



韓國 融合 信號處理 學會

2024 夏季學術大會

KICSP SUMMER CONFERENCE 2024

일시 2024.06.21(금)~22(토)

장소 국립창원대학교

주최 : KICSP
사단법인 한국 융합신호처리 학회

주관 : 국립창원대학교 CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY 부산대학교 BUSAN NATIONAL UNIVERSITY KIRO 한국로봇융합연구원 KOREAN INSTITUTE OF ROBOTICS & INTEGRATED SYSTEMS

韓國 融合 信號處理 學會

2024 夏季學術大會 프로그램

일 시 : 2024년 06월 21일(금) 오후 1시~ 22일(토) 오후3시

장 소 : 국립창원대학교 공대 5호관

주 죄 :  사단법인 한국 융합신호처리 학회

주 관 : 국립창원대학교, 부산대학교, 한국로봇융합연구원

2024년 하계 학술대회 일정

I. 학술대회 준비 위원회 회의

- ♣ 시 간 : 06월 21일(금) 오후 6시
- ♣ 학술대회 준비 위원회 회의장소 : 국립창원대학교

II. 등록

- ♣ 시 간 : 06월 22일(토) 오전 08시 30분 부터
- ♣ 장 소 : 국립창원대학교 공대 5호관

III. 프로그램 일정

Conference : 06. 21. (금)			
전문가 초청	Keynote Speech	13:00~15:00	공대 5호관 1층 108호
		15:00~17:00	
Conference : 06. 22. (토)			
논문발표	Special Session I	09:00~10:00	공대 5호관 1층 108호
	Session I (Oral)	10:00 ~ 12:00	공대 5호관 1층 108호
	Session II (Oral)	10:00 ~ 12:00	공대 5호관 1층 112호
	Session III (Oral)	10:00 ~ 12:00	공대 5호관 1층 106호
	Session IV (Poster)	10:00 ~ 12:00	공대 5호관 1층 102호
학술대회 준비 위원회 회의		13:30 ~ 14:00	공대 5호관 1층 108호
다과회 및 폐회식 (우수논문 발표)		14:00 ~ 15:00	공대 5호관 1층 108호

* 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.

(질의에 응답 없을 경우 추천 대상에서 제외)

분야별 발표장

위치	발표장	발 표 분 야
공대 5호관 1층 108호	Keynote Speech	생성형 AI 기반 챗봇 서비스 구축 및 활용방안(백진성 대표(망고클라우드(주)))
		지식베이스 기반 질의응답 기술 최신동향 (김건우 연구원(한글과 컴퓨터))
공대 5호관 1층 108호	Special Session I	Special Issue - 최신 로봇산업 트렌드 연사: 손동섭 센터장(한국로봇융합연구원)
공대 5호관 1층 108호	Session II	영상 • 음성 • 음향 • 생체 신호처리 및 멀티미디어 응용, 통신, 회로 및 시스템 등
공대 5호관 1층 112호	Session III	
공대 5호관 1층 106호	Session IV	
공대 5호관 1층 102호		
로비		학회본부
공대 5호관 1층 108호		시상식 및 폐회식

♣ 하계 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.

◆ 문 의 처

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

국립창원대학교 공대 5호관



KICSP 2024년 하계 학술대회
준비 위원회

준비위원장 : 김창원(창원대)

공동위원장 : 하연철(부산대), 손동섭(KIRO)

준비위원 : 박찬홍(상지대), 홍정희(연세대)

이영실(동서대), 서지윤(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	공대 5호관 1층 108호
좌 장	서지윤(연세대)
발 표 시 간	10:00~12:00

SESSION I (ORAL)

- (1) TAREF: 운전자 특성 및 실시간 행동 분석 기반 교통사고 위험도 산출 프레임워크 김태욱, 주준경, 신효승, 박규민, 흥정희(연세대)
- (2) 라이다 데이터 정확도 향상을 위한 노이즈 분석 및 필터링 기법 성주원, 김창원(창원대)
- (3) 자율주행 레이싱을 위한 경량화된 실시간 차선 인식 알고리즘 정훈교, 김석환, 홍창기, 윤상원, 강경현, 유원상(선문대)
- (4) 제어방식에 따른 공압식, 유압식, 전자제어식 대퇴의지 3종에 대한 안전&성능 평가 김찬근, 김경호, 손동섭, 권태웅, 김현진, 이여진, 이유빈(한국로봇융합연구원)
- (5) Salt and Pepper 잡음 환경에서 IQR 기반의 이상치 탐지를 이용한 가우시안 필터 정경석, 김남호(부경대)
- (6) 머신러닝과 데이터 증강에 의한 가시광 통신의 복조 효율성 향상 칼립 올라, 마즈 살만, 자바드 볼볼리, 정완영(부경대)
- (7) 과거 데이터를 이용하여 센서 노이즈를 감소시키는 상관도 기반 공격 탐지 알고리즘 제안 이서하, 오현서, 사공상욱(계명대)
- (8) 향상된 비상 대응을 위한 SLAM 및 ML 기반 실내 위치 파악 샤키 후세인 칼란, 정완영(부경대)
- (9) 이상 탐지를 위한 확산 모델 기반 데이터 증강 기법 강세영, 김태현(한양대)

TAREF: 운전자 특성 및 실시간 행동 분석 기반 교통사고 위험도 산출 프레임워크

김태욱¹, 주준경¹, 신호승¹, 박규민², 흥정희^{1*}

¹연세대학교 소프트웨어학부, ²연세대학교 컴퓨터정보통신공학부

TAREF: Traffic Accident Risk Evaluation Framework based on Driver Characteristics and Real-Time Behavioral Analysis

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

¹Division of Software, Yonsei University

²Department of Computer & Telecommunications Engineering, Yonsei University

Abstract In the modern world, traffic accidents not only threaten human life and safety, but also cause economic losses to the country. Preventing traffic accidents to ensure the safety of citizens while reducing the country's economic losses is a very important issue to be addressed. With the recent development of deep learning technology, research has been actively conducted to predict the risk of traffic accidents based on the spatio-temporal characteristics of the road. Research on calculating the risk of traffic accidents by combining the spatio-temporal characteristics of the road with the human factor, which is an important factor in accidents has not been actively conducted. This paper presents the Traffic Accident Risk Assessment Framework (TAREF) for calculating the driver's personalized risk, Comprehensive Traffic Risk Level (CTRL), by combining the previously researched risk according to the spatio-temporal characteristics of the road with the risk according to the driver's characteristics and real-time driver anomaly behavior and gaze variance. These traffic accident risk calculation methods are expected to provide an important basis for future research and policy decisions to prevent traffic accidents.

• Key Words : Convergence, Traffic Accident, Real-Time Risk Prediction, Driver Characteristic Analysis, Clustering, Gaze Processing

I. 서론

현대 사회에서 교통사고는 인간의 생명과 안전을 위협할 뿐만 아니라 국가에 경제적 손실을 일으킨다. 도로교통공단 보도자료[1]에 따르면, 2022년 도로교통사고로 인한 사회적 비용은 약 26조 2,833억이 발생하였다. 그러므로, 교통사고를 예방 및 예측하여 인간의 생명을 지키고 국가적 손실을 줄이는 것은 매우 중요하다.

최근 딥러닝 기술의 발전에 따라, 도로의 시공간적 특성을 반영하여 도로의 사고 확률을 예측하는 연구가 수행되었다. 더불어 운전자 특성을 Clustering을 통해 분석하는 연구[3]와 실시간 운전자 특성을 기반으로 위험도를 산출하는 연구[5]도 진행되었다. 같은 도로 상황이더라도 운전자의 특성에 따라 사고 위험도가 다르다는 점을 주목할 때, 보다 정확한 교통사고 위험도 예측을 위해서는 도로 상황 뿐만 아니라 운전자 특성 및 실시간 정보를 바탕으로 위험도를 예측해야 한다. 그러나 이에 관한 연구는 활발히 진행되지 않았다.

본 논문은 기존에 수행된 도로 시공간 정보 바탕의 교통사고 위험도 예측 모델에 운전자의 인적 특성과 실시간 운전자의 행동 바탕의 위험도를 결합하여 종합적인 교통사고 위험도를 산출할 수 있는 Traffic Accident Risk Evaluation Framework (TAREF)를 제시하고자 한다.

II. 관련 연구

2.1 운전자 특성 분석

차량에 부착된 가속계 센서를 바탕으로 위험한 운전자 습관을 분석하기 위해 [2] 는 횡방향 안정성 지표, 종방향 안정성 지표 등 4가지의 위험 산출 지표를 바탕으로 위험도를 산출한 뒤 K-Means Clustering을 통해 최종적으로 운전자 그룹을 Dangerous, Aggressive, Safe, Conservative 총 4가지의 risk type으로 분류 및 분석하였다. 차량의 가속계 센서를 바탕으로 구축된 운전자 그룹들은 실제 사고 데이터를 바탕으로 구축된 운전자 그룹이 아니므로 사고와 직간접적인 관계가 없어 교통사고 관련 Risk Level을 산출할 수 없음에 주목한 [3] 은 TAAS 교통사고 데이터셋에 구성된 가해 운전자 인적 특성을 바탕으로 Clustering Algorithm 성능 비교를 통해 가장 적합한 Clustering Algorithm인 MeanShift를 사용하여 운전자 그룹을 형성하였고, 각 그룹에 대한 평가 지표인 사고 빈도수와 사고 심각도를 바탕으로 각 운전자 그룹별 Risk Level을 산출하였다.

2.2 실시간 운전자 행동 분석

운전자의 시선 분산은 교통사고의 약 80%에 관련이 있을 정도로 교통사고를 유발하는 주된 원인임에 주목하여 운전자

시선 정보 시각화하여 교통사고를 예방하고자 한 [4] 은 기존의 Eye-Tracker를 활용한 시선추적방식은 적외선 카메라가 필요하기에 비용의 문제가 발생함을 지적하여, 일반 카메라 영상으로부터 운전자의 시선을 예측하기 위한 MTCNN(Multi-Task Convolutional Neural Network) 모델을 제시하였다. 운전자의 이상행동과 시선 분산을 동시에 반영하여 Risk Score를 산출하는 방법을 제시한 [5] 는 MCGaze 모델을 사용하여 운전자 시선 Vector를 추출하고 Temporal Segment Network(TSN)를 사용하여 운전자의 이상행동을 탐지하였고, 운전자 시선 방향과 탐지된 이상행동의 종류에 따라 Risk Score를 실시간으로 계산하였다.

III. 연구 방법

3.1 운전자 특성 기반 위험도 산출

본 논문은 [3] 과 같은 방식으로 TAAS에서 제공하는 서울특별시 대상 2021년 교통사고 데이터셋[6]에서 총 5개의 Feature인 Month, 도로 형태, 가해 운전자 차종, 가해 운전자 성별, 사해 운전자 나이를 추출한 뒤, 통계자료 기반 전처리 및 Clustering을 적용하고, 형성된 운전자 그룹의 사고 빈도수와 사고 심각도를 바탕으로 Risk Level을 산출한다. 이때 Clustering의 경우 Gaussian 다변수 정규 분포를 통해, 각 Cluster 포함될 확률을 계산 가능한 Gauss Mixture Model(GMM)을 사용한다. 학습된 GMM을 바탕으로 임의의 운전자에 대하여 각 n개의 그룹 중 그룹 i 에 속할 확률을 식(1)과 같이 $p_{cluster=i}$, 각 n개의 그룹의 Risk Level을 $RiskLevel_{cluster=i}$ 라고 할 때, 운전자의 특성에 따른 사고 발생 시 위험도 $DriverRisk$ 을 식 (2) 와 같이 산출한다. GMM 학습 방법은 [3] 과 같으며, 학습 결과는 4장에서 다룬다.

$$p_{cluster=i} = P(cluster=i | accident) \quad (1)$$

$$DriverRisk = \sum_{i=1}^n p_{cluster=i} \times RiskLevel_{cluster=i} \quad (2)$$

3.2 실시간 운전자 행동 기반 Risk Score 산출

실시간으로 운전자의 이상행동과 시선을 탐지하여 Risk Score를 산출하기 위해서, 본 논문은 [5] 와 같이 차량 내부 운전자 영상에 대하여 이상행동 탐지 모델인 TSN(Temporal Segment Network)와 시선 벡터 추출을 위한 모델인 MCGaze 를 사용하여 매 150 Frame마다 이상행동과 시선 분산에 따른 Traffic Accident Risk Score(TARS)를 산출한다.

3.3 Traffic Accident Risk Evaluation Framework

도로 시공간적 특성에 따른 사고 확률 $p_{accident}$ 과 식(2) 와 같이 실시간 위험도가 변형된 $TARS_{thres=T}$ 을 곱하여 식

(3)과 같이 도로 시공간 정보에 따른 사고 확률과 및 실시간 운전자 행동에 따른 위험도가 반영된 사고 확률 $p_{accident}^{driver}$ 을 구한다.

$$TARS_{thres=T} = \min(1, \frac{TARS}{T}) \quad (3)$$

$$p_{accident}^{driver} = TARS_{thres=T} \times p_{accident} \quad (4)$$

최종적으로, 도로 정보 및 실시간 운전자 행동에 따른 사고 확률 $p_{accident}^{driver}$ 과 사고가 발생 시 위험도 $DriverRisk$ 을 바탕으로, 식(5) 와 같이 운전자 개인화된 Comprehensive Traffic Risk Level(CTRL)을 산출할 수 있다.

$$CTRL = DriverRisk \times p_{accident}^{driver} \quad (5)$$

IV. Clustering 결과 및 분석

Table 1. Risk Level Calculation Results by Cluster

Cluster	Frequency	Severity	Frequency Rank	Severity Rank	Risk Level
0	1678	26027.17	1	5	2
1	40224	19659.72	6	3	5
2	24023	27785.21	5	6	6
3	14382	18319.23	4	2	2
4	1777	25161.4	2	4	2
5	2829	17317.31	3	1	1

GMM 학습 결과 및 산출된 $RiskLevel_{cluster=i}$ 는 Table 1. 과 같고 T-SNE를 통해 시각화된 운전자 그룹 분포는 Fig 2. 와 같다. 총 6개의 운전자 집단이 형성되었으며 각 운전자 집단의 사고 빈도수(Frequency)와 사고 심각도(Severity)를 산출하였다. 이후 지표별 순위를 1부터 6까지 부여한 뒤 종합적인 순위인 $RiskLevel_{cluster=i}$ 을 선출하였다. 이를 바탕으로 CTRL 을 선출하면 1부터 6 사이의 값을 가진다. 결론적으로 임의 운전자의 CTRL이 6에 가까울수록, 자신이 위치한 도로의 상황뿐만 아니라 자신의 특성 및 실시간 상태를 고려하였을 때 매우 위험한 상황임을 의미한다.

V. 결론

본 논문은 기존의 도로의 시공간적 특성 기반의 교통사고 위험도 예측 연구를 운전자 특성에 따른 위험도와 실시간 운전자 이상행동 및 시선 분산에 따른 위험도를 결합하여 종합적으로 개인화된 교통사고 위험도 산출하기 위한 Traffic Accident Risk Evaluation Framework (TRAEF)를 제안하였다.

이 과정에서 운전자의 특성이 Clustering을 통해 형성된 그룹 중 하나로 반드시 해당하는 것이 아닌 점을 반영하기 위해 Gauss Mixture Model(GMM)을 사용하여 기존의 연구보다 정확한 운전자 특성에 따른 위험도인 *Driver Risk*을 산출하였다. 또한 기존의 도로 시공간적 특성 기반 사고 확률에 운전자의 실시간 이상행동 및 시선 분산에 따른 사고 확률의 변화를 반영하기 위한 $p_{\text{accident}}^{\text{driver}}$ 을 제시하였다. 최종적으로 TRAEF를 통해 Comprehensive Traffic Risk Level(CTRL) 산출하여 운전자의 종합적이고 개인화된 위험도를 산출하는 방법을 제시하였다. 그러나 $p_{\text{accident}}^{\text{driver}}$ 을 산출하는 과정에서 필요한 Threshold T에 대하여 적절한 값을 제시하지 못하였다는 한계점이 존재하였다. 그러므로, 이와 같은 한계점을 보완하고 시선 분산, 이상행동, 운전자 특성뿐만 아니라 운전자 사고 블랙박스 영상과 같은 다양한 데이터들을 활용하여 더욱 정확한 교통사고 위험도 산출 방법을 추가 연구로 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022R1F1A1074273).

REFERENCES

- [1] “2022년 도로교통사고 사회적 비용, 약 26조 2,833억 원 발생 흡수.” 소식·정보 > 알림마당 > 보도자료.” Accessed: Mar. 19, 2024. [Online]. Available: https://www.koroad.or.kr/main/board/6/89912/board_view.do?&cp=1&listType=list&bdOpenYn=Y&bdNoticeYn=N
- [2] Chen S, Cheng K, Yang J, Zang X, Luo Q, Li J. “Driving Behavior Risk Measurement and Cluster Analysis Driven by Vehicle Trajectory Data,” Applied Sciences. 2023; 13(9):5675. <https://doi.org/10.3390/app13095675>
- [3] Driver Group Clustering Technique and Risk Estimation Method for Traffic Accident Prevention, 한국컴퓨터정보학회논문지, under review.
- [4] 김형규, and 류승기. "MTCNN 기반 운전자 시선정보 시작화 연구." 디지털예술공학멀티미디어논문지 9.4 (2022): 431-440.
- [5] Predicting Traffic Accident RiskBased on Driver Abnormal Behavior and Gaze, 한국컴퓨터정보학회논문지, under review.
- [6] “TAAS 교통사고분석시스템.” Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: https://taas.koroad.or.kr/web/shp/sbm/initGisAnal.do?menuId=WEB_KMP_GIS_TAS

라이다 데이터 정확도 향상을 위한 노이즈 분석 및 필터링 기법

성주원, 김창원*

창원대학교 로봇제어계측공학과

Noise Analysis and Filtering Techniques to Improve Lidar Data Accuracy

Juwon-Sung, Changwon-Kim*

Robot control engineering, Changwon national University

Abstract With the increasing demand for autonomous driving and object detection in various fields such as automotive, artificial intelligence robotics, and manufacturing industries, there has been a growing interest in the development of laser-based optical transceiver sensors capable of quickly measuring external information and analyzing data. In particular, Lidar (light detection and ranging) sensors, capable of measuring and processing shape information in real-time over a wide range from short to long distances, have expanded the scope of applications such as fully autonomous driving systems and smart IoT, due to their relatively high accuracy in recognizing forward information. With such demand, there arises a need for improvement in precision. In this paper, we aim to evaluate the performance of various filtering methods for removing noise from Lidar sensors, thereby enhancing precision.

- Key Words : Lidar sensor, Noise filtering, Autonomous driving, enhancement precision, object detection

I. 서론

자동차, 인공지능 로봇, 제조 산업 분야 등에서 자율주행 및 시간 객체 검출의 수요가 증가함에 따라 외부정보를 빠른 시간 안에 측정하고 데이터를 분석할 수 있는 레이저 기반 광 송수신 센서 개발에 대한 관심이 증가하고 있다[1]. 특히, 단거리 및 중장거리에서 넓은 범위로 형상 정보를 실시간으로 측정하고 처리 할 수 있는 Lidar(light detection and ranging) 센서는 전방의 정보들을 상대적으로 높은 정확도로 인식함에 따라, 완전 자율주행 시스템과 스마트 IoT등 활용범위가 확대되고 있으며[1], 정밀도에 대한 개선 또한 요구되고 있다. 본 논문에서는 라이다 센서의 노이즈의 특성을 분석하고 이를 효과적으로 제거하기 위한 필터를 제안하고자 한다.

II. 관련연구

2.1 Analysis

2.1.1 Lidar noise analysis

노이즈 분석에 대한 식은 아래 식(1)과 같이 구성된다.

$$f(x,y) = s(x,y) + n(x,y) \quad (1)$$

$f(x,y)$ 는 원본신호 $s(x,y)$ 와 잡음 $n(x,y)$ 의 합으로 이루어진 획득한 정보이다. Fig. 1과 같이 일정시간에 픽셀에

입사되는 photon의 개수는 랜덤하므로[2], 한 픽셀이 받는 데 이터의 수가 달라지게 되어 정확성 저하 될 수 있으며, 이는 라이다에서 노이즈의 형태로 관찰된다.



Fig. 1. Photon rains&shot signal graph

Fig. 2는 라이다의 노이즈 타입을 분석한 결과로 측정 가능한 원도우가 깨진 것을 확인할 수 있다.

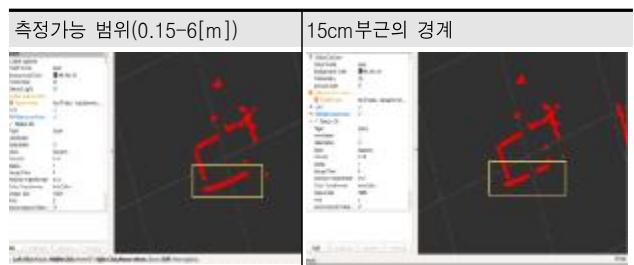


Fig. 2. rviz - lidar map [3]

이러한 노이즈 문제를 개선하기 위해서는 일반적으로 필터링 기법이 사용되며, Fig 1과 같은 통계적인 특징을 가진 라이다 노이즈를 제거하기 위해서는 median filter와 alpha trimmed filter의 방식을 사용할 수 있다[4].

2.1.2 The method of lidar filtering

라이다 중심으로부터 물체의 거리를 측정하며[3], 라이다 기준 -90도(왼쪽)에 위치한 값을 시간의 변화에 따라 거리의 변동성을 측정함으로써 라이다 데이터를 획득하였다. 측정된 라이다 데이터의 노이즈 제거 특성을 확인 위해 사용된 alpha trimmed filter는 불규칙적인 라이다 노이즈를 데이터 정렬 값을 도출해내는 방식을 통해 제거하였으며, median filter는 데이터 값을 정렬한 후 중간 값을 선택함으로써 제거하고, 식 (2) 및 (3)과 같이 표현할 수 있다[4].

$$y_i = \text{median}(X_{i-k}, \dots, X_i, \dots, X_{i+k}) \quad (2)$$

여기서, X_i, X_{i-k} 는 각 픽셀들이다.

$$y_i = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^{n-k} x_i \quad (3)$$

여기서 x_i 는 데이터를 정렬했을 때 i번째로 작은 값을 나타내며 k는 상위와 하위에서 제거할 데이터 개수이며 n은 전체 데이터의 개수이다. 관측된 라이다 및 기존 필터링 방법의 결과는 Fig. 3에 표시된다. 원본 데이터는 노이즈가 포함된 한 지점의 거리 측정 결과를 나타내며, 공간영역 평균필터와 median filter, alpha_trimmed를 적용한 결과와 비교하였다.

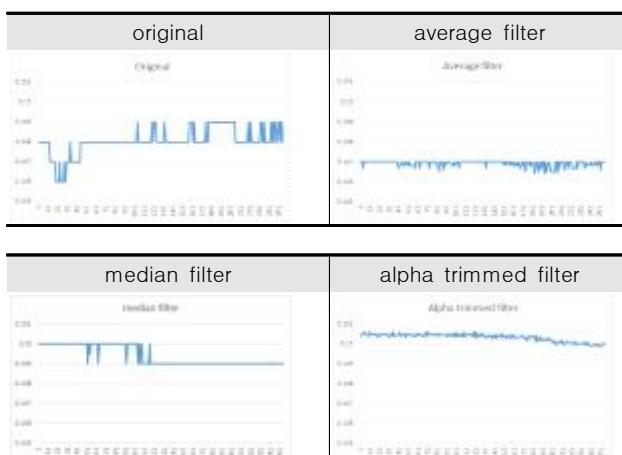


Fig. 3. Result graph when applying original and filtering

III. 필터링을 사용한 거리 측정

3.1 Distance measurement of Lidar

3.1.1 Enhancement noise filtering

Fig 3에서 확인할 수 있듯이 Median 필터는 노이즈의 크기가 크며 alpha trimmed 필터는 노이즈의 크기는 작지만 시간적으로 지속적인 노이즈가 발생한다. 두 필터의 특성을 고려하여 라이다 데이터의 노이즈를 개선하기 위해서 median 필터와 alpha 필터를 가중치를 사용한 새로운 필터를 식 (4) (5)와 같이 제안한다.

$$|\text{median}_{i-1} - \text{median}_i| > |\alpha_{i-1} - \alpha_i| \quad (4)$$

$$\text{value} = \text{median} * W + \alpha * (W-1) \quad (5)$$

위의 식 (4)에서와 같이 median의 노이즈가 alpha보다 큰 상황에서 미디언 노이즈의 비중을 줄이고 alpha의 값에 비중을 주어 노이즈를 개선하기 위해 식 (5)와 같이 가중치를 더하여 필터링된 값을 획득한다. 이 때 사용된 가중치는 W=0.8이다.

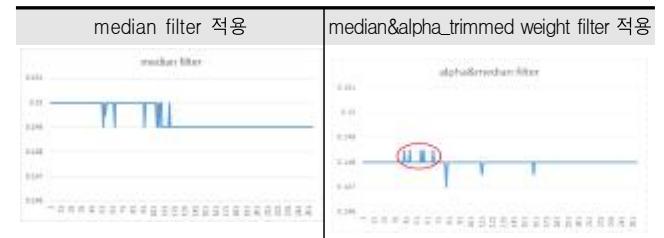


Fig. 4. Result of combining two filters with weights

Table 1. Noise magnitude when using weights

average error of median filter	average error of proposed filter
$68.95 \times 10^{-2} [m]$	$59.24 \times 10^{-3} [m]$

Fig.4 오른쪽 그래프에 표시한 빨간색 부분을 보면 table.2의 결과와 같이 노이즈의 크기가 이전 median필터만 사용했을 때보다 개선된 결과를 얻을 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 Lidar센서에서 발생하는 노이즈 문제를 개선하기 위해 기존 필터링의 결과 분석을 통해서 새로운 필터를 제안하였고 실험결과를 통해서 기존 필터링 대비 성능의 향상을 확인 할 수 있었다. 제안하는 시스템은 2D Lidar에 초점이 맞추어 있으나 다채널 Lidar센서의 객체인식 및 인지 향상을 위한 추후 연구의 기반이 될 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] Hong-Sun Park and Joon-Ho Choi, Signal Compensation of LiDAR Sensors and Noise Filtering, Journal of sensor science and technology, 센서학회지, v.28 no.5, 2019, pp.334 - 339
- [2] Vieworks. "Understanding of Shot Noise " 2019.12.04. <https://visionblog.vieworks.com/knowledge/camera-n-sensor/understanding-of-shot-noise/>. 2024.5.20.
- [3] ROSWiki. "rplidar-ROSWiki " 2019.8.2. <https://wiki.ros.org/rplidar>. 2024.5.15
- [4] Smith,J.,&Jones,A. Digital Image Processing(3rd ed.) PEARSON .2020

자율주행 레이싱을 위한 경량화된 실시간 차선 인식 알고리즘

정훈교, 김석환, 홍창기, 윤상원, 강경현, 유원상*

선문대학교 스마트정보통신공학과

Light-weight Real-Time Lane Detection Algorithm for Autonomous Racing

Hoonkyo Jung, Sukhwan Kim, Changki Hong, Sangwon Yoon, Gyeonghyeon Kang, Wonsang You*

Department of Smart Information and Communication Engineering, Sun Moon University

Abstract Nowadays, autonomous racing is getting more and more attention. In line with this trend, various autonomous racing competitions are held and they are more active than before. In such a racing environment, autonomous vehicles drive at high speeds and face various risk situations such as various collision crises or lane deviation, and various studies have been conducted to solve these problems. Therefore, it deals with stability, which is important not only in the autonomous racing environment but also in the actual autonomous driving environment, and typically proposes an algorithm that recognizes the lane and maintains that lane, which is an early stage of the algorithm, and in this paper, we propose an algorithm that recognizes the lane on the road ahead of the autonomous vehicle driving route and sets the recognized lane and the center of the vehicle to measure the distance from each other.

- Key Words : Autonomous racing, lane deviation, stability, measure the distance, vision algorithm

I. 서론

자율주행 기술과 관련 산업이 급속도로 성장함에 따라, 전세계적으로 자율주행 카레이싱에 대한 관심도 높아지고 있다. 2019년 스페인에서 자율주행 레이싱 대회인 Roborace가 열린 이래로, 2021년 10월에는 미국 인디애나폴리스에서 Indy Autonomous Challenge (IAC)가 개최되었다. 국내에서는 2021년 11월 국내 최초로 세계 AI 로보카레이스 대회가 열린 이래로, 대학 참가팀들을 중심으로 매년 자율주행 로봇레이스 대회가 열리고 있다. 이러한 추세와 맞물려, 레이싱 환경에 최적화된 자율주행 플래닝에 관한 연구도 활발히 이루어져 왔다[1,2].

본 연구팀은 레이싱 환경에서 레이싱 목적에 맞게 빠르게 주행하고 주변 장애물을 회피하거나 연구팀이 사용하고 있는 경로 추종 알고리즘인 Pure Pursuit 알고리즘에 기반하여 주행하는 상황에서 좀 더 안정적으로 레이싱을 진행할 수 있도록 하기 위해 다른 장비에 비해 비교적 가격이 저렴한 카메라를 활용해 전방의 차선을 인식하여 해당 차선을 벗어나지 않고 유지하며 안정적인 주행이 가능하도록 하기 위한 목표를 가지고 전방의 상황을 실시간으로 촬영하여 차선을 감지하는 알고리즘을 제작하였다.

