해 테스트 데이터셋에서 예측 성능을 검증하였다. 더불어, Tkinter 기반의 사용자 인터페이스를 개발하여 비전문가도 쉽게 병충해 이미지를 분석하고 결과를 확인할 수 있도록 함으로써, 본 연구의 실용성을 강화하였다.

본 연구의 결과, 다양한 병충해 패턴을 높은 정확도로 분류할 수 있는 모델을 구축함으로써 농업 현장에서 신속하고 정확한 병충해 예측이 가능하며, 농작물을 효율적으로 관리할 수 있을 것이라 예상한다. 향후 연구에서는 데이터셋의 크기와 다양성을 확장하고, 보다 발전된 증강 기법 및 최신 모델 아키텍처를 적용함으로써 모델의 정확도를 더욱 향상시킬 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] D.H. Kim, “Domestic Self-Sufficiency Rates for Wheat and Corn Drop Below 1% – Comprehensive Strategies for Securing Food Supplies Needed” JoongAng Ilbo, [Online]. Available: <https://www.joongang.co.kr/article/25073630>.
- [2] Alec Radford, Jong Wook Kim, Chris Hallacy, Aditya Ramesh, Ga

brief Goh, Sandhini Agarwal, Girish Sastry, Amanda Askell, Pamela Mishkin, Jack Clark, Gretchen Krueger, Ilya Sutskever, Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision

음성을 활용한 조기 치매 탐지 및 데이터셋 구축 프레임워크

김태욱, 조형동, 홍정희*

연세대학교 소프트웨어학부

Early Dementia Detection and Dataset Development Framework Using Speech

Tae-Wook Kim, Hyung-Dong Cho, Ellen J. Hong*

Division of Software, Yonsei University

Abstract With the aging population and the increasing number of dementia patients in South Korea, the social costs associated with dementia continue to rise, making early diagnosis and prevention of dementia crucial. Recent advancements in deep learning technology have enabled active research on dementia probability prediction using patient data such as EEG, MRI, protein information, and speech data. Among these methods, diagnosing dementia through speech data offers advantages over other methods, including greater accessibility and lower costs during the early detection process. However, speech data from dementia patients is challenging to access due to privacy laws, and the lack of continuously updated and refined dementia-related speech datasets poses significant difficulties for related research. To address these challenges, this study proposes a speech-based early dementia diagnosis framework aimed at advancing research in this field and promoting the development of dementia-related studies.

- Key Words : Dementia, Detection, Voice, VGG16

I. 서론

2023년 중앙치매센터의 대한민국 치매 현황 보고서[1]에 따르면 2022년도 전국 치매상병자수는 1,000,077명으로 전년 대비 2.8만명 증가한 것으로 나타났다. 국내 인구 고령화와 치매상병자수 증가에 따른 사회적 비용은 지속적으로 증가하고 있으므로 치매를 조기에 진단하여 예방하는 것은 매우 중요하다.

최근 딥러닝 기술의 발전으로, 치매를 조기 진단하기 위하여 환자의 뇌파[2], MRI와 단백질 정보[3], 음성 데이터[4] 등의 정보를 바탕으로 딥러닝 모델 기반 치매 확률 예측 관련 연구가 활발히 수행되었다. 이 중 음성 데이터를 통해 치매를 진단하는 방법은 다른 치매 진단 방법에 비해 환자가 치매 조기 탐지하는 과정에서 접근성이 높고 비용이 낮다는 장점을 가진다.

하지만, 치매 환자의 음성 데이터는 개인정보보호법에 의해 접근이 어려우며, 현재까지 지속적으로 정제 및 개선하여 제공하는 치매 관련 음성 데이터셋이 없어 관련 연구를 수행하는 과정에서 어려움이 존재한다.

따라서 본 논문은 치매 환자의 조기 치매 탐지와 관련 연구 분야의 활성화를 위한 음성 기반 치매 조기 진단 프레임워크를 제시하고자 한다.

II. 관련연구

치매 조기 진단을 위해 통화 녹음 데이터를 활용한 연구[4]에서는 XGBoost, Random Forest 등의 다양한 머신러닝 모델을 학습하여 치매 확률을 산출하였다. 특히 Random Forest Model의 경우, 정확도 88.2%, 민감도 96.4%의 우수한 성능을 보였다. 그러나 이러한 기법들은 최근 각광받고 있는 딥러닝 기술에 비해 진단 성능이 떨어질 수 있다.

최근에는 국내 데이터셋 제공 플랫폼인 AIHUB에서 치매 환자 데이터셋 및 VGG16 기반의 85%의 정확도를 보이는 치매 예측 모델[5]을 제공하였다. 학습 데이터로는 1,002명의 임상 대상자로부터 측정된 672시간의 치매 노인 인지 기능 장애 모니터링 음성 데이터를 제공하였다. 이 데이터는 환자가 이미지 묘사, 연산 테스트, 과거 경험 말하기 등을 수행한 녹음 파일들로 구성되어 있으며, 환경 소음과 비가침 주파수 영역이 제거되었고, 정상, 경도인지장애(MCI), 알츠하이머(AD)로 구분되어 있다. 그러나, 데이터셋의 마지막 개선년월이 2021년 6월으로 지속적인 데이터셋 샘플 추가 및 정제가 이루어지지 않고 있으며 더욱 다양한 테스트와 환자들을 통해 얻어진 녹음 데이터 확보 및 연구가 수행되지 않았다.

따라서 본 논문은 환자의 조기 탐지를 위한 애플리케이션을 제공함과 동시에 연구에 활용하기 적합한 데이터셋 구축을 위한 프레임워크를 제시하고자 한다.

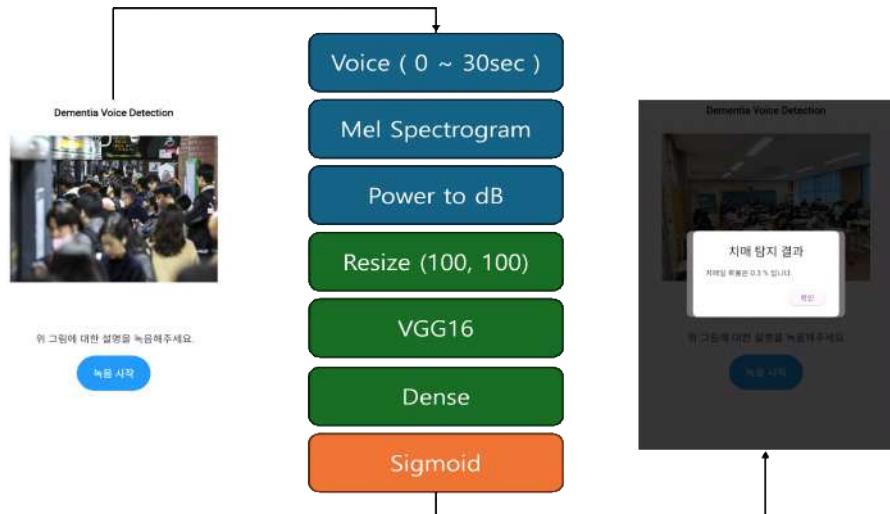


Fig. 1. VGG16-Based Early Detection Framework for Dementia

III. 음성 기반 치매 조기 진단 프레임워크

본 논문에서 제시하는 음성 기반 치매 조기 진단 프레임워크는 다음과 같다. 먼저, 사용자는 애플리케이션 가입과 함께 향후 연구에 활용될 수 있는 나이, 성별 등의 정보들을 전달 한다. 이후, 서버로부터 랜덤한 이미지를 전달받아, 해당 이미지에 대한 설명을 음성 녹음을 시작한다. 기존 AIHUB에서 제공되는 음성 데이터는 환자에게 SNSB-II, CERAD-K 등의 종합신경인지검사지를 바탕으로 테스트 진행 및 녹음을 통하여 데이터셋을 구축하였으나 본 논문은 향후 다양한 이미지나 테스트로부터 데이터셋을 구축할 수 있도록 서버에 사전 저장된 랜덤한 이미지를 환자에게 제공하도록 설계하였다. 녹음 된 음성이 서버로 전달되면 서버는 해당 음성 녹음의 30초 길이만 사용하여 Mel Spectrogram으로 변환한 뒤, 데시벨 단위로 변환하고 크기를 조정하여 100x100 크기의 Spectrogram 이미지를 얻는다. 얻어진 이미지를 딥러닝 기반 모델에 입력하여 최종 치매 확률을 산출한다. 이때 사용된 딥러닝 기반 모델은 기존에 AIHUB에서 제공하는 VGG16 기반 모델을 사용하였다. 위 전처리 방식 및 모델은 향후 연구를 통해 더욱 높은 치매 예측 성능의 모델로 변경될 수 있다. 산출된 최종 치매 확률을 사용자에게 전달하여 일정 치매 확률 이상일 경우 병원에서의 진단을 권고한다. 본 논문에서는 예측된 치매 확률이 70% 이상일 경우 병원 진단을 권고하도록 설정하였다.

결과적으로 환자는 본 논문에서 제시한 프레임워크를 통해 SNSB-II, CERAD-K와 같이 고정적이고 제한된 테스트가 아닌 지속적으로 변경 및 추가되는 테스트 이미지를 바탕으로 치매 진단 테스트를 받을 수 있으며, 연구자는 지속적으로 녹음 되는 다양한 테스트 기반 환자의 음성 파일을 통해 더욱 정확한 딥러닝 기반 치매 조기 탐지 모델을 연구할 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 치매 환자와 관련 연구 분야의 활성화를 위한 음성 기반 치매 조기 진단 프레임워크를 제시하였다. 하지만, 여전히 개인정보보호법에 의해서 데이터셋을 쉽게 접근하지 못한다는 어려움이 존재한다. 따라서, 개인정보보호법의 제약을 일부 해소할 수 있는 프레임워크를 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01219)

REFERENCES

- [1] "Korean Dementia Observatory 2023." Accessed: Nov, 20, 2024. [Online]. Available: https://www.nid.or.kr/info/dataroom_view.aspx?bid=284
- [2] Jaeyoung Kim et al., "A Study on Electroencephalography-based Early Stage Diagnosis of Dementia Using Deep Learning/Machine Learning Model," in 한국정보과학회 학술발표논문집, 2022, pp. 761-763.
- [3] 김승규, "Multimodality Image based Early Diagnosis of Alzheimer's Disease using 3D Deep Learning model," Master's Thesis, 부산대학교, 부산, 2023.
- [4] Shimoda, A., Li, Y., Hayashi, H., Kondo, N.: Dementia risks identified by vocal features via telephone conversations: A novel machine learning prediction model. PloS one 16(7), 0253988 (2021)
- [5] "AI-Hub." Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=&topMenu=&aihubDataSe=data&dataSetSn=217>

위스키 리뷰 데이터 분석과 코사인 유사도 계산을 통한 사용자 맞춤 추천 시스템 개발

김민건, 최재현, 정도운, 황기현*

동서대학교 인공지능응용학과

Development of a User-Customized Recommendation System Through Analysis of Whiskey Review Data and Cosine Similarity Calculation

Min-Geon Kim, Jae-hyun Choi, Do-Un Jeong, Gi-Hyun Hwang*

Department of Applied Artificial Intelligence, Dongseo University

Abstract In this study, we focused on the increase in whiskey consumption following the COVID-19 pandemic and the growing popularity of solo drinking culture. We proposed a whiskey recommendation system that analyzes existing review data and uses cosine similarity calculations to recommend whiskeys based on user preferences for aroma, taste, and finish. Our goal is to provide a satisfying drinking experience tailored to individual tastes by suggesting similar whiskeys. The experimental results showed high accuracy and user satisfaction. Future research will improve the system by incorporating a wider variety of datasets and providing real-time price information to further enhance user experience.

- Key Words : Recommendation System, Cosine Simillarity, Data Mining

I. 서론

COVID-19 팬데믹 이후 혼자 술을 즐기는 문화가 확산되면서 수입 주류, 특히 위스키에 대한 관심이 급증하였다. 이에 따라 위스키 수입량도 증가하였으며, 하이볼과 같은 위스키 기반 혼합주가 2030세대 사이에서 큰 인기를 얻고 있다. 2020년까지 감소하던 위스키 수입액은 2021년에 32.4%, 2022년에 52.2%까지 증가하였고, 2022년 위스키 수입액은 약 2억 6,684달러로 15년만에 최고치를 기록하였다[1]. 이와 같은 통계를 보았을 때, 젊은 층의 음주문화가 국내 중류수인 소주에만 편향되지 않고 좀 더 다양한 상품을 찾는 추세이다. 그러나 높은 가격대로 인해 소비자가 쉽게 접근하지 못하는 문제가 존재하고, 타인의 추천에 의존하여 구매한 경우에도 개인 취향 차이로 인해 만족스럽지 않은 경우가 빈번히 발생하고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 리뷰 데이터를 마이닝하고 분석하여 사용자가 선호하는 향, 맛, 잔향 등의 정보를 입력하였을 때, 코사인 유사도 계산식을 활용하여 유사한 특징의 위스키를 추천하는 시스템을 구현하였다. 이를 통해 사용자 취향과의 오차를 최소화하여 만족스러운 추천 경험을 제공하고자 한다.

II. 본론

본 논문에서 연구는 데이터 수집 및 전처리, 데이터 벡터화, 유사도 계산 및 추천, 시스템 검증의 단계로 진행되었다.

2.1 데이터 수집 및 전처리

위스키 베이스에서 제공하는 리뷰 데이터 57,847개를 수집한 후 자연어 처리 기법을 활용하여 향, 맛, 잔향 관련 키워드를 추출하고 분류하였다[2]. 수집된 리뷰 데이터는 특수문자와 중복 정보를 제거하는 등 정제 과정을 거쳤으며, 최종적으로 분석 가능한 데이터셋이 구축되었다.

2.2 리뷰 데이터의 태그화 및 키워드 분석

위스키를 표현할 수 있는 키워드 데이터 총 275개 분류작업을 진행하였고, 새로운 키워드일 경우 사용자 입력 시 데이터에 추가되도록 구성하였다.

전처리 작업이 이루어진 위스키의 Nose(향), Taste(맛), Finish(잔향) 리뷰를 키워드 기반으로 벡터화 작업을 진행하였다.

Table 1. Whisky Keyword vectorization

Yarm First Release	Review		
	Nose	Taste	Finish
apple	1	1	1
sour	1	0	0
acetone	1	0	0
oat	0	1	0
sweet tang	0	0	1
honey	0	1	0

2.3 코사인 유사도 계산식

$$\text{유사도} = \cos(\theta) = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}} \quad (1)$$

코사인 유사도는 두 벡터 간의 코사인 각도를 이용하여 구할 수 있는 두 벡터의 유사도를 의미한다. 두 벡터의 방향이 완전히 동일한 경우 1의 값을 가지며, 90° 의 각을 이루면 0, 180° 로 반대의 방향을 가지면 -1을 갖게 된다. 코사인 유사도는 -1 이상 1 이하의 값을 가지며 값이 1에 가까울수록 유사도가 높다고 판단할 수 있다. 이를 통해 벡터화된 기존 리뷰 데이터와 사용자 리뷰 데이터를 코사인 유사도 계산을 통해 추천 후보군을 생성한다.

2.4 취향 매칭 알고리즘 설계



Fig. 1. recommendation system algorithm

벡터화된 데이터는 사용자 입력 데이터와 비교하여 코사인 유사도를 계산하는 데 활용되었다. 사용자가 선호하는 향, 맛, 잔향 정보를 입력하면 유사도 점수 상위 3종에 해당하는 위스키를 추천하도록 구현하였다.

III. 실험 및 결과

본 연구는 Whisky base에서 수집한 48,991개의 위스키 리뷰 데이터를 활용하여 추천 시스템의 성능을 평가하였다[2]. 그 중 Yarm Distillery First Release 위스키의 리뷰 데이터를 변형하여 입력 데이터로 활용하였다. 실험 결과 ‘Yarm Distillery First Release’, ‘Glenrothes 1992 TWA’, ‘Wolfburn The Kylver Series -12 Jera’가 유사도 점수 상위 3종에 해당하는 위스키로 추천 되었다.

Yarm Distillery First Release 같은 경우 해당 리뷰 데이터를 변형하여 입력하여 98.09%의 유사도가 나온 것을 확인할 수 있

었으며, Glenrothes 1992 TWA는 유사한 향과 맛으로 인하여 66.19%, Wolfburn The Kylver Series -12 Jera는 맛과 잔향으로 동일하게 66.19%가 나오는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. Whisky Recommendation Results

a recommended whisky	Similarity
Yarm Distillery First Release(England)	0.9809
Glenrothes 1992 TWA(Scotland)	0.6619
Wolfburn The Kylver Series -12 Jera(Scotland)	0.6619

$$nose = 1, taste = 1, finish = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (2)$$

$$\text{평균(유사도)} = \frac{1+1+\frac{\sqrt{2}}{2}}{3} \approx 0.943 \quad (3)$$

Yarm Distillery First Release와 User Input 벡터 데이터로 코사인 유사도 계산(1)을 진행한 결과 nose, taste 각각 1, finish는 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 의 결과 값이 나왔다. 결과 값들을 합산하여 최종적으로 유사도 값을 계산한 결과 0.943 즉, 94.3%의 평균 유사도 값이 나오는 것을 알 수 있었다. 이는 추천 시스템 테스트 결과 값과 4% 미만의 오차율을 보이며, 해당 추천 시스템은 높은 정확도의 유사도를 계산한다고 평가하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 Whisky Base의 위스키 리뷰 데이터를 입력받아 분석하였다. 사용자가 입력하는 텍스트에 대해서 추천하는 위스키의 유사도는 4% 미만의 오차율로 높은 정확도를 보이며, 보다 객관적이면서도 사용자에게 만족스러운 제품 추천 경험을 제공할 수 있다고 판단하였다. 해당 시스템을 바탕으로 위스키가 아닌 다양한 제품에서 활용될 수 있으며, 장기적으로 많은 사용자가 제품 리뷰를 작성할 경우 해당 제품의 소비자 분석 및 제품 개발에도 활용될 수 있을 것이다. 향후 키워드에 대한 텍스트 감정분석을 진행하여 제품 추천에 대한 고도화 작업을 진행하며 사용자 경험을 극대화할 수 있는 방안을 중심으로 추가적인 연구를 진행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] Korea Customs Service, Trade Statistics (2023), 2023
- [2] Whisky Base, Whisky Review Database (2024), 2024

퍼스널 컬러 진단을 통한 온라인프로필 이미지 최적화에 관한 연구

최재현, 김민건, 정도운, 황기현*

동서대학교 인공지능응용학과

Study on Optimization of Online Profile Images through Personal Color Diagnosis

Jae-Hyun Choi, Min-Geon Kim, Do-Un Jeong, Gi-Hyun Hwang*

Department of Applied Artificial Intelligence, Dongseo University

Abstract As digital communication becomes increasingly important, the necessity of optimizing online profile images through personal color diagnosis has emerged. This study utilizes the AI-based EfficientNet-B0 model to diagnose personal colors and develop a system that recommends the optimal background and clothing colors for profile images. The model, trained on the facial images of Korean celebrities, demonstrated high classification accuracy, particularly excelling in the winter dark and autumn deep classes. The research confirms that optimizing profile images based on personal color can enhance positive first impressions, and suggests potential expansion to personalized styling recommendation systems that include body shape analysis.

I. 연구 필요성 및 문제점

디지털 커뮤니케이션의 발달로 온라인 프로필 이미지는 개인의 첫인상을 좌우하는 중요한 요소가 된다. 하지만 현재 프로필 이미지의 색상 선택은 개인의 직관에 의존해 비효율적이며, 잘못된 색상 선택은 부정적인 인상을 줄 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 퍼스널 컬러 진단이 효과적인 도구로 주목 받고 있다. 퍼스널 컬러는 개인의 피부 톤, 눈 색깔, 머리카락 색 등을 바탕으로 가장 조화로운 색상 팔레트를 제공하여 얼굴 톤을 생기 있고 매력적을 보이게 한다.

그러나 현재 퍼스널 컬러 진단은 주로 오프라인에서의 의류나 메이크업 선택에 국한되어 있으며, 디지털 플랫폼에서의 색상 최적화에 대한 연구는 부족하다. 이에 본 연구는 퍼스널 컬러 진단을 기반으로 온라인 프로필 이미지의 배경, 의상 등의 색상을 체계적으로 제안함으로써 개인의 장점을 극대화하고 궁정적인 인상을 줄 수 있는 방안을 모색하는 것을 목표로 한다.

II. 연구내용과 방법

2.1 데이터 준비

퍼스널 컬러 진단 모델의 학습을 위해 한국 연예인의 얼굴 이미지를 수집하였다. 각 이미지는 12가지 퍼스널 컬러 유형(봄라이트, 봄클리어, 봄스트롱, 여름라이트, 여름클리어, 여름뮤트, 가을뮤트, 가을딥, 가을다크, 겨울스트롱, 겨울딥, 겨울다크)으로 라벨링했다. 각 클래스당 100개의 이미지를 확보하여 총 1,200개의 데이터셋을 구축했다. 수집된 이미지는 OpenCV와 TensorFlow를 활용하여 전처리했다. 이미지 크기는 224x224 픽셀로 조정했으며, 이는 EfficientNet-B0 모델의 기본 입력 크기에 맞추기 위함이다. 이러한 크기는 모델의 효율적인 학습과 추론을 위해 최적화되어 있으며, 많은 사전 학습된 모델들이 동일한 입력 크기를

사용한다. 또한, 밝기 조절, 회전, 확대 등의 데이터 증강 기법을 적용하여 모델의 일반화 능력을 향상 시켰다.

2.2 모델 학습

딥러닝 모델로는 EfficientNet-B0를 선택했다. EfficientNet은 모델의 깊이, 너비, 해상도를 균형 있게 조절하는 Compound Scaling 방법을 통해 높은 효율성과 성능을 동시에 달성한 모델이다. EfficientNet-B0는 이 시리즈의 기본 모델로, 약 530만 개의 파라미터를 가지며 ImageNet 데이터셋에서 Top-1 정확도 77.1%를 기록하였다. 출력층에는 12개의 퍼스널 컬러 클래스를 분류하기 위한 Softmax 레이어를 추가하였다. 데이터셋은 학습용 80%, 검증용 20%로 분할하였다. 모델 학습에는 Adam 옵티마이저와 categorical crossentropy 손실 함수를 사용하였으며, 학습은 30 epoch 동안 진행되었다. 과적합을 방지하기 위해 조기 종료(Early Stopping)와 모델 체크포인트(Model Checkpoint)를 설정하였다. 모델 아키텍처는 Fig 1에 제시되어 있다.

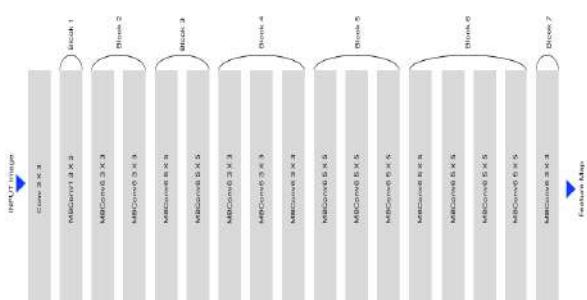


Fig 1. EfficientNet Architecture

2.3 시스템 개발

학습된 모델을 활용하여 사용자의 퍼스널 컬러를 진단하고,

이를 기반으로 온라인 프로필 이미지를 최적화하는 시스템을 개발한다. 이 시스템은 사용자 얼굴이미지를 입력받아 퍼스널 컬러를 예측하고, 해당 컬러에 어울리는 배경, 의상 등의 색상을 추천한다. 추천된 색상은 HEX 코드로 제공되며, 사용자는 이를 참고하여 프로필 이미지를 개선할 수 있다. 구현된 시스템의 구성을 Fig 2에 제시 되어 있다.

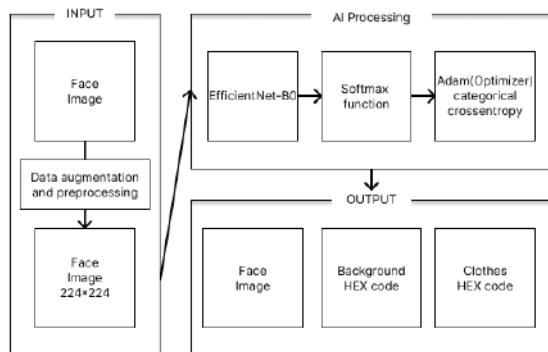


Fig 2. System Configuration

III. 실험 및 결과

본 연구에서는 퍼스널 컬러 진단 모델의 성능 평가를 위해 실험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 모델 학습에는 1,200개의 이미지를 활용한 데이터셋이 사용되었으며, 각 클래스(봄라이트, 봄클리어, 봄스트롱, 여름라이트, 여름클리어, 여름뮤트, 가을뮤트, 가을딥, 가을다크, 겨울스트롱, 겨울딥, 겨울다크)에 100개씩의 이미지가 포함 되었다. 수집된 데이터는 OpenCV와 TensorFlow를 이용하여 224x224 픽셀로 전처리 되었으며, 밝기 조정, 회전, 확대 등의 데이터 증강 기법이 적용되었다.

EfficientNet-B0 모델은 학습 과정에서 각 클래스의 특징을 효과적으로 학습할 수 있도록 설계되었으며, Softmax 레이어를 사용하여 12가지 퍼스널 컬러를 분류하도록 구성되었다. 이러한 모델 학습결과는 표 1에 제시되었다.

Table 1. Parameter

Class	Parameter
springclear	86.2
springlight	85.8
springstrong	85.4
summerclear	84.1
summerlight	84.3
summermute	83.4
autumndark	85.9
autumndeep	86.5
autumn muted	84.7
winterdark	86.7
winterdeep	85.5
winterstrong	84.9

모델 학습 결과, 훈련 정확도는 91.5%, 검증 정확도는 89.8로 기록되었으며, 이는 EfficientNet-B0 모델이 와 높은 성능을 동시에 제공하는 구조임을 입증한다. 테스트 데이터셋을 기반으로 평균 분류 정확도를 90.4%를 나타내었으며 이는 실질적으로 높은 정확도로 다양한 퍼스널 컬러를 분류할 수 있음을 의미한다.

클래스별 성능 평가 결과, 겨울다크(86.7%)와 가을딥(86.5%)은 가장 높은 정확도를 기록하며 우수한 성능을 보였다. 반면, 여름 뮤트(83.4%)는 비교적 낮은 정확도를 나타내며, 데이터의 다양성을 높이거나 모델 개선이 필요함을 시사하였다. 다른 클래스의 경우, 봄클리어(86.2%), 겨울딥(85.5%), 가을뮤트(84.7%) 등의 성능이 비교적 균일하게 분포되었음을 확인하였다.