본 논문에서는 자율주행 레이싱 환경에서의 안정성을 향상시키기 위해서 카메라를 이용하여 컴퓨터 비전의 개념으로 접근하여 전방 차선을 인식하는 알고리즘을 제안한다.

II. Labview 기반 실시간 차선 인식 알고리즘

자율주행 레이싱 차량으로 배터리와 전기 모터의 구동력으로 주행하는 전기 구동형이고 원격 조종기를 이용한 무선 조종이 가능하고 제어 프로토콜을 사용해 상위제어기를 이용하여 자율주행이 가능한 ERP42 Racing 차량을 이용하였다.

차량의 다양한 알고리즘 및 통신 등을 실시간으로 동작할 수 있도록 해주는 메인 PC의 프로그램 환경은 NI사의 Labview 시스템 환경으로 이루어졌고, 해당 PC와 Labview 환경에서 컴퓨터 비전 알고리즘을 구현하기 위한 카메라로 ABKO사의 APC930 웹캠을 사용하였다. 전방 상황을 웹캠을 이용하여 촬영하면서 실시간으로 전방 주행 경로에 있는 차선을 인식하는 알고리즘을 Labview 기반으로 구현하였으며 알고리즘의 기본 원리 및 순서는 그림1과 같다.

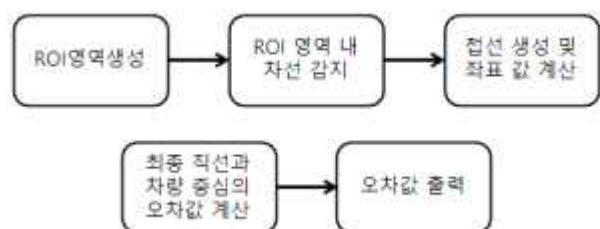


Fig. 1. 차선 인식 알고리즘 원리

ROI 영역 내에서 차선과 같은 직선 성분이 감지되면 해당 직선 성분을 Find Straight Edges와 같은 Labview 내부 함수를 사용하여 그림2와 같은 순서로 처리하여 차선을 감지하고 엣지 성분을 검출하게 된다. 이때 내부적으로 그래디언트 기반 방법이나 허프 변환을 사용하여 엣지 성분을 검출하고 최종적으로 직선의 방정식을 계산하여 해당 직선이 이미지 상에서 어디에 위치하는지를 결정한다.

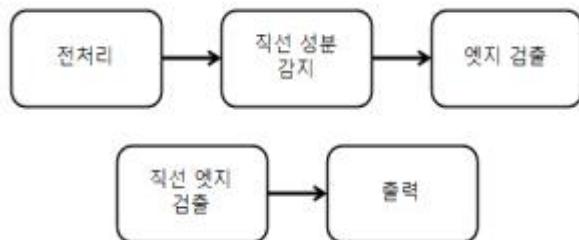


Fig. 2. 엣지 검출 원리

앞서 진행된 과정에 따라 차선을 인식하고 해당 차선에 대한 직선 성분이 검출되어 이미지에 오버레이 하게 되면 실시간으로 촬영되고 있는 이미지의 내부 픽셀값을 사용하여 차량의 중심을 중심선으로 나타내고 해당 중심선과 인식되어 검출된 차선사이의 거리를 cm단위로 계산해서 이미지 위에 텍스트로 출력된다.

III. 실험결과

해당 프로젝트는 레이싱 환경에서 다양하게 발생할 수 있는 여러가지 상황에서 빠른 속도로 주행할 때 차선을 유지하면서 안정적인 레이싱을 할 수 있도록 하기 위한 기초 단계로 현재 연구팀이 사용하는 메인 PC의 환경인 Labview 환경에 맞춰 차선 인식을 하는 알고리즘을 구현하였다.



Fig. 3. 차선 인식 결과

차선 인식 결과의 예시가 그림 3에 나타나 있다. 양쪽의 차선을 모두 인식하는 경우, 한쪽의 차선 인식이 불안정하거나 도로의 폭이 너무 넓은 곳에서는 효율적이지 못하다는 단점

이 있었다. 본 연구에서는 왼쪽의 차선만을 인식하고 해당 차선과 차량의 중심 사이의 거리값을 계산하여 해당 값을 출력함으로써 다양한 상황에서 더 효율적이고 빠르게 차선 인식이 가능하도록 하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 실험을 통해 Labview 환경에서 실시간으로 차선을 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 차선 인식 알고리즘을 사용하여 추가로 차선을 유지하고 벗어나지 않는 거리에서 차선을 유지하며 주행할 수 있도록 주행 알고리즘을 개선할 필요가 있다. 아직 개발 기초 단계에 있지만, 본 논문은 레이싱 환경에서 차선을 유지하며 안정적으로 레이싱 할 수 있도록 개선해 나가는 기반이 되고, 자율주행 레이싱 기술에 대한 관심을 높이고 이와 관련된 기술 역량을 축적시키고 향상시키는데 기여할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기본연구(2022R1 F1A1075204), 4단계 두뇌 한국21 사업(4단계 BK21 사업) 및 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업(2022RIS-004), 중소기업벤처부의 재원으로 수행된 2021년도 창업성장기술개발사업(S3228660)의 연구결과로 수행되었음.

REFERENCES

- [1] D. Caporale et al., "A Planning and Control System for Self-Driving Racing Vehicles," 2018 IEEE 4th International Forum on Research and Technology for Society and Industry (RTSI), pp.1-6, 2018.
- [2] D. Caporale et al., "Towards the Design of Robotic Drivers for Full-Scale Self-Driving Racing Cars," 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pp. 5643-5649, 2019.
- [3] 문희창, 손영진, 김전하, “다중 GPS를 이용한 무인 자동차의 주행 알고리즘 개발”, 제어로봇시스템학회 논문, pp. 31-33, 2008.
- [4] 강상욱 “Labview 기초부터 머신비전까지”, 한성대학교출판부, pp. 196-208, 2018

제어방식에 따른 공압식, 유압식, 전자제어식 대퇴의지 3종에 대한 안전&성능 평가

김찬근, 손동섭, 권태웅, 김현진, 이여진, 이유빈, 김경호*

한국로봇융합연구원 지역연구본부

Safety and Performances of Pneumatic, Hydraulic, and Microprocessor-controlled Prosthetic Knee Prototypes for Transfemoral Amputee

Chan-Gun Kim, Dong-Seop Shon, Tae-woong Gwon, Hyun-Jin Kim, Yeo-Jin Lee, Yu-Bin Yi, Kyoung-Ho Kim*

Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

Abstract This paper derives and evaluates the safety and performance of three types of transfemoral prostheses—pneumatic, hydraulic, and electronically controlled—based on their control methods. Safety requirements were referenced from relevant standards, while performance requirements were compared with values provided by foreign prostheses and the manufacturers. The derived safety requirements include eight items: (electrical) internal battery, (electromagnetic) electromagnetic compatibility, (mechanical) impact, vibration, thermal shock, static load, and repetitive durability. The performance requirements include five items: weight, noise, knee joint range of motion accuracy (ROM), minimum height of the prosthetic leg, and battery life. ROM, minimum height of the prosthetic leg, weight, durability, and static load were tested using in-house equipment, while the remaining items were tested using equipment from external institutions. The results of the safety and performance evaluations met the relevant standards and the values provided by the manufacturers. It was concluded that all three types of developed prostheses are sufficient to replace commercially available foreign prostheses. This study aims to derive safety and performance requirements, provide feedback on transfemoral prostheses, and present quantitative methods and standards.

- Key Words : Transfemoral Amputee, Knee Prosthesis, Safety Requirement, Performance Requirement, evaluation

I. 서론

최근 산업의 발달과 식습관의 서구화로 인해 산업재해나 당뇨병으로 인한 신체 절단 수술이 증가하고 있다. 통계에 따르면, 미국에서는 신체 절단 환자의 수가 약 200만 명에 달하며, 매년 185,000명이 새로이 발생하고 있다. 그중에서 무릎 아래 절단은 전체 절단 수술의 47%를 차지하며, 대퇴부 절단은 31%를 차지하고 있다[5]. 대한민국에서는 약 4만 명의 하지 절단 장애인이 있는 것으로 보고된다. 그중 대퇴부 절단 장애인은 약 17%인 7,000명 정도로 추산된다[1]. 국내에서는 산업 사고나 교통사고와 같은 외상 및 당뇨와 같은 질병으로 인해 대퇴 절단 장애인의 수가 계속해서 증가하고 있다[2]. 사람이 무릎 아래 부분을 절단하는 사고를 겪었을 경우, 무릎 관절이 아직 남아 있기 때문에 의족을 착용해도 걷는 것이 상대적으로 쉽게 가능하다[6]. 그러나 무릎을 잃은 사람들과 달리, 대퇴부 절단을 겪은 사람들은 무릎 관절이 없어 일반적인 의지를 사용할 때 걷는 모습이 부자연스럽다[7]. 대퇴 절단 장애인들에게 의족은 신체의 일부분이자, 생활에서 빠질 수 없는 중요한 보조 도구이다[2]. 현재 많은 대퇴 절단 장애인들이 경제적인 문제로 인해 성능이 낮은 저렴한 의지를 사용하고 있다[1]. 근로복지공단 재활공학연구소는 장애인들의 생활 품질 향상을 위해 성능이 우수한 3가지 대퇴 의족(공압식, 유압식, 전자제어식)을 공공 급여 목적으로 개발하였다[3].

평가하고자 하는 3종의 대퇴의지의 장단점은 다음과 같다. 공압식 의지은 간단한 구조와 빠른 반응 속도를 가지지만, 순간적인 토크를 부드럽게 조절하는 데는 한계가 있다[3]. 유압식 의지은 큰 토크를 부드럽게 조절할 수 있지만, 다양한 보행 패턴을 조절하는 데는 설계의 복잡성이 증가한다[3]. 전자제어식 의지은 다양한 보행 패턴에 대한 조절이 가능하고 높은 제어 정밀도를 가지지만, 충분한 전기 에너지를 확보하는 것이 가장 큰 문제이다[4]. 개발된 대퇴의지의 안전 & 성능을 검증하기 위해 유사한 성능의 외산 의지 및 관련 표준 분석을 통한 요구사항을 도출하여 요구사항에 맞는 시험이 필요하다.

II. 관련연구

2.1 관련연구

기존 다양한 대퇴의지가 개발되어, 그에 따른 ISO10328기준 정적 내구 시험 및 사용성 평가에 대한 시험이 진행되었다.

J.K. Park et al은 입유각기의 전환이 가능한 기계식 유압 대퇴의지 개발 및 평가를 진행하였고, 제작된 유압 실린더의 노즐 조절 및 속도에 따른 기능별 유체 댐핑 특성을 측정하였고, 제품성을 위한 유압 실린더의 실링 내구성 및 정적 내구성 시험을 수행하였다.

S.W Kim et al은 무릎관절 제어방식에 따른 공압식, 유압식, 전자제어식 대퇴의지 3종에 대해 사용성 평가는 PEQ와 ADL을 참고하여 제작된 설문지를 통해, 보행 분석은 압력 센서가 내장된 보행 분석 트레드밀을 통하여 진행하였다.

III. 안전&성능 요구사항 평가

3.1 안전&성능 요구사항 도출

관련 표준 및 상용화된 외산의지(Ottobock MPK)를 분석하여 요구사항을 도출하여 대퇴의지 3종에 대한 정량적 시험을 진행하였다. 안전 관련 항목은 관련 표준을 분석하여 요구사항을 도출하였고, 성능 관련 항목은 외산의지를 분석하여 요구사항을 도출하였다.

Safety Requirements			
No.	Type	Requirements	Type
1	내장 배터리	KC IEC 60061-2 사용자 친화를 위해 배터리를 연결한 모든 회로는 최전류에 보호되어야 한다. - KC 60061-2- 연결 폭넓은 내재 가능	전자제어식
2	전자제어 핵심	IED60061-1-2 제작자가 포함한 디버깅기능에 의해 전자제어 핵심장치를 실시해야 한다.	전자제어식
3	충격	IEC 60068-2-27 본체는 충격에 저항하는 능력을 갖어야 한다. 그동안 보호되어야 하며, 터치 스줄	전자제어식
4	한동	IEC 60068-2-25 한동 시험 후 바운더리 벽과, 청진벽 등 빠져나와 한다.	전자제어식
5	별 충격	IEC 60068-2-14 충격에 대해 적절히 보호되어야 한다. 시험 후 결상력을 확인 허용	전자제어식
6	방수	KO IEC 60529 방수에 관찰되어야 하며, 물에 대한 방수보호를 금지하고 있다.	전자제어식
7	정착학점	KS P ISO 10308 대체화족은 정착한 채굴에 대하여 보호되어야 한다	화학 강화

Fig. 1. Safety Requirements

Performance Requirements			
No.	Type	Requirements	Type
1	무게	제 초자 제공 대체피부는 3kg이 아래여야 한다.	화학 강화
2	소음	제조사 제공 장성동작 시 동작소음의 해플론 dB는 이하여야 한다.	정착학점
3	RFID	제조사 제공 해플러 계시 기준의 ± 5% 아래를 관찰되어야 한다.	화학 강화
4	최소높이	제조사 제공 FIP 10308 PS 시험에 대응 내구성 시험	화학 강화
5	최대 사용시간	제조사 제공 해플러 시기한 내내 소독 유지 이하여야 한다	화학 강화

Fig. 2. Performance Requirement

3.2 안전&성능 평가

한국로봇융합연구원에서 보유 중인 장비로 시험이 가능한 항목은 자체 시험을 실시하였고, 보유하지 않은 장비로 실시해야 하는 항목은 연계된 시험평가기관을 통해 시험을 실시하였다.



Fig. 3. Safety & Performance Result Reports

구분	제작업체	특성	결과	비고
내장 배터리	전자제어식	-	연속서둘러	파기
전자제어 핵심	전자제어식	-	이상발생	파기
부설식 폴리미	최대 속도 15cm, 저속시간	최대 속도 15cm, 저속시간	이상발생	파기
골급식 속도	1176	1176	이상발생	파기
전자제어식	길현변다, 측모 소음증	길현변다, 측모 소음증	이상발생	파기
골급식 속도	X, Y, Z축 각자, 진폭	X, Y, Z축 각자, 진폭	이상발생	파기
전자제어식	0.2mm 10° 50Hz	0.2mm 10° 50Hz	이상발생	파기
부설식 폴리미	100~140° 30회전	100~140° 30회전	이상발생	파기
골급식 속도	Acycle	Acycle	이상발생	파기
전자제어식	이상발생	이상발생	이상발생	파기
골급식 속도	4,400회/분	4,400회/분	이상발생	파기
전자제어식	이상발생	이상발생	이상발생	파기
골급식 속도	부기 후 경상동작 속도	부기 후 경상동작 속도	이상발생	파기
전자제어식	이상발생	이상발생	이상발생	파기
무게	100g 이하	92.2g	이상	파기
골급식 속도	800g 더uckle	790.26g	이상	파기
전자제어식	100g 이하	104.55g	이상	파기
부설식 폴리미	500g 이하	493.70g	이상	파기
골급식 속도	500g 이하	449.40g	이상	파기
전자제어식	140° 이상	140.00°	이상	파기
골급식 속도	170° 이상	170.05°	이상	파기
전자제어식	130° 이상	130.00°	이상	파기
부설식 폴리미	300회전	300회전	이상발생	파기
골급식 속도	이상발생	이상발생	이상발생	파기
부설식 폴리미	40mm 이하	21.79mm	이상	파기
골급식 속도	205.39mm	205.39mm	이상	파기
전자제어식	12,500회 대교	12,500회 대교	이상	파기

Fig. 4. Safety & Performance Result

시험 결과 안전 요구사항은 표준에 명시된 기준을 모두 통과 하였고, 성능 요구사항은 제조사가 제시한 기준을 통과 하였다. 국내에서 개발된 대퇴의지 3종은 도출된 안전 & 성능 요구사항을 충족하며, 비슷한 방식의 외산의지의 대체가 가능할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 부산시의 ‘시장창출형 지능형 로봇 활용 및 확산 사업’ 및 보건복지부의 ‘노인·장애인 보조기기 연구개발사업’의 지원을 받아 수행된 것임.

REFERENCES

- H. J. Shin, J. K. Park, H. T. Lee, S. Y. Jung, M. K. Jeon, and S. H. Park, “Development of Rotary Hybrid Prosthesis for Transfemoral Amputee,” Journal of Rehabilitation Welfare Engineering and Assistive Technology, vol. 17, no. 1, pp. 6-17, 2023.
- R. Sinha, W. J. V. D. Heuvel, and P. Arokiasamy, “Factors affecting quality of life in lower limb amputees,” Prosthetics and Orthotics International, vol. 35, no. 1, pp. 90-96, 2011.
- J. W. Michael, “Modern prosthetic knee mechanisms,” Clinical orthopaedics and related research, vol. 361, pp. 39-47, 1999.
- M. R. Tucker and K. B. Fite, “Mechanical damping wth electrical regeneration for a powered transfemoral prosthesis,” 2010 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Montreal, Canada, pp. 13-18, 2010.
- Ziegler-Graham, K., MacKenzie, E. J., Ephraim, P. L., Travison, T. G. and Brookmeyer, R., “Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050,” Int. J. Arch. Phys. Med. Rehabil., Vol.89, No.3,pp.422-429., 2008
- World Health Organization United States Department of Defense MossTehab Amputee Rehabilitation Program MossRehab Hospital, UAS, “The Rehabilitation of People with Amputation”, 2004
- Alcocer, W., Vela, L., Blanco, A., Gonzalez, J. and Oliver, M., “Major Trends in the Development of Ankle Rehabilitation Deviceds,” Int. J. DYNIA Vol. 79, No. 176, pp.45-55., 2012

Salt and Pepper 잡음 환경에서 IQR 기반의 이상치 탐지를 이용한 가우시안 필터

정경석, 김남호*

1국립부경대학교

Gaussian Filter using IQR-based Outlier Detection in Salt and Pepper Noise Environments

Gyeong-Seog Jung, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

Abstract As IoT technology advances in modern society, the importance of image processing is increasing. IoT technology connects various devices to the internet to process data, and images are commonly employed as visual data. However, noise can occur during the processing of digital images, and a representative type of noise is Salt and Pepper noise. This noise appears randomly as extreme values in the image, and various filters have been proposed to remove it. However, existing filters have been effective in environments with low noise density but have shown somewhat disappointing performance in extremely high noise density environments. Therefore, This paper proposes a Gaussian filter using IQR-based outlier detection in Salt and Pepper noise Environments. The proposed algorithm applies a weighted mask following a gaussian distribution only to valid pixels, excluding noisy pixels and those identified as outliers by the IQR technique within a local mask. When compared with existing methods, the proposed algorithm demonstrated excellent noise removal performance in environments with extremely high noise density.

- Key Words : Image processing, Salt and Pepper noise, IQR, Gaussian filter

I. 서론

IoT 기술이 발전함에 따라서 영상 처리 기술의 수요가 증가하고 있다. IoT 기술은 다양한 디바이스를 인터넷과 연결하여 데이터를 분석하며 이때 영상은 시각 데이터로서 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 다양한 요인으로 인하여 디지털 영상에 잡음이 발생할 수가 있으며 잡음은 영상의 품질을 저하시켜 분석 및 처리 결과에 악영향을 미칠 수 있다.

대표적인 잡음의 종류에는 Salt and Pepper 잡음이 있으며 이러한 잡음을 제거하기 위해서 CWMF(center weighted median filter), AMF(adaptive median filter), DBA(decision based algorithm)와 같은 다양한 형태의 필터가 연구 되어왔다. 하지만 기존 필터들은 잡음 밀도가 극도로 높은 환경에서 성능이 저하하거나 영상이 흐려지는 결과를 보였다.

따라서 본 논문에서는 Salt and Pepper 잡음 환경에서 IQR(interquartile range) 기반의 이상치 탐지를 이용한 가우시안 필터를 제안하였다. 제안한 알고리즘은 Salt and Pepper 잡음 환경에서 로컬 마스크 내부의 화소들을 공간 좌표를 기반으로 인가한 가중치에 따라 반복 배치한 후 IQR 기법을 이용하여 이상치로 간주되는 화소들을 제외한다. 이때 잡음 화소와 이상치 화소들을 제외한 유효 화소에 한정하여 가우시안 마스크를 적용하여 잡음을 제거하였다. 시뮬레이션 결과, 제안한 알고리즘은 기존 필터와 비교하여 효과적인 잡음 제거 성능을 보였다.

II. 제안한 알고리즘

Salt and Pepper 잡음의 특성에 따라서 잡음은 영상에 나타날 수 있는 화소의 최댓값 혹은 최솟값이 무분별하게 발생한다. 여기서 잡음을 판단하는 식은 아래와 같다.

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

이때 X_{\min}, X_{\max} 는 화소의 최솟값과 최댓값을 의미한다. 중심화소 $X_{i,j}$ 가 양극단값을 가질 때 잡음으로 판단하여 잡음 제거를 진행하며 이외에는 중심 화소의 값을 그대로 유지한다. 또한 국부 마스크의 크기를 다음과 같이 설정한다.

$$F_{i,j}(p,q) = \{X_{i+p,j+q} \mid -N \leq p, q \leq N\} \quad (2)$$

여기서 i, j 는 입력 영상의 공간 좌표를 의미하며 p, q 는 국부 마스크의 내부 좌표를 나타낸다. 국부 마스크의 크기는 상수 N 에 따라서 $(2N+1) \times (2N+1)$ 로 결정된다. 본 논문에서는 $N=4$ 의 크기를 가진 국부 마스크로 설정했다.

국부 마스크의 중심 화소가 잡음으로 판단될 경우 잡음 제거를 진행한다. 이때, IQR 기법을 통하여 이상치를 탐지하기 전 중심 화소와 인접한 화소들의 영향력을 높이기 위하여 각

화소의 국부 마스크 내부 좌표 p, q 에 따라 가중치를 다르게 적용한다.

$$W_{p,q} = \begin{cases} 4, & \text{if } p,q = |\pm 4| \\ 3, & \text{if } p,q = |\pm 3| \\ 2, & \text{if } p,q = |\pm 2| \\ 1, & \text{if } p,q = |\pm 1| \end{cases} \quad (3)$$

$$P_k = \text{sort}\{W_{p,q} \diamond X_{i,j}(p,q)\} \quad (4)$$

여기서 \diamond 기호는 반복을 나타내며 $W_{p,q}$ 가중치 값에 따라 로컬 마스크 내부의 비잡음화소 $X_{i,j}(p,q)$ 를 반복 배치하며 이를 오름차순으로 정렬하여 전체 k 개의 데이터를 가진 P_k 을 구한다.

정렬된 데이터 P_k 에 IQR 방식으로 이상치를 탐지한다. IQR 기법은 유의미한 이상치를 탐지하기 위해 제안된 기법이다 [1]. IQR은 정렬된 데이터를 네 개의 동일한 그룹으로 나누어 각 범위에 따라 Q_1 (1st quartile), Q_2 (2nd quartile), Q_3 (3rd quartile)로 나타낸다. 이때, Q_1 은 데이터의 25%, Q_3 는 데이터의 75%에 위치한 값이며 IQR 값은 $Q_3 - Q_1$ 의 값으로 정의된다. 여기서 $Q_1 - 1.5 \times \text{IQR}$ 이하의 값을 가지거나 $Q_3 + 1.5 \times \text{IQR}$ 이상의 값을 가지는 데이터의 경우 이상치로 정의한다.

P_k 데이터에서 IQR 기법을 적용하여 이상치로 탐지된 화소와 잡음 화소로 판별된 화소들을 제외한 유효 화소 $I_{i,j}(p,q)$ 에 한하여 가우시안 분포에 따르는 가우시안 가중치 마스크 $G_{i,j}(p,q)$ 를 적용하여 잡음을 제거한다. 여기서 가우시안 마스크와 출력값 $O_{i,j}$ 을 구하는 식은 다음과 같다. 이때 $\sigma = 1$ 으로 설정한다.

$$G_{i,j}(p,q) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(i+p)^2 + (j+q)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

$$O_{i,j} = \frac{\sum_{p=-N}^N \sum_{q=-N}^N G_{i,j}(p,q) I_{i,j}(p,q)}{\sum_{p=-N}^N \sum_{q=-N}^N G_{i,j}(p,q)} \quad (6)$$

단, P_k 데이터에서 상당량의 중복값이 발생하여 IQR이 0으로 산출되거나 데이터의 고유값이 2개 이하로 나타나는 경우에는 이웃 화소의 출력값 $O_{i-1,j}$ 로 현재의 출력값 $O_{i,j}$ 을 대체한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘은 시뮬레이션 과정에서 8bit 그레이의 Pirate 영상을 사용하였다. 그림 1에서 (a)는 입력 영상이며 (b)는 90%의 Salt and pepper 잡음 밀도 환경으로 훼손된 영상이다. 동일한 훼손 영상에 대하여 CWMF, AMF, DBA와 같은 기존 필터 및 제안한 알고리즘으로 필터링을 진행한 뒤 시각적으로 비교하였다. 기존 방법들의 경우 잡음이 남아 다소 미흡한 성능을 보였으나 제안한 알고리즘은 세부 정보를 보존하며 우수한 잡음 제거 성능을 보였다.

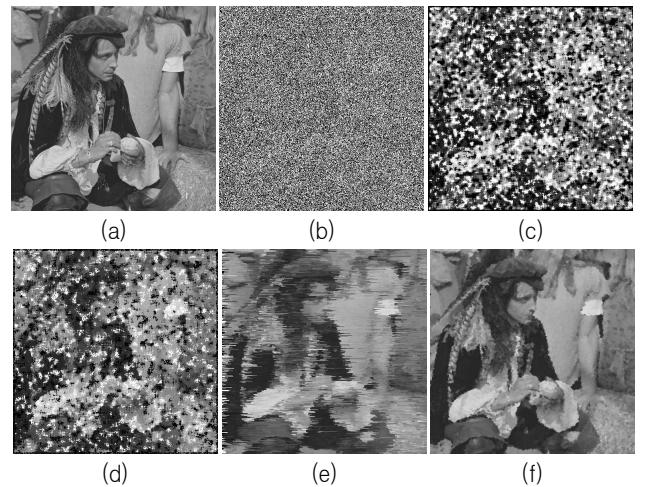


Fig. 1. Simulation result (Pirate, $P = 90\%$) (a) Original image
(b) Noisy image (c) CWMF (d) AMF (e) DBA (f) Proposed filter

IV. 결 론

본 논문에서는 Salt and Pepper 잡음 환경에서 IQR 기반의 이상치 탐지를 이용한 가우시안 필터를 제안하였다. 제안한 방법은 IQR 기법을 적용하여 이상치로 탐지된 화소 및 잡음 화소를 제외한 유효 화소에만 가우시안 마스크를 적용하여 잡음을 제거하였다. 기존 필터들과의 성능을 시뮬레이션을 통하여 비교한 결과 높은 잡음 밀도 환경에서 예지와 같은 세부 정보를 보존하면서 효과적으로 잡음을 제거하여 극도로 높은 Salt and Pepper 잡음 환경에서 유용하게 활용될 것이라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] B. Fu, Y. Liu, Y. Wang, H. Peng, Y. Chen and Y. Cao, "IQR-MAD-Based Anomaly Detection of Voltage Data in the Distribution Network," 2023 6th International Conference on Energy, Electrical and Power Engineering (CEEPE), Guangzhou, China, pp. 1152-1157, 2023. DOI: 10.1109/CEEPE58418.2023.10167064.

머신러닝과 데이터 증강에 의한 가시광 통신의 복조 효율성 향상

칼림 울라, 마즈 살만, 자바드 볼볼리, 정완영*

부경대학교 인공지능융합학과

Enhancing Demodulation Efficiency of VLC by Utilizing ML and Data Augmentation

Kaleem Ullah, Maaz Salman, Javad bolboli, Wan-Young Chung*

Department of AI Convergence, Pukyong National University

Abstract The efficiency of visible light communication is severely constrained by line of sight (LOS), bandwidth limitations, and noise associated with the signal. Noise can be reduced by applying efficient demodulation techniques. In this work, we propose a machine learning-assisted demodulation method for an air quality monitoring signal. The machine learning model at the receiving end effectively demodulates the signal by transforming the incoming waveform into images. Our suggested model can efficiently demodulate a continuous analog signal with a demodulation accuracy of 99.76%. The results of the experiments show that our suggested ML-driven demodulator ensures error-free transmission by extending the link range to 10 meters at a baud rate of 9600 bps and 8 meters at 115200 bps. This demonstrates that, in contrast to traditional demodulation approaches, the proposed system demodulates a signal with minimal errors and enhanced demodulation efficiency.

- Key Words : Line of sight (LOS), Machine Learning (ML), Visible light communications (VLC).

I. INTRODUCTION

Demodulation of a VLC signal is a crucial element to consider. Both coherent and non-coherent demodulation techniques are used for this purpose [1]. For these techniques, the main issues are additive white Gaussian noise (AWGN) and intersymbol interference (ISI). Machine learning ML-based demodulators are becoming more attractive in visible light communication because of the aforementioned issues [2]. In this work, we introduce an ML-based demodulation technique for OOK-modulated VLC signals. The proposed system uses image classification along with data augmentation to decode the images of the received signal [2]. A fine-tuned model Mobilenet V2 decodes an image containing 8 bits of data at once rather than decoding every signal bit, which results in bandwidth efficiency.

II. EXPERIMENTAL SETUP

2.1 System Prototype

Fig. 1 illustrates an adaptive, end-to-end VLC system. An AT mega 128A MCU running on a 5V voltage source helps modify a signal carrying data of air quality indicators. After modulation, the signal is transferred to the transmitter circuit. This circuit comprises the analog

comparator (LM393) and NPN BJT's (2N3904), which further amplifies and smooths the signal before providing it to the LED.

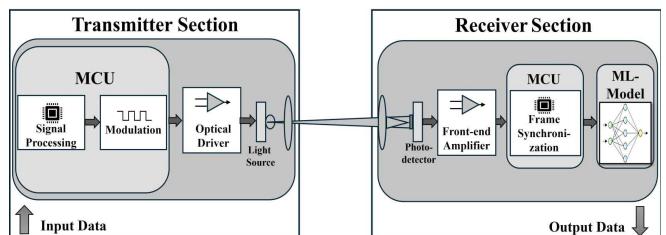


Fig. 1. Illustrates the proposed experimental procedure.

At the receiving end, a Si-PIN photodiode (S5107) with a spectrum response of greater than 50% for an optical source operating between 700 and 1050 nm is used to gather the transmitted signal. A trans-impedance amplifier containing a buffer, amplifier stage (TL082), comparator (LM393), and -5 V generator (LMC7660). The output signal is an amplified version of the original signal, ranging from 0 to 5 volts.

2.2 Data Acquisition

The AVR128a MCU receives the signal through its ADC channels, which sample it regularly and convert it into voltage values. These values are then sent to Python serially over the UART port. A segmentation algorithm is created in Python script to find relevant data segments (160 ms in length, followed by a 120 ms delay) using an edge detection method.

As illustrated in Fig. 2 the continuous waveform exhibits distinct segments. Every plot is stored as a JPG file with dimensions of 794x328 and a file size of 9.10 Kb.

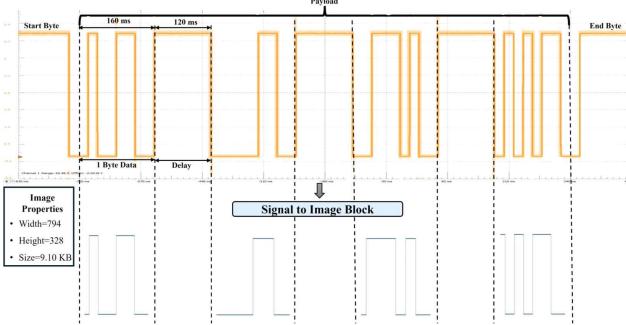


Fig. 2. Signal to image conversion using segmentation technique.

III. PROPOSED METHOD

3.1 Feature Extraction

Training and validation datasets are loaded from the “ImageFolder” class of the torchvision library. Then these images pass through a process of data augmentation and normalization. A fine-tuned MobileNetV2 model architecture is shown in Fig. 3.

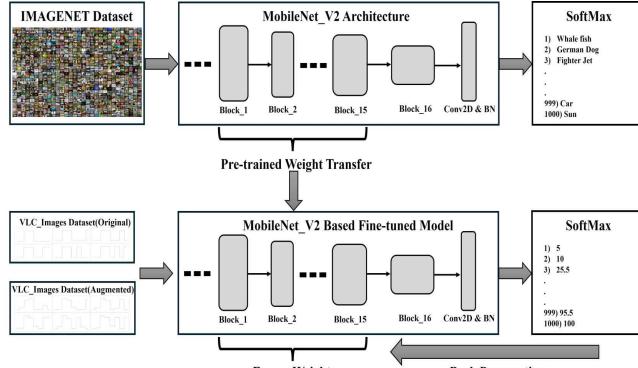


Fig. 3. Fine-tuned MobileNetV2 Architecture.

IV. RESULTS

The loss curve and confusion matrix of the proposed model is shown in Fig. 4(a),(b). The validation accuracy of our proposed system comes out to be 99.76% for 11 classes. The batch size is kept at 4 for 100 epochs. The relationship between distance and then normalized error rate is illustrated in Fig. 5(a),(b). When the communication link range grows over 2.5 meters, the error rate also increases in the case of conventional demodulation. Table 1 illustrates extention of link range in meters.

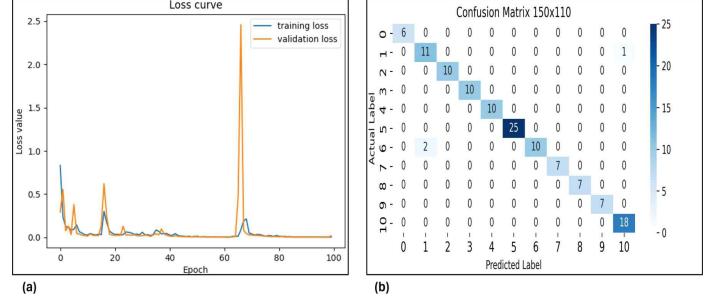


Fig. 4. (a) Accuracy curves of proposed model, (b) Confusion Matrix.

On the other hand, by using the proposed algorithm, the link range can be increased up to 10 meters without any errors at a baud rate of 9600 bps, ensuring noise-free transmission.

Table 1.Increase in link range using ML-aided scheme.

Baud rate	Link range (Conventional Scheme)	Link range (ML-aided scheme)
9600 bps	6m	10m
115200 bps	4m	8m

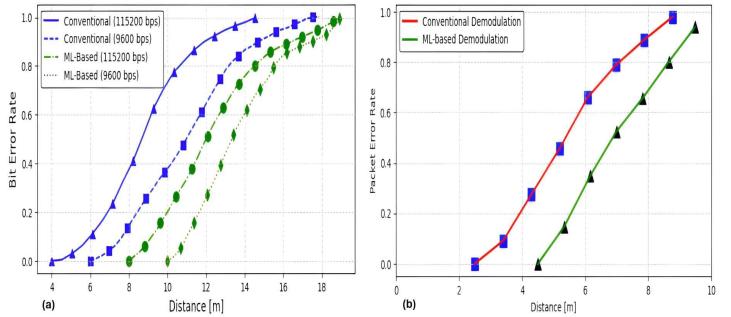


Fig. 5. (a) Bit error rate at different baud rates, (b)Packet error rate at different distances.

V. CONCLUSION

In summary, the ML-based demodulation technique demonstrates superior efficiency, achieving a demodulation accuracy of 99.76% and providing enhanced noise cancellation properties. Experimental results prove that our proposed system is more efficient as compared to the conventional demodulation scheme.

REFERENCES

- [1] Sejan, Mohammad Abrar Shakil, and Wan-Young Chung. "Secure VLC for wide-area indoor IoT connectivity." IEEE Internet of Things Journal 10, no. 1 (2022): 180-193.
- [2] Wang, Zhou, and Alan C. Bovik. "A universal image quality index." IEEE signal processing letters 9.3 (2002): 81-84.

과거 데이터를 이용하여 센서 노이즈를 감소시키는 상관도 기반 공격 탐지 알고리즘 제안

이서하, 오현서, 사공상욱*

계명대학교 컴퓨터공학과

Correlation-based Attack Detection Algorithm Exploiting Past Data to Reduce Sensor Noise for Controller Area Network

Seoha Lee, Hyeonseo Oh, Sang Uk Sagong*

School of Computer Engineering, Keimyung University

Abstract Electronic Control Units (ECUs) are installed in contemporary cars, and they communicate each other via in-vehicle network protocols. These in-vehicle network protocols do not encrypt data nor authenticate a transmitting ECU. As a result, adversaries may attack these protocols and cars, and Intrusion Detection Systems (IDSs) are developed to protect the cars. In this paper, we propose an attack detection algorithm that expect a current sensor data using past data to minimize effects of noise in sensor data, which may improve performance of the motion-based IDS. We demonstrate that the false-alarm performance of the motion-based IDS is improved when our proposed algorithm is applied using CAN message data collected from a real vehicle.

- Key Words : Controller Area Network, Intrusion Detection System, Correlation, Past Data, False Alarm Probability

I. 서론

차량 내 전자 제어기는 Controller Area Network(CAN)과 같은 차량 내부 네트워크 프로토콜을 사용해 정보를 교환한다. 현대 차량은 안전 및 정보 제공 등의 기능을 지원하기 위해 여러 종류의 외부 장치를 탑재하고 있다. 이를 통해 다양한 방법으로 차량의 외부 접점 제어기에 접근이 가능하다. 그 결과 외부 접점이 차량 내부 네트워크의 공격 표면(attack surface)이 된다. 공격자는 프로토콜의 보안 취약점을 악용하여 제어기를 공격해 차량 내부 네트워크 접근 권한을 얻는다. 제어기가 메시지를 송신하지 못하도록 차단하거나, 변조된 메시지를 전송하는 등의 공격을 수행할 수 있다. 이는 차량 내부 네트워크에 혼란을 야기해, 운전자에게 잘못된 정보를 제공하거나 사고를 유발할 수 있다. 최근 연구들은 CAN 버스에 변조된 메시지를 주입하여 공격자가 차량을 제어할 수 있음을 시연했다 [1].

CAN 프로토콜은 현재 차량 내부 네트워크에서 가장 많이 사용되는 통신 프로토콜이며, CAN 버스를 통해서 메시지를 송수신한다. Fig. 1은 CAN 프로토콜의 데이터 프레임을 나타낸다. Start of Frame (SOF), Arbitration, Control, Data, Cyclic Redundancy Check (CRC), Acknowledgment (ACK), End of Frame (EOF) 총 7개의 필드로 구성되어 있다. CAN 프로토콜은 데이터를 암호화하지 않고, 메시지를 송신하는 전자 제어기를 인증하는 필드가 존재하지 않으므로 보안 취약점이 존재한다 [2]. 모든 전자 제어기 간의 호환성을 지원하면서, 암호화 및 인증 기능을 구현하는 것은 어렵다.

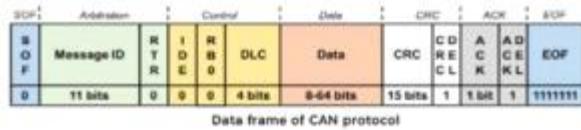


Fig. 1. Data frame of the CAN protocol

II. 관련연구

CAN 프로토콜의 보안 취약점을 보완하기 위해 개발된 침입 탐지 시스템(IDS)은 전자 제어 장치를 감시하여 공격을 탐지 한다. 침입 탐지 시스템은 버스나 ECU의 전송 패턴이나 메시지 빈도 등 물리적 속성의 변화를 감지하는 데 중점을 두어, 메시지 내용 변조 탐지에 한계가 있다.

물리 신호를 이용한 침입 탐지 시스템 (Motion-based Intrusion Detection System: MIDS)은 기존의 침입 탐지 시스템과 달리 바퀴 속도, 차량 속도 등과 같은 차량의 동적 데이터 중 두 개를 비교 분석하여 이상을 탐지한다 [3]. 정상적인 주행 상태에서 지속적인 네트워크 모니터링을 통해 두 개의 센서 데이터 간의 상관도를 계산한다. 공격 데이터가 주입되었을 때, 상관도가 감소하는 것을 이용하여 데이터 변조 공격을 탐지한다. 상관도가 일정 임계값보다 작아지면, 해당 메시지는 공격자에 의해 변조된 것으로 판단한다. MIDS가 사용하는 차량 센서 데이터에는 차량 주행 시 발생하는 잡음이 더해져 데이터가 부정확해진다. 상관도를 정확하게 계산할 수 없게 되어 오탐지 확률이 증가한다. 본 논문에서는 오탐지 확률을 감소시키기 위해 직전 데이터를 활용하여 현재 데이터를 예

측하고 보정하여 잡음의 영향을 최소화하는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘을 물리 신호 기반의 침입 탐지 시스템에 적용하면, 침입 탐지 시스템의 탐지 성능을 향상시킬 수 있다.

III. 과거 데이터를 이용한 공격 탐지 알고리즘 제안

3.1 데이터 예측 방법

두 바퀴의 속도는 각각 ws_1 과 ws_2 로 표기하며, ws_1 을 기준으로 ws_2 의 데이터를 예측한다. $ws_1[i-1]$ 은 $i-1$ 시점에서의 첫 번째 바퀴 속도를, $ws_2[i-1]$ 은 두 번째 바퀴 속도를 나타낸다. 수식 (1)은 시점 i 에서의 ws_2 값을 계산하는 수식을 나타낸다. $ws_1[i-1]$ 과 $ws_2[i-1]$ 의 데이터의 차이를 활용해 예측된 데이터 값인 $ws_2^*[i]$ 의 값을 계산한다.

$$ws_2^*[i] = ws_1[i-1] + (ws_1[i-1] - ws_2[i-1]) \quad (1)$$

3.2 제안하는 공격 탐지 알고리즘

물리 신호 기반의 침입 탐지 시스템은 두 개의 물리 신호의 상관도가 임계값보다 작아지면 공격이 발생한 것으로 판단한다. 기존의 침입 탐지 시스템은 실시간으로 입력되는 두 물리 신호를 사용하며, 이 두 신호에 잡음이 더해진다. 제안하는 공격 탐지 알고리즘은 수식 (1)을 사용한다. 하나의 신호는 과거 데이터로부터 예측하고 다른 하나의 신호는 실시간으로 입력되는 값을 사용하여, 잡음의 영향을 최소화한다. 제안하는 공격 탐지 알고리즘은 수식 (2)를 사용하여 상관도를 계산한다.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (ws_1[i] - \mu_1)(ws_2^*[i] - \mu_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (ws_1[i] - \mu_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (ws_2^*[i] - \mu_2)^2}} \quad (2)$$

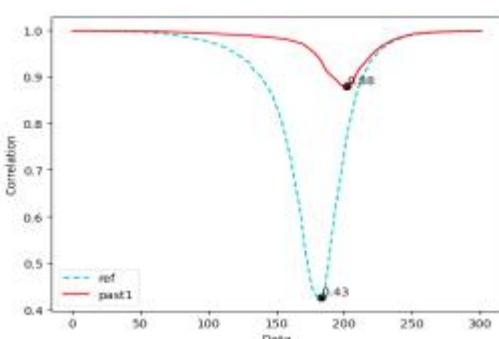


Fig. 2. Correlation coefficients are compared when the raw wheel speed 1 abd 2 are used and when the estimated wheel speed 2 is used as proposed

토요타 캠리에서 수집된 CAN 메시지 데이터를 이용하여 제안한 알고리즘의 성능을 분석한다. 차량 바퀴 속도 1과 2를 추출한다. Fig. 2는 실시간으로 입력되는 차량 바퀴 속도 간 상관도와 제안하는 알고리즘을 적용하였을 때의 상관도를 나타낸다. 차량의 바퀴 속도를 그대로 사용할 경우, 정상적인 주행 상황에서도 상관도가 0.43까지 감소한다. 반면, 제안하는 알고리즘을 적용하면 상관도가 0.88까지만 감소한다. 그 결과, 오탐지 확률을 줄일 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 센서 데이터에 더해지는 잡음으로 인해 발생하는 침입 탐지 시스템의 공격 오탐지 문제를 분석했다. 과거 센서 데이터를 이용하여 현재 데이터를 예측한 값을 사용하는 공격 탐지 알고리즘을 제안하고, 실제 차량에서 수집된 데이터를 이용하여 제안한 알고리즘이 두 센서 데이터의 상관도를 정확하게 계산하는 것을 확인했다. 해당 알고리즘을 물리 기반 침입 탐지 시스템에 적용하면, 오탐지 확률이 감소한다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 성과는 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.B0080329004302)

REFERENCES

- [1] C. Miller and C. Valasek, "Remote exploitation of an unaltered passenger vehicle," Proceedings of Black Hat USA, S91, 2015.
- [2] S. Checkoway et al., "Comprehensive experimental analyses of automotive attack surfaces," Proceedings of the 20th USENIX Conference on Security, CA, USA, pp.77–92, 2011.
- [3] S. Sagong et al., "Inter-Message Correlation for Intrusion Detection in Controller Area Networks," Proceedings of ESCAR Europe, pp.215–229, 2019.

향상된 비상 대응을 위한 SLAM 및 ML 기반 실내 위치 파악

사기 후세인 칼란, 정완영*

부경대학교 인공지능융합학과

SLAM and ML Based Indoor Localization For Improved Emergency Response

Saqi Hussain Kalan, Wan-Young Chung*

Department of AI Convergence, Pukyong National University

Abstract Accurate and real-time localization is crucial for emergency response operations, especially in challenging indoor environments. This research presents a robust indoor localization system tailored for firefighters operating in smoke-filled, multi-level buildings where GPS signals are unreliable. Leveraging the power of advanced SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) technologies, the system integrates LiDAR-based using Cartographer SLAM with IMU Sensors. By communicating optimization events between LiDAR-Inertial SLAM and IMU, the system ensures continuous and reliable localization. This cooperative approach mitigates the limitations of stand-alone GPS and SLAM methods, enabling seamless indoor and outdoor transitions. This Method depicts the user's sequential positions on the building's floor plan (global map) using a 2D-to-2D localization technique. We designed a handheld device as a prototype and carried test on one room of laboratory. The validation tests demonstrated that the system successfully provides real-time indoor localization.

- Key Words : LiDAR SLAM, Indoor localization, ROS, IMU sensor, Machine learning, Cartographer

I. INTRODUCTION

An accurate localization system greatly benefits mobile applications, including navigation services. Regarding localization technologies, accurate outdoor localization can achieve using the Global Navigation Satellite System (GNSS), while accurate indoor localization is still a challenging topic [1].

Numerous researchers have up to this point used a variety of methods, including RFID, Bluetooth, Wi-Fi, cameras, and other sensors, to do indoor localization. Even though numerous research projects have produced precise indoor localization, there currently needs to be a workable solution due to several issues, including technology limits, installation costs, and environmental restrictions.

Simultaneous Localization and Mapping, or SLAM, is becoming increasingly popular in the fields of robotics and autonomous driving as a result of growing computing power and developing image and sensor processing. In addition to estimating one's own position, SLAM can also provide a neighborhood map.

By taking Advantage of Cartographer SLAM we designed a handheld device which include 2D-LiDAR, a IMU sensor and Raspberry pi 4. Using this prototype device we conduct experiment in our laboratory which is in length of 10 meter long with 7.5 meters of width. From Evaluation, we believe

that our prototype system can achieve accurate indoor localization in real time.

II. MATERIALS

2.1 Custom-designed Handheld device

Our handheld device integrates RPLiDAR A1 and MPU6050 IMU sensor for optimized SLAM-based localization. Compact and lightweight, it utilizes Raspberry Pi 4 for processing, enhancing scalability and minimizing size, power consumption, and cost. Powered by a 5V output power bank, it operates reliably in demanding environment (shown in Fig. 1).

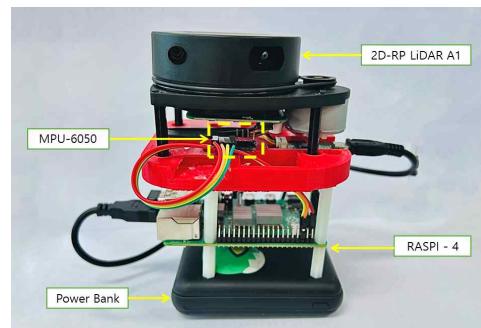


Fig. 1. Handheld SLAM Device with RPLiDAR A1 and IMU sensor (MPU6050).

2.2 Data Acquisition

We have developed ROS (Robot Operating System) framework, where functionalities are executed as ROS

nodes. Holding the handheld device, we conducted three scans along the corridor (Scan 1, Scan 2, and Scan 3) within approximately 56 seconds, covering a path length of approximately 19 meters with 58 poses and speed shown in Fig.2. Through integration with the IMU and RPLiDAR, with a range of 12 meters, we acquired data to generate .maps and trajectories, effectively capturing the corridor's dimensions. Additionally, leveraging Cartographer, we obtained ground truth data for validation.

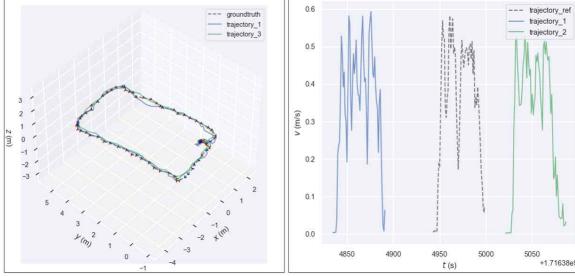


Fig. 2. 3D view of The Ground truth along other traj. & speed.

III. PROPOSED METHOD

3.1 Indoor localization

We use the Cartographer SLAM algorithm with an IMU sensor for accurate indoor localization. A Madgwick filter processes the IMU data, enhancing precision. The IMU and RPLiDAR (12-meter range) collect comprehensive mapping and trajectory data, which the SLAM algorithm processes to create detailed maps and ensure reliable localization as shown in Fig.3.

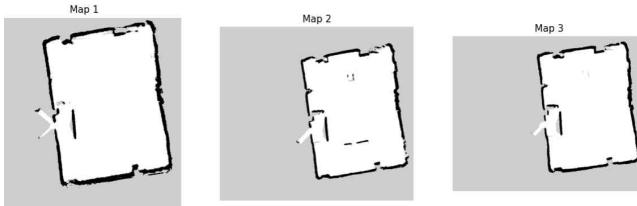


Fig. 3. Mapping of three scans.

IV RESULTS

The model was trained using the ground truth and Trajectory 1 to predict future trajectories, which were evaluated against the ground truth. Data preparation included feature extraction, normalization, and splitting into training and test sets. A linear regression model was used, and performance was assessed using RMSE and the EVO package [2], as shown in Figure 4(a).

Multiple corridor scans were conducted using a handheld device with an RPLiDAR A1 and MPU6050 IMU sensor, demonstrating high localization accuracy. The Madgwick-filtered IMU data improved mapping reliability, although accuracy decreased in larger areas. Our system was effective in small spaces but requires improvements for larger areas.

The average overall processing time was 0.20 seconds, with SLAM updating the map every two seconds for real-time indoor localization. This methodology highlights our approach's effectiveness in small spaces and the need for enhancements to handle larger areas more accurately.

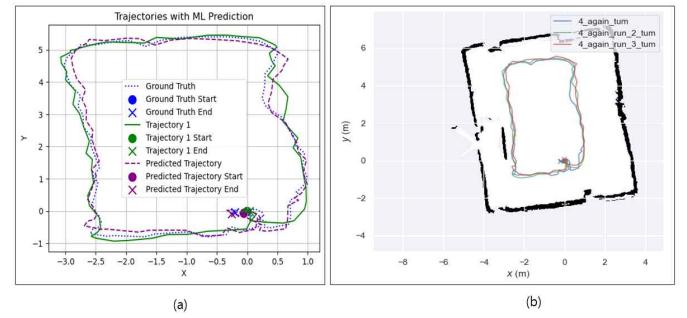


Fig. 4. (a) Shows the trajectories with ML prediction and (b) Shows the final result of all trajectories on given map.

V. CONCLUSION

This paper presents a real-time indoor localization system using 2D-LiDAR and Cartographer SLAM. Integrating 2D-LiDAR and IMU sensors visualizes user positions on a building floor map with high accuracy as shown in Table I. Future work will enhance accuracy and mapping efficiency using 3D LiDAR.

Table 1. Trajectory RMSE with Ground Truth and ML Model

Trajectory	RMSE
Estimated Trajectory 1	2.09841
Estimated Trajectory 2	3.54472
ML model	0.0966

REFERENCES

- [1] M. Nimura, K. Kanai and J. Katto, "Accuracy evaluations of real-time LiDAR-based indoor localization system," 2023 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, NV, USA, 2023, pp. 1-5.
- [2] Grupp, M. (2017). evo: Python package for the evaluation of odometry and SLAM. <https://github.com/MichaelGrupp/evo>. <https://github.com/MichaelGrupp/evo>.

이상 탐지를 위한 확산 모델 기반 데이터 증강 기법

강세영¹, 김태현^{2*}

¹한양대학교 AI응용학과, ²한양대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Diffusion-Based Data Augmentation Approach for Anomaly Detection

Se Young Kang¹, Tae Hyun Kim^{2*}

¹Department of Artificial Intelligence Application, Hanyang University

²Department of Computer Science, Hanyang University

Abstract Anomaly detection is a technology that identifies any state or object that is not normal, playing a critical role in many modern applications. However, in most datasets, anomaly data is either scarce or non-existent, making it challenging to train anomaly detection models. Moreover, the diverse and unpredictable real anomaly data's characteristics further complicates the issue. To address these problems, various data augmentation techniques for generating anomaly data have been studied. Despite various data augmentation techniques improving model performance, existing methods often fail to generate anomaly data that truly reflect real-world scenarios. To tackle this, our paper proposes a novel data augmentation approach for anomaly detection utilizing diffusion models. By reconstructing latent representations of normal images, our method generates more realistic anomaly data, leading to enhanced model performance across various categories.

- Key Words : Artificial Intelligence, Computer Vision, Anomaly Detection, Data Augmentation, Image Editing

I. 서론

이상 탐지란 정상 상태가 아닌 모든 상태나 물체를 찾는 기술로, 현대의 많은 응용 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 대부분의 데이터셋에서 이상 데이터는 매우 적거나 존재하지 않는 경우가 많아, 이상 탐지 모델 훈련에 어려움이 따른다. 더불어 이상 데이터의 특성이 매우 다양하고, 발생 가능한 모든 특성을 사전에 알 수 없다는 점이 어려움을 더욱 증폭시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이상 데이터를 생성하는 데이터 증강 기법들이 연구되고 있다[1,2]. 기존 방법들은 불규칙성을 가진 이상 데이터를 생성하여 이상 탐지 모델의 성능을 높였으나, 실제 이상 데이터와는 매우 다른 양상을 띤다는 한계가 있다.

본 논문에서는 이러한 비현실적인 이상 데이터를 생성하는 기존 연구들의 한계를 극복하기 위한 새로운 데이터 증강 기법을 제안한다. 이는 최근 이미지 생성 분야에서 놀라운 발전을 보이는 확산 모델(e.g., Stable Diffusion)을 활용한 방법론으로, 정상 이미지의 잠재 표현을 재구성한 후 복원한다[3]. 이 방법은 기존 방법보다 훨씬 자연스러운 이상 데이터를 생성하며, 이러한 데이터를 사용하여 모델을 훈련했을 때 대부분의 카테고리에서 기존 방법과 비교해 우수한 성능을 보인다.

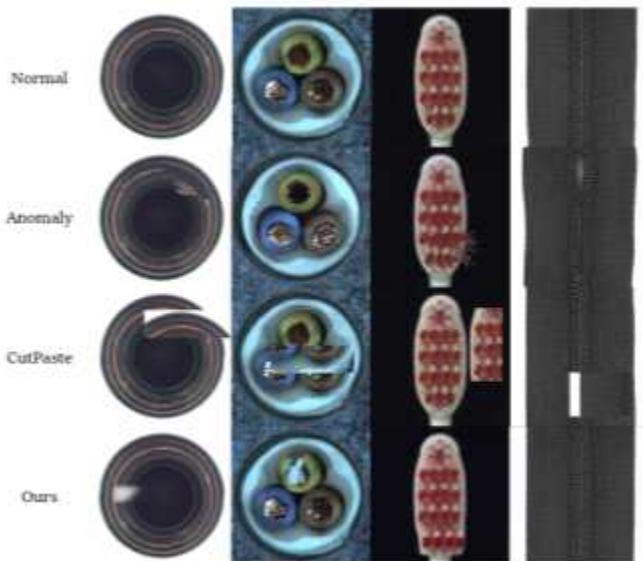


Fig. 1. Visualization of Normal and Augmented samples from bottles, cable, toothbrush and zipper classes of MVTec dataset[4].

II. 관련연구

Cutpaste는 정상 이미지의 임의의 부분을 잘라내어 다시 정상 이미지의 다른 임의의 부분에 붙이는, 일명 ‘cut and paste’라는 데이터 증강 기법을 사용해 정상 데이터로부터 이상 데이터를 생성한다[1]. 이 기법을 통해 정상 데이터와 달리 불규칙성을 가진 이상 데이터를 생성할 수 있으며, 다른 데이터 증강 기법을 적용했을 때보다 좋은 성능을 보인다. 그러나 이러한 방법으로 생성된 이상 데이터를 실제 이상 데이터와 비교하면 매우 비현실적이다. 따라서 실제 이상 데이터와 유사한 불규칙성을 가진 이상 데이터를 생성하는 새로운 증강 기법이 필요하다.

III. 확산 모델 기반 데이터 증강 기법

3.1 방법론

본 장에서는 실제 이상 데이터와 유사한 데이터를 생성하기 위해, 확산 모델을 활용한 데이터 증강 기법에 대해 설명한다. 이 기법은 정상 이미지의 잠재 공간에서 잠재 표현을 조정한 후, 역방향 확산 과정을 통해 더욱 자연스러운 이상 데이터를 생성하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 생성된 이상 데이터는 기존의 증강 기법으로 생성된 데이터보다 훨씬 더 현실적이고 다양한 이상 패턴을 반영할 수 있다. 자세한 과정은 다음과 같다. 첫 번째로, 정상 이미지를 인코딩하여 모든 잠재 표현을 획득한 후, 잘라낼 영역의 크기와 위치 그리고 이를 붙여넣을 위치를 무작위로 설정한다. 이후, 잘라낸 영역의 잠재 표현을 붙여넣을 위치에 덮어씌우며 정상 이미지의 잠재 공간을 조정한다. 마지막으로, 조정된 잠재 표현을 기반으로 최종 이미지 생성을 진행한다.

이 기법은 CutPaste 메커니즘과 유사하지만, 잠재 공간에서 작동한다는 점에서 차이가 있으며, 확산 모델을 이용해 더욱 자연스럽고 시각적으로 일관된 이상 데이터를 생성할 수 있다.