이러한 결과를 종합하면, 본 연구에서 제안된 퍼스널 컬러 진단 모델은 높은 정확도로 여러 퍼스널 컬러를 분류할 수 있는 가능성을 보여준다. 특히, 겨울다크와 가을딥 같은 클래스에서는 모델이 우수한 성능을 발휘한 반면, 여름뮤트는 보완이 필요한 클래스로 나타났다. 이는 향후 데이터 증강 기법의 개선 및 클래스별 샘플의 추가 확보가 필요하다는 점을 시사한다.

결론적으로, 본 연구에서 개발된 딥러닝 기반 퍼스널 컬러 진단 모델은 높은 분류 성능을 제공하며, 이를 활용한 퍼스널 컬러 기반의 이미지 최적화 시스템이 실제 응용 분야에서 유용하게 활용될 가능성이 높음을 확인하였다.

IV. 결론

본 연구는 AI 기반 딥러닝 모델을 활용하여 퍼스널컬러를 진단하고 이를 기반으로 온라인 프로필 이미지를 최적화하는 시스템을 개발하였다. 연구 결과, 퍼스널컬러 진단에서 높은 정확도를 기록하였으며, 최적화된 프로필 이미지가 사용자 만족도를 크게 향상시키는 데 기여함을 확인하였다. 향후 연구에서는 체형 분석을 포함하여 신체적 특성과 퍼스널컬러를 동시에 고려한 추천 시스템을 개발함으로써, 개인화된 의상 및 스타일링 추천을 제공하는 방향으로 확장하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] Tan, Q, V.Le “EfficientNet: Rethinking Model Scaling for convolutional Neural Networks”, International Conference on Machine Learning(ICML), 2019.
- [2] Soo D.P. Kingma, J. Ba. “Adam: A method for Stochastic Optimization”, International Conference on Learning Representations(ICLR), 2015.

스마트 농업을 위한 AI 기반 농산물 등급 판별 및 품질 분석

이솔¹, 김정현¹, 서지윤², 노윤홍³, 정도운^{1*}

¹동서대학교 인공지능응용학과

²연세대학교 SW중심대학사업단

³부산디지털대학교 컴퓨터공학과

AI-based Agricultural Product Grading and Quality Analysis for Smart Agriculture

Sol Lee¹, Jung-Hyun Kim¹, Ji-Yun Seo², Yun-Hong Noh³, Do-Un Jeong^{1*}

¹Department of Applied Artificial Intelligence, Dongseo University

²National Center of Excellence in Software, Yonsei University

³Department of Computer Engineering, Busan Digital University

Abstract In this paper, we propose an agricultural product quality classification and grading system using AI-based image recognition technology. This system uses the agricultural product quality data set of AI-Hub and the YOLO model, and the experimental results show that mAP50 is 93.9% and mAP50-95 is 83.7%. This system can perform real-time quality analysis with simple devices such as smartphones, and can contribute to the digital transformation of agriculture and improved data utilization accessibility. In the future, we plan to support market value analysis by adding various items and linking auction information from the public market.

• Key Words : YOLO, Deep learning, Object Detection, Smart Farming System, Agricultural Product Quality Grading

I. 서론

2023년 통계청 농림어업조사에 따르면, 한국의 농업 인구는 지속적으로 감소하고 있으며, 고령화 문제도 심각하게 대두되고 있다[1]. 이러한 추세는 농촌 지역의 노동력 부족을 가속화시키고 있으며, 이에 따라 농업 생산성 향상과 효율적인 의사결정을 위한 데이터 기반 농업의 필요성이 더욱 중요해지고 있다. 데이터 기반 농업은 노동력, 지식, 경험 등을 데이터로 대체하여 생산성을 높이고 비용을 절감할 수 있는 스마트 농업의 핵심 요소로 주목받고 있다. 그러나 농촌 지역의 고령화로 인해 정보 활용의 한계와 디지털 격차가 발생하여 데이터 기반 농업으로의 전환을 저해하고 있다. 특히 농산물의 품질 및 등급 평가 과정은 숙련된 인력에 의존하고 있어 비효율적이고 일관성이 부족한 문제가 여전히 해결되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 AI 기반 이미지 인식 기술을 활용하여 농산물의 품질을 자동으로 분석하고, 시장 가치를 평가하며, 최적의 판매 시점을 결정할 수 있도록 돋는 농산물 분류 및 등급 판별 시스템을 제안한다.

II. 본론

2.1 농산물 품질 데이터셋 구축

본 논문에서는 농산물 품질 분류를 위해 AI-Hub에서 제공하는 농산물 품질(QC) 이미지 데이터셋을 활용하였다[2]. 데이터셋은 농산물 10가지 품목(사과, 배, 끝, 감, 배추, 감자,

마늘, 무, 양파, 양배추)을 대상으로 하며, 각 농산물은 농림축산식품부와 국립농산물품질관리원의 표준 규격 등급 기준에 따라 품질 등급이 특급(L), 상급(M), 보통(S)으로 분류되어 있다. 원시 데이터 60만 건을 정제하여 30만 건을 제공하며, 사과(후지)의 경우 품질 등급별 약 3,500개의 Training 이미지와 500개의 Validation 이미지로 구성된 총 12,000개의 데이터를 제공한다.

2.2 YOLO 기반 이미지 인식 기술

YOLO(You Only Look Once) 알고리즘은 이미지 내 객체를 탐지하는 딥러닝 기반의 1-stage detector 방식으로, 이미지 전체를 한 번의 네트워크 연산으로 분석하여 객체를 빠르고 정확하게 탐지할 수 있다[3]. YOLO는 2-stage detector 방식에 비해 객체 탐지와 분류를 단일 신경망에서 동시에 수행하므로 구조가 간단하고 처리 속도가 빠르며 실시간 객체 탐지에 적합하다. YOLO는 이미지를 SxS 그리드로 분할하고 각 그리드 셀마다 여러 개의 anchor box를 사용하여 객체의 위치와 크기를 정확히 예측하며, CNN 기반으로 다양한 크기와 형태의 객체를 동시에 탐지할 수 있다. 또한 다양한 모델을 제공하며 경량 모델을 통해 자원 제한이 있는 환경에서도 효율적으로 사용할 수 있다. 이러한 특성 덕분에 스마트폰이나 태블릿처럼 간편한 기기를 이용해 농산물 이미지를 촬영하고 분석하여 품목을 식별하고 흡집 및 부폐 부위를 자동으로 검출하며 품질 등급 분류에 효과적으로 활용될 수 있다.

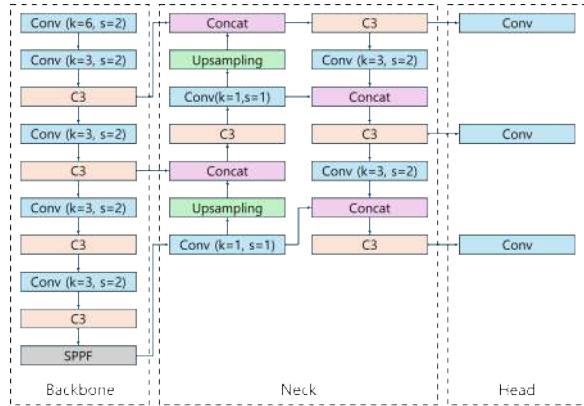


Fig. 1. YOLO model structure

III. 실험 및 결과

본 시스템의 목표는 스마트폰과 같은 간편한 기기를 이용하여 농산물을 실시간으로 빠르고 정확하게 탐지하는 것이다. 이에 따라 매개변수와 연산량이 가장 적어 연산 속도가 빠르고 메모리 사용량이 적어 실시간 감지와 제한된 자원 환경에서 사용하기 적합한 YOLOv5s(small)를 사용하였다. 실험은 구글 Colab의 GPU T4 환경을 이용하였으며, 평가지표로는 클래스별 정밀도 평균 지표인 mAP(mean Average Precision)를 IoU 임계값 0.50일 때의 평균값과 0.50에서 0.95까지의 평균값을 사용하였다. 하이퍼파라미터는 Image Size: 416x416, Batch Size: 16, Epochs: 100, Learning Rate: 0.01, Weight Decay: 0.0005로 설정하여 실험을 진행하였다. 아래 Table 1에 각 클래스의 성능 지표를 요약한 결과를 나타내었다.

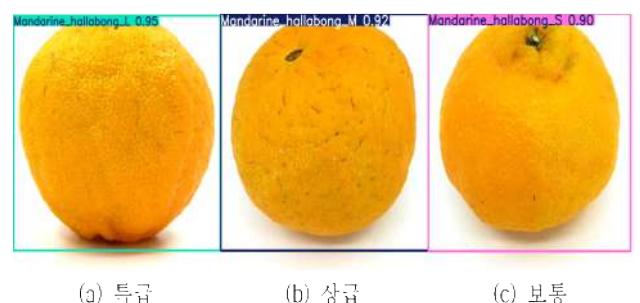
Table 1. YOLOv5s dataset training results

Class	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
All	0.915	0.912	0.939	0.837
Apple_L	0.893	0.950	0.945	0.857
Apple_M	0.939	0.895	0.940	0.841
Apple_S	0.930	0.940	0.943	0.841
Hallabong_L	0.945	0.932	0.945	0.835
Hallabong_M	0.910	0.838	0.925	0.822
Hallabong_S	0.874	0.920	0.939	0.824

실험 결과, 전체적으로 Precision(정밀도) 91.5%, Recall(재현율) 93.9%, mAP50 93.9%, mAP50-95 83.7%로 높은 성능을 기록하였다. 클래스별로는 Apple_L의 재현율이 95%로 가장 높았으나, 정밀도가 89.3%로 상대적으로 낮아 일부 오탐이 발생하였다. Hallabong_M의 경우, 재현율이 83.8%로 일부 객체를 검출하지 못하는 현상이 관찰되었으며, Hallabong_S는 재현율이 92%로 높으나 정밀도가 87.4%로 오탐 비율이 높게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 추가적인 데이터 증강 및 클래스 간 균형 개선이 필요한 것을 확인하였다.



(a) 특급 (b) 상급 (c) 보통



(d) 특급 (e) 상급 (f) 보통

Fig. 2. Example of quality determination experiment results

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 AI 기반 농산물 분류 및 등급 판별 시스템을 제안한다. 이 시스템은 YOLO 알고리즘을 활용하여 이미지 내 농산물의 종류와 품질 상태를 자동으로 인식하고 등급을 판별할 수 있으며, 스마트폰이나 태블릿 등 간편한 기기를 통해 실시간으로 활용이 가능하다. 이를 통해 농업의 디지털 전환을 촉진하고, 고령 농업인에게도 접근성 높은 데이터 기반 의사결정을 지원하여 농산물의 시장 가치를 손쉽게 파악하고 최적의 판매 시점을 결정할 수 있도록 도울 수 있다.

향후 연구에서는 다양한 품목 및 더 많은 데이터세트를 활용하여 시스템을 개선하고 확장할 것이다. 또한 공판장 경력 정보 API와의 연계를 통하여 실시간 가격 정보를 제공하여 시장 가치를 쉽게 파악하고 비교 분석할 수 있도록 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] Statistics Korea. (2023). Results of the 2023 Agriculture, Forestry and Fisheries Survey [Press Release]
- [2] <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=115&opMenu=100&aihubDataSe=data&dataSetSn=149>
- [3] M. U. Chae, C. H. Lee, "Implementation of Prevention and Eradication System for Harmful Wild Animals Based on YOLO", Journal of Convergence Signal Processing Society, vol.23, no.3, pp.137~142, 2022

딥러닝 기반 실시간 쓰레기 분류 시스템의 개발 및 평가

김호연, 기준성, 박예준, 강유권, 정도운*

동서대학교 인공지능응용학과

Development and Evaluation of a Deep Learning-Based Real-Time Waste Classification System

Ho-Yeon Kim, Jun-Sung Ki, Ye-Jun Park, Yoo-Kwon Kang, Do-Un Jeong*

Department of Applied Artificial Intelligence, Dongseo University

Abstract In this study, we propose an automated waste sorting system that combines Teachable Machine and Arduino. We collected various types of waste images and trained an AI model using Teachable Machine. This model is integrated with p5.js and Arduino to automatically sort waste in real-time and direct it to the appropriate bin. The system achieved an average classification accuracy of over 95%, maintaining high accuracy in various lighting conditions and backgrounds. This system can significantly contribute to efficient waste separation and recycling, supporting environmental protection. Future research will focus on further training and optimizing the system to handle a wider variety of waste types.

• Key Words : Teachable Machine, p5.js, Machine Learning, Automatic Waste Sorting

I. 연구 필요성 및 문제점

최근 산업화 및 도시화로 인한 환경 문제는 현대 사회에서 가장 심각한 문제 중 하나이다. 2022년 통계청 생활환경 조사에 따르면, COVID-19 이후 배달음식 서비스와 택배 물동량이 급증하면서 생활폐기물 배출량이 크게 증가하게 되었다[1]. 이러한 상황은 쓰레기 분리수거의 중요성을 더욱 부각시키고 있으며, 효율적인 분리수거 시스템이 요구되고 있다.

전통적인 쓰레기 처리 방식은 여러 가지 제한과 문제점을 안고 있다. 그 중에서도 가장 큰 문제는 쓰레기의 재활용과 분리수거의 어려움이다. 일반적으로 사용자는 쓰레기를 버릴 때, 쓰레기의 종류에 따라 구분하여 버리는 것이 요구된다. 그러나 현실에서는 이러한 과정이 원활하게 이루어지지 않는다. 이로 인해 쓰레기 분리가 불완전해지고 재활용이 어려워지는 결과를 초래한다.

따라서 본 논문에서는 Teachable Machine을 활용하여 AI 모델을 학습하고, p5.js를 통해 Arduino와 Teachable Machine을 유기적으로 연결하여 시스템의 작동 상태를 직관적으로 확인 할 수 있는 자동 쓰레기 분리수거 시스템을 제안한다.

II. 연구내용과 방법

2.1 학습 데이터 준비

본 논문에서는 자동 쓰레기 분리 시스템 구축을 위해 다양한 쓰레기 이미지들을 크롤링하였다. 수집된 이미지는 크게 캔, 폐

트병, 유리병의 세 가지 카테고리로 구분하였으며, 각 카테고리 별로 200개의 이미지를 확보하여 총 600개의 데이터셋을 구축하였다. 이후, 수집된 이미지는 Teachable Machine에 입력되어 AI 모델 학습에 사용된다. 각 이미지는 해당 쓰레기 종류를 라벨링하여 모델의 분류 작업이 정확하게 수행될 수 있도록 하였다. 학습 데이터는 다양한 환경에서 촬영된 이미지를 포함하여, 실제 환경에서 발생할 수 있는 다양한 형태의 쓰레기를 반영하도록 한다.

2.2 Teachable Machine 기반 모델 학습

Teachable Machine은 Google에서 개발한 웹 기반 도구로, 사용자가 이미지, 사운드, 포즈를 쉽게 학습시켜 머신러닝 모델을 만들 수 있다. Teachable Machine은 Supervised Learning 방식을 사용하여, 사용자가 제공한 데이터를 기반으로 모델을 훈련한다. Teachable Machine은 TensorFlow.js를 기반으로 하여, 훈련된 모델을 웹에서 쉽게 사용할 수 있도록 한다. 사용자는 훈련 후 모델을 즉시 테스트하고 성능을 평가할 수 있으며, 결과를 웹 사이트나 앱에 통합할 수 있다. Teachable Machine은 경량 모델을 제공하여 자원 제한이 있는 환경에서도 효율적으로 사용할 수 있으며, 실시간으로 쓰레기를 인식하고 분류하는 데 유용하다. 또한, Teachable Machine은 사용자가 직접 데이터를 수집하고 모델을 훈련할 수 있는 직관적인 인터페이스를 제공하여, 머신러닝에 대한 전문 지식이 없는 사람들도 쉽게 접근할 수 있도록 한다. 이 과정에서 CNN 기술이 활용되며, CNN은 이미지 내

특징을 자동으로 추출하고 학습하는 데 매우 효과적이다. 이러한 특성 덕분에 자동화된 쓰레기 분리수거 시스템의 구현이 가능해진다.

2.3 실시간 쓰레기 분류 시스템 연동 및 구현

본 시스템에서 Arduino와 Teachable Machine간의 연결 도구로 p5.js를 선택하였다. p5.js는 실시간 데이터 시각화와 사용자 피드백 수집을 담당하는 중요한 역할을 한다. p5.js는 웹 기반의 환경에서 사용자가 제공하는 피드백을 실시간으로 처리할 수 있게 해주며, 이를 통해 사용자는 분리수거기의 작동 상태를 직관적으로 확인할 수 있다. 또한 p5.js는 Arduino와의 양방향 통신을 가능하게 하여, Teachable Machine에서 학습된 모델을 기반으로 분류된 쓰레기의 결과를 Arduino에 전달한다. Arduino는 이 정보를 바탕으로 분리수거기에 연결된 모터를 제어하여 쓰레기가 적절한 수거함으로 배출되도록 한다. 이와 같은 연동을 통해, 본 시스템은 실시간으로 쓰레기를 분류하고 효율적인 자동화 시스템을 구축할 수 있다. 아래 Fig 1은 자동분리수거 시스템의 구상도이다.

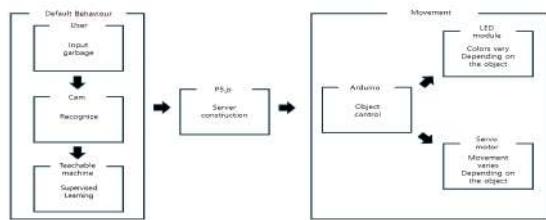


Fig. 1. Schematic diagram of automatic recycling system

III. 실험 및 결과

본 논문에서는 Teachable Machine을 활용하여 쓰레기 분리수거 시스템의 학습 모델을 구축하였다. 쓰레기 분류를 위한 데이터셋으로 캔, 페트병, 유리병 각각 200개의 이미지를 사용하였다. Teachable Machine에 해당 이미지를 입력하고 모델을 학습시킨 결과, 페트병은 98%, 캔은 98%, 유리병은 96%의 정확도를 기록하였다. 이를 통해 Teachable Machine이 쓰레기 종류를 정확히 인식하고 분류할 수 있음을 확인하였다. 각 쓰레기 유형별 분류 정확도는 Table 1과 같다.

학습된 모델은 p5.js를 통해 Arduino와 연동되어, 쓰레기 분류 작업의 자동화를 실현하였다. Arduino는 AI모델의 분류 결과에 따라 모터를 제어하여 쓰레기를 각기 다른 수거함으로 분리하는 역할을 수행하였다. 또한, 시스템에는 3색 LED가 장착되어 있어, 사용자가 캔을 투입하면 빨간색 LED가, 페트병을 투입하면 노란색 LED가, 유리병을 투입하면 초록색 LED가 켜지도록 설계했다. 이러한 시각적 피드백은 사용자가 올바른 분리수거를 했는지 확인할 수 있도록 돕는 역할을 하였다.

실험 결과, 시스템의 전반적인 분류 정확도는 평균 97%를 상회하였다. 테스트는 실제 생활에서의 활용 가능성을 고려하여 다양한 조명 조건과 배경에서 진행되었다. 초기 실험에서는 특정 환경에서 분류 정확도가 낮아지는 오류가 자주 발생하였으며, 이

를 해결하기 위해 다양한 조건에서 데이터를 추가로 학습시켰다. 이러한 반복 학습을 통해 시스템이 환경적 변동성에도 높은 분류 정확도를 유지할 수 있음을 검증하였다. 아래 Fig 2는 자동 쓰레기 분리수거 시스템의 테스트 결과를 나타내고 있다.



Fig. 2. Automatic garbage sorting results

Table 1. Accuracy of classification by waste type

Class	Quantity	Accuracy
Pet	200	98 %
Can	200	98 %
Glass	200	96 %

IV. 결론

본 논문에서는 Teachable Machine과 Arduino 기술을 결합하여 쓰레기 분리와 재활용 과정의 효율성을 높이는 자동 쓰레기 분리수거 시스템을 구현하였다. 시스템은 다양한 환경에서 높은 정확도로 쓰레기를 분류할 수 있었으며, Teachable Machine을 활용한 학습 모델은 페트병 98%, 캔 98%, 유리병 96%로 실제 사용 가능한 수준의 분류 정확도를 달성하였다. 또한, p5.js와 Arduino의 연동을 통해 모터를 제어하여 시스템의 자동화가 실현되었으며, LED 모듈로 사용자에게 직관적인 피드백을 제공할 수 있었다. 본 연구에서 제시된 시스템은 환경 보호와 자원 재활용을 촉진할 수 있는 유용한 도구로서, 향후 다양한 환경에서의 응용 가능성을 보여주었다. 향후 연구에서는 추가적인 데이터 학습과 시스템 최적화를 통해 더욱 다양한 쓰레기 유형을 처리할 수 있는 가능성을 탐구할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] [Living Environment] Changes in the pattern of domestic waste generation due to the spread of COVID-19
- [2] [Arduino and p5.js lecture 12] Project 1 using artificial intelligence (teachable machine) technology
- [3] [Arduino Project] 20-1. Facial recognition and Arduino (Teachable Machine, Arduino)

고령층 복약순응도 예측을 위한 중요 지표 추출 연구

이용빈¹, 서지윤^{2*}

¹연세대학교 컴퓨터정보통신공학부 ²연세대학교 SW중심대학사업단

Study on Extracting Important Indicators for Predicting Medication Compliance in the Elderly

Yong-Bin Lee¹, Ji-Yun Seo^{2*}

¹Department of Computer Information and Communication Engineering, Yonsei University

²National Center of Excellence in Software, Yonsei University

I. 연구 필요성 및 문제점

고령화 사회가 진행되면서 노인층의 건강 관리가 필수적이며, 진료를 받고 질병에 대한 복약을 성실히 하여 빠른 회복을 하는 것이 중요하다.[1] 다양한 의료 데이터와 컴퓨터 프로그램의 기능이 발전하면서 개인에 대한 의료 정보를 손쉽게 파악할 수 있게 되었다. 본 논문에서는 고령층 의료 정보를 바탕으로 복약순응도에 중요한 영향을 미치는 요인을 추출하여 확인할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

II. 연구내용과 방법

복약순응도 추정을 위한 알고리즘은 개인에 대한 의료 정보 데이터를 수집한다. 복약순응도를 종속 변수로 설정하여 독립 변수 간에 상관 분석을 진행하여 복약순응도와 가장 밀접한 관련을 맺고 있는 독립 변수만을 추출하여 데이터 가공을 진행했다. 가공이 완료된 데이터를 이용하여 RF 모델을 설계하고 가중치가 높은 데이터만을 추출하여 복약순응도에 주된 영향을 미치는 요인을 정확히 파악하였다. 데이터 분석을 통해 각 만성질환에 대한 존재 유무와 각 만성질환에 대한 복약순응도가 가장 중요한 요인으로 추출됨을 확인하였다. 모델에 의하여 추출된 data column을 표 1에 나타내었고, 모델 결과로 출력된 data column에 대한 시각적 자료를 그림 1에 나타내었다.

Table 1. Data columns extracted as important factors by the model

구분	특징 정보
개인 의료 정보	각 만성질환에 대한 복약순응도, 각 만성질환 존재 유무, 질병 수, 몸무게, 나이, 생년월일, 현재 거주지, 출신 학교, 수면 습관

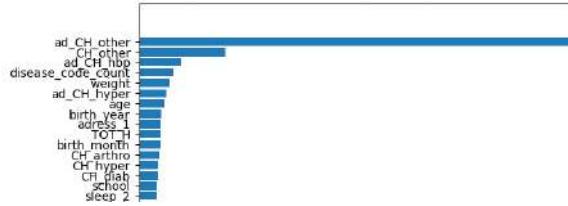


Fig. 1. Visual data on model results for the presence or absence of drug compliance

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 고령층 의료 정보를 활용하여 복약순응도에 중요한 영향을 미치는 요인을 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 결과를 시각적으로 한 눈에 확인할 수 있어 복약순응도가 어떤 요인에 많은 영향을 받는지 확인할 수 있고 영향이 많지 않은 결과를 신경 쓰지 않아도 된다는 장점이 있다. 알고리즘을 활용하여 추후 자신이 어떠한 원인으로 복약순응에 대한 영향을 받는지 확인할 수 있는 척도가 될 수 있을 것이라 기대한다. 향후에는 데이터를 다양하게 분석하여 기존 모델보다 정확하게 설계할 수 있도록 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01219)

REFERENCES

- [1] Hyunseop Shin, Kim Sang Mi, Analysis of Factors Affecting Medication Adherence in Multiple Chronic Diseases using Korea Health Panel Survey, The Korean Journal Of Health Economics and Policy, Vol.26, No.1, 69-89, 2020

실내 환경에서의 자율 주행 로봇을 위한 지도 작성

김도형¹, 장승민², 하연철^{3*}

¹부산대학교 조선해양공학과, ²주식회사 유민텍, ³부산대학교 선박해양플랜트기술연구원,

Mapping for Autonomous Driving Robots in Indoor Environments

Do-Hyeong Kim¹, Seung-Min Jang², Yeon-Chul Ha^{3*}

¹Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Pusan National University

²Youmintech Inc.,Ltd.

³The Korea Ship and Offshore Research Institute, Pusan National University

Abstract This study aims to develop an indoor mobile robot capable of performing various tasks efficiently. The indoor environment presents significant challenges to the mobility and navigation of robots due to its diverse obstacles and complex structures. To address these challenges, we applied SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) technology, which integrates data from multiple sensors to accurately estimate the robot's position within the indoor environment. This approach enables the robot to create a map of its surroundings and estimate its location in real-time. Additionally, we integrated artificial intelligence algorithms for obstacle avoidance and path planning to ensure safe and efficient navigation.

- Key Words : robot, sensor, indoor autonomous driving, SLAM, navigation

I. 서론

모바일 로봇은 주변 환경을 파악하고 공간을 이동하며 다양한 작업을 수행할 수 있다. 일반적으로 자율 주행이나 원격 조작을 통해 이동하며, 다양한 센서와 인공 지능 기술을 결합하여 외부 상황을 파악하고 경로 계획 및 장애물 인식 등의 성능을 가진다[1].

이러한 모바일 로봇은 사람을 대신해서 접근하기 어려운 곳이나, 코로나19와 같은 팬데믹 상황에서 효율적으로 작업을 진행할 수 있으며 병원, 물류 창고, 공장 등 실내 공간에서 배송, 방역, 순찰, 모니터링과 같은 다양한 기능들을 현장에서 적용하기 위해 연구가 활발히 이루어지고 있다[2].

특히, 실내 환경에서 로봇이 자율 주행하며 이동하기 위해서는 로봇이 주어진 환경에서 자신의 위치를 추정하면서 동시에 환경의 지도를 작성하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 지도 생성, 현재 위치, 주변 환경을 파악하기 위해 센서 및 알고리즘을 적용하였으며 ROS 기반의 SLAM 알고리즘을 사용하고, 실험을 통해 자율 주행 시스템에 적합한 알고리즘을 도출한다.