3.2 실험 및 결과

3.1에서 제안한 방법을 MVTec dataset의 정상 데이터에 적용하여 이상 데이터를 생성했다[4]. 그림 1에서 볼 수 있듯이, 제안된 방법은 훨씬 자연스러운 이상 이미지가 생성되는 것을 확인할 수 있다.

표 1은 모델을 각각 CutPaste 기법으로 생성한 이상 데이터와 제안된 기법으로 생성한 데이터로 훈련해 이상 탐지 성능을 비교한 결과이다. 평가 지표로는 AUC (Area Under the ROC Curve)를 사용하였으며, AUC 값이 클수록 정상 데이터와 이상 데이터를 구별하는 성능이 우수함을 나타낸다. 성능이 더 좋은 경우를 굵은 글씨로 표시하였으며, 제안된 방법이 여러 카테고리에서 모델의 성능을 향상시킨 것을 확인할 수 있다.

그러나 ‘zipper’ 와 같이 정상 데이터가 전반적으로 반복되는 형태를 보이는 경우, 생성된 데이터가 이상 데이터가 아닌 정상 데이터와 유사해지는 경향이 있었다. 이는 훈련 과정에서 모델에게 혼란을 줄 수 있으며, 그로 인해 낮은 성능을 보이는 결과를 초래하였다. 따라서 향후 연구에서는 정상 데이터의 규칙적인 특성으로 인해 제안된 방법으로는 이상 데이터 생성이 어려워 성능이 낮게 나타나는 카테고리에 집중할 계획이다. 이를 위해 정상 이미지의 잠재 표현에 별도의 노이즈를 추가하는 등 자연스러운 불규칙성을 생성하는 방법에 대해 고안하고자 한다. 이러한 접근법을 통해 정상 데이터의 특성과 무관하게 이상 데이터를 효과적으로 생성할 수 있다면, 이는 궁극적으로 이상 탐지 모델의 성능 개선에 크게 이바지할 것으로 기대된다.

Table 1. Anomaly detection performance on MVTec anomaly detection dataset[4].

Category	CutPaste	Ours
bottle	98.8	99.0
cable	85.4	93.8
capsule	81.3	81.3
hazelnut	80.2	81.2
pill	80.4	85.5
screw	31.0	47.2
toothbrush	89.7	99.4
zipper	99.8	87.6
Average	80.8	84.4

REFERENCES

- [1] Chun-Liang Li, Kihyuk Shon, Jinsung Yoon, and Tomas Pfister, “Cutpaste: Self-supervised learning for anomaly detection and localization,” Proc. of CVPR, pp. 9664-9674, 2021.
- [2] Terrance DeVries and Graham W Taylor, “Improved regularization of convolutional neural networks with cutout,” arXiv preprint arXiv:1708.04552, 2017.
- [3] Robin Rombach, Andreas Blattmann, Dominik Lorenz, Patrick Esser, and Bjorn Ommer, “High-resolution image synthesis with latent diffusion models,” Proc. of CVPR, pp. 10684-10695, 2022.
- [4] Paul Bergmann, Michael Fauser, David Sattlegger, and Carsten Steger, “MVTec AD-A comprehensive real-world dataset for unsupervised anomaly detection,” Proc. of CVPR, pp. 9592-9600, 2019.

SESSION II

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

장 소	공대 5호관 1층 112호
좌 장	김창원(창원대)
발 표 시 간	10:00~12:00

SESSION II (ORAL)

- (1) 통신사업의 고객 이탈 예측을 위한 지도 머신러닝 알고리즘 비교 아룬, 정의필(울산대 산업대학원)
- (2) 무릎의지 굴곡-신전 동작 분석을 위한 시스템 설계와 특성 시험 이유빈, 손동섭, 권태웅, 김경호, 김현진, 김찬근, 이여진(한국로봇융합연구원)
- (3) 인공마커를 이용한 수중 복수 객체 간의 상대적 자세 추정 알고리즘에 관한 연구 이여진, 김경호, 권태웅, 손동섭, 강정호, 이경창(한국로봇융합연구원, 부경대)
- (4) AWGN 환경에서 다중 컨벌루션 레이어 구조에 기반한 잡음제거 학습 알고리즘 천봉원, 김남호(부경대)
- (5) 실내 환경에서의 이동 로봇 플랫폼 개발에 관한 연구 김도형, 유승민, 하연철(부산대, (주)유민텍)
- (6) 8채널 EEG 뇌신호로부터 초해상화 기반 영상 생성: 실현가능성 평가 김범준, 이규석, 이건우, 이영찬, 유원상(선문대)
- (7) sLLM을 활용한 사용자 행동 인식 시스템 이채별, 최권택(강남대)
- (8) GDI와 CMOS 라이브러리를 적용한 혼성모드 RTL 설계에 관한 연구 정승민, 백수진, 정의성, 김명환(한신대, 메타리얼㈜, 쥬심스리얼리티)

통신사업의 고객 이탈 예측을 위한 지도 머신 러닝 알고리즘 비교

아룬, 정의필*

울산대학교 산업대학원

Comparison of Supervised Machine Learning Algorithms for Predicting Customer Churn in Telecom Business

Kathariya Arun, Chong Uipil*

Graduate School of Industry, University of Ulsan

Abstract : Customer churn prediction is one of the most important parts of big businesses and often helps companies with customer retention and revenue generation. The customer churn may lead to a huge loss of revenue and is important to analyze and determine the cause of the churn. This research work focuses on performing exploratory data analysis and finding the best-performing machine learning model after effective comparison among five supervised machine learning models (Random Forest, Support vector machine, Decision tree, KNN and Logistic regression). Independent experiments were conducted, and results were obtained in the form of accuracy, precision, recall, and f-score values. The evaluation finds that the Logistic Regression algorithm's performance is far superior to that of the other four ML models. This paper is based on the Telecom Customer Churn dataset available on Kaggle website.

• Key Words : Supervised machine learning, Customer churn, Precision, Recall, F-score.

I . Introduction

In an era of mature markets and intensive competitive pressure, it is crucial for companies to manage relationships with their customers to extend their revenues. Companies that successfully apply CRM (Customer Relationship Management) to their business nearly always improve their retention power, i.e., the probability that a customer will not leave. A high retention power avoids a useless waste of money. Since, acquiring new customers can cost five times more than satisfying and retaining existing customers [1]. The phenomenon related to customer abandonment is commonly known as customer churn, while the churning identification method is usually known as customer churn prediction.

In the current digital era, an enormous volume of data is generated daily. It's challenging for an individual to find valuable information manually. Patterns are discovered in large data sets with the help of machine learning algorithms. Supervised learning is the first type of machine learning, in which labeled data is used to train the algorithms. Supervised machine learning is a learning approach to labelled datasets. It is designed to train or 'supervise' algorithms to classify data or predict outcomes accurately. There are mainly two types of supervised machine learning: Classification and Regressions [2].

II . Workflow of Machine Learning Process

Machine learning is the concept of learning from given examples and experiences. Instead of writing complex programs for specific problems and providing data to an algorithm, computers can make logical predictions based on the given data. For an algorithm to make such predictions, it is necessary to provide the algorithm with both training data and test data. Machine learning enables businesses to perform advanced predictive modelling to an extent not possible with traditional statistical techniques [3].

The machine learning process involves five main steps, as described below:

1. The first step is problem formulation and gathering the dataset.
2. The second step involves data cleaning, preparation, and manipulation. Here, outliers and missing values are removed, and in some cases, it is filled using central tendency methods such as mean, median, and mode.
3. The third step involves training the model using machine learning algorithms such as SVM, Random Forest, decision tree etc.
4. The fourth step requires testing the data. Here, we check the results performed by the algorithm.
5. The final step is to improve the test results by tuning and optimizing the necessary parameters until the best result is obtained.

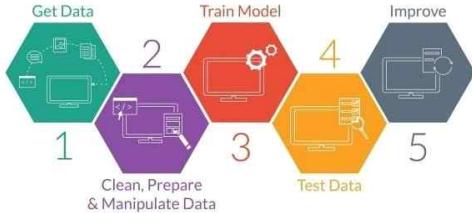


Fig. 1. Workflow of the Machine Learning Process[4]

III. Experimental Result

Supervised machine learning algorithms such as logistic regression, decision tree, KNN, support vector machine, and random forest were compared based on accuracy, precision, recall, and F1 score values. Accuracy refers to the understanding of a measured value to a standard or known value. Precision is an indicator of a machine learning model's performance – the quality of a positive prediction made by the model. Recall answers the question, how many variables belonging to the reference class are correctly identified? The recall measures the model's ability to detect positive samples. The higher the recall, the more positive samples are detected. F1- Score is a metric that is a harmonic mean of precision and recall. The metric is used to measure overall model performance. The F-score values lie between 0 and 1. The f-value nearer to one is considered best. Python programming language is used in this paper for data analysis, training, and testing the models. The dataset was selected from Kaggle and contains 21 attributes with 7043 instances.

3.1 Indoor localization

Table 1. Detailed Results Overview

SN	Algorithm	Model Accuracy	Accuracy with Hyperparameter Tuning	Accuracy without Hyperparameter Tuning	Precision value	Recall value	f-score	Remarks
1	Logistic Regression	79.52%	80.74%	79.52%	60.47%	56.69%	0.585	Performed well among others.
2	Decision Tree	71.95%	79.35%	71.95%	45.43%	50%	0.476	
3	K Nearest Neighbor	75%	78.57%	75%	51%	53.12%	0.52	
4	Support Vector Machine	79%	80.03%	79%	59.95%	53.79%	0.567	
5	Random Forest	77.18%	80.51%	77.18%	55.91%	49.55%	0.525	

The above table illustrates the results of model prediction from the preprocessed data after fitting the data set into each selected algorithm. The five algorithms, namely Logistic Regression, Decision Tree, KNN, Support Vector Machine, and Random Forest were considered for comparison. The performance metrics of each model were noted and studied to compare the models and find the best-performing algorithm. Overall, the logistic regression algorithm performed

well among all the other supervised algorithms, with an accuracy of 80.74%, a precision value of 60.47%, a recall value of 56.69%, and a f-score of 0. 525.

The figure below illustrates the accuracy comparison of ML models. The x-axis represents the ML models whereas y-axis shows the percentage. Clearly, the Logistic regression model has the highest accuracy compared to other models.

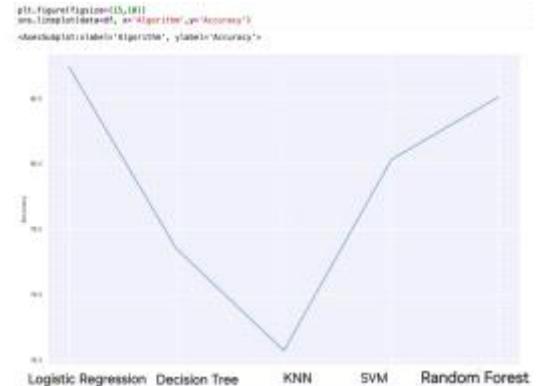


Fig. 2. Accuracy Comparison Results

IV. Conclusions

This research investigates the application of supervised machine learning algorithms for estimating customer churn in a telecom business. We took a dataset related to telecom customers. This knowledge can be applied to customer churn related to any business. Five supervised machine learning models were compared with each other to find the best accuracy with precision, recall, and F-score values. When comparing the performance of supervised algorithms, it is found that logistic regression performed best. It is also found that hyperparameter tuning affects the overall performance of an algorithm.

ACKNOWLEDGMENTS

This research is supported by the Graduate School of Industry, University of Ulsan.

REFERENCES

- [1] Aurélie Lemmens & Sunil Gupta (2013), managing churn to maximize profits.
- [2] C.P.N.S.-M.-G. Jesus de-Prado-Gil, (2018) “To predict the compressive strength of self-compacting concrete with recycled aggregates utilizing ensemble machine learning models,” Case studies in Construction Materials, vol.16, no.7.
- [3] Zhou, H., &Gumbo, V. (2021). Supervised machine learning for predicting SMME sales: An evaluation of three algorithms.
- [4] S.L.Z.a.P.P. Kotsiantis(2015) “Supervised Machine learning: A Review of Classification and combining techniques”, Artificial Intelligence Review, Vol.7, no.2.

무릎의지 굴곡-신전 동작 분석을 위한 시스템 설계와 특성 시험

이유빈, 손동섭, 권태웅, 김경호, 김현진, 김찬근, 이여진*

한국로봇융합연구원

Analysis System Design and Characteristics Test of Knee Prosthesis Flexion-extension Motion

Yu-Bin Yi, Dong-Seop Sohn, Tae-woong Gwon, Kyoung-Ho Kim, Hyun-Jin Kim, Chan-Gun Kim, Yeo-Jin Lee*

Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

Abstract In this work, We designed knee prosthesis flexion-extension motion characteristics analysis system and tested the developed knee prosthesis using the fabricated system. There is no standard for flexion-extension motion examination methods, but standard is critical to the safety of the users using knee prosthesis. first, the basic design was based on the mechanical analysis result of the developed knee prosthesis. By Dynamic and structure analysis, We verified suitability of the stiffness and shape of each part in the system. We fabricated the designed system, analyzed performance difference between the developed knee prosthesis and foreign knee prosthesis.

- Key Words : Knee prosthesis, Reliability, ROM, Characteristics analysis, System design.

I. 서론

본 연구에서는 인체의 무릎의 역할을 대체하는 보조기기의 시험과 분석을 위한 시스템을 설계하였다. 이는 동적내구시험, 정적 반복 하중 시험과 같은 기계적인 성질을 평가하는 것에 그치지 않고 소음/진동, 굴절 모멘트 등 사용자의 편의성을 증대시키기 위하여 본 시스템을 고안하였다.

II. 설계

시험 대상체가 되는 무릎의지 2종 (유압식 로터리 무릎의지, 공압식 4축 무릎의지)의 운동 매커니즘을 분석하고 이를 기반으로 기본 개념 설계를 하였다.



Fig. 1 Motion Analysis of Knee prosthesis

기본 개념 설계를 바탕으로 상세 설계를 진행하였다. 상세 설계에선 재질, 구조, 강성/강도 등 여러 요인 고려하여 최적의 요건을 찾고 시험 시스템의 동작이 시험 대상체에 미칠 영향을 고려하여 설계하였다.

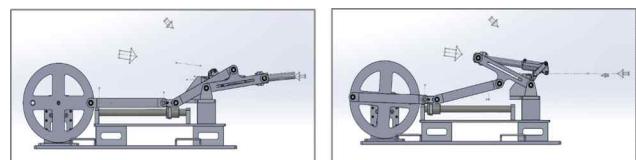


Fig. 2. System design

III. 동역학 분석 및 영향성 평가

3.1 구조 해석 및 분석

부품의 설계 적정성을 확인하기 위해 정적인 상황에서 무릎의지 결합부에 하중을 부여하여 파손 취약부의 응력 집중을 확인하였다.

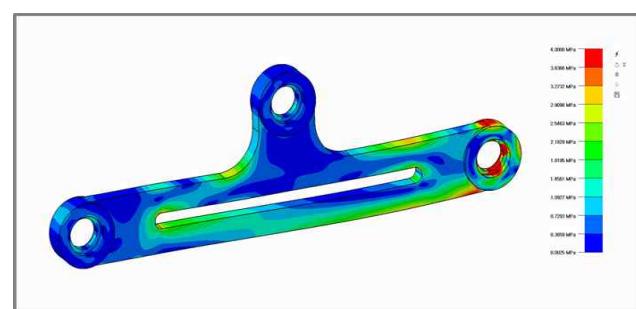


Fig. 3. Part Structure Analysis

3.2 동역학 해석 분석 및 영향성 평가

조립된 시스템에 강제 운동을 부여하여 시스템의 움직임이 시험 대상체에 미칠 영향을 분석하고 시스템의 물리적 운동이 시험대상체의 정확한 운동을 구현해 내는지 검증하였다.

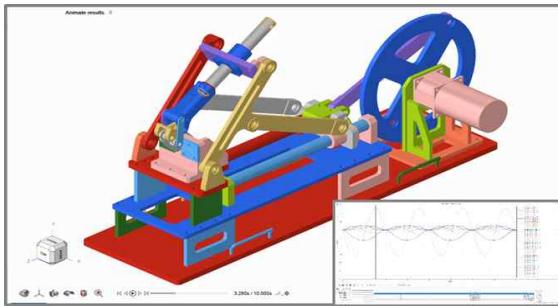


Fig. 4. System dynamic Analysis

IV. 시험 및 분석

제작된 분석 시스템을 이용하여 외산 무릎의지와 국내 기술로 제작된 의지간의 성능차이를 분석하였다. 국내기술로 개발된 무릎의지가 설정한 정량적 목표를 달성할 수 있는지, 개발의지가 외산의지와 비교한 기술수준에 만족하는지 시험 분석을 진행하였다.

4.1 소음 시험 및 분석

분석 시스템을 이용하여 개발 무릎의지의 작동소음을 측정하고 각도별 주파수특성을 분석하였다. 사용자가 불편을 느끼는 소음 정도인 50dB (조용한 사무실 소음) 이상의 소음 유무를 기준으로 사용자의 쾌적한 사용이 가능한지를 판별하였다.

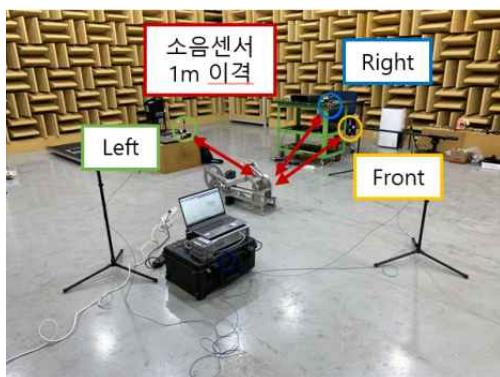


Fig. 5. Noise test

소음 시험에서는 모든 개발 무릎의지가 50dB이하(평균 43.7dB)의 작동소음을 가지는 것으로 측정되었다.

4.2 ROM 시험 및 분석

ROM 시험은 무릎의지의 최대굽힘각을 측정하는 시험으로 좌식생활을 하는 한국인의 특성상 무릎을 굽히는 동작이 많

기 때문에 국내 사용자의 편의성 증대를 위한 중요한 시험이다. ROM 시험과정은 무릎의지를 시험자그에 고정시키고 레이저 장비로 각 위치의 좌표를 측정하여 가상의 직선을 그리고 기준선과 굴절선의 각도를 계산하여 측정한다.

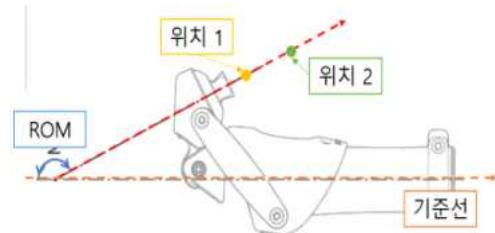


Fig. 6. Method of ROM test

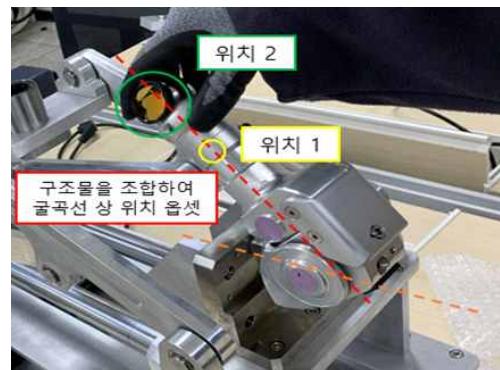


Fig. 7. ROM test

ROM 측정 결과, 유압식의 경우 $145^{\circ} 00'$, 공압식은 $170^{\circ} 05'$ 로 외산 유압식, 공압식 무릎의지의 성능인 145° , 170° 를 만족하는 결과를 얻었다. 외산 무릎의지와 국내 개발 무릎의지의 ROM 특성차이는 유의미한 정도의 격차가 아니라 는 것을 파악하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 부산시의 ‘시장창출형 지능형 로봇 활용 및 확산 사업’ 및 보건복지부의 ‘노인·장애인 보조기기 연구개발사업’의 지원을 받아 수행된 것임.

REFERENCES

- [1] H. J. Shin, J. K. Park, H. T. Lee, S. Y. Jung, M. K. Jeon, and S. H. Park, “Development of Rotary Hybrid Prosthesis for Transfemoral Amputee,” Journal of Rehabilitation Welfare Engineering and Assistive Technology, vol. 17, no. 1, pp. 6-17, 2023.
- [2] J. W. Michael, “Modern prosthetic knee mechanisms,” Clinical orthopaedics and related research, vol. 361, pp. 39-47, 1999.

인공마커를 이용한 수중 복수 객체 간의 상대적 자세 추정 알고리즘에 관한 연구

이여진¹, 김경호¹, 권태웅¹, 손동섭¹, 강정호², 이경창^{2*}

¹한국로봇융합연구원, ²부경대학교

Study on Relative Pose Estimation Algorithm of Underwater Multi-Objects using Fiducial Marker

Yeo-Jin Lee¹, Kyoung-Ho Kim¹, Tae-woong Gwon¹, Dong-Seop Sohn¹, Jung-ho Kang², Gyeong-Chang Lee^{2*}

¹Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

²Pukyong National University

Abstract In this work, we propose a Relative Pose Estimation Algorithm of Underwater Multi-Object using Fiducial Marker to measure an off-set of underwater structures. The Fiducial Marker-based Relative Pose Estimation Algorithm is divided into three stages. First, in the Marker Detection, the ID of each fiducial markers are identified. In the Pose Estimation stage, the corner points of each artificial marker are extracted and the conversion relationships between the 3D spatial coordinates and the 2d image coordinates of the corner point are calculated to estimate the position and pose of each fiducial markers for the underwater robot. Finally, in the Measure Distance and Pose stage, the relative position between the two markers is estimated using the coordinate conversion relationship between the ROV and Markers calculated in the pose estimation stage.

- Key Words : Fiducial Marker, Estimation, Underwater, Detection

I . 서론

지상에서는 다양한 센서를 이용하여 객체의 자세(Pose)를 추정할 수 있다. GPS(Global Positioning System), 초음파센서, 비콘(Beacon) 등을 이용하여 객체의 위치(Position)를 추정하며, 관성 센서, 비전 센서를 이용하여 객체의 방향(Orientation)을 추정할 수 있다. 그러나 수중환경에서는 객체의 자세를 추정하는 데 어려움이 있다. 음파를 이용한 USBL(Ultra Short Base Line) 시스템이나 SONAR(Sound Navigation and Ranging) 센서를 사용하여 수중 속 목표 객체의 대략적인 위치(Position)는 파악할 수 있지만, 이러한 음파 기반의 위치 추정 방식은 수신 신호 감도에 따라 위치 정밀도가 떨어지고, 목표한 객체의 방향(Orientation)까지 추정하기에는 어려움이 많다. 또한, 광학 센서를 기반으로 수중에서 이미지 획득 시, 빛의 파장에 따라 색상 정보가 손실되고, 탁도로 인하여 안개와 유사한 잡음이 포함되므로 가시성이 현저히 떨어지는 문제가 발생한다[1].

때문에, 최근에는 수중에 인공마커[2-4]를 한정된 수중 공간에 고정하여 인위적으로 특징점을 만들고, 수중 로봇의 카메라로 복수의 마커를 인식하여 해당 공간 내에서 로봇의 자세를 추정하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 이미지 샤프닝 기법으로 인공 마커의 인식률 향상 실험을 진행한다. 또한 실 해역 수심 30m에서 복수 마커 간 상대적인 위치 및 방향 정밀도를 분석하여 복수 마커를 이용한 구조물 단차를 추정할 수 있음을 증명한다.

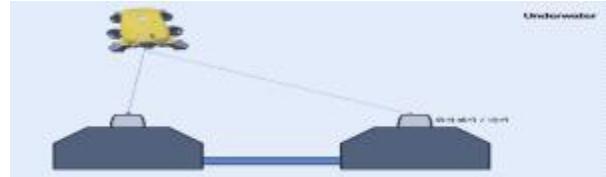


Fig. 1. System Schematic

II . 관련연구

2.1 관련연구

기존 수중 측위 시스템인 USBL(Ultra Short Baseline) 및 Sonar 센서를 대체하여 인공 마커를 이용한 수중 측위에 대해 다양한 연구가 진행되었다.

M. F. Yahya et al은 자율 수중차량(AUV)의 배터리 재충전을 위해 5개의 라이트 마커를 사용하여 수중 마커 추적에 대한 연구를 진행하였다. RGB 색공간이 색상 정보에만 전적으로 의존한다는 한계를 극복하기 위해 HSV 색공간을 사용하였다. Yushen Wang et al은 소나 센서를 이용하여 정사각형의 인공 랜드마크 인식 및 측위에 관한 연구를 진행하였다. 마커는 마커 감지를 위한 충분한 대비를 제공하는 콘크리트 및 스테인리스 스틸로 이루어져 있고 위치 측위 과정은 쿼드 감지, ID 식별, 포즈 추정의 세 단계로 이루어져 있으며 포즈 추정이 정확하게 이루어지도록 하기 위해 추가 제약조건을 두었다.

III. 인공마커를 이용한 수중 복수 객체 간의 상대적 자세 추정 알고리즘

3.1 복수 마커 간 상대적 거리 추정 실험

Stag를 이용하여 마커 인식률을 높이기 위해 이미지 샤프닝(Image Sharpening) 기법을 이용하여 인식률 향상 실험을 진행하였다. 이후 깊은 수심에서 두 마커 간 상대적 거리 추정 실험을 진행하기 위해 울산 앞바다에서 수중 로봇(ROV)을 이용하여 수심 30m의 수중 영상을 취득하고 두 마커 간 상대적 거리를 측정하였다. 인공 마커 간 중심 거리가 X축 방향으로만 55cm 간격을 두도록 마커를 제작하여 X축을 제외하고 Y, Z축 방향 거리와 Roll, Pitch, Yaw 회전 자세에 대해서는 기준 값을 0° 으로 설정하여 오차를 계산하였다.

Table 1. Image Sharpening Result

DATA	data 1	증가율	data 2	증가율
Origin	997 / 1427	-	2814 / 4639	-
Sharpening1	1218 / 1427	22.17%	3363 / 4639	19.51%
Sharpening2	1210 / 1427	21.36%	3344 / 4639	18.83%

* 증가율 계산: (Sharpening1인식수 - Origin인식수) / Origin인식수

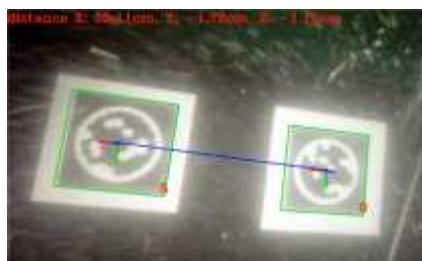


Fig. 2. System Schematic

Table 2. Distance precision by resolution

	X(55cm)		Y(0cm)		Z(0cm)	
	평균 오차 (cm)	표준 오차 (cm)	평균 오차 (cm)	표준 오차 (cm)	평균 오차 (cm)	표준 오차 (cm)
FHD	0.86	0.70	-1.69	0.70	-1.32	1.43
HD	0.36	0.46	-1.21	0.73	-0.03	1.20
SD	2.60	1.89	-4.42	1.53	13.41	5.41

Table 3. Angle precision by resolution

	Roll		Pitch		Yaw	
	평균 오차 (degree)	표준 오차 (degree)	평균 오차 (degree)	표준 오차 (degree)	평균 오차 (degree)	표준 오차 (degree)
FHD	-1.23	5.29	6.04	3.76	-0.74	1.36
HD	-0.53	5.95	-1.32	5.39	0.046	0.95
SD	17.39	14.66	-8.66	7.83	-4.25	5.39

해상도별 분석 결과 SD급 해상도에서는 모든 위치에서 평균 오차가 크고, 표준 오차 또한 가장 크게 측정되어 위치 정밀도가 떨어짐을 확인할 수 있었다. HD급 해상도에서는 FHD와 오차가 비슷한 수치로 측정되었으며, 일부 표준 편차를 제외하고 모든 해상도에서 위치 정밀도가 가장 높음을 확인할 수 있었다. FHD급 해상도에서 위치 정밀도가 소폭 하락한 이유 중 하나로는 마커의 인식 횟수가 9개로 HD급 해상도의 85개 보다 현저히 적은 수의 인식 결과로 평균 오차를 계산하였기 때문이라고 분석되며 FHD급 해상도에서도 마커 인식 횟수가 증가한다면 위치 정밀도가 높아질 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 부산시의 재원으로 시장창출형 지능형 로봇 활용 및 확산 사업에 의하여 이루어진 것임

REFERENCES

- [1] B. Wang, Y. Tang and C. Shi, "Research on visual multi-target based pose estimation algorithm for ARV underwater docking," 2019 3rd International Symposium on Autonomous Systems (ISAS), Shanghai, China, 2019, pp. 97-101, doi: 10.1109/ISASS.2019.8757717.
- [2] Olson, E. (2011, May). AprilTag: A robust and flexible visual fiducial system. In 2011 IEEE international conference on robotics and automation (pp. 3400-3407). IEEE.
- [3] Garrido-Jurado, S., Muñoz-Salinas, R., Madrid-Cuevas, F. J., & Marín-Jiménez, M. J. (2014). Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion. Pattern Recognition, 47(6), 2280-2292.
- [4] Benligiray, B., Topal, C., & Akinlar, C. (2019). STag: A stable fiducial marker system. Image and Vision Computing, 89, 158-169.