II. 시스템 구성

2.1 로봇 플랫폼 구성

본 연구는 실내 환경에서 자율 주행을 위한 모바일 로봇을 제작하였으며 Fig. 1에 이동 로봇을 나타내었다. 모터는 전륜 좌우와 후륜 좌우로 조합하여 4륜 구동 방식으로 설정하였고, 모터 드라이버는 동일한 작업을 필요로 하기 때문에 마스터와 슬레이브 형식으로 CAN 통신을 통해 동기화를 하였다. 또한, 주변 상황 및 장애물을 인식하기 위해 카메라와 LiDAR를 사용하였고 로봇의 현재 위치 및 상태 추정을 위한 관성 측정 장치(IMU) 센서를 부착하였다. 시스템 전원을 위해 24V 리튬 배터리와 파워 분배 보드 및 인버터를 함께 적용하였다.

모바일 로봇의 원격 사용을 위해 별도의 Wi-Fi USB Adapter와 노트북 1대를 사용하였다.

모바일 로봇 플랫폼의 크기는 폭 50cm, 길이 100cm, 높이 55cm의 크기로 제작하였으며, 노트북으로 Jetson nano에 원격 접속하여 모터 드라이버와 연결된 RS485 통신을 통해 모터를 조작하고 키보드 제어를 이용하여 지도 작성 을 진행한다.

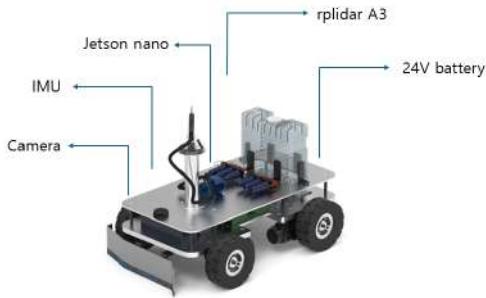


Fig. 1. The Platform of Mobile Robot

III. 위치 추정 및 지도 작성

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 이동 로봇이 알지 못하는 환경에서 자율적으로 탐사하며 지도를 작성하고 자신의 위치를 추정하는 문제를 해결하는 기술이다. table.1에서 SLAM의 알고리즘을 나타내었다. 또한, Fig. 2와 같이 바퀴의 encode 및 LiDAR, IMU 센서 등으로 현재 위치를 추정하여 지도를 제작할 수 있다[3].

Table 1. Algorithm Comparison

알고리즘	사용 센서	특징	환경
GMapping	LiDAR, wheel, odom	비교적 간단한 구현 실시간 응답성 우수	단순하고 구조화된 실내 중요한 환경
Hector SLAM	LiDAR, IMU	복잡한 환경에서도 지도 작성	복잡한 환경, 정밀한 지도 작성
Cartographer	LiDAR, IMU wheel, odom		

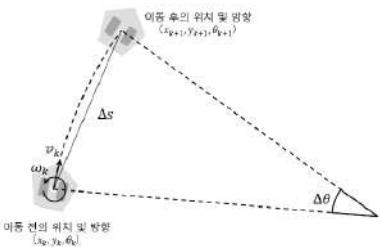


Fig. 2. Using Wheel Encoders for Position Tracking

$$x_n = x_{n-1} + \Delta d \cdot \cos(\theta_{n-1} + \frac{\Delta\theta}{2}) \quad (1)$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta d \cdot \sin(\theta_{n-1} + \frac{\Delta\theta}{2}) \quad (2)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \Delta\theta \quad (3)$$

실험은 실내 환경인 연구실 내에서 진행되었다. 많은 책상과 의자로 다소 복잡한 환경에서 Cartographer를 사용하

여 로봇은 정해진 경로를 따라 자율 주행하면서 실시간으로 SLAM을 수행하였다. 각 알고리즘을 확인하기 위해 루프 클로징(loop closure) 기능, 지도 작성의 정확도, 처리 속도 등을 측정하였다.

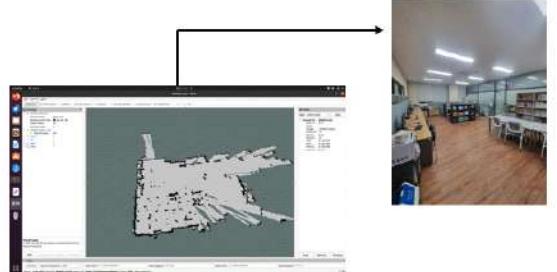


Fig. 3. Mapping the lab's indoor environment

IV. 결론 및 향후 연구

실내 공간에서 자율 주행을 하기 위해 모바일 로봇을 이용하여 지도를 작성하였으며, 이를 통해 로봇의 실내 주행에 필요한 센서 동작을 확인하였고 알고리즘을 적용하여 원격 조작 로봇의 현재 위치 확인 및 구동을 수행하였다.

Cartographer를 사용하여 지도를 작성하였으며 복잡한 환경에서 높은 정확도의 정밀한 지도를 생성할 수 있는 강력한 알고리즘으로, 정밀한 자율 주행을 위한 솔루션으로 확인되었다. 향후 연구에서는 센서 융합 기법과 3D SLAM의 성능 향상에 중점을 둔 연구가 필요하다고 판단된다.

또한, 각 분야에 적합한 별도의 모듈이 필요하고 주행 능력 향상과 지속가능성을 고려하여 실내·외에서 운용 가능한 로봇의 개발 및 알고리즘 개선이 필요하다고 판단된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임[S3283693]

REFERENCES

- [1] Jeong, Chan-Young, Tae-Yeon Kim, and Hyun-Chul Shim. "Development of a Mobile Robot System Based on ROS and Autonomous Indoor Experimentation." Journal of Control, Robotics and Systems 25.5 (2019): 438-444.
- [2] Oh, Ji-Man, et al. "A Study on the Development of an Indoor Autonomous Driving Robot." Journal of Control, Robotics and Systems 24.9 (2018): 814-821.
- [3] Grisetti, G., Stachniss, C., & Burgard, W. (2007). Improved techniques for grid mapping with Rao-Blackwellized particle filters. IEEE Transactions on Robotics, 23(1), 34-46.

작업 효율 향상을 위한 밸브 바디 가공 공정용 로봇 자동화 시스템 구축

권태웅¹, 김경호¹, 김주현¹, 이유빈¹, 김희진², 이욱², 김용주³, 손동섭^{1*}

¹한국로봇융합연구원, ²한국산업단지공단, ³영도산업(주)

Establishing a Robotic Automation System for Valve Body Machining Process to Improve Work Efficiency

Tae-Woong Gwon¹, Kyoung-Ho Kim², Ju-Hyun Kim¹, Yu-Bin Yi¹, Hee-Jin Kim², Wook Lee², Yong-ju Kim³,

Dong-Seop Sohn^{1*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence,

²Korea Industrial Complex Corporation

³Youngdo Industrial Co., Ltd

Abstract In this paper, we proposed various methods for optimizing the machine-tending process, and through this, we studied ways to improve both productivity and quality at the same time. In order to improve the efficiency and reduce the cycle time of the robot, we analyzed the problems occurring at each stage of the machine-tending process and presented a technical approach to solve them. We verified the effectiveness of these methods through demonstration in the actual industrial field.

• Key Words : Manufacturing Automation, Valve Body, Deburring, Machine Tending

I. 서론

최근 금속가공공정에서는 로봇 자동화 시스템의 도입이 최근 몇 년간 급속히 확산되고 있다. 이러한 도입은 생산성 향상, 비용 절감, 안전성 향상 등 여러 가지 이유로 인해 주목받고 있다. 로봇은 인간보다 빠르게 작업을 수행할 수 있으며, 일관성 있고 정밀한 작업을 가능하게 함으로써 생산성을 크게 향상시키고, 공정 시간을 단축시킨다. 비용적인 측면에서도 로봇 시스템은 장기적으로 인건비와 유지비를 줄이는 데 기여하며, 작업 중 발생하는 오류를 줄여 품질을 향상시키며, 재작업 비용을 절감 할 수 있다. 또한 로봇 도입은 일부 직업의 변화를 초래할 수 있지만, 새로운 기술을 배우고 관리하는 새로운 직업을 창출하는 데도 기여 할 수 있다. 이러한 동향은 금속가공 산업에서의 혁신적인 변화를 이끌고 있으며, 앞으로도 이러한 도입이 확대될 것으로 기대된다.

이러한 기업의 요구에 대응하기 위하여 한국로봇산업진흥원에서는 로봇 공정에 대한 표준공정모델을 개발하고 이의 실증을 위한 지원사업을 추진하고 있다. 본 논문에서는 개발된 표준공정모델 중에서 “금속자동차부품 정밀 가공품 이송 및 선탠팅 공정”에 대한 실증을 추진한 사례에 대하여 소개하고자 한다. 본 실증 공정은 자동차용 밸브 바디 부품을 수작업으로 디버링하고, 운반하여

세척하던 공정을 로봇 자동화를 통하여 전체 공정을 자동화하여 작업자의 피로도 감소, 생산성 향상, 품질 안정성 증대를 목적으로 하고 있다. 이러한 공정에 대한 로봇을 활용한 자동화 시스템 구축을 통하여 노동인구 감소, 노동인력 고령화, 생산현장 기피현상 등을 해결하고 로봇 시스템 관리 및 운영, 유지보수 등의 기술 기반 일자리 창출이 가능할 것으로 예상된다.

II. 기존 공정 분석

로봇 자동화를 이루고자 하는 공정은 밸브 바디 가공 공정으로 공작기계 (CNC/MCT)를 사용하여 제작된 밸브 바디에 대하여 디버링, 세척, 블로잉 순으로 이루어져 있으며, 수작업을 통하여 디버링과 세척 공정을 진행하고, 블로잉 기계를 거쳐 최종 완료되는 공정이다.

본 공정에서 디버링 공정은 작업자가 매스를 이용하여 수동으로 디버링 공정을 수행하며, 10Kg 내외의 세척 트레이(제품 포함)를 수작업으로 이동하여 세척하는 공정으로, 작업자의 컨디션에 따라 품질이 일정하지 못하며 기밀부 스크래치로 인한 불량 발생률이 높고, 균골격계 질환 증가로 인해 작업 기피 및 효율 저하가 나타나고 있다.



Fig. 1. Process flow

III. 로봇 자동화 시스템 레이아웃 설계 및 구축

본 공정은 작업자가 공작물 박스 투입 및 완제품 박스 배출을 담당하고, 디버링 장비, 레이저 마킹기, 자동세척기, 블로잉 장치와 산업용로봇이 연동 작업할 수 있도록 배치하였다. 2대의 산업용 로봇은 작업자가 수동으로 수행하던 디버링, 세척 등 각 공정별 장비에 소재를 투입하고 배출하는 작업을 수행하게 된다.



Fig. 2. Robot automation system layout

작업자가 공작물 박스를 공급컨베이어①에 적재하여 공급 스테이션으로 이송되면, Robot1③이 이종확인② 후 공작물을 꾹입하여 디버링 장비④에 투입 및 완료된 공작물을 블로잉⑤ 하여 레이저 마킹기⑥ 및 세척트레이⑧로 이송한다. 트레이별로 세척이 완료되면, Robot2⑦가 공작물을 꾹입하여 이종확인 및 블로잉⑨ 공정을 거쳐 배출 박스⑩로 이송한다. 제품 식별을 위한 레이저 각인 공정을 추가하여 작업의 효율성을 높였다. 세척 공정의 경우에는 세척조 1개당 9개의 공작물이 동시에 투입될 수 있도록 트레이를 구성하여 총 3개의 세척조에 5개의 트레이를 구성하여 직교로봇을 장착하여 순차적으로 순환하여 진행 될 수 있도록 구성하였다. Robot에 사용된 그리퍼는 4종의 공작물을 가공 전/후 형상에 모두 대응할 수 있도록 2핸드 타입으로 설계하였고 다품종 생산에 대응하기 위해 제작된 그리퍼의 형상 제약으로

디버링 공정에서 로봇이 한 번의 이동으로 투입과 배출이 동시에 진행되지 못하는 상황을 고려하여, 공작물 반전 작업대 2대를 설치함으로써 Robot1의 가동효율이 향상되고 사이클 타임은 감소되었다. 로봇은 공작물의 최대 무게와 작업속도를 고려하여 현대로봇틱스의 HH050 산업용로봇으로 선정하였다.

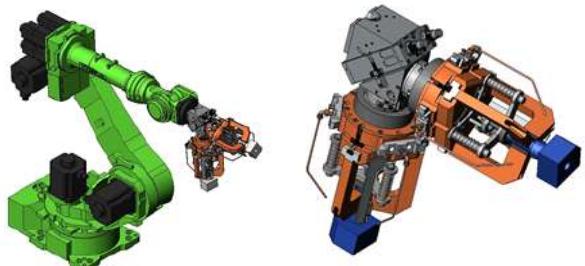


Fig. 3. Robot & Gripper

IV. 로봇 자동화시스템 효과 분석

로봇자동화 공정을 도입한 후 발생한 효과를 기존 작업자가 행했던 공정과 비교해 보았다.

1시간당 생산량은 기존 15개에서 27개로 80% 향상. 불량률은 0.144%에서 0.082%로 42.8% 향상, 원가절감은 40,800천원에서 8,160천원으로 80% 절감되는 성과를 나타냈다.

Table 1.

	As-Is	To-Be	Rate
Productivity improvement	15 PCS/h	27 PCS/h	80 %
Reduction of failure rate	0.144 %	0.082 %	42.8 %
Cost Reduction	40.8 million won	8.16 million won	80 %

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부의 ‘첨단제조로봇 실증사업’의 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Robot Industry Advancement, “Robot Process Model Demonstration Criteria Guide-Robot/Machine tending process”, pp. 2-3, 2024.
- [2] J. U. Jeong, Y. W. Sung, N. S. Chu, S. J. Kwon, “Brake Module Assembly Using a Redundant Robot Having an 1 d.o.f. End Effector”, Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 15, no. 3, pp. 104-110, 2014.

작업 환경 개선과 생산성 향상을 위한 실린더블록 가공 자동화 머신텐딩 표준로봇공정 시스템 개발

이유빈¹, 김주현¹, 손동섭¹, 권태웅¹, 이민희², 장창수³, 김경호^{1*}

¹한국로봇융합연구원, ²(주)제일피엠씨, ³쿨스

Development of a cylinder block machining automation machine tending standard robot process system for improve work environment and increase productivity

Yu-Bin Yi¹, Ju-Hyun Kim¹, Dong-Seop Sohn¹, Tae-Woong Gwon¹, Min-Hee Lee², Chang-Su Jang³, Kyoung-Ho Kim^{1*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

²JEIL PMC Co.,LTD

³Kuls

Abstract This study aims to improve working conditions and productivity by automating the cylinder block machining process based on a standard process model. The traditional process, which heavily relied on manual labor, posed challenges such as musculoskeletal disorders and inconsistencies in product quality. To address these issues, the study designed an automated system integrating industrial robots with CNC/MCT machining tools and optimized the layout and robot specifications for maximum efficiency. This research demonstrates that automation can simultaneously enhance productivity and quality in manufacturing processes. Future work will involve continuous data analysis to monitor performance and identify areas for further improvement.

Key Words : Manufacturing automation, Industrial robot, Productivity, Standard process model

I . 서론

본 연구는 표준공정모델을 활용하여 자동화시스템을 개발하고 산업현장에 적용한다. 근래에 제조업을 중심으로 생산성 향상, 품질 개선, 인력부족 문제 등을 해결하기 위해 공정 자동화가 활발히 진행되면서 첨단로봇을 활용한 자동화에 대한 관심이 커지고 있다. 이에 대응하여 로봇산업진흥원은 제조로봇 보급, 확산을 위해 표준공정모델을 적용한 제조로봇 실증사업을 지원하고 있다.



Fig. 1. Standard process model

실린더 블록 가공에 활용되는 절삭가공 공정은 제조업 분야 중에서도 기피공정으로 손꼽힌다. 고하중 반복 작업으로 인한

근골격계 질환과, 절삭유 증기 흡입 및 접촉에 따른 호흡기질환과 피부질환을 유발한다. 또 작업자가 공작물을 수작업으로 가공 장비에 물리는 과정에서 정렬 시간에 의해 발생하는 작업시간 증가와 작업자의 성향에 따라 정렬 위치가 달라져 가공 품질이 일정하지 못한 문제가 발생한다.

이러한 문제들을 개선하기 위해 작업량 개선, 비용감소 등의 KPI(핵심성과지표)를 설정하고 개발된 표준공정모델을 바탕으로 로봇 자동화 시스템의 사양을 결정한다. 목표 성능을 만족하는 로봇 사양 결정 등 자동화 시스템을 설계하고 최적화하여 레이아웃을 결정하고 결정된 레이아웃을 바탕으로 로봇공정을 도입한다.

II . 기존 공정 분석

로봇 자동화를 이루고자 하는 공정은 실린더 블록 가공 공정으로 가공장비(CNC/MCT)를 사용하여 원통형 원재료를 절삭 가공하여 제품을 만드는 공정이다. 공정의 흐름은 크게 입고, 황삭, 정삭, 정밀가공, 검사, 출고 순으로 이루어진다.

작업장 특성상 공작기계가 통로로 맞붙어 있어 원료반입 - CNC - MCT - 제품적재로 이어지는 작업 동선이 길게 형성되어 있다. 또 2가지 제품 이상을 혼류 생산하고 있어 제품별 작업 준비 시간이 필요하다. 각 공작기계는 개별적인 제어를 통해 운영되어 공정의 흐름과 상관없이 제품을 생산하고 있는 환경이다.

표준공정모델에서 제시하는 적용로봇과 주변설비 사양과 로봇 도입 핵심 고려사항을 현장상황에 적용하고 그에 따라 발생하는 생산감축 시간, 예상 불량률을 계산하여 KPI지표를 설정하였다.



Fig. 2. Process flow

Table 1. KPI setting

	As-Is	To-Be	Rate
Productivity improvement	40PCS/h	60PCS/h	50%
Reduction of failure rate	5%	2.5%	50%
Cost Reduction	9,410,000/m	3,500,000/m	63%

III. 로봇 자동화 시스템 레이아웃 설계

가공장비와 산업용로봇이 연동하여 작업할 수 있도록 가공장비를 재배치하였다. 2대의 산업용 로봇은 각 공정에 알맞은 CNC와 MCT에 공작물을 공급하며 기존에 작업자가 실시하던 공작물을 가공장비에 정렬하고 작업이 끝난 공작물을 출거하는 작업을 수행하게 된다.

CNC와 MCT는 로딩/언로딩 시 자동으로 보호덮개가 열리도록 자동 개폐 시스템과 로딩 시 공작물이 제 위치를 찾을 수 있도록 가공 지그를 추가하였다. 다축 가공을 하는 MCT에는 공작물이 가공 시 위치를 이탈하지 않도록 유압 지그를 추가로 설치하였다. Robot1의 그리퍼는 5기종 이상의 다양한 공작물의 가공 전/후 형상에 모두 대응할 수 있도록 2핸드 타입으로 설계하였고 Robot2의 그리퍼는 4개의 공작물을 동시에 로딩할 수 있도록 4핸드 타입으로 설계하였다. 로봇은 공작물의 최대 무게와 작업 속도를 고려하여 현대로봇틱스의 HH50 산업용로봇으로 선정하였다. 배출컨베이어와 공급컨베이어를 인접 배치하여 물류 시스템과의 연동을 원활하게 하였고 작업자 동선을 최소화하여 작업환경을 개선하였다.

레이아웃 상 작업 흐름은 다음과 같다. 작업자가 원소재를 공급 컨베이어에 적재하면 자동으로 소재 공급지그에 정렬된다. Robot1이 소재 공급지그에 적재된 소재를 CNC1에 투입하여 확삭을 진행하고, 작업이 끝나면 Robot1이 CNC1에서 가공 완료된 공작물을 꺼내 CNC2에 투입하여 정삭을 진행한다. CNC2에서 가공 완료된 공작물을 꺼내 Robot1과 Robot2 사이에 위치한 거치대에 옮겨놓는다. Robot2가 거치대에서 제품을 집어 MCT1과 MCT2 중 작업이 가능한 곳에 투입하여 정밀가공을 진행한다.

Robot2가 가공이 완료된 제품을 배출 컨베이어로 이동시킨 후 제품이 검사장으로 이동한다.

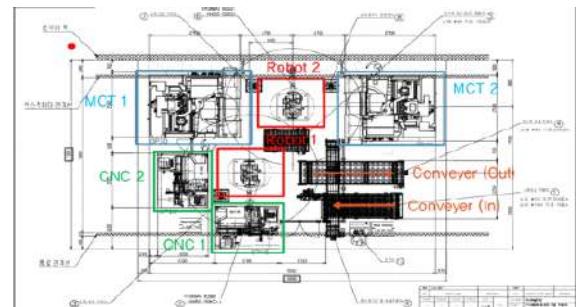


Fig. 3. Robot automation system layout

IV. 로봇 자동화 시스템 구축 및 결론

확정된 레이아웃 바탕으로 로봇 자동화 공정을 도입하였다. 먼저 공작기계를 레이아웃 형식대로 재배치하였고 로봇과 제반 시설들을 설치하였다. 공작기계들과 로봇, 컨베이어 등의 제반 시설과 센서들은 중앙 제어기를 통해 동기화하여 유기적인 움직임을 가질 수 있도록 하였다.



Fig. 4. Installed automation system

본 연구에서는 표준공정모델을 바탕으로 실린더블록 절삭가공 공정 자동화를 위해 제조공정을 재설계하고 최적화하여 도입하였다. 향후 로봇과 센서, 공작기계에서 발생하는 데이터를 지속적으로 분석하여 KPI에 명시된 실질적인 작업 효율 개선과 불량률 감소 효과를 관찰하고 추적 분석할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부의 ‘2024년 첨단제조로봇 실증사업’ 지원을 받아 수행된 것임.

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Robot Industry Advancement, “Robot Process Model Demonstration Criteria Guide-Robot/Machine tending process”, pp. 2-3, 2024.
- [2] J. U. Jeong, Y. W. Sung, N. S. Chu, S. J. Kwon, “Brake Module Assembly Using a Redundant Robot Having an 1 d.o.f. End Effector”, Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 15, no. 3, pp. 104-110, 2014.

용접선 인식 기반 초저온 판형 열교환기 용접 자동화 표준로봇공정 시스템 개발

김경호¹, 김주현¹, 권태웅¹, 손동섭¹, 이영천³, 이승현³, 김희진⁴, 이욱⁴, 조상명^{2*}

¹한국로봇융합연구원, ²(주)스타웰즈, ³(주)마이텍, ⁴한국산업단지관리공단

Development of a standard robot process system for welding automation in cryogenic plate heat exchangers based on welding seam recognition

Kyoung-Ho Kim¹, Ju-Hyun Kim¹, Tae-Woong Kwon¹, Dong-Seop Sohn¹, Young-Chun Lee³, Seung-Hyeon Lee³, Hee-Jin Kim⁴, Wook Lee⁴, Sang-Myoung Cho^{2*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence,

²Starwelds Inc.,

³Mytec Co., Ltd.,

⁴Korea Industrial Complex Corporation

Abstract In this paper, we will introduce the development and verification of the application system of the standard robot process model for the automatic welding line recognition process developed for the automation of the ultra-low temperature plate heat exchanger welding process, which aims to improve productivity and quality, targeting the welding process, which has been found to have a high need for the introduction of a robot production system in the manufacturing industry in the Busan area due to high defect rates and task difficulty.

• Key Words : welding automation, standard robot process model, heat exchanger, robot welding process, welding seam recognition

I. 서론

정부는 ‘제3차 지능형 로봇 기본계획’을 근거로 뿌리, 섬유, 식음료 등 제조분야 3대 주요 업종에 대해 로봇을 활용한 표준 공정모델을 개발하여 국내 기술 제조로봇의 보급 확대와 함께 로봇활용 기반 제조시스템 고도화 및 디지털 전환을 지원함으로써 Industry 4.0, 유연생산제조시스템, 자율제조 등 치열한 생존 경쟁을 위한 제조 패러다임 및 환경 변화 요구 속에서 국내기업이 성공적으로 체제를 변환하고 글로벌 산업경쟁력을 확보할 수 있도록 다양한 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 높은 불량률 및 작업 난이도의 이유로 부산 지역 제조분야 로봇 생산시스템 도입 필요성이 높게 조사된 용접공정을 대상으로, 생산성 및 품질 향상을 목표로 하는 초저온 판형 열교환기 용접공정의 자동화를 위해, 개발된 용접선 자동인식 공정 표준로봇공정 모델의 응용 시스템 개발 및 실증에 관한 내용을 소개하고자 한다.

본 실증 개발에서는 열교환기 제작을 위한 용접 공정에 있어 플레이트 포트홀 커버 및 플레이트 팩 간 용접 시 과도한 입열량 및 동일하지 않은 용접 조건(전류, 전압, 온봉속도 등)으로 인한 브레이징 접합부 이탈 및 용접부 누수 등 빈번한 불량 문제, 쥐부 및 용접 등 긴 작업시간, 열악한 작업환경에 따른 높은 안전사고 위험 등 다양한 문제점을 앓고 있는 GTAW(Gas Tungsten Arc Welding, Tig 용접 or 알곤 용접) 수작업 공정을, 로봇 끝단부에 에너지 밀도가 높은 레이저 용접 장치를 연결하고, 로봇 티칭을

통해 용접 경로(위치, 간격 등)를 사전 설정한 후, 로봇과 회전 기능을 갖는 작업 고정장치(포지셔너)가 연동하여 레이저 범위 센서로 추적된 용접선을 따라 일정한 용접 조건을 유지하며 용접을 가해주는 로봇 자동화 공정으로 구현하여 작업자의 안전 사고 예방과 품질 및 생산성 개선을 지원하는 판형 다단 적층 용접 공정의 좋은 사례가 될 것으로 기대한다.

II. 로봇 활용 용접 자동화 개발 공정 개요

실증 개발하고자 하는 초저온 판형 열교환기 생산을 위한 용접 자동화 공정은 플레이트 부속품과 포트홀 커버의 레이저 플릿 용접, 플레이트 팩 간 맞대기 용접 작업을 수행하는 공정으로 기존에는 사람의 수작업의 의존하여 작업자의 기량에 따른 잦은 불량 발생과 재 제작으로 인한 비용 손실, 고중량의 작업물 취부 및 열악한 환경 속 장시간 작업으로 근골격계 질환 및 안전사고 위험도가 높은 개선 필요성이 시급한 기피 작업 공정에 해당된다.

플레이트 팩 단품 제작 용접 공정은 아래 Fig. 1에서와 같이 브레이징된 열판 부속품 및 포트홀 커버가 작업 고정장치로 이송되면 상부 커버 용접 후 뒤집기, 하부 커버 용접 후 제작품 언로딩 배출 순으로 이뤄지고, 플레이트 번들 제작 공정은 다수의 플레이트 팩의 작업 공정장치 이송 로딩, 팩 간 테두리 맞대기 용접 후 언로딩 배출 순으로 구성된다.