AWGN 환경에서 다중 컨벌루션 레이어 구조에 기반한 잡음제거 학습 알고리즘

천봉원, 김남호*

국립부경대학교

A Denoising Learning Algorithm based on Multi Convolutional Layer Structure in AWGN Environments

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. 서론

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 영상 처리의 중요성이 높아지고 있다. 영상에 나타나는 잡음은 주변의 화소값과 다른 형태의 데이터로 나타나기 때문에 영상의 객체인식 및 사물분류와 같은 과정에 큰 영향을 미치고 있어 잡음을 제거하고 보다 높은 품질의 영상을 획득하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다[1].

최근에는 합성곱 신경망(CNN : convolutional neural network)에 기반한 같은 딥러닝 기술이 영상의 노이즈 제거 작업을 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 다중 신경망 기반의 학습 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 합성곱 신경망의 은닉층을 세부영역의 학습을 담당하는 세부층과 영상의 전체적 정보의 학습을 담당하는 전역층으로 각각 구분하며, 각각의 블록의 학습 데이터를

서로 연결하여 학습 성능을 강화한다. 최종 결과는 연결 계층의 출력을 사용하여 구하며, 학습된 신경망으로 잡음 추정 값을 구하여 영상의 잡음을 제거한다.

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 첫 번째 컨벌루션 계층에서 입력된 영상을 서로 다른 크기의 패치로 재구성하여 각각 세부층과 전역층으로 전달한다. 여기서 세부층과 전역층은 컨벌루션 블록으로 각각 구성된다. 세부층은 에지성분 및 텍스트와 같은 국부적인 특징을 추출하는데 사용되며, 전역층은 영상에 포함된 객체의 형태 및 크기와 같은 전체적인 특징을 추출한다. 컨벌루션 블록은 학습성능을 강화하기 위해 두 개의 컨벌루션 레이어와 한 개의 배치 정규화 레이어, 두 개의 ReLU 레이어로 구성된다. 이 때, 세부층은 좁은 영역의 자세한 정보를 학습하기 위해 전역층에 비해 작은 크기의 패치를 입력으로 받는다. 세부층과 전역층은 모두 네 개의 컨벌루션 블록으로 구성되며, 두 번째 컨벌루션 블록의 학습이 종료되면 서로

의 학습 데이터를 전달받아 세 번째 블록의 학습에 포함시킨다. 출력 레이어는 세부층과 전역층에서 학습된 데이터를 결합하여 학습결과를 출력한다. 학습에 사용된 이미지는 데이터 세트 BSD68에 포함된 8bit grayscale 영상을 사용하였으며, 학습환경은 50 epoch 동안 50×50 크기의 배치를 사용하여 훈련하였다. 손실함수로 평균제곱오차(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 그레이영상인 Butterfly 영상과 표준편차 $\sigma = 30$ 인 AWGN에 훼손된 잡음 영상을 사용하여 필터링 결과를 비교하였다.

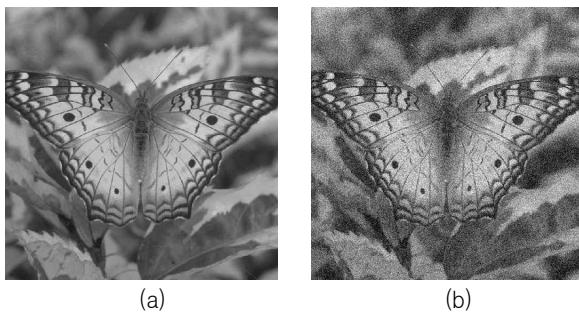


Fig. 1. Butterfly image (a) Original image
(b) Noisy image ($\sigma = 30$)

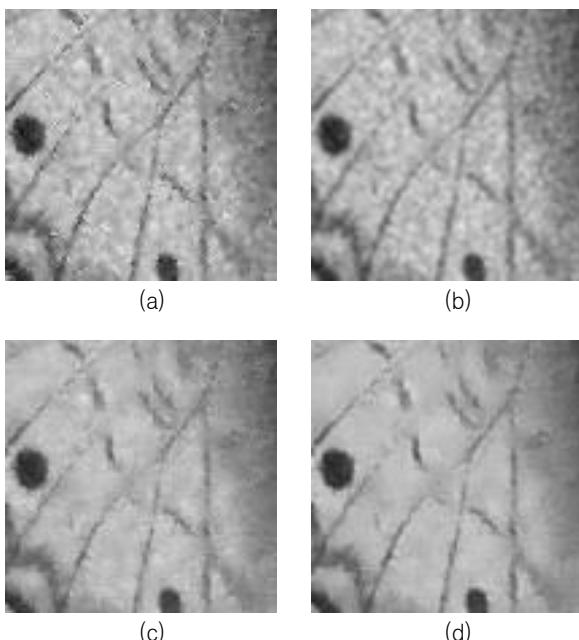


Fig. 2. Simulation result (a) Wiener filter (b) Gaussian filter
(c) DnCNN (d) Proposed algorithm

그림 1은 시뮬레이션에 사용된 Butterfly 영상의 원영상과 잡음영상이다.

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

기존 방법으로 처리한 경우 전체적으로 스무딩 현상이 강하게 나타났다. 반면 제안한 알고리즘으로 처리한 경우 기존 방법에 비해 경계선이 명확하였으며, 원영상에 가깝게 복원되었음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 DnCNN의 결과영상의 세부정보 보존성능을 개선하기 위해 다중 컨벌루션 레이어 구조에 기반한 잡음제거 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 합성곱 신경망의 은닉층을 세부영역의 학습을 담당하는 세부층과 영상의 전체적 정보의 학습을 담당하는 전역층으로 각각 구분하며, 각각의 블록의 학습 데이터를 서로 연결하여 학습 성능을 강화한다. 최종 결과는 연결 계층의 출력을 사용하여 구하며, 학습된 신경망으로 잡음 추정 값을 구하여 영상의 잡음을 제거하였다.

제안한 신경망의 성능을 분석하기 위해 기존 방법과 시뮬레이션을 진행하여 결과영상을 비교하였다. 기존 방법들은 스무딩 현상이 강하게 나타나거나 잡음제거 성능이 비교적 미흡하였으나 제안한 학습방법은 에지성분과 같은 영상의 중요 정보를 보존하며 높은 수준의 잡음 제거 능력을 보였으며, 이를 확대영상을 사용하여 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] K. Dabov, A. Foi, V. Katkovnik, and K. Egiazarian, “Color Image Denoising via Sparse 3D Collaborative Filtering with Grouping Constraint in Luminance-Chrominance Space,” in 2007 IEEE International Conference on Image Processing, San Antonio : USA, pp. 313-316, 2007.
- [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.

실내 환경에서의 이동 로봇 플랫폼 개발에 관한 연구

김도형¹, 장승민², 하연철^{3*}

¹부산대학교 조선해양공학과, ²주식회사 유민텍, ³부산대학교 선박해양플랜트기술연구원

Research on the Development of Mobile Robots Platform for Indoor Environments

Do-Hyeong Kim¹, Seung-Min Jang², Yeon-Chul Ha^{3*}

¹Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Pusan National University

²Youminteck 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].

또한, 실내 환경에서 로봇이 자율 주행하며 이동하기 위해서는 로봇의 현재 위치, 지도 생성, 센서 등을 이용하여 어떠한 알고리즘을 사용하는가에 따라 경로 계획과 장애물을 인식하여 로봇의 성능을 결정 지을 수 있다.

본 논문에서는 지도 생성, 현재 위치, 주변 환경을 파악하기 위해 센서 및 알고리즘을 적용하였으며 이를 이용한 자율 주행 이동 로봇의 플랫폼에 관하여 나타내었다.

II. 시스템 구성

2.1 로봇 플랫폼 구성

본 연구는 실내 환경에서 다양한 역할을 수행하기 위한 모바일 로봇을 제작하였으며, 플랫폼 구성을 그림 1에 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[3]. 또한, 주변 상황 및 장애물을 인식하기 위해 라즈베리파이 카메라와 LiDAR를 사용하였고 로봇의 현재 위치 및 상태 추정을 위한 관성 측정 장치(IMU) 센서를 부착하였다. 자율 주행 알고리즘을 실행하기 위해 싱글 보드 컴퓨터인 jetson nano를 사용하였고 이러한 시스템 전원을 위해 24V 리튬 배터리와 파워 분배 보드 및 인버터를 함께 적용하였다. 모바일 로봇의 원격 조종을 위해 별도의 Wi-Fi USB Adapter와 노트북 1대를 사용하였다.

모바일 로봇 플랫폼의 크기는 폭 50cm, 길이 100cm, 높이 55cm의 크기로 제작하였으며, 노트북으로 싱글 보드 컴퓨터에 원격 접속하여 모터 드라이버와 연결된 RS485 통신을 통해 모터를 조작하고 각 센서를 사용하여 자율 주행을 실행한다.

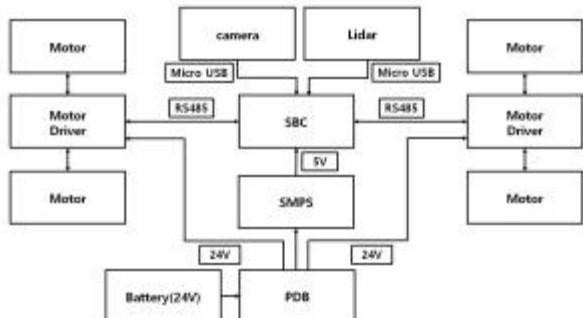


Fig. 1. Mobile Robot Configuration Diagram

III. 모바일 로봇

그림 2와 같이 개발된 모바일 로봇은 알루미늄 재질로 구성하였으며, 자율 주행을 위해 로봇의 위치, 센서, 지도 생성, 경로 계획을 고려하여 제작하였다.

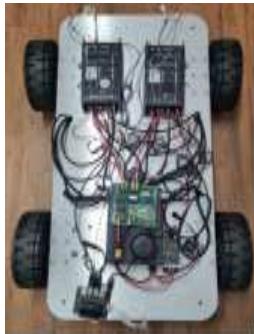


Fig. 2. The Platform of Mobile Robot

모바일 로봇의 경우 경로를 계획하여 이동하기 위해서는 로봇의 현재 위치를 파악하는 것이 중요하다. 특히, 자동차나 드론 등의 경우 실외 운용으로 GPS의 신호를 수신 할 수 있지만 실내의 경우 GPS의 신호를 받을 수 없다. 이에 위치를 추정하고 지도를 제작하기 위한 SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 알고리즘이 연구되고 있다. 이러한 방식으로 그림3과 같이 바퀴의 encode 및 LiDAR, IMU 센서 등으로 현재 위치를 추정하여 지도를 제작할 수 있다.

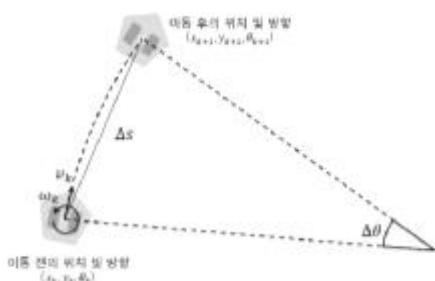


Fig. 3. Using Wheel Encoders for Position Tracking

모바일 로봇이 목적지까지의 이동을 위해서는 제작된 지도를 바탕으로 DWA(Dynamic Window Approach)를 사용하였다. DWA는 로봇의 현재 위치와 목표 위치 사이의 최적 경로를 계산함으로써 장애물을 피하면서 목표 위치에 도달할 수 있는 경로를 동적으로 계획한다.

식1과 같이 목표까지의 거리 $Dgoal(v,w)$ 은 로봇의 특정 속도와 회전율로 이동할 때 목표위치 까지의 예상 거리를 줄이는 것을 목표로 하고, 장애물까지의 거리 $Dobst(v,w)$ 는 로봇과 가장 가까운 장애물 사이의 거리를 최대화하는 것이 목표이다. 이동의 안전성을 위한 $S(v,w)$ 는 로봇의 이동 경로가 안전한지를 평가하는 요소로 충돌 위험이 낮고 안전한 이동을 선호한다[4].

$$J(v,w) = \alpha Dgoal(v,w) + \beta Dobst(v,w) + \gamma S(v,w) \quad (1)$$

IV. 결론 및 향후 연구

실내 공간에서 자율 주행을 하기 위한 모바일 로봇을 제작하였으며, 이를 통해 로봇의 실내 주행에 필요한 센서 동작을 확인하였고 알고리즘을 적용하여 원격 조작 및 지도 생성 등 로봇의 구동을 수행하였다.

향후 4륜 구동 방식의 모바일 로봇을 다양한 분야에 적용하기 위해 각 분야에 적합한 별도의 모듈 개발이 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] <https://mdrobot.imweb.me/DrivingModule-Store>
- [4] Fox, Dieter, Wolfram Burgard, and Sebastian Thrun. "The dynamic window approach to collision avoidance." *IEEE Robotics & Automation Magazine* 4.1 (1997): 23-33.

8채널 EEG 뇌신호로부터 초해상화 기반 영상 생성: 실현가능성 평가

김범준, 이규석, 이건우, 이영찬, 유원상*

선문대학교 정보통신공학과 인공지능 영상처리 연구실(AIIP lab)

Image Generation via Super Resolution from 8-Channel EEG Brain Signals: Feasibility Assessment

Bum-Jun Kim¹, Gyuseok Lee, Geonwoo Lee, Youngchan Lee, Wonsang You*

AIIP Lab, Dept. of Information and Communication Engineering, Sun Moon University

Abstract In modern neuroscience, electroencephalography (EEG) is widely used to measure brain electrical activity as an inexpensive and non-invasive method. In particular, reconstructing the seen image from EEG brain signals is effective in understanding human cognition and psychological states responding to visual stimulation. More electrodes of EEG equipment allow more precise measurements, but increase equipment cost and data processing complexity. To resolve those problems, we assess the feasibility of a deep learning framework for generating the image using an 8-channel EEG equipment which is widely available for general users due to its low cost. The framework consists of two major processes: (1) super resolution (SR) of 8-channel EEG brain signals into 128-channel signals using Deep-CNN, and (2) the subsequent image generation from 128-channel SR EEG signals using StyleGAN-ADA. The experimental results show the feasibility of reconstructing the seen image even using low-cost 8-channel EEG equipment. Our work lays the important foundation for putting brain-inspired generative AI into practice.

- Key Words : EEG, Super resolution, Image generation

I. 서론

뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 분야는 인간의 인지를 통해 기계를 제어하는 방식에 혁명을 일으킬 수 있는 잠재력으로 인해 관심과 연구가 급증하고 있다[1, 2]. 현재 BCI가 응용되고 있는 주요 분야로는 의료 및 재활, 신경과학, 게임, 교육 및 훈련 등에서 이루어지고 있는데, 특히 EEG(뇌파) 신호에서 시각 정보를 추출하는 것은 BCI 분야에서 오랫동안 연구의 초점이 되어왔다.

본 논문은 EEG 뇌파신호로부터 사람이 보았거나 떠올리는 영상을 복원하는 기술을 다룬다. 사람이 보았거나 떠올리는 영상을 뇌신호로부터 복원하는 기술은 최근 수년 사이에 연구되고 있는 도전적인 과제로서, 산업적 활용가치가 무궁무진하다. 그러나 대부분의 연구는 64채널 또는 128채널의 고가 EEG 장비를 기반으로 한다. EEG는 검사하는 전극 수가 많아 질수록 EEG 장비의 복잡성과 정밀도가 증가하며, 이는 장비의 비용을 크게 증가시킨다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로서, 우리는 비교적 저렴한 8채널 EEG를 활용하여 뇌신호로부터 영상을 생성하는 딥러닝 기술의 실현 가능성을 평가하였다. 제안된 방법은 8채널 EEG를 128채널로 확장시키는 초해상화 기법에 기반한다. Deep-CNN을 사용한 EEG 초해상화 모델을 기존에 개발되어

왔던 뇌신호 기반의 영상 생성 모델인 Style2GAN-ADA과 통합하여 프레임워크를 구성하였다.

II. 방법

데이터셋은 ImageNet Dataset에서 가져온 40 Class에 대한 50장의 이미지를 가져와 총 2000장의 이미지에 대한 6명의 피험자로부터 측정된 총 11,940 Segment의 128채널 EEG 공개 데이터를 사용하였다[3].

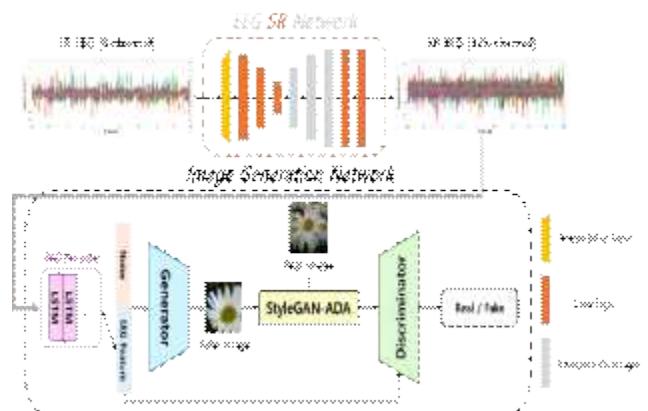


Fig. 1. EEG-to-Image Framework

Fig. 1 은 초해상화 모듈과 영상생성 모듈로 구성된 프레임워크의 구조를 보여준다. 8채널 EEG를 128채널로 증강하는 초해상화 모듈은 Deep-CNN 구조로 되어 있고[4], 128채널로 증강된 뇌신호로부터 영상을 복원하는 영상생성 모듈은 Style2GAN-ADA를 백본으로 한 EEG2Image 모델을 기반으로 하였다[2]. 특히, LSTM 기반의 EEG 인코딩 방식을 적용하였다.

III. 실험결과

Fig. 2는 제안된 초해상화 모델을 사용하여 8채널 EEG 뇌신호로부터 영상을 복원한 결과를 보여준다. 원본 영상과 유사한 결과가 나온 것을 확인할 수 있고, 128채널 EEG로부터 복원된 영상과 비교하여도 화질이 떨어지지 않음을 볼 수 있다.



Fig. 2. Qualitative results of EEG-to-Image Generation

초해상화 모델의 테스트셋에 대한 정량적 평가는 $MSE=0.09$, $SNR=10.5$, $PCC=0.95$ 의 결과를 보였다. Table 1은 영상 복원 모델의 정량적 성능결과를 보여준다. IS(Inception score), FID(Frechet Inception Distance), KID(Kernel Inception Distance)의 지표에서, 8채널 EEG를 초해상화하여 영상을 복원하는 모델은 128채널을 사용하여 사전학습된 기존 모델의 성능에 미치지는 못하지만 상당히 근접하고 있음을 확인할 수 있다.

Table 1. Quantitative results

Model	IS ↑	FID ↓	KID ↓
128ch EEG [2]	10.66	173.94	0.064
8ch SR EEG (ours)	9.09	190.00	0.078

IV. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 8채널 EEG로부터 초해상화된 128채널 뇌신호를 사용한 영상생성 모델의 실현가능성을 평가하였다. 실험 결과는 8채널 저가형 EEG 장비를 사용해서 영상 복원이 가능할 수 있음을 보여준다. 후속 연구로서, 초해상화 모델과 영상생성 모델을 효율적으로 결합한 End-to-end 모델을 개

발할 계획이다. 본 연구는 뇌기반 생성 AI 모델의 실용화를 위한 중요한 초석을 놓는다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기본연구(2022R1 F1A1075204), 4단계 두뇌 한국21 사업(4단계 BK21 사업) 및 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업(2022RIS-004), 중소기업벤처부의 재원으로 수행된 2021년도 창업성장기술개발사업(S3228660)의 연구결과로 수행되었음.

REFERENCES

- [1] Prajwal Singh†*, Dwip Dalal† , Gautam Vashishtha† , Krishna Miyapuram‡ , Shanmuganathan Raman† * CVIG Lab† , BRAIN Lab‡ IIT Gandhinagar, India “Learning Robust Deep Visual Representations from EEG Brain Recordings”, (WACV 2023)
- [2] Prajwal Singh* Pankaj Pandey† Krishna Miyapuram† Shanmuganathan Raman* * CVIG Lab, † Brain Lab *† Indian Institute of Technology Gandhinagar, India “EEG2IMAGE: IMAGE RECONSTRUCTION FROM EEG BRAIN SIGNALS”, (ICASSP 2023)
- [3] S. Palazzo, C. Spampinato, I. Kavasidis, D. Giordano, J. Schmidt, M. Shah, “Decoding Brain Representations by Multimodal Learning of Neural Activity and Visual Features”, (IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE 2020)
- [4] Kwon, M., Han, S., Kim, K., & Jun, S. C. (2019). Super-resolution for improving EEG spatial resolution using deep convolutional neural network—feasibility study. Sensors, 19(23), 5317.

sLLM을 활용한 사용자 행동 인식 시스템

이채별¹, 최권택^{2*}

¹강남대학교 ICT공학부, ²강남대학교 ICT융합공학부

Human Action Recognition using sLLM

Chae-Byeol Lee¹, Kwon-Taeg Choi^{2*}

¹Division of ICT Engineering, Kangnam University

²Division of ICT Convergence Engineering, Kangnam University

Abstract In this paper, we proposed an image-based user behavior recognition system using sLLM, which, unlike large-scale LLM, can process data in a local system and can be used even in privacy protection situations. Using the LLaVa model, which is excellent at image recognition, and the LLaMa model, which specializes in text analysis, human actions in images can be classified into accurate categories. The category recognition result showed a performance of 71.4%, and in additional experiments, the accuracy improved to 80.3%.

- Key Words : sLLM, LLaMa, LLaVa, HAR, 행동 인식

I. 서론

텍스트 분석을 기반으로 하는 생성형 AI의 대규모 언어 모델(LLM)은 이미지, 영상, 음성 등 다양한 데이터를 분석하고 추론하는 멀티 모달(Multi Modal) 기능으로 발전하고 있다.

Open AI의 GPT-4와 오픈 소스로 공개된 LLaVA 1.5는 이미지-텍스트 멀티모달 모델로, 이미지를 인식하고 해당 이미지에 대한 텍스트 정보를 생성할 수 있다.

그러나, LLM은 데이터를 외부 서버에 저장하므로 민감 데이터의 유출 가능성이 높다. CCTV와 같이 사생활 보호를 위해 데이터를 서버로 전송할 수 없는 상황에서는 이를 사용할 수 없다. 이러한 경우 데이터를 로컬 시스템에서 처리할 수 있는 sLLM(small Large Language Model)이 더 적합하다.

본 논문에서는 sLLM을 기반으로 이미지 데이터에서 사용자의 행동을 인식하는 시스템을 제안한다. 15가지 행동으로 구성된 HAR(Human Action Recognition) 데이터셋을 활용하여 성능을 검증하고자 한다.

II. 관련 연구

LLM을 평가하는 주요 기준 중 하나는 매개변수이다. 대표적인 예로 오픈 AI의 GPT-3.5는 1,750억 개, 구글의 PaLM은 5,400억 개의 매개변수를 가지고 있다. 그러나, 매개변수의 비약적인 증가와 동시에, 비교적 크기가 작은 모델인 sLLM이 등장하였다. sLLM은 매개변수를 줄이고 미세조정(fine-tuning)

을 통해 정확도를 향상시킨 모델로, 매개변수가 약 70억 ~ 650억 개에 불과하다.

sLLM은 LLM에 비해 작은 규모의 데이터를 학습하는 경량화 모델로 운영 비용이 저렴하며, 데이터를 서버가 아닌 로컬 시스템에서 처리할 수 있어 안전성이 높다. 대표적인 sLLM으로는 메타의 LLaMa, 스텐퍼드 대학 연구진의 Alpaca가 있다.

LLaVa(Large Langugage and Vision Assistant)는 시각적 인코더와 LLM을 결합한 오픈 소스 멀티모달 모델로, 이미지 기반 질의응답 및 대화를 지원한다. 130억 개의 매개변수를 가지고 있음에도 불구하고, GPT-4와 비교했을 때 85.1%의 상대 점수를 달성했다는 연구 결과가 있다.

III. 제안 방법론

제안 방법론은 이미지를 LLaVa를 이용하여 해석한 후, 이를 LLaMa3-8B로 분석하여 15가지 행동 카테고리로 분류한다. LLaVa는 이미지의 복잡한 의미를 파악하는 데 강점을 가지고 있다. 그러나, 이미지 내 사람의 행동을 15가지 카테고리로 분류하는 추상화 능력과 인식 결과를 JSON 포맷으로 출력하는 성능은 일반적인 text-2-text 모델에 비해 떨어진다. 따라서, text-2-text 오픈 소스로 특화된 LLaMa를 사용하여 LLaVa가 생성한 이미지 캡션을 통해 해당 이미지가 어느 카테고리에 속하는지 정확하게 추론하고자 한다.

먼저, 이미지는 LLaVa를 통해 내용을 묘사하는 텍스트로 변환된다. LLaVa의 일반화 성능을 검증하기 위해 분류하고자

하는 카테고리에 대한 정보는 제공하지 않았다. 이후 LLaMa3-8B를 사용하여 카테고리 인식 결과를 추출하였다. 추가적으로 성능 개선을 위해 LLaVa의 출력 결과에 15가지 행동 카테고리에 대한 정의를 포함하여 프롬프트를 설계하였다. 이미지 인식의 전통적 방식인 ViT(Vision Transformer)는 15가지 행동에 대한 확률값만을 제공하는 반면, 제안 방법론은 행동을 분류하는 동시에 그 이유를 정확하게 설명할 수 있다.

IV. 실험 및 분석

본 논문에서는 Kaggle에서 제공하는 ‘Human Action Recognition (HAR) Dataset’을 활용하여 이미지 데이터에서 사용자의 행동을 인식하는 실험을 수행하였다. 데이터셋은 ‘calling, clapping, cycling, dancing, drinking, eating, fighting, hugging, laughing, listeningtomusic, running, sitting, sleeping, texting, using_laptop’의 15가지 행동 클래스와 이에 해당하는 12,000개 이상의 이미지를 포함한다. 제안 방법론의 성능을 평가하기 위해 15가지 행동에 대한 이미지 각각 100장씩, 총 1500장을 무작위로 추출하여 실험을 진행하였다.

카테고리 인식 결과로는 71.4%의 성능을 보여주었으며, zero-shot 학습만으로도 높은 정확도를 나타냈다. 또한, 성능 개선을 위해 15가지 카테고리에 대한 정의를 추가하는 실험을 진행하였다. 카테고리 명은 짧은 단어들로 구성되어 있어 단어만으로는 상황을 충분히 이해하기 어렵다. 따라서 정확도를 향상시키기 위해 인터넷에서 단어의 정의를 찾아 명시한 후 재학습시켰다. one-shot을 적용한 경우, 정확도가 80.3%로 약 10%가 향상되었다.



Fig. 1. Correctly recognized image

Fig. 1은 올바르게 인식한 경우의 입력 이미지를 보여준다. LLaVa는 입력 이미지를 한 여성이 보도 위에 서서 휴대폰을 손에 들고 메시지를 보내고 있는 상황으로 설명하였으며, LLaMa는 이를 texting 카테고리로 분류하였다. LLaVa는 이미지의 상황을 매우 정밀하게 분석하였고, LLaMa는 텍스트를 올바른 카테고리로 분류하였음을 알 수 있다.

15가지 행동 카테고리 중 clapping과 calling에 대한 인식 오류가 가장 많이 발생하였다. 두 가지 사례를 살펴보면, Table 1에서는 laughing으로, Table 2에서는 using_laptop으로 카테고리가 잘못 분류되었다.

Table 1의 이미지는 clapping으로 해석될 수 있지만, 웃는 표정으로 인해 laughing으로 분류되어 이미지의 중의적인 특성으로 인한 오류가 발생한다. Open AI처럼 높은 추상화 능력

을 갖춘 LLM을 사용하는 경우에도 웃는 표정을 우선적으로 인식하여 laughing으로 분류하는 경향이 있다. 이는 데이터의 본질적인 특성으로 인해 발생하는 오류로 파악할 수 있다.

Table 1. Recognition Error(1) – clapping

Image	
LLaVa	In the image, a woman is standing in front of a white background. She is smiling and appears to be posing for a picture. The woman's hand is raised, possibly to wave or gesture. The scene is well-lit, and the woman's expression and posture create a pleasant and welcoming atmosphere.
LLaMa3-7B	laughing

Table 2. Recognition Error(2) – calling

Image	
LLaVa	The image depicts a man sitting at a desk, wearing a suit and tie, and talking on a cell phone. He is seated in a chair, which is positioned in front of a desk. The man appears to be engaged in a conversation, possibly discussing work or personal matters.
LLaMa3-7B	using_laptop

Table 2의 이미지를 일반 사무실에서 컴퓨터를 사용하는 상황으로 인지한 것은 sLLM의 한계로, LLaMa3-8B 모델의 추상화 능력이 다소 부족함을 보여준다. 반면 LLM을 사용한 경우, 문장으로부터 사람이 휴대폰을 사용하는 것을 인지하여 calling 카테고리로 정확하게 분류했기 때문에, 위와 같은 사례는 개선할 여지가 충분히 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 sLLM을 활용한 이미지 기반의 사용자 행동 인식 시스템을 제안하였다. 이미지 인식이 뛰어난 LLaVa와 텍스트 분석에 특화된 LLaMa 모델을 사용하여 이미지 내 사람의 행동을 정확한 카테고리로 분류하고, 해당 분류의 이유를 추론할 수 있었다. 향후 LLM의 카테고리 추론 능력을 뛰어넘는 결과를 얻기 위한 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] JongGu Kim, et al. "Development of Emotion Recognition Model Using Audio-video Feature Extraction Multimodal Model" Journal of Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 24, No. 4, 2023.
- [2] Haotian Liu, et al. "Visual Instruction Tuning" arXiv:2304.08485v2, 2023.

GDI 와 CMOS 라이브러리를 적용한 혼성모드 RTL 설계에 관한 연구

정승민^{1*}, 백수진¹, 정의성², 김명환³

¹한신대학교 AISW대학 AI시스템 반도체학, ²메타리얼주식회사, ³(주)심스리얼리티

A Study on Mixed-mode RTL design applying GDI and CMOS libraries

Seungmin Jung^{1*}, Sujin Baek¹, Euisung Jung², Myeonghwan Kim³

¹Division of AI System Semiconductor, College of AI-SW, Hanshin University,

²MetaReal Co.,Ltd., ³SIMSREALITY Co.,Ltd.

Abstract : In this paper, we propose novel RTL design technique using both GDI (Gate Diffusion Input) and CMOS libraries. We develop the Synopsys DC(Design Compiler) library for logic circuit synthesis for GDI and integrate it with the DC library for CMOS. The synthesized sample circuit is compared and analyzed as a PPA of a semiconductor chip. The proposed design technique is expected to be applied as new design technique by overcoming the disadvantages of CMOS circuits by reducing the disadvantages of GDI and maximizing the advantages of area and power.

- Key Words : GDI (Gate Diffusion Input), RTL(Register Transfer Level) design, Synopsys DC(Design Compiler) library , Logic syntehsis

I . Introduction

The GDI(Gate Diffusion Input) technique is expected to enable low power and small cell layout[1-2]. Figure 1 shows the GDI base cell. It contains three inputs, G, P and N. P and N are the source terminals of the CMOS inverter, but are used as input terminals in the GDI circuit. Different logic functions (AND, OR, MUX, NOT) can be implemented using this single GDI cell as shown in table 1.

Although the GDI technique supports low power and small area compared to conventional CMOS standard cell, it is limited to design larger integrated circuits for several reasons. If GDI cells are connected in series, the synthesized circuit may not work[1]. It is difficult to apply the general RTL design flow of building a GDI standard cell library and designing a chip through logic circuit synthesis.

In this paper, we propose novel RTL design technique using both GDI (Gate Diffusion Input) and CMOS libraries. We develop the Synopsys DC(Design Compiler) library for logic circuit synthesis for GDI and integrate it with the current DC library for CMOS. The synthesized sample circuit is compared and analyzed as a PPA of a semiconductor chip. The PPA means performance(speed), power consumption and area of a chip.

II . Proposed mixed-mode GDI technique

The characteristics of the primitive GDI cell are extracted and compared with the CMOS cell.

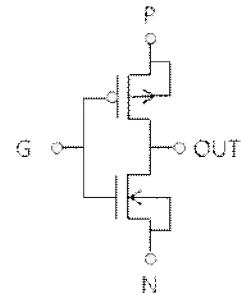


Fig. 1. GDI basic cell

Table 1. GDI function for input configuration

Input			Output	Function
G	P	N		
A	B	'1'	A + B	OR
A	'0'	B	A·B	AND
A	B	C	$\overline{AB} + AC$	MUX
A	'1'	'0'	A	NOT

The simulations were performed by HSPICE with 180n standard CMOS process parameters at 1.8V operating voltage. The rising time and falling time of the input signals are 100ps, and the CL (load capacitance) of the output pin is applied to x1, x3, and x10 for the unit fan-out, respectively. The length of MOS is 180n and width is same with CMOS inverter. Period of simulation is 20ns and operating frequency is 50MHz for power calculation. Table 2 show the PPA comparisons of the number of transistor, power consumption, and operating speed for GDI and CMOS basic 11 cells. It shows that GDI has an average of 60% or more superior performance compared to CMOS in terms of the number of transistors and power consumption.

Table 2. Improvement summary of GDI cells

Cell	Area	Power (nW/MHz)	Timing Delay(s)		
			x1	x3	x10
OR2	67%	77%	-22%	-107%	-297%
OR3	63%	77%	37%	6%	-68%
OR4	60%	82%	57%	42%	3%
AND2	67%	78%	-37%	-102%	-166%
AND3	63%	78%	-24%	-89%	-161%
AND4	60%	78%	-7%	-70%	-148%
MUX	83%	80%	-30%	-106%	-230%
XOR2	67%	60%	59%	48%	20%
XOR3	60%	82%	10%	-17%	-80%
DFF	50%	-4.7%	20%	6%	-12%
DFFRS	22%	1%	15%	4%	-2%
Average Improvement	60%	63%	7%	-35%	-104%

Figure 2 shows novel mixed-mode GDI structure that solves the operating errors and enables GDI low-power, small-area chip design. The cascade circuit is a mixture of CMOS and GDI cells in the proposed GDI technique.

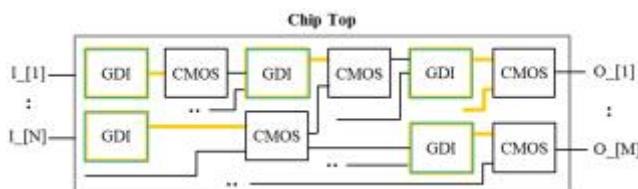


Fig. 2. Proposed mixed-mode GDI technique

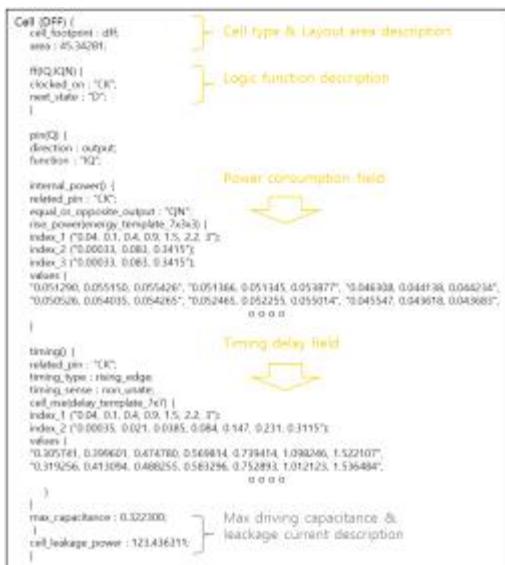


Fig. 3. Synopsys DC library structure

Figure 3 shows the library structure for Synopsys DC. Based on the results in Table 2, The mixed-mode library was generated by adding new GDI cells to CMOS. In this study, a logic circuit was synthesized using only 11 primitive cells. The benchmark circuit uses the thinning processor, it was designed in the fingerprint sensor SoC[3]. Table 3

compares PPA of the synthesized CMOS and mixed-mode GDI chip. It is found that the mixed-mode GDI logic thinning processor reduces by 33% in chip area and 11% in power consumption compared to only CMOS circuit. In terms of the maximum operating speed, it is found to decrease by about 12%. In terms of power consumption, it is considered that the intermediate voltage of GDI induces static power in CMOS. The operating speed is somewhat flexible depending on the application circuit. When the fanout of the GDI output stage increases, the delay time becomes longer.

Table 3. Synopsys DC results of mixed-mode logic synthesis

	Mixed-mode Logic	CMOS	Improvement (%)
Number of synthesized cell	395	-	
Area (μm^2) (gate count)	9,120 862	13,586 1,284	33%
Power Consumption (mW)	0.85	0.95	11%
Maximum Operating Speed(MHz)	23	26	-12%

III. Conclusion

We propose novel RTL design technique using both GDI and CMOS libraries. We developed the Synopsys DC library for logic circuit synthesis for GDI and integrate it with the existing DC library for CMOS. The synthesized sample circuit is compared and analyzed as a PPA of a semiconductor chip. The proposed design technique is expected to be applied as a new design technique in the future by overcoming the disadvantages of CMOS circuits by reducing the disadvantages of GDI and maximizing the advantages of area and power.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by research funding from [Project Number S3302465] from the Technology Information Promotion Agency for Small and Medium Enterprises (TIPA), Ministry of SMEs and Startups.

REFERENCES

- [1] Seungmin Jung, "A Study on the VLSI Implementation of Fingerprint Thinning Processors Using Hybrid GDI Technique," Journal of Computing Science and Engineering, Vol. 17, No. 1, March 2023 , pp. 20-29.
 - [2] N. Kandasamy, Chethana Sanjeevaiah, Nagarjuna Telagam and Ramya Merisala, "Hybrid 4:16 Decoder Using Variable Bias GDI Technique," Lecture Notes in Electrical Engineering book (LNEE), Vol. 711, Feb. 2021.
 - [3] Seungmin Jung, "Image Processor and RISC MCU Embedded Single Chip Fingerprint Sensor," Journal of Sensor and Actuator Networks, vol. 9, no. 4, Nov. 2020.

SESSION III

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

장 소	공대 5호관 1층 106호
좌 장	노윤홍(부산디지털대)
발 표 시 간	10:00~12:00

SESSION III(ORAL)

- (1) 서비스 로봇의 활용 증가에 따른 인공지능 기반 데이터 신호처리 전문가 양성 방안에 관한 연구
.....주충호, 김경호, 권태웅, 손동설(경북대, 한국로봇융합연구원)
- (2) 머신러닝 양상을 기법을 통한 사과 등급별 최적 낙찰가 예측 시스템
.....이수현, 최윤서, 정종욱, 오유수(대구대)
- (3) 인공지능 기반 암표 거래 방지 시스템 설계
.....이지은, 김강민, 진성재, 신연정, 신정훈(대구가톨릭대)
- (4) 딥러닝 영상처리 기술을 이용한 주차 관제시스템
.....장현민, 송우영, 신정훈(대구가톨릭대)
- (5) YOLOv5 기반 사과 품질 검출 및 분류 시스템
.....이솔, 서지윤, 노윤홍, 정상중, 정도운(연세대, 부산디지털대, 동서대)
- (6) YOLO V8 분류 신경망을 활용한 FDM 3D 프린터 출력 감시 시스템 개발
.....윤채호, 박민재, 박준모(교통대, 연세대)
- (7) 듀얼 밴드 앰비언트 Wi-Fi 에너지 수확을 위한 Sierpinski 삼각형 안테나 최적화
.....부민황, 정완영(부경대)
- (8) Patch 기반 예측 MLP를 이용한 입력이 적은 NeRF 모델의 성능 향상 기법
.....김동언, 김태현(한양대)

서비스 로봇의 활용 증가에 따른 인공지능 기반 데이터 신호처리 전문가 양성 방안에 관한 연구

주충호¹, 김경호², 권태웅², 손동섭^{2*}

¹경북대학교 경영학부, ²한국로봇융합연구원 지역연구본부

A Study on Ways to Train Experts in Artificial Intelligence-Based Data Signal Processing Due to the Increased Use of Service Robots

Chung-Ho Ju¹, Kyung-Ho Kim², Tae-Woong Kwon², Dong-Seop Sohn^{2*}

¹School of Business Administration at Kyungpook National University

²Division of Regional R&D, Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

Abstract As the use of service robots increases in various industries such as medical, healthcare, logistics/delivery, food and beverage, etc., along with technology development in the field of artificial intelligence and data signal processing, robots and artificial intelligence-based data signals are required to meet the needs of the service environment. It is necessary to suggest an effective plan to train processing experts. Therefore, in this paper, we analyze the core skills and functions required for manpower training, evaluate existing education programs, and propose an education framework.

- Key Words : Service Robot, Artificial Intelligence, Data Signal Processing, Education Framework, Manpower Training

I. 서론

의료, 재활, 헬스케어, 청소, 물류, 식음료 등 다양한 서비스 분야에서 서비스로봇이 적용, 확산되어 서비스로봇 시장이 증가함에 따라 인력양성에 대한 중요성이 높아지고 있다.



Fig. 1. Definition and classification of robots(Source : KIRIA)

국제로봇연맹(IFR, International Federation of Robotics)은 서비스로봇의 판매가 2023년 37% 증가하고 있어 노동집약적 분야인 서비스 산업에서도 자동화 전환이 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있다[1]. 이러한 서비스 분야와 로봇, ICT 등의 기술이 빠르게 융합되면서 산업성장과 더불어 인공지능 기반 데이터 신호처리 분야에 대한 숙련된 전문가가 시급한 상황으로 관련 교육프로그램 개발과 교육이 매우 중요한 실정이다.

하지만 인공지능과 로봇기술이 서비스 분야에 융합되면서 그간 노동집약적 직무가 자동화됨에 따라 일상적이고 반복적인 직무는 자동화로 대체되고 이에 따른 종사자의 실직 등의 고용문제 야기와 새로운 직무 전환을 위한 기술 습득 등 다양한 문제에 직면하고 있다. McKinsey & Company의 연구에 따르면 2030년까지 전 세계적으로 최대 8억 개의 일자리가 자동화로 대체될 수 있을 것으로 예상하고 있다[2].

세계경제포럼의 2023년 일자리 미래 보고서는 자동화가 2025년까지 약 9,700만 개의 새로운 일자리를 창출하는 동시에 약 8,500만 개의 기존 일자리를 대체하여 고용의 대대적인 변화를 예상하고 있다. 이러한 변화는 직원들이 수동적이고 반복적인 작업에서 더 높은 인지 능력, 기술 및 지능을 요구하는 역할로의 변화가 필요한 상황이다[3].

인공지능과 데이터 신호처리에 대한 연구는 지난 10년간 크게 발전하였으나 서비스 로봇 활용에 따른 기술 융합적 관점에서의 전문가 양성에는 여전히 미흡한 점이 있다. 그간 연구를 중심으로 인공지능 알고리즘과 신호처리 기술의 개발에 중점을 두고 있었지만 서비스 로봇 산업발전을 고려한 인력 양성을 위한 방안에 대하여 본 논문에서 제안하고자 한다.

II. 관련 연구 현황

서비스 로봇의 인공지능 기술은 머신러닝, 신경회로망, 자연어 처리, 컴퓨터 비전 등을 포함하고 있다. 이러한 기술을 통해 서비스 로봇의 복잡한 데이터 신호를 해석하고 응답하여 음성 인식, 환경 탐색, 인간-로봇 상호 작용과 같은 작업을

수행할 수 있다. 최근 연구에서는 서비스 로봇의 운영 효율성을 향상시키는데 있어 이러한 인공지능 어플리케이션의 효과가 입증되고 있다.

데이터 신호 처리는 서비스 로봇의 기능에 있어 매우 중요하다. 다양한 서비스를 수행하기 위한 정보와 같은 데이터의 신호 분석 및 조작이 포함되며, 이러한 정보 데이터는 인공지능 시스템에서 다양한 의사결정에 매우 중요하다. 특히, 필터링, 변조, 오류감지와 같은 기술은 서비스 로봇이 처리하는 데이터의 정확성과 신뢰성을 보장하는데 필수적이다.

그러나 인공지능 기반 데이터 신호처리에 있어서 인력양성 관련 수요가 많은 반면 공급측면은 양적, 질적으로 부족하다. 기술 수요는 증가하고 있지만 현재의 교육 및 훈련시스템은 관련 수요를 충족할 만큼이 되지 못하고 있다. 그리고 기존의 인력양성 교육 프로그램에서는 서비스 로봇에 인공지능과 데이터 신호처리 기술을 실습하는 교육환경은 부족하다. 많은 교육 프로그램이 대부분 이론적이며 현장 실무 실습을 제공하지 못하고 있기 때문이다. 그래서 인공지능을 서비스로봇과 통합하는 과정에서의 데이터 신호처리 등의 복잡한 기술을 해결할 수 있는 인력양성이 되고 있지 못하고 있다.

III. 연구내용

3.1 인력양성에 필요한 핵심 기술과 기능

인공지능 기반 데이터 신호처리 전문가를 양성하기 위해서는 5개의 기술을 바탕으로 교육이 진행되어야 한다.

Table 1. Five skills needed for education

Technology	Content
머신러닝 및 딥러닝	▪ 지도/비지도/강화 학습을 포함한 머신러닝 알고리즘의 원리와 적용을 이해하는 것이 중요
신호처리 기술	▪ 필터링, 푸리에 변환, 웨이블릿 분석을 포함한 디지털 신호처리 기술에 대한 지식과 해석 능력 필수
컴퓨터 비전	▪ 이미지 처리, 물체감지 등 컴퓨터 비전 기술에 대한 이해는 로봇이 환경을 탐색하고 상호작용하는데 중요
자연어 처리	▪ 로봇은 인간의 언어를 이해하고 응답할 수 있어 인간과 로봇의 상호 작용 기능 구현에 필요
로봇공학	▪ 인공지능 알고리즘을 로봇 하드웨어와 통합하려면 운동학, 역할, 제어 등 로봇공학 원리에 대한 이해 필요

3.2 전문가 양성 방안

브루킹스 연구소(Brookings Institution)의 조사에 따르면 교육 프로그램의 70%가 기본적인 인공지능 개념을 다루는 반면, 로봇 시스템의 실습을 제공하는 프로그램은 30%에 불과하다 [4]. 이러한 차이는 보다 전문적이고 융합/응용적인 교육 프로그램의 필요하고 특히 실습에 대한 교육 연계가 중요하다.

본 논문에서는 이를 기반으로 기술적 이해와 실제 적용 등 실습을 포함하는 통합적인 교육 프레임워크가 필요하고 이를 위해서는 아래와 같은 요소가 반영되어야 할 것이다.

Table 2. Expert training plan : Educational Framework

Division	Main Content
커리큘럼 설계	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 로봇 공학에서의 적용에 중점을 두고 필수 인공지능 및 데이터 신호 처리 기술을 다루는 커리큘럼을 개발 ▪ 과정에는 기계 학습, DSP, 컴퓨터 비전, NLP 및 로봇공학 엔지니어링 포함
실습 교육	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학생들이 로봇 시스템을 직접 사용해 볼 수 있는 실습 교육 모듈을 통합 ▪ 실험실 작업, 인턴십, 업계 파트너와의 공동 프로젝트 포함
업계 협력	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육 기관과 관련 업계 간의 파트너십을 강화하여 교육 프로그램이 현재 시장 요구 사항 반영 ▪ 교육생들은 실제 경험을 쌓을 수 있도록 연계
지속적인 학습	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지속적인 학습과 전문성 개발 문화를 장려와 지원 ▪ 워크숍, 세미나, 온라인 강좌를 통해 교육생과 전문가가 최신 정보를 습득할 수 있도록 교육환경 제공
평가 및 인증	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육생의 숙련도를 평가하고 피드백 함으로서 전문성과 실전 능력을 검증하는 인증 프로그램 마련

대표 사례로는 MIT의 Robotics AI Lab은 이론적 지식과 실제 적용을 결합한 포괄적인 프로그램을 제공하여 학생들에게 인공지능 및 데이터 신호처리, 로봇 공학 등을 교육하고 있으며, CMU의 Robotics Institute는 업계 리더들과 협력하여 실습 교육 및 연구 기회를 제공하여 전문가를 양성하고 있다[5,6].

IV. 결론

서비스 로봇의 사용이 증가함에 따라 인공지능 기반 데이터 신호 처리에 대한 전문 인력양성은 매우 중요하다. 본 논문은 현재 교육 여건을 분석하고, 핵심 기술과 기술을 식별하여, 전문가 양성을 위한 교육 프레임워크를 제안함으로써 서비스 로봇 기술을 활용할 수 있는 전문 인력양성 방안을 제안하였다. 이와 같이 서비스 로봇의 활용 증가에 따른 인공지능 기반 데이터 신호처리 전문가 양성 방안에 관한 연구를 개념적으로 제안하였으나 보다 구체적으로 제시하지 못해 앞으로 유사사례 분석과 적용을 통한 구체적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2024년 부산광역시 시장창출형 지능형 로봇 활용 및 확산 사업의 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] International Federation of Robotics (IFR). (2023). World Robotics Report.
- [2] McKinsey & Company. (2021). The Future of Work in the Age of Automation.
- [3] World Economic Forum. (2023). The Future of Jobs Report.
- [4] Brookings Institution. (2021). The Impact of Automation on Employment.
- [5] Carnegie Mellon University, Robotics Institute. (2023). Academic Programs.
- [6] Massachusetts Institute of Technology (MIT), Robotics AI Lab. (2023). Course Offerings.

머신러닝 앙상블 기법을 통한 사과 등급별 최적 낙찰가 예측 시스템

이수현, 최윤서, 정종욱, 오유수*

대구대학교 AI학과

A System for Predicting the Optimal Successful Bid Price by Apple Grade using Machine Learning Ensemble Techniques

Suhyun Lee, Yunseo Choi, Jonguk Jung, Yoosoo Oh*

Department of AI, Daegu University

Abstract Since successful bid prices are mainly determined through auctions, producers often suffer unexpected losses or face the problem of diminishing profits due to needing to receive the appropriate price. To solve the price loss issues, we propose a system that uses YOLOv8 to classify grades according to the quality of apples and uses machine learning ensemble techniques to predict successful bid prices. The system receives the weight (kg) of apples to sell and the total cost of production from the user and predicts profits based on the predicted successful bid price. In this study, we constructed 3,555 datasets by processing 40,000 data. As a result of comparing and analyzing machine learning regression algorithms and ensemble techniques, we learned the random forest model with the highest performance. This paper is expected to contribute to increasing the efficiency of the apple auction market and maximizing producers' profits.

- Key Words : Grade of agricultural products, Successful bid price prediction, Profit Price, Machine Learning, Prediction model, YOLOv8

I. 서론

최근 들어 농산물 수급 및 가격 안정에 대한 정부나 사회 관심이 높아지고 있다. 특히 우리나라 주식인 농산물의 수급에 대한 관심이 큰 편이어서 정부는 민감관리품목으로 지정하여 수급 매뉴얼을 통해 수급이나 가격 안정화를 위한 관리를 하고 있다[1]. 농산물 중 하나인 사과는 경매 시장에서 품질에 따른 가격 변동이 크기 때문에, 생산자들은 종종 예상치 못한 손실을 겪거나 적절한 가격을 받지 못해 수익이 감소하는 상황이 발생한다[2]. 사과의 도매 가격은 생산 시기와 기후 조건에 따라 크게 달라진다. 예를 들어, 2022년 10월에는 기후 변화와 생산량 감소로 인해 사과의 도매가격이 kg당 5,000원대(평균 대비 약 58%)로 상승하였다 [3]. 2023년 3월에는 기상 악화로 인해 사과의 도매가격이 kg당 6,000원대(평균 대비 약 77%)로更是 이르며 사상 최고치를 경신했다[4]. 사과는 계절과 기후 조건에 따라 가격 변동성이 큰 농산물로, 가격 예측의 정확도를 높여 사전에 대응 전략을 수립하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 사과의 품질을 자동으로 분류하고 낙찰가를 예측하여 생산자를 위한 이윤을 계산해주는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 Random forest 기법 [5]을 활용하여 사과 경매 시장의 효율성을 높이고, 생산자의 수익 극대화에 기여하는 것을 목표로 한다.

II. 본론

2.1 데이터 세트 구축

본 논문은 자체 인식 모델 YOLOv8을 학습하기 위해 AI-Hub의 농산물 품질(QC) 이미지 데이터 세트를 사용한다. 농산물 품질 데이터 세트는 농산물 상품 등급 분류를 위한 농산물 20종의 등급별 이미지로 구축된 데이터 세트이다 [6]. 본 논문은 농산물 품질 이미지 데이터 세트에서 사과 이미지만 추출하여 학습용 이미지 21,896장과 검증용 이미지 3,128장으로 나누어 학습에 사용한다. 본 논문은 분류된 사과 등급을 바탕으로 경매 가격을 예측하기 위해 농넷[7]에서 제공하는 사과 경락가 데이터를 사용한다. 사과 경락가 데이터는 사과 생산량 1위 지역인 안동을 주 타겟으로 설정하여 안동 도매시장의 20kg당 평균 가격 데이터와 기상청 기상자료개방포털[8]에서 제공하는 안동의 기온, 일조시간, 강수량 데이터를 합한 새로운 데이터 세트를 구축한다. 구축된 데이터 세트는 2020년부터 2023년까지의 1kg당 평균 가격, 월별 일조시간, 강수량, 기온, 등급으로 3,555개의 데이터로 구성한다.

2.2 시스템 구성도

본 논문에서 제안하는 시스템은 Classification Module, Price Prediction Module로 구성된다.

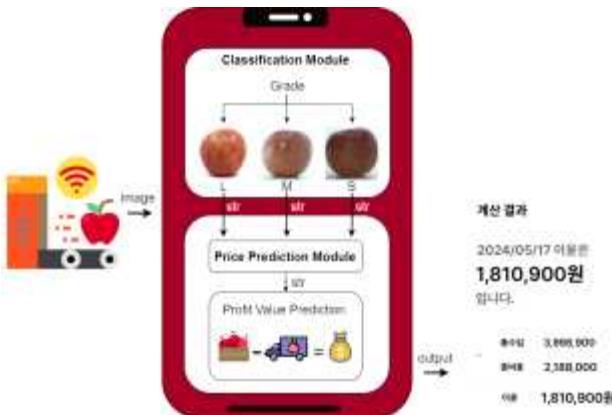


Fig. 1. Triple Apple Master System Diagram

Fig. 1는 시스템 구성도이다. Classification Module은 사과 객체를 인식하고 사과의 품질을 통해 등급별로 분류한다. 이 과정에서 YOLOv8 모델을 사용하여 사과의 등급을 상, 중, 하로 분류한다. 분류된 결과는 문자열 형태로 다음 모듈로 전달된다. Price Prediction Module은 월별 1kg당 평균 낙찰가, 월별 일조시간, 월별 강수량, 월별 온도, 등급을 특징값으로 설정하고 사과의 상태에 따라 낙찰 가격을 예측한다. Price Prediction Module에서 추출된 예측 가격과 사용자에게 입력받은 총 생산 비용을 뺀 이윤을 계산한다.



Fig. 2. Triple Apple Master UI

본 논문은 Price Prediction Module에서 출력된 값은 Fig. 2와 같이 Triple Apple Master UI에서 사용자에게 예측된 총 수입과 총 비용, 이윤 값을 표로 제공한다. 이윤 예측 결과는 사용자에게 제공되어 의사 결정에 도움을 준다.

2.3 실험 및 평가

본 논문은 이미지에서 사과의 등급을 예측하기 위해 YOLOv8을 사용했다. 본 논문은 YOLOv8n 백본을 사용하여 전이학습을 진행했고, epoch 134, batch_size 256로 설정하여 학습을 진행했다. 학습한 결과 학습 오차값은 0.89855이고 검증 데이터 오차값은 0.19124이다. Fig. 3는 학습한 YOLOv8

의 학습 데이터와 검증데이터 오차값에 대한 그래프이다.

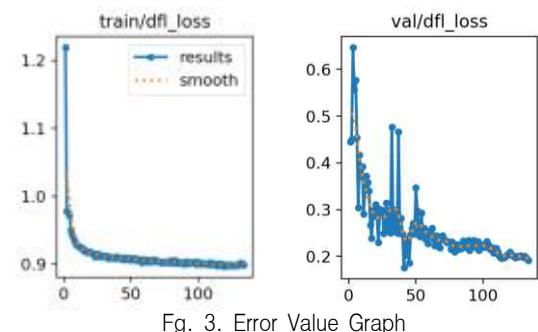


Fig. 3. Error Value Graph

본 논문은 학습한 YOLOv8 모델과 Random forest 모델을 결합하여 사과의 가격을 예측하고 이윤을 계산하는 학습을 진행했다. 본 논문은 1kg당 평균 가격을 출력값으로 설정하였고 나머지 변수들은 특징값으로 설정하였다. 학습 데이터와 테스트 데이터는 9:1의 비율로 분리하여 학습을 진행했다. 학습한 결과 Fig. 4와 같이 오차값이 3.36%로 112.35원/kg으로 나타났다.



Fig. 4. Actual-Predicted Price Graph

예를 들어, 입력 값으로 평균 안동 사과 재배 가구당 생산량을 2,000kg, 해당 생산량에 대한 총 생산 비용을 2,188,000원으로 설정하였다. 예측된 가격인 8,755,680원으로 이윤을 계산한 결과, 안동 지역의 실제 평균 사과 가격이 8,530,000원/2000kg이라고 할 때, 예측된 가격으로 계산한 이윤은 실제 평균 가격을 기준으로 계산한 이윤과 약 3.54%의 차이를 보여준다.

III. 결론

본 논문에서는 농산물 생산자를 대상으로 농산물을 등급별로 분류 후 사용자에게 예측한 낙찰가와 이윤 값을 알려주는 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템에서는 사과로 선정하여 데이터 세트를 AI hub를 통해 확보하고 YOLO 모델로 학습을

진행하였다. 전이학습 모델을 epoch 별로 비교 분석하여 사과 데이터를 등급별로 분류하는 모델을 학습하였다. 본 논문은 머신러닝 양상을 모델을 사용하여 구축한 데이터 세트로 분류된 등급에 따른 낙찰가를 예측해 사용자의 이윤 값을 예측해주는 시스템을 구현하였다.

본 논문은 Fig. 5의 예제와 같이 아두이노로 제작한 컨베이어벨트를 추가하고 웹캠을 통해 자동으로 사과의 상태에 따른 등급을 분류하여 낙찰가와 이윤 값을 추출할 예정이다.