Fig. 1. Process flow

III. 머신텐딩 표준로봇공정 시스템

본 용접선 인식 기반 판형 열교환기 용접 자동화 로봇시스템은 선박산업분야에서 개발된 ‘용접선 자동인식 공정’ 표준공정모델을 기본으로 머신텐딩 로봇시스템을 통해 작업 대상물인 최소 28kg ~ 최대 280kg의 원판형 플레이트 부속품, 포트홀 커버, 플레이트 팩 및 번들이 포지셔너로 들어오면 다단 적층 용접 작업이 가능하도록 아래 Fig. 2에서와 같이 가반하중 20kg, 작업반경 1742mm의 6축 산업용로봇(현대로보티스)와 1500kw 출력의 파이버 레이저 용접기, 최대 측정범위 XYZ 39×73×41mm의 레이저 변위센서, 정밀 와이어 송급장치, 가반하중 1,000kg, 작업범위 360°의 1축 포지셔너로로봇시스템을 응용 구성하였다.

Table 1. Comparison of standard process model and empirical model

표준로봇공정모델		개별 실증 시스템
선택, 선택 구성 부속품 제조와 용접선 자동인식 로봇 공정		초저온 판형 열교환기 글레이드 쪽 및 번들 핸들링 대신 텐팅 공정
0. 공정 전의 - 물류선 아리나 3차원 형상의 소형 제품을 제작에서 다급한 로봇 활용 - 접합부의 용접선 인식과 용접 작업을 자동화를 실현 하는 용접 0. 학습하는	0. 공정 전의 - 3차원 형상 글래스 부풀을 레이저 용접 조립하는 공정에서 다급한 로봇 활용 용접선 인식을 통한 용접 작업을 자동화 하는 공정 0. 학습하는 - 3차원 형상의 용접부 형상 인식 용접 - 용접 작업을 위한 로봇 포지셔너(1축 로봇 연동) - 3D 테이터디자인(Vision) 기반 용접선 자동 추출	0. 공정 전의 - 파인급물의 위자형상(용접선 인식 및 용접제거) 스캐닝 및 용접 - 용접 작업을 위한 로봇 포지셔너(1축 로봇 연동) - 로봇의 용접거리 제어로 용접포장길이, 범위, 억제 및 열확산 밤지 기능 0. 학습구성 - 산업용 로봇과 레이저 용접기 및 디지털 와이어 승강장지 - 3차원 레이저 변위센서
작업 순서 부재 재개 → 용접선 인식 → 용접로봇 → 배출	1) 플레이트 쪽 로봇 작동 → 레이저 스캐닝/위치보정 → 레이저용접 → 배출 2) 플레이트 반대 쪽에 → 레이저 스캐닝/위치보정 → 레이저용접 → 배출	
적용로봇 사양 - 엔진 로봇 - 10kg - 1300mm 미상	로봇종류 기반 하중 작업 반경 투입 대수	로봇종류 기반 하중 작업 반경 투입 대수 산업용 로봇 20kg 1742mm 1대

동작 순서는 ①의 원판형 작업 대상물이 머신텐딩 로봇을 통해 ②의 포지셔너의 정확한 작업 위치로 정렬 안착되면, 산업용로봇 끝단부에 장착된 레이저 변위센서에서 작업 대상물(커버, 팩, 번들)의 홀과 맞닿은 면의 용접선을 인식하여 산업용로봇과 포지셔너가 연동하여 용접 경로를 이동하며 레이저 용접 공정이 진행된다.

플레이트 팩 단품의 용접 작업은 포트홀 커버 전면 용접 후, 머신텐딩 로봇을 이용하여 작업면을 뒤집어 후면 추가 용접이 이뤄지고, 플레이트 번들 조립품의 경우에는 다단으로 적층된 팩의 수만큼 360° 접촉면을 따라 용접을 완료한 후 ⑤의 컨베이어로 제작물을 인로딩하여 배출한다.

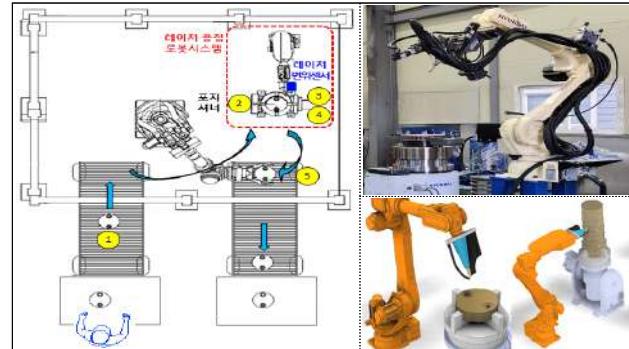


Fig. 2. Machine tending standard robot process system diagram

단품은 레이저 변위센서로 포트홀 주변 모서리의 위치를 센싱하여 필릿 용접을 하고, 번들은 단품과 단품사이 접촉부의 높이와 형상을 센싱하여 맞대기 용접한다.

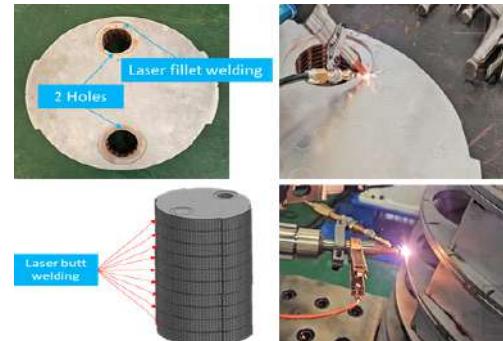


Fig. 3. 2D shape recognition vision system

IV. 결론

본 연구에서는 용접선 인식 변위센서와 6축 다관절 산업용로봇, 1축 부가장치, 레이저 용접기를 기 개발된 용접선 자동인식 표준로봇공정에 응용 도입하여 판형 다단 적층 소재의 필릿 및 맞대기 용접이 가능한 로봇시스템을 구현하고, 동작 테스트를 수행하였다. 번들의 경우 최대 9층까지 맞대기 용접이 이뤄지는데, 위로 올라갈수록 용접 품질이 떨어지는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 머신 러닝 학습을 통한 높이별 위치 및 형상 정보의 상관관계와 각 층사이 연결부 중심 거리 차이 등을 보상하여 용접 품질을 올릴 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부의 ‘첨단제조로봇 실증사업’의 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Robot Industry Advancement, “Robot Process Model Demonstration Criteria Guide-Ship/Welding Automation”, pp. 320-321, 2024.
- [2] J. E. Lee, J. N. KIM, “Welding Bead Detection Inspection Using the Brightness Value of Vertical and Horizontal Direction”, Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 23, no. 4, pp. 241-248, 2022.

표준공정모델 기반 식품류 인케이싱 로봇 자동화 시스템 개발

이유빈¹, 김주현¹, 손동섭¹, 권태웅¹, 조정남², 구준영², 송영환³, 김경호^{1*}

¹한국로봇융합연구원, ²신라에스지, ³에프로봇

Development of food encasing robot automation system based on a standard process model

Yu-Bin Yi¹, Ju-Hyun Kim¹, Dong-Seop Sohn¹, Tae-Woong Gwon¹, Jung-Nam Cho²,

Jun-Young Koo², Young-Hwan Song³, Kyoung-Ho Kim^{1*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

²Silla SG

³F.Robot

Abstract This study aims to improve productivity and efficiency in the food encasing process by automating it based on a standard process model. To address bottlenecks in the existing workflow, an automated system using robots and conveyors was designed and validated through 3D simulations. Issues identified during testing were corrected and optimized. As a result, the automation significantly enhanced process efficiency, and further improvements will be pursued through ongoing data analysis.

- Key Words : Manufacturing automation, Packaging, Process optimization, Standard process model

I. 서론

본 연구는 로봇공정모델을 활용하여 인케이싱 공정의 자동화 시스템을 개발하고 산업현장에 적용한다. 근래에 제조업을 중심으로 생산성 향상, 품질 개선, 인력부족 문제 등을 해결하기 위해 공정 자동화가 활발히 진행되면서 첨단로봇을 활용한 자동화에 대한 관심이 커지고 있다. 이에 대응하여 로봇산업진흥원은 제조로봇 보급, 확산을 위해 로봇공정모델을 적용한 제조로봇 실증 사업을 지원하고 있다.

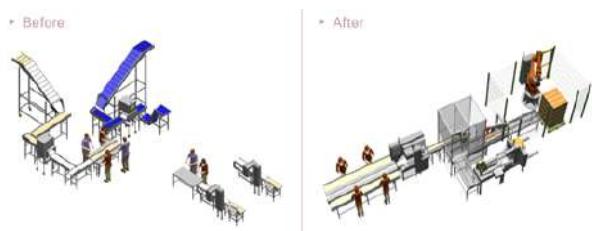


Fig. 1 Standard process model

로봇공정 도입을 통한 제조 경쟁력 향상을 위해 개발된 표준로봇공정모델을 바탕으로 작업량 개선, 비용감소 등의 KPI(핵심 성과지표)를 설정하고 로봇 자동화 시스템의 사양을 결정한다. 목표 성능을 만족하는 로봇 사양 결정 등 자동화 시스템을 설계하고 최적화하여 레이아웃을 결정하고 결정된 레이아웃을 바탕으로 로봇공정을 도입한다.

II. 기존 공정 분석

로봇을 도입하고 하는 공정의 흐름은 크게 세척, 이송/정렬, 팔레트 적재, 숙성, 검사, 포장 순으로 이루어진다. 이 중 자동화를 하고자 하는 공정은 이송/정렬과 팔레트 적재공정이다.



Fig. 2 Process flow

식품 산업의 특성상 제품의 신선도 유지를 위해 빠른 생산속도를 보인다. 초당 최대 30개의 제품이 나오는 공정 특성상 제품을 팔레트에 적재하는 속도보다 쌓이는 속도가 빨라 병목현상이 발생하고 순간적으로 많은 작업자가 투입되어야 하는 문제점이 발생한다.

III. 시스템 레이아웃 설계 및 시뮬레이션

설계한 로봇 자동화 시스템의 레이아웃은 Fig. 2와 같다. 로터리 피더로부터 공급되는 제품을 깔대기 타입의 슈트로 평 컨베이어로 이송하여 끝단에서 로봇 그리퍼로 정렬하여 팔레트에 적재한다. 팔레트는 팔레트 이송 컨베이어를 따라 좌우 2열로 분기되어 공급된다. 제품 적재가 완료된 이후에는 배출 컨베이어를 따라 반출된다. 로봇은 빠르게 생산되는 적재물의 속도를 고려하여 현대로보틱스의 HH07 산업용로봇으로 선정하였다.

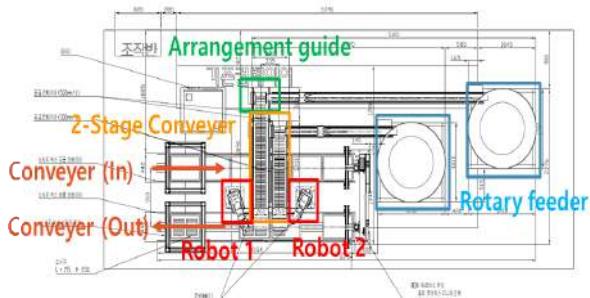


Fig. 3 Robot automation system layout

레이아웃 상 작업플로우는 다음과 같다. 세척을 마친 제품이 컨베이어를 타고 로터리 피더로 투입된다. 로터리 피더에서 제품이 계류하며 일자로 정렬된다. 정렬된 제품은 이송 컨베이어와 2열 컨베이어를 타고 그리퍼 지그장치에 도달한다. 팔레트 이송 컨베이어는 빈 팔레트를 공급하고 채워진 팔레트를 바깥쪽으로 이송시킨다. 2대의 6축 다관절 로봇(HH07)이 그리퍼 지그장치에 적재된 제품을 꺾여하여 팔레트에 적재한다.

설계된 레이아웃을 바탕으로 3D 모델링을 제작하여 제조 공정을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과, 목표한 KPI를 만족하는 것을 확인하였다.

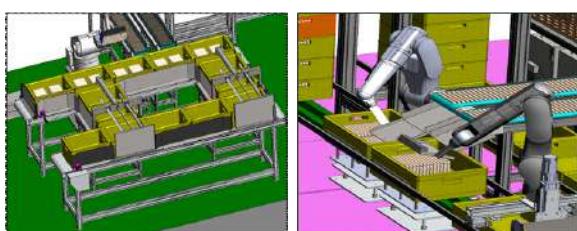


Fig. 4 System simulation

IV. 시스템 제작 및 시험

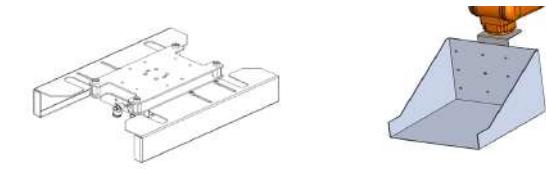
도출된 레이아웃을 바탕으로 시스템을 제작하였고 테스트를 실시하여 성능검증을 진행하였다.

Fig. 3의 Arrangement guide로 표시된 정렬 수트에 많은 양의 제품이 몰릴 경우 빠른 속도로 인해 제품이 컨베이어 위로 정렬되지 못하고 바깥쪽으로 텡가나가는 현상이 발생하였다. 제품의 정렬을 효과적으로 이루어 내기 위해 운동에너지 감소시킬 수 있는 경사구조를 추가하여 개량하였다.



Fig. 5 Modifying arrangement guide

그리퍼의 경우 많은 양의 제품을 단시간에 적재할 수 있는 최적의 형상을 찾는 것이 중요하다. 최적의 형상을 찾기 위해 시제작하여 시험하고 문제점을 찾아 수정하는 작업을 실시하였다.



(a) Before modifying

(b) After modifying



(c) Applied gripper

Fig. 6 Modifying robot gripper

IV. 결론

본 연구에서는 식품류 인케이싱 공정을 자동화하였다. 표준공정 모델을 기본으로 레이아웃을 결정하였고 3D 시뮬레이션을 통해 사전 검증하였고 시제작을 통해 성능을 확인하고 문제점을 찾아 개선하였다.

향후 실제 산업현장에 적용하여 로봇과 제반설비 및 센서에서 나오는 데이터를 분석하여 작업 효율 개선 효과를 과찰할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부의 ‘2024년 첨단제조로봇 실증사업’ 지원을 받아 수해될 것임.

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Robot Industry Advancement, "Robot Process Model Demonstration Criteria Guide-Food/Encasing process", pp. 272-273, 2024.
 - [2] Y. D. Lee, "Development of Cloud based Data Collection and Analysis for Manufacturing", Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 23, no. 4, pp. 216-221, 2022.

초저온 판형 열교환기 용접공정 고도화를 위한 2D 형상 인식 기반 작업 물류 핸들링 머신텐딩 표준로봇공정 시스템 개발

김경호¹, 김주현¹, 권태웅¹, 손동섭¹, 이영천³, 이승현³, 김희진⁴, 이욱⁴, 조상명^{2*}

¹한국로봇융합연구원, ²㈜스타웰즈, ³㈜마이텍, ⁴한국산업단지관리공단

Development of a machine tending standard robot process system for workpiece logistics handling based on 2D shape recognition for the advancement of cryogenic plate heat exchanger welding process

Kyoung-Ho Kim¹, Ju-Hyun Kim¹, Tae-Woong Kwon¹, Dong-Seop Sohn¹, Young-Chun Lee³, Seung-Hyeon Lee³, Hee-Jin Kim⁴, Wook Lee⁴, Sang-Myoung Cho^{2*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence,

²Starwelds Inc.,

³Mytec Co., Ltd.,

⁴Korea Industrial Complex Corporation

Abstract In this paper, we will introduce the development and verification of the application system of the 2D vision-based machine tending standard robot process model developed to advance the ultra-low temperature plate heat exchanger welding process, which has been found to have a high need for introducing a robot production system in the manufacturing industry in the Busan area due to high defect rate and task difficulty.

• Key Words : machine tending, standard robot process model, heat exchanger, robot welding process, workpiece logistics handling

I. 서론

정부는 ‘제3차 지능형 로봇 기본계획’을 근거로 뿌리, 섬유, 식음료 등 제조분야 3대 주요 업종에 대해 로봇을 활용한 표준 공정모델을 개발하여 국내 기술 제조로봇의 보급 확대와 함께 로봇활용 기반 제조시스템 고도화 및 디지털 전환을 지원함으로써 Industry 4.0, 유연생산제조시스템, 자율제조 등 치열한 생존 경쟁을 위한 제조 패러다임 및 환경 변화 요구 속에서 국내기업이 성공적으로 체제를 변환하고 글로벌 산업경쟁력을 확보할 수 있도록 다양한 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 높은 불량률 및 작업 난이도의 이유로 부산 지역 제조분야 로봇 생산시스템 도입 필요성이 높게 조사된 용접공정을 대상으로, 생산성 및 품질 향상을 목표로 하는 초저온 판형 열교환기 용접공정 고도화를 위해, 개발된 2D 비전 기반 머신텐딩 표준로봇공정 모델의 응용 시스템 개발 및 실증에 관한 내용을 소개하고자 한다.

본 실증 개발에서는 열교환기 제작을 위한 용접 공정에 있어 작업 대상물이자 가공품인 플레이트 팩 및 플레이트 팩 번들을 사람 또는 크레인의 힘을 이용하여 작업위치로 정렬, 이송하던 수작업 공정을, 반출입 컨베이어와 작업 고정장치 사이를 안전하고 신속하게 정확한 위치로 작업물을 로딩/언로딩 해주는 로봇 자동화 공정으로 구현하여 작업자의 안전사고 및 근골격계 질환 예방과

품질 및 생산성 개선을 지원하는 제조분야 머신텐딩 공정의 좋은 사례가 될 것으로 기대한다.

II. 머신텐딩 개발 공정 개요

실증 개발하고자 하는 머신텐딩 공정은 초저온 판형 열교환기 생산을 위한 용접 가공 공정에서 개당 중량 28kg인 플레이트 팩과 최대 280kg의 플레이트 팩 번들을 용접 작업 순서에 따라 고정도의 위치정확성을 유지하여 작업 고정장치로 로딩, 뒤집기 방향전환, 언로딩 작업을 수행하는 공정으로 기준에는 사람의 수작업에 의존하여 작업시간이 오래 소요되고, 위치 정렬 오차 및 핸들링 과손에 의한 불량률과 작업자 피로도 및 안전사고 등이 높은 개선 필요성이 시급한 기피 작업 공정에 해당된다.

플레이트 팩 단품 제작 공정은 아래 Fig. 1에서와 같이 부속품 및 포트홀 커버의 작업 고정장치로 이송 로딩, 상부 커버 용접 후 뒤집기, 하부 커버 용접 후 제작품 언로딩 배출 순으로 이뤄지고, 플레이트 번들 제작 공정은 다수의 플레이트 팩의 작업 공정장치 이송 로딩, 팩 간 테두리 용접 후 언로딩 배출 순으로 구성된다.





Fig. 1. Process flow

III. 머신텐딩 표준로봇공정 시스템

본 머신텐딩 기반 용접공정의 작업 물류 핸들링 로봇시스템은 뿌리산업분야에서 개발된 ‘금속/자동차 부품_2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정’ 표준공정모델을 기본으로 판형 열교환기의 플레이트 팩 및 번들의 다단 적층 용접 제조를 위한 물류 핸들링이 가능하도록 아래 Fig. 2에서와 같이 컨베이어로 자동 투입되는 최소 28kg~최대 280kg의 원판형 작업 대상물의 핸들링을 위해 가변하중 500kg, 작업반경 2704mm의 6축 산업용로봇(현대로보티кс)과 15M 화소의 2D 로봇 비전 카메라(키엔스), 자체 고안된 플레이트 팩(2종 및 번들(2종) 파지 그리퍼로 로봇시스템을 응용 구성하였다.

Table 1. Comparison of standard process model and empirical mode

구분	표준분류정밀도		개발 일정 시스템
	금속자동화 부품 2D 바인 카본 미산전판 철기기 공정	초저온 반형 열교환기 플레이트 퍼프 및 벌크 펌핑장 미산전판 공정	
공정의 핵심성 질	<p>○ 공정 전의</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5~6단 디자인 루프 미용 명상각 비정형 소재 평판 가공 후 점사 얹체 ○ 협력업체 - 철기기류의 보정(설계) 단계 - 2D 바인카리티아(부수) 평판을 소재 단계 얹체 <p>○ 6단계 평판과 평판의 접합한 코팅재(아크릴제이) 재료 가능해야 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 평판은 강도·가장자리·접합부(접합부) 등에 특별히 요구됨 - P-0504, PC, 폴리·센트로 등 강도·동기화 및 평재 등 	<p>○ 공정 전의</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5~6단 디자인 볼트 이용 통증형 대변판 얹체 및 위치 정밀 기반 보딩(연결) 학습기술 - 평판 대변판을 통합 고정으로도 평판을 연고로(수지+기판+연고)로 고정하는 경우 <p>○ 6단계 평판은 아크릴 재료로 부수(20~30mm)로 평판과 접합 및 평재 등</p> <p>○ 7단계 평판은 평판을 수지로 부수(20~30mm)로 평판과 접합 및 평재 등</p>	
작업 장소	<p>소재 금속(금속) → 소재평판제작장, 광작자기장, 소재 조립 및 (보드)포장 →</p> <p>사내 → 광작기장 → 가공기장 → 가공기장(강수관·전선제작) → 칠판</p>	<p>1) 평판제작 평판 제작 과정 → 평판 제작 → 평판 접착 → 평판 용접 → 평판 배출</p> <p>2) 평판 배출 평판 배출 → 평판 제작 → 평판 접착 → 평판 배출</p>	
제작물품 제작	<p>○ 폴리 풋 - 가로 폭 - 깊이 폭 - 평면 폭</p> <p>○ 흐름 풋 - 700 미터 - 800mm 이상</p>	<p>○ 폴리 풋 - 가로 폭 - 깊이 폭 - 평면 폭</p> <p>○ 흐름 풋 - 500mm - 200mm</p>	

동작 순서는 ①의 원판형 작업 대상물이 ②의 위치로 이동하면, 산업용로봇 끝단부에 장착된 영상인식부에서 작업 대상물(팩, 범들 및 포트홀 위치를 인식하여 후단의 로봇 기반 용접 작업을 위한 고정장치인 ③의 포지셔너의 정확한 위치에 로딩하고 용접 작업이 완료된(팩의 경우, 포지셔너에서 ④뒤집기 후 ⑤후면 추가 용접 제작품을 ⑥의 컨베이어로 언로딩하여 배출한다.

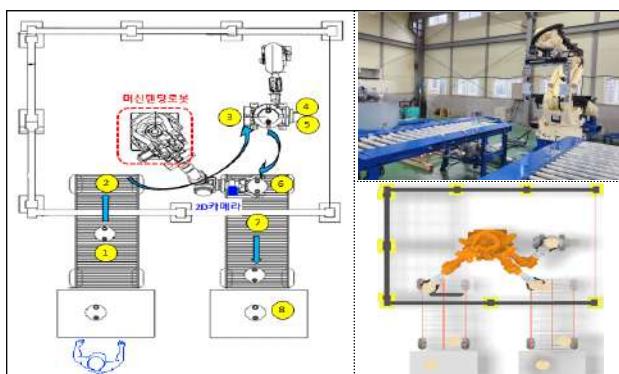


Fig. 2 Machine tending standard robot process system diagram

2D 로봇 비전 시스템을 이용하여 플레이트 팩 및 번들의 형상 인식을 통한 작업 대상물의 모델을 구분하고, 플레이트 팩 상면 2개 포트홀의 중심점을 찾아 제품의 중심좌표 및 방향 위치를 결정하여 파지 핸들링 및 로딩 위치 안착에 활용한다.

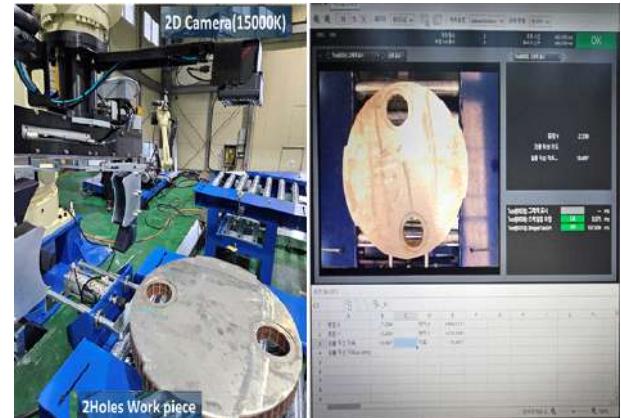


Fig. 3. 2D shape recognition vision system

IV. 결론

본 연구에서는 2D 형상 인식 기반 비전 시스템과 6축 다관절 산업용로봇을 기 개발된 머신텐딩 표준로봇공정에 응용 도입하여 관형 소재의 다단 적층 용접 공정에서 작업 물류 헨들링이 가능한한 로봇시스템을 구현하고, 동작 테스트를 수행하였다.

향후, 머신 러닝 학습을 통한 포트 홀의 형상 인식률 개선과 최대 280kg의 플레이트 번들의 안정적 핸들링을 위한 그리퍼 및 작업 조작 기술 최적화를 통해 실제 생산라인에 적용하여 기존 수작업 공정 대비 작업시간 및 불량 발생 데이터를 관찰하고 생산성 및 품질 개선 등 시스템 도입에 대한 효과를 분석할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부의 ‘첨단제조로봇 실증사업’의 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Robot Industry Advancement, "Robot Process Model Demonstration Criteria Guide-Robot/Machine tending process based on 2D vision", pp. 24-25, 2024.
 - [2] Y. B. Lee, S. B. Shin, "Implementation of Vision System for Measuring Earing Rate of Aluminium CAN", Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 6, no. 1, pp. 8-14, 2005.

♣ 연세대학교 미래캠퍸스 위치

- 강원특별자치도 원주시 연세대길 1



- 01. Main Gate
- 02. University Church
- 03. University Headquarters(Administration)
- 04. Jeongui Hall
- 05. Cheongsong Hall
- 06. Changjo Hall
- 07. Baekwoon Hall
- 08. Mirae Hall
- 09. Convergence Hall
- 10. Central Library
- 11. Student Union Building
- 12. Eagle Plaza
- 13. Yonsei Plaza
- 14. Sports Center
- 15. Sports Stadium
- 16. Tennis Court
- 17. Badminton Court

♣ 연세대학교 미래캠퍸스 찾아오는 길

- 자가이용 : 영동고속도로 → 중앙고속도로 진입(만종분기점) → 남원주나들목(남원주 I.C.) 통과 → 충주 방향 7KM 직진
- 철도 : 중앙선: 서울(청량리역) → 원주 → 안동, 부산
경강선: 서울(서울역/청량리역) → 원주 → 강릉
- 시내버스 : 시외.고속버스터미널(60036)에서 30번, 34번, 34-1번 탑승(교내까지 진입)
원주역(홍업방면)(68585)에서 30번, 34-1번 탑승(교내까지 진입)