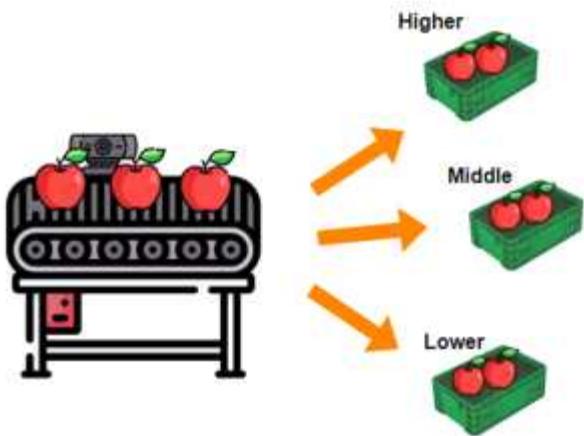


Fig. 5. Conveyor Belt Example

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 3단계 산학연협력 선도대학(LINC3.0) 육성사업의 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] J. H. Kim, C. W. Kim, H. Y. Roh, "How to Advance the Wholesale Price Prediction Model", Journal of Agricultural Life Sciences 2023, vol.57 no.4 pp. 143-150
- [2] Choi Yerin, Kim Kyu-hyun, Heo Yoon-hee "The Wholesale Market Auction System" (2024.04.09.), Hankyoreh Newspaper
- [3] Park Sang-don, Shin Sun-mi, "Apple retail prices fall by more than 10%" due to discount support...Wholesale prices remain," (2024.03.24), Yonhap News
- [4] Kwon Soon-wan, "In addition to the unusually high temperature, heavy rain, anthrax, and hail have raised the price of apples," (2024.03.27), Joseon Economy
- [5] H. J. HAN, "Random Forest for Stationary Time Series: The Case of Forecasting Inflation in Korea" Economics Study 2023, vol.71, no.3, pp. 37-73 (37 pages)
- [6] <https://aihub.or.kr/aihubdata/data/>
- [7] <https://www.nongnet.or.kr/front/index.do>
- [8] <https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>

인공지능 기반 암표 거래 방지 시스템 설계

이자은¹, 김강민², 진성재², 신연정², 신정훈^{3*}

¹대구가톨릭대학교 게임공학전공, ²대구가톨릭대학교 컴퓨터공학전공,

³대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Using Artificial Intelligence Design of a System for Fraudulent Ticket Preventing Transactions

Ji-Eun Lee¹, Kang-Min Kim², Seong-Jae Jin², Yeon-Jeong Shin², Jeong-Hoon Shin^{3*}

¹Game Engineering, Daegu catholic University

²Department of Computer Enginnering, Daegu Catholic University

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract The issue of scalping concert tickets has been increasingly severe lately. Scalping involves selling tickets at inflated prices or selling counterfeit tickets, and it is particularly problematic online due to the lack of specific regulations. Although artists attempt to combat scalping by canceling concerts or encouraging fans to report scalpers, it is challenging to catch all offenders. According to the Korea Creative Content Agency, the number of scalping reports surged from 359 in 2020 to 4,224 in 2022. Scalping transactions primarily occur on second-hand trading sites and social media platforms, causing numerous issues. While anti-scalping systems utilizing artificial intelligence and blockchain-based NFTs exist, they are not yet widely adopted. Therefore, this paper proposes a system that employs artificial intelligence to track scalping-related posts and convert the relevant information into a specific file to be forwarded to the organizing institution. This approach aims to foster a fair ticketing culture.

- Key Words : Ticket resale, Ticket Reservation, AI, Keyword, Prevention

I. 서론

최근 들어, 콘서트 문화의 발전으로 공연이 증가함에 따라 아티스트들과 자주 소통할 수 있는 기회가 주어지고 있지만, 그와 동시에 콘서트 티켓 예매와 관련한 문제들이 심각하게 증가하고 있다. 티켓 예매와 관련하여 다양한 문제점들이 존재하지만, 그 중 대표적인 문제로는 암표 거래가 있으며, 암표란 법을 위반하여 정상적이지 않은 방식으로 몰래 뒷거래로 사고파는 각종 탑승권·입장권 등 표를 지칭하는 것을 의미하다. 또한, 암표 거래는 암표상이 기존의 판매가보다 표를 비싸게 팔거나 위조 표를 판매하는 행위를 의미한다[1]. 이러한 문제점이 발생하는 이유는 오프라인 암표 판매 및 거래 행위는 경범죄로 처벌할 수 있지만, 온라인 암표 거래 행위는 처벌할 규정이 따로 정해지지 않아서 더 심각한 문제로 발생한다[2].

실제로 한국콘텐츠진흥원에 따르면, 지난해 10월 국회에 제출한 자료에서 암표 신고는 2020년 359건에서 2021년 785건으로 증가하였으며, 2022년에는 4,224건으로 2020년과 2021년과 비교하였을 때, 확연한 차이를 보일 만큼 증가했다는 결과를 알 수 있다[3].

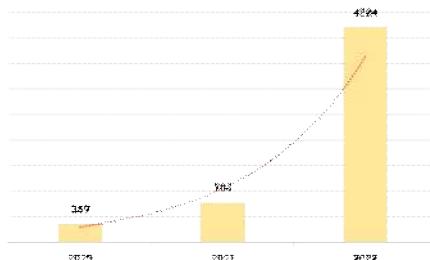


Fig. 1. The number of ticket reported

위의 문제점을 해결하기 위해 현재 인공지능, 블록체인 기반의 NFT를 사용하여 매크로를 차단하고 암표 거래를 막는 등의 방식을 활용하여 암표 거래 방지 시스템이 많이 구축되어 있지만, 현실적으로 보편화되기에는 많은 한계점이 존재한다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고자 제안하는 시스템은 인공지능 기술을 활용하여 암표 거래와 관련된 키워드들을 찾아 암표 판매 게시글의 URL 또는 판매자의 아이디를 찾아 계정 추출하여, 수집한 데이터를 콘서트를 주최한 기관에 보내 처리할 수 있게 만드는 시스템을 설계하고자 한다.

II. 관련연구

관련 연구에서는 QR코드를 사용하여 티켓의 고유식별번호와 난수를 결합하고 사용자의 지문 인식과 사용 시간 제한 등의 기능 넣은 방식[4]과 블록체인을 기반으로 하여 가상 화폐 토큰을 사용하여 티켓을 구매하거나 재판매를 할 수 있게 하는 방식[5]처럼 티켓을 구매하기 전 사전에 방지할 수 있는 시스템을 제안한 반면, 본 논문에서 제안하고자 하는 것은 티켓을 구매한 후 중고 거래 사이트나 SNS를 통해 판매하기 위해 올라오는 게시글을 인공지능을 사용하여 암표 관련 키워드를 찾아내서 해당 게시글의 URL 혹은 아이디를 따로 추출하여 데이터를 수집하고 수집한 데이터를 콘서트를 주관한 기관에 넘겨 조취를 취해서 암표 문제를 해결하고자 한다.

III. 티켓 구매의 기본 절차와 암표 거래 방지 시스템 설계 계획

3.1 티켓 구매 기본 절차

티켓 구매는 공연 주최사 측의 자체적 티켓 판매와 멜론 티켓, 인터파크 티켓, yes24 티켓과 같은 티켓 판매 대행 사이트와 계약을 맺어 티켓을 판매하는 방식으로 이루어진다[1]. 또한, 티켓 구매는 아래의 표 1과 같이 이루어진다. 1단계에서 구매자는 판매 사이트(웹페이지, 모바일 애플리케이션 등)를 고른다. 2단계에서 공연 정보(공연 날짜, 시간, 장소, 티켓 가격 등)를 확인한다. 3단계에서는 자리를 확인하고 원하는 자리를 선택한다. 마지막 4단계에서는 티켓 수령 방법(현장 수령, 우편 배송 등)을 선택하고 결제 방법(무통장입금, 계좌 이체, 신용카드 등)을 선택하여 결제가 완료되면 예매 번호가 주어진다[6].

3.2 시스템 설계 계획

본 논문에서는 암표 관련 문제를 해결하기 위해 Python 기반의 BeautifulSoup 라이브러리를 사용하여 특정 키워드가 사용된 URL 혹은 아이디를 추출하고자 한다.

Beautifulsoup는 Python에서 사용할 수 있는 웹 데이터 크롤링 라이브러리이다. html 태그는 soup에 담겨있으며, 그 중 태그, id, class를 사용하여 검색해서 데이터를 추출한다.

따라서, 본 논문에서는 해당 라이브러리를 사용하여 웹 크롤링을 통해 암표 관련 게시글을 수집하며, 수집한 데이터의 URL 혹은 게시자의 아이디 정보 등을 추출하여 특정 문서로 저장한다. 그 후 수집된 데이터가 들어 있는 문서를 주최사 측에게 보내 주최사가 그 판매자를 처리할 수 있도록 하고자 한다. 처리했는데도 판매자가 지속적으로 판매할 경우, 개별로 연락하여 계정 정지하거나 영구 정지를 할 수 있도록 한다.

구체적인 단계는 다음과 같다. 첫 번째로, requests를 사용하여 http 페이지에 요청을 보내고, 그 요청의 결과를 받아온다.

두 번째로, requests.get(url)을 사용하여 URL에 담겨있는 http 페이지 주소를 요청하고 그 주소의 요소들을 가져올 수 있도록 연결한다. 세 번째로, response라는 변수에 연결 결과를 담고 response.content를 사용하여 요청으로 받아온 결과의 내용을 html 해석기 html.parser를 사용하여 내용을 html tag 구조로 해석한다. 네 번째로, 해석한 결과를 soup.prettify() 함수로 확인한다. 마지막으로 결과를 문서화 하여 주최 측에 보낸다.

IV. 결론

본 논문에서 제안하는 사후 암표 거래 방지 시스템이 구축된다면 티켓 구매 후 일어나는 암표 거래 방지가 가능하다. 또한, 주관사 측에서도 정보를 받고 해당 판매자의 정보를 영구 차단하는 등의 조취를 한다면 현재 발생하고 있는 암표와 관련된 사회적 문제를 해결할 수 있을뿐더러 더 공정한 티켓 예매 문화와 K-POP 문화를 형성해나갈 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] Jaeun Choi, Yoon Hye-won, Kim Ki-bin, Jeongmin Jeong, and Choongseon Hong. "Blockchain-based scalping and premium prevention ticketing systems." Journal of the Korea Information Science Association 2019.6 (2019): 1987-1989.
- [2] A Hyun Yoon, Ji Hyun Yoon, Se Hyun Jin, & Gwang Jae Lee (2021-07-14). Implement blockchain-based e-ticket purchase and transfer systems. Journal of the Korean Society of Electrical Science, Kangwon.
- [3] <https://www.ilyoseoul.co.kr/news/articleView.html?idxno=482544>
- [4] Gyu-hwan Park ,and Deok-gyu Lee. ""Ticketing system against illegal transactions." Journal of the academic conference of the Korean Society for Information Processing, 29.1 (2022): 202-203.
- [5] A Hyun Yoon, Ji Hyun Yoon, Se Hyun Jin, and Gwang Jae Lee. "Implementation of a blockchain-based E-Ticket Purchase and Transfer System." Journal of the Conference of the Korean Society of Electrical Sciences 2021.7 (2021): 60-63.
- [6] Ko Dong-hyun. "Designing and implementing an anti-ticket system using blockchain." Graduate School of Soongsil University in Korea, 2020 Seoul

딥러닝 영상처리 기술을 이용한 주차 관제시스템

장현민¹, 송우영², 신정훈^{3*}

¹대구 가톨릭대학교 사이버 보안학과

²대구 가톨릭대학교 게임공학과

³대구 가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

Using Deep Learning Image Processing Technology for Parking Control System

Hyeon-Min Jang¹, Woo-young Song², Jeong-Hoon Shin^{3*}

¹Department of Cyber Security, Daegu Catholic University

²Department of Game Engineering, Daegu Catholic University

³School of Computer Software, Daegu Catholic University

Abstract In this paper, we propose a parking control system utilizing image processing technology. There are numerous weaknesses in the installation of service functions provided by the parking control system. Although parking location detection and mapping technology have undergone significant advancements through various studies, implementing this technology remains challenging due to a lack of relevant research. Therefore, the aim of this paper is to develop a technology that detects both parking locations and availability using specific patterns. The goal is to construct parking service functions that offer users more convenient parking. Additionally, we provide real-time parking video, parking location detection, and parking lot recommendations through WebCam, Node Canvas image processing technology, and deep learning. To enable users to access this information, we propose a step-by-step process via the web interface.

- Key Words : image processing technology, mapping technology, specific patterns, WebCam, Deep learning

I. 서론

최근 차량 증가와 주차장의 협소 문제로 인해 주차하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요로 한다. 이를 해결하기 위해 관련 기술이 비약적인 발전이 이루어졌지만 많은 비용과 두 가지 이상의 기술이 요구된다. 이를 효율적으로 해결하기 위해서는 다른 대안이 필요하다. 기존 주차 관제 시스템의 방식에는 주차 위치 탐지 기술과 주차상태 유무를 판단하는 기술을 개발하여야 한다는 단점이 있다. 딥러닝 기술을 이용하여 두 가지 기술을 통합시키는 효율적인 방법을 확보하고자 한다. 본 논문에서 소개하는 시스템은 기존의 주차 문제와 많은 비용 투자, 두 가지 이상의 기술 적용을 해결하기 위해 실시간으로 특정 문양을 새긴 주차장 영상을 입력받고 문양을 딥러닝을 통해 학습함으로써, 주차 공간을 효율적으로 찾고 해당 주차 자리의 문양이 없어졌을 시 주차된 것으로 판단하여 주차 여부를 알아낸다. 또한 사용자의 편리성과 이용성을 향상시켜 제공하기 위해 초보자 자리 추천, 장애인 전용, 출구와 가까운 곳, 주차 알림 신청과 같은 다양한 서비스를 탑재하여 웹을 통해 실시간 정보를 확인할 수 있다.

II. 관련연구

2.1 주차 위치 탐지 및 매핑 기술

기존의 시스템 기술은 CCTV로부터 수집된 영상 정보를 바탕으로 딥러닝 기반 영상인식 기술을 이용하여 주차선 검출 [1]과 다수의 CCTV의 주차 상황 인식 결과에 대한 주차 위치 판단[2]을 통한 주차 위치 매핑 기술을 사용하고 있다. 해당 기술은 관련 연구 자료와 학습 모델이 부족하다.

2.2 주차 상태 판단

주차자리에 주차가 되어 있는지 주차 상태 유무를 판단하는 기술로는 OCR을 이용한 차량 번호판 인식[3]을 통한 주차 상태 감지, 초음파 센서를 이용한 차량 감지와 각 주차 위치에 LED 점등 표시[4], 딥러닝 기술을 이용한 차량 객체 탐지로 주차 상태 감지 기술을 사용하고 있다. 초음파 센서를 이용한 경우 각 주차자리에 초음파 센서와 LED 점등을 설치해야 한다는 비용 문제가 발생하며, 번호판 인식과 차량 객체 탐지의 경우 [2] 기술과 주차 상태 판단의 기술을 개발해야 한다는 문제를 요구한다.

2.3 주차 서비스 기능

기존의 주차장 시스템에 탑재되어 있는 서비스는 주차 상태 여부, 임산부, 장애인, 경차, 전기차 주차 위치를 알려주는 서비스 기능이 존재한다[5]. 해당 기능은 전용주차구역만 알려주는 서비스만 탑재되어 있으며 사용자의 니즈를 충족시켜주는 기능은 부족하다.

III. 영상처리 기술을 이용한 주차 관제 시스템 프로세스 제안

3.1 주차 위치 탐지 및 매핑 기술과 주차상태 판단 기술
해당 기술은 문양을 통해 주차 위치 탐지 및 매핑 기술과 주차상태 판단 두 가지 기술을 통합시켜 기존 시스템에서 두 가지를 개발해야 한다는 문제점을 해결해준다.

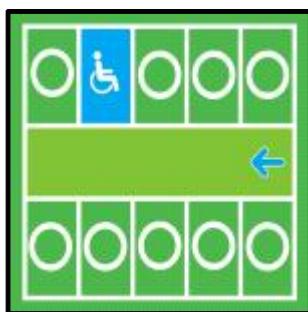


Fig. 1. Parking lot with patterns

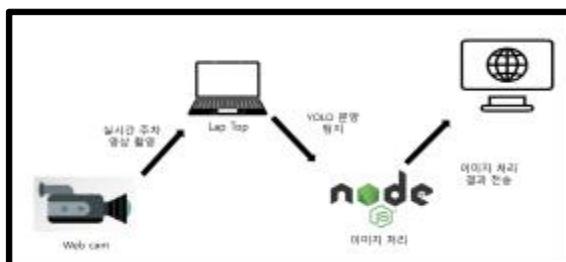


Fig. 2. Technical Processes[3]

[그림 1]의 주차장 각 자리에 새겨진 문양을 딥러닝을 이용하여 문양 탐지 학습 모델을 만든다. Web Cam으로 실시간 주차장 영상 촬영을 하여 Lap Top으로 전송한다. Lap Top은 문양 탐지 모델을 이용하여 각 문양의 위치를 탐지한다. 탐지된 문양의 위치 좌표를 구하고 해당 자리에 Node Canvas를 이용하여 주차 자리 매핑을 진행하여 이미지 처리 결과를 웹으로 전송한다.

주차상태 판단의 경우 차량이 주차를 하게 되면 문양이 Web Cam 시야에서 없어지게 된다. 문양이 없어지면 해당 자리에 주차를 한 것으로 판단이 된다. 판단된 자리에는 Node Canvas를 이용하여 매핑된 자리에 색상을 칠하여 해당 자리가 사용 중인 것으로 이미지 처리를 한다. 처리된 이미지는 모두 웹으로 전송한다.

3.2 주차 관제 시스템 웹

본 시스템은 Vue.js 프레임워크를 이용하여 웹 제작을 진행하고 사용자의 초보자 자리 추천, 전용주차구역 위치 제공, 출구와 가장 가까운 자리 추천, 주차 알림 서비스 기능을 탑재하여 사용자에게 제공한다.

초보자 자리 추천의 경우 문양의 좌표를 통해 3가지의 우선 순위 조건을 판단한다. 1순위는 양쪽의 주차자리에 주차한 차량이 존재하지 않는 경우, 2순위는 한쪽에만 주차 차량이 존재하는 경우, 3순위는 많은 주차로 인해 추천할 자리가 없는 경우이다.

전용주차구역은 장애인 전용의 자리를 알려주는 기능, 출구와 가까운 자리 추천은 빠르게 주차를 하고 출구와 가까이 주차하고 싶은 사용자를 위해 출구와 가장 가까운 자리를 추천해주는 주차 서비스 기능을 탑재한다.

주차 알림 서비스는 사용자가 주차할 수 있는 주차 위치의 이미지를 제공받기 위한 것으로 사용자의 필수 번호를 입력과 세 가지의 추가 기능 선택사항을 보여준다. 정보를 모두 입력 후 주차 알림 신청을 하게 되면 주차할 위치의 번호와 자리의 이미지를 사용자에게 문자로 전달해준다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존 주차장에서 사용하는 두 가지 이상의 기술 사용 시스템을 대체하기 위한 방법으로 Web Cam을 이용한 영상과 딥 러닝 기술을 활용한 새로운 주차 관제 시스템을 소개하였다. 본 시스템은 Web Cam이 아닌 실제 주차장의 CCTV를 이용하여 활용될 수 있으며, 그 결과 주차 관리 비용을 줄일 수 있을 것이라고 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] A Study on the Deep Learning-Based Parking Line Detection Model Using Beak Jong Won and Jung Hyun Suk's Heatmap, 2023, Korea Society of Automotive Engineers
- [2] Technology transfer Hompage. Technology about Openspace Parking Recognizing the Situation (2023.11.16.)
- [3] Detect Parking status and license plate System., Kim Jeong Gu(2008), 10-2008-0054623, Korea Intellectual Property Office
- [4] Sunil Elecomm, Ultrasonic Inducement System (2023.11.16)
- [5] Ryu Yeon Jung said "AI finds parking lot 'Smart Parking System'", (2020.12.11), Nocut News

YOLOv5 기반 사과 품질 검출 및 분류 시스템

이솔¹, 서지윤², 노윤홍³, 정상중¹, 정도운^{1*}

¹동서대학교 인공지능응용학과

²연세대학교 SW중심대학사업단

³부산디지털대학교 컴퓨터공학과

YOLOv5-Based Apple Quality Detection And Classification System

Sol Lee¹, Ji-Yun Seo², Yun-Hong Noh³, Sang-Joong Jung¹, 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 a system for detecting and classifying blemishes and rotten parts of apples using YOLOv5. For the experiment, apple images were classified into three classes and a total of 1,500 images were used as a dataset. As a result of the experiment, the model provides high accuracy in detecting and distinguishing objects with a precision of 91.8%, a recall rate of 91.4%, and an average precision of 95.7%. However, as the types of damaged apples and the degree of damage varied, some damaged apples could not be detected, so it was confirmed that improvement was needed. In the future, we plan to develop a quality determination algorithm that can be applied to various fruits and develop a system that can be applied in real time even in large-scale agricultural environments through cloud computing linkage.

• Key Words : YOLOv5, Object Detection, Deep learning, Smart agriculture, Fruit's defective area detection

I. 서론

2022년 통계청 자료에 따르면 농촌 인구의 절반이 65세 이상의 노인으로 구성되어 있으며 가구원 수는 매년 감소하고 있다[1]. 이로 인해 농가의 노동력 부족 문제가 발생하여 농업 생산량과 농촌 발전에 부정적인 영향을 미치고 있다. 이를 해결하기 위해 과일 품질 선별 자동화 시스템이 도입되고 있으나 크기, 색상만을 분류할 수 있어 흡집과 부패 부위의 판별은 여전히 작업자의 수작업에 의존하고 있다. 따라서 ICT기술을 농업에 적용하여 노동력을 절감하고 품질향상을 도모하는 스마트 농업 기술의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 딥러닝 기반 객체 탐지 알고리즘인 YOLO를 활용하여 수확된 사과의 흡집과 부패 부위를 자동으로 검출하고 분류하는 사과 품질 검출 및 분류 시스템을 제안한다.

II. 본론

2.1 사과 품질 데이터셋 구축

본 논문에서는 사과 품질 분류를 위해 AI-Hub에서 제공하는 과수화상병 촬영 이미지 데이터셋을 활용하였다[2]. 데이터셋의 클래스는 3가지(a : Apple, b : Damaged Apple, c : Diseased Apple)의 클래스로 분류하였으며 Roboflow를 활용하

여 각 이미지를 bounding box 및 라벨을 부여하였다. 데이터 세트의 클래스 균형을 맞추기 위하여 각 클래스당 500장의 이미지로 제한을 두었으며 총 1,500장의 라벨링 된 이미지를 7:2:1의 비율로 학습, 검증, 테스트 데이터로 분할하였다. 아래 그림1은 데이터세트의 일례를 나타내었다.

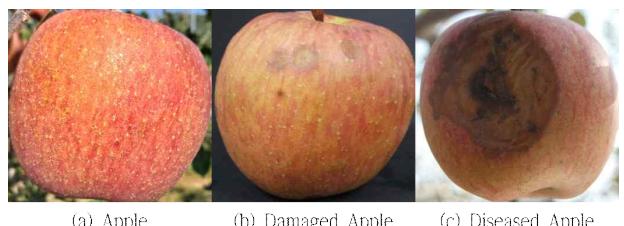


Fig. 1. Example dataset

2.2 YOLOv5 기반 실시간 사과 품질 분류

YOLO(You Only Look Once)는 이미지 내 객체를 탐지하는 딥러닝 기반 1-stage detector 방식의 객체 탐지 모델이다[2]. 단일 신경망 구조를 사용하여 구성이 간단하고 빠르며 실시간 객체 탐지를 수행한다. 이미지나 비디오에서 여러 객체를 식별하고 위치를 바운딩 박스로 표시하며 적응형 앵커 프레임워크를 통해 다양한 크기와 형태의 객체를 정확하고 효과적으로 탐지한다. Yolo는 다양한 벼선이 존재하며 이 중

Yolov5는 다양한 크기의 모델을 제공하여 경량 모델을 통해 자원 제한이 있는 경우에도 사용할 수 있으며 이를 통한 고속 처리 속도와 높은 정확도, 범용성 등의 장점이 있다.

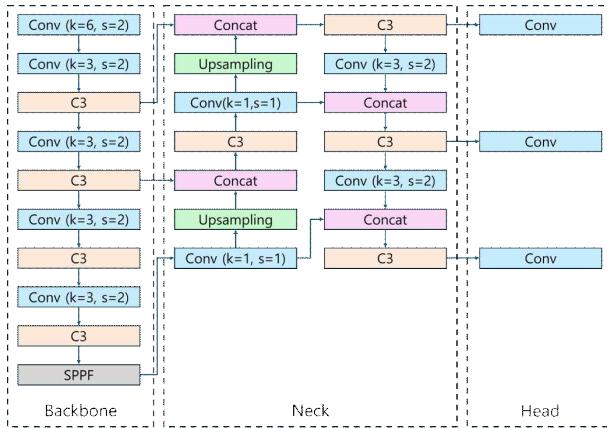


Fig. 2. YOLOv5 model structure

YOLO모델을 이용한 사과 탐지 및 분류 과정은 먼저 Backbone 네트워크를 통해 사과의 기본적인 에지 및 텍스처와 같은 저수준 특징을 추출하고 깊은 레이어에서는 사과의 복잡한 패턴과 객체 수준의 특징을 추출한다. Neck 부분에서는 FPN과 PANet을 사용하여 다중 스케일 특징을 통합한다. 이는 작은 사과부터 큰 사과까지 다양한 크기의 사과를 탐지 할 수 있게 한다. 통합된 특징 맵은 Head 부분으로 전달되어 각 그리드 셀에서 바운딩 박스 좌표, 존재 여부, 클래스 확률을 예측하며 Non-Maximum Suppression(NMS)를 통해 겹치는 박스들 중 신뢰도가 가장 높은 박스를 선택한다.

III. 실험 및 결과

실험은 구글 Colab의 GPU T4 환경을 이용하였으며 모델은 yolov5s를 사용하였다. 이 모델은 매개변수와 연산량이 가장 적어 연산 속도가 빠르고 메모리 사용량이 적어 실시간 감지와 제한된 자원 환경에서 사용하기 적합하다. 모델은 총 157 개의 레이어와 약 700만개의 파라미터로 구성되어 있다. 하이퍼파라미터는 이미지 크기 : 416*416, batch size : 16, epoch : 100으로 설정하였으며 평가지표는 클래스별 정밀도 평균 지표인 mAP(mean Average Precision)를 IoU 임계값 0.50일 때의 평균값과 0.50에서 0.95까지의 평균값을 사용하였다.

Table 1. YOLOv5s dataset training results

Class	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
All	0.918	0.914	0.957	0.918
Apple	0.930	0.982	0.958	0.899
Damaged Apple	0.944	0.820	0.946	0.927
Diseased Apple	0.881	0.941	0.966	0.928

실험 결과 모델이 모든 클래스에 대해 정밀도 91.8%, 재현율 91.4%, 평균 정밀도 95.7%로 모델이 객체를 감지하고 구별하는데 높은 정확도를 제공한다. 하지만 손상된 사과의 종류와 손상의 정도가 매우 다양하여 모델이 모든 손상을 학습하고 감지하기 어려워 Damaged Apple 클래스에서 정밀도 94.4%와 재현율이 82.0%로 감지한 객체의 정밀도는 높지만 일부 손상된 사과를 감지하지 못해 개선이 필요한 것을 확인하였다.



Fig. 3 Example of apple quality determination experiment results

IV. 결론

본 논문에서는 YOLOv5를 활용한 실시간 사과 탐지 및 식별 시스템을 통해 품질 판별 방법을 제시하였다. 이 시스템은 기존의 수작업에 비해 정확성과 신속성을 크게 향상시켜 사과의 품질을 효율적으로 평가할 수 있다. 이를 통해 농가는 안정적이고 일관된 품질의 사과를 제공하고 소비자는 높은 품질의 과일을 받을 수 있다. 또한 농촌의 인력 문제를 해결하여 노동력을 절감하고 생산성을 높이는 데 기여한다. 향후 다양한 과일에 대한 품질 판별 알고리즘을 개발과 클라우드 컴퓨팅과의 연계를 통해 데이터 처리 속도를 향상시키고 대규모 농업 환경에서도 실시간으로 적용 할 수 있는 시스템으로 발전시킬 계획이다. 이러한 기술은 스마트 농업의 중요한 요소로 지속 가능한 농업 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 중소벤처기업부의 산학연 collabo R&D 사업(RS-2023-0022431)에 의해 지원된 연구 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- [1] https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301080500&bid=226&act=view&list_no=424951&tag=&nPage=1&ref_bid=
- [2] <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=&topMenu=&aihubDataSe=data&dataSetSn=146>
- [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

YOLO V8 분류 신경망을 활용한 FDM 3D 프린터 출력 감시 시스템 개발

윤채호¹, 박민재¹, 박준모^{2*}

¹한국교통대학교 전자공학과, ²연세대학교 디지털헬스케어학부

Development of 3D Printing Monitoring System Based on YOLO V8 Classification

Chae-ho Yoon¹, Min-jae Park¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Department of Electronic Engineering, Korean National University of Transportation

²Divison of Digital Health Care, Yonsei University

Abstract In this study, we photograph common FDM 3D printing failures, such as Spaghetti, Stringing, Cracking, Layer Splitting, Blobbing, and Under Extrusion that can cause inefficient usage of filament, pose fire hazard, and decreases energy efficiency of 3D-Printing farm. We develop optimal AI model that classifies photographed 3D printed object and automatically detects any critical failure, and implement an system that can alert the user if any significant error has found. dataset is consists of into 5 classes: OK, Bad surface, Spaghetti, Stringing, where Bad surfaces are combination of Cracking, Layer Splitting, Blobbing, and Under Extrusion. Dataset was acquired based on Open dataset with public domain, and model was developed using YOLO-V8 Classification. it was confirmed that the model learned with Batch size of 16, base learning rate 0.01, Max iteration of 100,000 showed highest performance of 83.132% overall TOP-1 accuracy. so user can get quick and accurate notification about their 3d printing farm.

- Key Words : 3D Printing, Printing failure detection, image classification, Deep learning, Yolo V8

I. 서론

FDM 3D 프린터의 급격한 염가화는 국내에서 메이커 스페이스 등을 통한 3D 프린팅에 대한 진입장벽 감소와, 학교에서 제공하는 3D 프린터 교육과 더불어 대규모 프린팅 팜(Printing Farm)을 통한 출력 대행 시장의 등장을 불러일으켰다[1-3].

3D 프린팅 기술은 아직 완벽하지 않으며, G-Code상의 문제로 인하여 출력이 실패할 수 있다. 출력에 실패한 경우 해당 출력물은 폐기하여야 하고, Spaghetti와 같은 특정한 출력 실패의 경우 단순 출력물 폐기에서 그치지 않고, 제대로 접착되지 못한 필라멘트가 프린터 부품에 엉겨 붙어 고장을 일으키며, 출력 감시 시스템이 장착되지 않은 대부분의 염가형 프린터는 출력 실패 이후에도 계속 작동하여, 과열로 인해 화재가 발생할 위험성도 존재한다. 또한 재사용되지 못하고 버려지는 폐 출력물로 인한 환경오염[4], 그리고 출력 실패 이후로도 계속 작동하는 프린터로 인한 에너지 낭비 또한 일어난다.[5]

대부분의 해당 사업장들의 영세한 규모, 상주인원이 적은 사업구조는 출력 실패 발생 시 즉각적인 출력 중지 및 대처를 어렵게 하고, 이는 출력 원가의 증가로 이어진다.

직원 상주 여부와 관계없이, 카메라를 이용해 이러한 출력 실패 발생 여부를 판단하고, 출력 실패 발생 사실을 사용자에게 알리기 위한 염가형 출력 감시 시스템 개발을 위한 이미

지 인식 AI 모델 개발에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 3D 프린터 출력 면을 비추는 카메라 이미지의 이미지 분류 모델의 개발을 통해 Spaghetti, 노즐 압출 불량, 레이어 분리 빛 레이어 접착 불량 등의 상태를 효율적으로 인식, 분류하여 Discord[6], E-Mail 등을 이용한 방법으로 사용자에게 즉각적으로 알림을 발송할 수 있도록 한다.

II. 본론

본 연구에서는 3D 프린터 출력물 자체상의 출력 실패를 탐지하고, 객체 분류 모델을 활용하여 해당 출력 실패의 종류를 파악해 사용자에게 출력실패 발생 사실과 발생한 실패의 종류를 알리는 시스템을 저렴하게 구축하는 방법을 연구하고자 한다. 각각의 주요한 출력 실패 상황에 대해 영상 데이터를 수집하고 딥러닝 기반의 이미지 분류 모델을 통해 영상 데이터 속 출력물의 실패 종류를 파악하여, 딥러닝 모델이 판단한 출력 실패값을 Ground Truth와 비교하는 단계로 연구를 진행하였다.

탐지 기준은 가장 흔히 발생하는 6개의 출력 실패 증상인 Spaghetti, Stringing, Under Extrusion, Over Extrusion(Blobbing), Cracking, Layer Splitting을 기준으로, 유사한 외형적 특징을 지니는 Cracking, Layer Splitting, Under Extrusion, Over Extrusion(Blobbing)을 통합하여 OK, Bad surface, Spaghetti, Stringing 5개의 클래스로 분류하였다.

원활한 데이터 수집을 위하여 공개 데이터셋[7]을 기반으로, Cracking과 Layer Splitting의 경우 추가적인 데이터를 확보하여 Table 1에 정의된 데이터셋을 확보하였다.

Table 1. Training Dataset Information

Failures	객체 수
OK	372
Bad Surface	237
Spaghetti	216
Stringing	174

III. 실험 및 결과

YoloV9[8] 이미지 감지 네트워크를 통해 출력되는 출력 실패 여부가 정확한지 여부를 판단하기 위하여 테스트를 수행하였고 그림 1에 나타내었다.



Fig. 1. Image classification.

객관적인 성능 분석을 위해 Table 2와 같은 검증용 Dataset을 구축하였고, 이를 활용하여 Confusion matrix를 구하여 그림 2에 나타내었다.

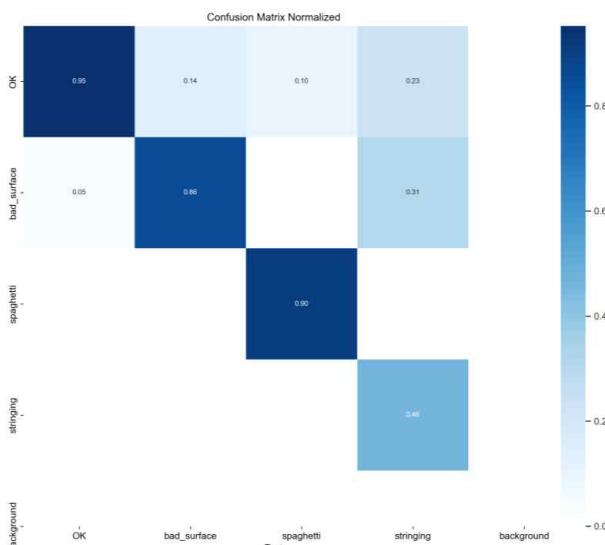


Fig. 2. Confusion Matrix

Table 2. Validation Dataset Information

Failures	객체 수
OK	15
Bad Surface	10
Spaghetti	6
Stringing	13

IV. 결론

본 연구에서는 이미지 분류 모델을 이용해 3D 프린터에서 혼히 발생하는 출력 실패를 저렴한 Raspberry pi와 카메라를 활용하여 탐지하고, 검출한 출력 실패 사항을 출력 설비 관리자에게 전달하여 3D 출력시의 에너지와 필라멘트 이용 효율을 향상하고 화재 예방에 도움이 될 수 있는 것을 확인하였다. 해당 연구 성과는 오픈 소스 플랫폼을 활용하는 특성상 모듈형 설계를 적용하여 특정 메이커 제품이 아닌 다양한 모델의 3D 프린터와, 나아가 SLA방식과 같은 다른 3D 프린팅 기술에도 적용될 수 있을 것으로 예측된다. 이후 추가 연구를 통해 G-code로부터 구현된 정상 출력된 완성품의 이미지, Octoprint API[9]와 통합하는 고도화 과정을 통해 탐지 정확도를 향상하고, 외부 운영자의 개입 없이 출력 중단까지 자동으로 이루어지도록 하여 사용편의성을 더욱 개선하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Grand View Research, "3D Printing Market Size, Share & Trends Analysis Report," April 2023. [Online]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-market>. [Accessed: 4-Jun-2024].
- [2] Replique, "7 Trends Shaping the 3D Printing Landscape in 2024 and Beyond." February 2024. [Online]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/3d-printing-market>. [Accessed: 4-Jun-2024].
- [3] Mordor Intelligence, "3D Printing Market - Size, Industry Trends, Growth & Forecast," June 2023. [Online]. Available: <https://replique.io/2024/02/15/7-trends-shaping-the-3d-printing-landscape-in-2024-and-beyond>. [Accessed: 4-Jun-2024].
- [4] HSSMI, "Creating a Closed Loop Supply Chain for 3D Printing Filaments," HSSMI, pp. 1-17, [Online]. Available: www.hssmi.org. [Accessed: 5-Jun-2024].
- [5] The National Fire Protection Association, "Report on Additive Manufacturing and Fire Safety," March 2021. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/05/additive-manufacturing-3d-printing>. [Accessed: 5-Jun-2024].
- [6] Discord, "Discord Developer Platform," [Online]. Available: <https://discord.com/developers/docs>.
- [7] AICP, "FDM_defect_detection Computer Vision Project," 2022.
- [8] Ultralytics, "YOLOv9," [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/yolov9/>.
- [9] Octoprint.org, "Octoprint," [Online]. Available: <https://octoprint.org/>

듀얼 밴드 앰비언트 Wi-Fi 에너지 수확을 위한 Sierpinski 삼각형 안테나 최적화

부민황, 정완영*

부경대학교 인공지능융합학과

Optimization of Sierpinski Triangle Antenna for Dual-Band Ambient Wi-Fi Energy Harvesting

Minh-Hoang Vu, Wan-Young Chung*

Department of AI Convergence, Pukyong National University

Abstract One of the most promising solutions for powering everyday devices is Wi-Fi energy harvesting. The energy capture, power transfer efficiency, frequency selectivity, adaptability, and integration of this system are all significantly impacted by the antennas. Essential parameters include low return loss and high gain. While prior studies have attempted to harvest power solely at 2.4 GHz frequency, we propose different approaches: designing and simulating an antenna using the Sierpinski triangle fractal geometry to achieve dual-band capability combined with defected ground structures. Reduction of reflection and increase of gain are the main goals. A range of prototypes, spanning from a one-stage Sierpinski antenna to a four-stage, are simulated. Optimization was done using a Bi-LSTM model with the help of CST Tools for simulation. We fabricated a 4-stage Sierpinski triangle antenna, measured its performance using a PicoVNA vector network analyzer and ME1310 Antenna Training Kit (3D) Dream Catcher, showing an impressive -19.5 dB in return loss and 10.64 dBi in gain at 2.4 GHz and -26.8 dB in return loss and 10.77 dBi in gain at 5.0 GHz. This novel design allows for more efficient Wi-Fi energy harvesting, particularly when combined with rectifiers to provide sensor devices with long-term power.

• Key Words : Wi-Fi energy harvesting, Sierpinski triangle antenna, Defected ground structure (DGS), Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM)

I. INTRODUCTION

Today, billions of devices, ranging from smartphones to Wi-Fi routers, use Wi-Fi energy, providing a groundbreaking energy source for a range of uses, including wearables, sensor networks, and the Internet of Things (IoT). Unlike traditional sources like batteries or solar panels, Wi-Fi energy harvesting draws energy straight from the air to provide a constant, uninterrupted power supply. To utilize this source of power, an efficient antenna design is pivotal; the antenna impacts the energy, efficiency, and frequency of a Wi-Fi energy harvesting system. In this research, we propose a novel method of combining the Sierpinski triangle antenna with the DGS to maximize the potential of this design, utilizing the CST tool for precise simulation and a Bi-LSTM model for optimization.

II. ANTENNA DESIGN

2.1 Sierpinski triangle geometry

The Sierpinski triangle fractal geometry is chosen for the design of this antenna. This geometry has a special property as it can resonate at two different frequencies. In our case, we want the antenna to resonate at 2.4 and 5.0 GHz. The

antenna is designed to be print on a printed circuit board (PCB) to minimize its size. Fig. 1 shows the design of the antenna, which consists of a top copper layer as the antenna design, a substrate layer made of FR-4 material, and a bottom ground plane copper layer.

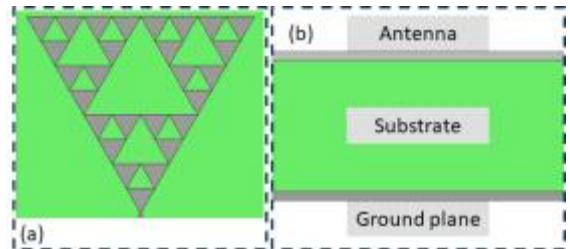


Fig. 1. (a) The proposed Sierpinski antenna design and (b) the cross-sectional view of the PCB antenna layers.

2.2 Defected ground structure

To further improve the efficiency of the design, we utilize a technique called Defected Ground Structure (DGS). This technique purposefully creates defected negative shapes in the ground layer of the antenna to improve performance in both gain and return loss by suppressing cross-polarized radiations. DGS help to weaken the cross-polarized radiations while not affecting the main radiations of the antenna. Fig. 2 shows the design of the DGS.

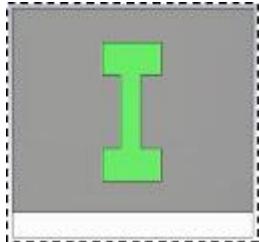


Fig. 2 The propose design for the Defected Ground Structure

III. ANTENNA OPTIMIZATION

3.1 Antenna Simulation

To ensure the performance of the antenna met our expectations, a simulation was used to test our design. The CST Studio Suite software was chosen to simulate the antenna's performance. The software provided us with information about return loss, gain, and the radiation pattern of the antenna shown in Fig. 3, allowing us to make further adjustments and optimizations to the design before fabricating it.



Fig. 3. (a) Return loss result and (b) Radiational pattern of the antenna

3.2 Antenna Optimization by Bi-LSTM

The optimization of the Sierpinski antenna was by using Bi-LSTM, a machine learning model known for its ability to accurately capture sequential relationships, is depicted in Fig. 4. Bi-LSTM can handle various input vectors, including parameters like gain and return loss, and it functions on the basis of recurrent neural networks. This model offers each prototype optimized return loss and gain values after training.

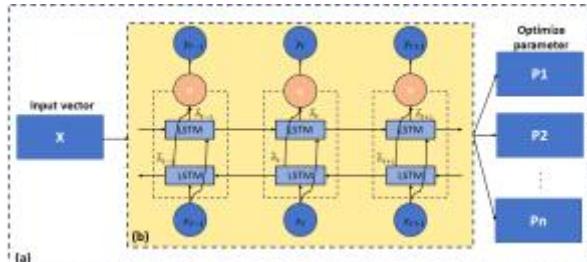


Fig. 4 (a) Antenna optimization by Bi-LSTM model and (b) single cell of Bi-LSTM.

IV. RESULTS

The optimize antenna was fabricated to validate the performance of the propose Sierpinski triangle antenna, Fig. 5 show the top and bottom layer of the antenna. To measure the antenna performance we opted to use the PicoVNA Vector network analyzer and ME1310 Antenna Training Kit (3D) Dream Catcher to measure both return loss and gain of our fabricated antenna. Table. 1 show the comparison between simulation and fabricate antenna.

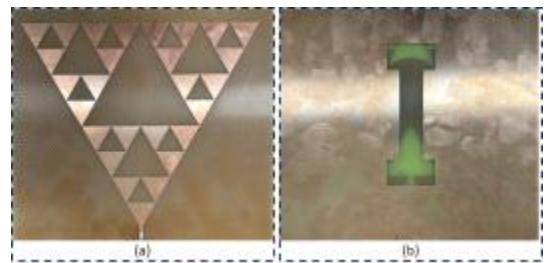


Fig. 5. (a) Top antenna layer and (b) bottom ground layer with DGS

V. CONCLUSION

In this study, we design and optimize the Sierpinski triangle antenna, we also fabricate the antenna using PCB technologies to validate its performance. The novel design of this Sierpinski triangle antenna dual-band capability achieving -19.5 dB return loss and 10.64 dBi gain at 2.4 GHz, and -26.8 dB return loss and 10.77 dBi gain at 5.0 GHz. Future research on this subject will focus on integrating a rectifier to power IoT devices, wearable devices, or sensor networks using Wi-Fi energy harvesting.

Table. 1 Performance comparison between simulated result and fabricated antenna

Evaluation	Return loss		Gain	
	2.4Ghz	5Ghz	2.4Ghz	5Ghz
Simulation w/o DGS	-14.5	-23.7	10.32	10.44
Simulation w/ DGS	-19.4	-27.1	10.62	10.78
Fabricated	-19.5	-26.8	10.64	10.77

REFERENCES

- [1] Pinto D, Arun A, Lenka S, Colaco L, Khanolkar S, Betgeri S, Naik A. Design and performance evaluation of a wi-fi energy harvester for energizing low power devices. In: 2021 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP) 2021 Aug 23 (pp. 1-8). IEEE.
- [2] Ijemaru, G.K., Ang, K.L., Seng, J.K.: Wireless power transfer and energy harvesting in distributed sensor networks: Survey, opportunities, and challenges. Int. J. Distrib. Sens. Netw. 18(3), 15501477211067740 (2022)

Patch 기반 예측 MLP를 이용한 입력이 적은 NeRF 모델의 성능 향상 기법

김동언¹, 김태현^{2*}

¹한양대학교 지능융합학과, ²한양대학교 컴퓨터소프트웨어학부

A Method of Improving The Performance of Sparse Input NeRF Model Using Patch-based Predicting MLP

Dong-Eon Kim¹, Tae Hyun Kim^{2*}

¹Department of Intelligence and Convergence, Hanyang University

²Department of Computer Science, Hanyang University

Abstract NeRF model is a method that represents a specific scene or object by reconstructing new 3D images from several distant viewpoints, using MLP that predicts each 3D point's density and color. In contrast to vanilla NeRF that shows great performance on general cases, NeRF model with sparse inputs still have many limitations. This paper suggests a method of improving NeRF model on extreme case by changing the MLP which predict the point of RGB values with the MLP predicting patch-based RGB values. Also, we perform comparison experiments with FreeNeRF, existing SOTA sparse input NeRF model. Our new NeRF model shows higher PSNR and SSIM results on specific datasets, and better at estimating depth map on unseen views than FreeNeRF.

- Key Words : Computer Vision, 3D Reconstruction, 3D Rendering, Depth Estimation, Few-shot Learning

I. 서론

최근 3차원 영상을 복원하는 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그 중 대표적인 NeRF 모델은 어떤 공간을 중심으로 하여 바라보는 여러 시점의 이미지로부터 각 시점 사이의 장면을 MLP로 예측하여 3차원 영상을 렌더링하는 새로운 표현 방법이다[1]. NeRF는 새로운 3차원 영상을 복원하는 데 훌륭한 성능을 보이지만, 대량의 입력 이미지가 필요하다는 점에서 많은 제약이 따른다. 특히 입력 이미지가 적은 경우, 참조 이미지 수가 3, 6, 9개로 적기 때문에 NeRF에서 사용되는 정규화 방법 외의 새로운 방법이 필요하다.

본 논문에서는 하나의 점에 대한 RGB 값을 예측하는 기존의 MLP를 변형하여, 주변 점들에 대한 RGB 값까지 함께 예측하는 Patch 기반 MLP를 이용하여 입력이 적은 NeRF 모델의 성능을 개선하는 방법을 제안한다. 또한, 주변 점들의 RGB 값을 활용하여 Patch 색에 대한 구조적 손실 함수를 정의하는 방법을 제시한다. 마지막으로 입력이 적은 NeRF 모델의 SOTA 모델과 비교 실험을 진행하고 결과를 분석하며 논문의 끝을 맺는다.

II. 관련연구

3차원 영상을 복원 기술에 대한 과거 연구는 사람의 양안

시각을 이용한 표면 복원 및 깊이 추정에 관한 시스템 구성이 주를 이루었다[2]. 이후 NeRF 모델이 발표된 뒤에, 이와 관련된 3차원 영상 복원 연구가 활발히 진행되었다[1]. 그 중 입력이 적은 상황에서의 3차원 영상 복원 모델로는 초기 모델 학습을 방해하는 이미지 데이터의 고주파 대역을 제외시키는 FreeNeRF가 있다[3].

III. Patch 기반 MLP를 이용한 Sparse Input NeRF

3.1 입력이 적은 NeRF 모델의 문제점

입력이 적은 상황에서의 NeRF 모델은 일반적인 상황과는 달리 성능이 현저히 떨어지는 모습을 보이는데, 그에 대한 가장 큰 원인으로는 과적합이 있다. 적은 수의 데이터로 다양한 시점에서의 RGB 값을 예측해야 하기 때문에 주어지는 데이터에 크게 의존하게 된다. 이와 함께 초래되는 현상으로 깊이 추정에 대한 오류가 있다.

3.2 Patch 기반 예측 MLP와 구조적 손실 함수

기존 NeRF에서의 MLP는 하나의 점에 대한 3차원 위치 벡터 x 와 2차원 방향 벡터 d 를 입력으로 받아 부피 밀도 σ 와 RGB 값 c 를 예측한다. 본 논문에서는 NeRF 모델이 전체 Scene을 더 잘 이해할 수 있도록, 하나의 점이 아닌 Patch 기반으로 예측하는 MLP를 도입하였다. 입력으로 사용된 점을

포함하여, 이를 둘러싸고 있는 8개의 주변 점들에 대한 σ 와 c 를 함께 예측하도록 하는 Patch 기반 예측 MLP로 바꾸었다.

또한, Patch 기반 MLP로부터 예측된 총 9개의 RGB 값을 이용하여 해당 Patch에 대한 RGB의 구조적 손실 함수를 새롭게 정의하였다. MLP의 출력으로 나온 Patch의 RGB 값을 기존 데이터셋에서 Patch의 RGB 값을 활용하여 패치의 각 차원 별로 인접한 두 점 사이의 RGB 값 차이를 구한 뒤 더해 줌으로써 새로운 손실 함수를 정의하였다. 구조적 손실 함수의 계수 값으로 0.00001과 0.000001을 사용하였다.

3.3 실험 및 결과

3.2에서 제안한 방법을 이용하여 Sparse Input NeRF의 SOTA 모델인 FreeNeRF와 비교 실험을 진행하였다. 데이터셋은 LLFF Dataset 중에서 ‘Leaves’, ‘Fern’, ‘Room’의 세 가지를 이용하였고, 참조하는 이미지는 3개로 설정하였다[4]. 모델 평가 지표는 PSNR과 SSIM을 사용하였고, 그 결과를 표 1에 표시하였다. ‘Leaves’와 ‘Fern’의 경우에는 제안한 방법의 지표가 FreeNeRF보다 높게 나왔지만, ‘Room’의 경우에는 더 낮게 나오는 것을 확인했다. ‘Leaves’와 ‘Fern’은 전반적으로 물체들이 Scene 중심에 위치해 있는 반면, 넓은 방의 모습을 보여주는 ‘Room’은 다른 구조의 장면을 담고 있어 낮은 지표를 보여준 것으로 생각된다.

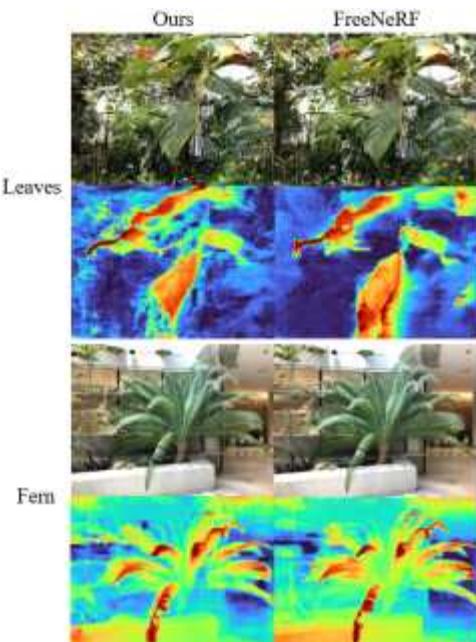


Fig. 1. Visual results of FreeNeRF and our model. Top image of each data is color image, and bottom is distance-mean image

또한 ‘Leaves’, ‘Fern’에 대해 계수 값 0.000001로 학습한 모델의 렌더링 결과를 그림 1에 표시하였다. 본 논문에서 제시한 방법을 통해 두 물체가 겹쳐 있어 깊이 추정이 잘

못되는 경우가 크게 개선되고, 깊이가 낮은 물체에 가려진 영역의 깊이를 더 잘 추정하는 것을 확인하였다. 그러나 카메라 앞 영역에 기존의 데이터에는 없던 불투명한 입자들이 생기는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Metric results according to coefficients of structure loss function

Dataset	Model	Coefficients	PSNR	SSIM
Leaves	FreeNeRF	–	16.38	0.5187
	Ours	0.00001	17.07	0.5042
	Ours	0.000001	16.58	0.5119
Fern	FreeNeRF	–	18.99	0.5352
	Ours	0.00001	19.01	0.5409
	Ours	0.000001	19.27	0.5501
Room	FreeNeRF	–	23.97	0.8741
	Ours	0.00001	21.68	0.8087
	Ours	0.000001	23.35	0.7298

IV. 고찰 및 향후 전망

본 논문은 입력이 적은 NeRF 모델을 개선하기 위해 Patch 기반 예측 MLP를 이용하고, 인접 픽셀 간 차이를 최소화하는 구조적 손실 함수를 정의하여 과적합을 줄이고, NeRF 모델이 전체 Scene을 더 잘 이해할 수 있도록 하였다.

실험 결과, 특정 데이터셋에서 평가 지표가 기존 모델보다 높았으며 렌더링 결과에서도 깊이 추정이 더 잘 되는 것을 확인하였다. 그러나 ‘Room’의 경우 오히려 지표가 더 낮게 나왔으며, 렌더링 결과에서 불투명한 입자들이 추가로 생겨난 것을 확인하였다. 입자들을 효과적으로 제거하면서도 과적합을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어진다면 더욱 개선된 렌더링 결과를 기대할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Ben Mildenhall, Pratul P Srinivasan, Matthew Tancik, Jonathan T Barron, Ravi Ramamoorthi, and Ren Ng, “NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis,” Proc. of ECCV, pp. 405-421, 2020.
- [2] Nam-Chae Jung, “Restoration of 3-Dimensional Surface Based on Binocular Stereo Vision,” The Journal of Korea Institute of Signal Processing and Systems, vol. 6, no. 3, pp. 112-119, 2005.
- [3] Jiawei Yang, Marco Pavone, and Yue Wang, “FreeNeRF: Improving Few-shot Neural Rendering with Free Frequency Regularization,” Proc. of CVPR, pp. 8254-8263, 2023.
- [4] Ben Mildenhall, Pratul P. Srinivasan, Rodrigo Ortiz-Cayon, et al., “Local light field fusion: practical view synthesis with prescriptive sampling guidelines,” ACM Transactions on Graphics, vol. 38, no. 29, pp. 1-14, 2019.

SESSION IV

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

장 소	공대 5호관 1층 102호
좌 장	박 현(동의대), 박대경(부산대)
발 표 시 간	10:00~12:00

SESSION IV(POSTER)

- (1) 수질오염방제 지원용 수상드론 개발 김창봉, 신동철(지오소나, 거제대)
- (2) 차체 움직임에 강건한 객체추적 시스템 김효근, 노정균, 양기상, 김창원(창원대)
- (3) 다중 손동작 변환을 위한 상태 전이 기반 5 손가락 근전전동의수 개발 김승기, 정성윤, 흥범기, 박나연, 김경호, 박세훈(재활공학연구소, 한국로봇융합연구원)
- (4) 보행 속도 가변형 전자제어 공압식 대퇴의지 개발 김승기, 박진국, 김경호, 박세훈(재활공학연구소, 한국로봇융합연구원)
- (5) 극성변환이 가능한 하지의지 자석락 시스템 개발 흥범기, 김승기, 박세훈(재활공학연구소)
- (6) 공주시 배드민턴 생활 스포츠 현황 분석 차선민, 이충호(한밭대)
- (7) 아두이노를 이용한 아쿠아포닉스 설계에 관한 연구 양경용, 최홍성, 백주희, 박호균, 강준하, 이주연, 유성구, 임진택, 김영주(전주비전대)
- (8) 아두이노를 이용한 화재 감지 시스템 개발 박기건, 김민호, 김민영, 이장훈, 차영린, 이주연, 유성구, 임진택, 김영주(전주비전대)
- (9) 압전소자를 활용한 친환경 횡단보도 개발 김승수, 주재원, 김남혁, 김승환, 손성규, 이주연, 유성구, 임진택, 김영주(전주비전대)
- (10) 소화전 불법주정차 경보 및 촬영장치 개발 박지성, 한주훈, 송현승, 김효찬, 정진우, 김성현, 이주연, 유성구, 임진택, 김영주(전주비전대)
- (11) 자동 기동 미세먼지 공기청정기 개발 오서진, 강태윤, 김태연, 양주은, 김학성, 이지환, 이주연, 유성구, 임진택, 김영주(전주비전대)

SESSION IV(POSTER)

- (12) 우회전 사고방지 시스템 개발
.. 총정의, 전호준, 최현세, 강호진, 노유민, 윤창원, 송준서, 임진택, 유성구, 이주연, 김영주(전주비전대)
- (13) B접점 스위치와 리니어 모터를 이용한 자동 제어 유모차 개발
.... 최지훈, 허성진, 백민욱, 김인웅, 임장군, 이시현, 임진택, 유성구, 이주연, 김영주(전주비전대)
- (14) 구강 클리닝 어시스턴트 기기 개발
..... 서정민, 서영재, 정준수, 방준혁, 이병윤, 유성구, 임진택, 이주연, 김영주(전주비전대)
- (15) 방제드론 농약 희석 임무장치 개발을 위한 기초 연구
..... 양경용, 임진택, 윤정석(전주비전대, 국제드론)
- (16) 공공데이터 포털 오픈 API를 활용한 실시간 정보 및 커뮤니티 기능을 갖춘 버스 앱 구현
..... 윤태한, 모정민, 이충호(한밭대)
- (17) 복합 잡음을 제거하기 위한 퍼지 가중치와 스위칭 필터 기반의 영상복원 알고리즘
..... 천봉원, 김남호(부경대)
- (18) 인공지능을 활용한 실시간 화력발전소의 대기질 예측 모니터링 시스템
..... 이준호, 이호진, 박지홍, 손현근, 김남호(부경대)
- (19) ZigBee 통신에 기반한 조선소 질식사고 예방 모니터링 시스템
..... 김혜원, 오다애, 김민석, 강동주, 김남호(부경대)
- (20) 손동작 제어 드론 알고리즘 구현 및 검증
..... 이우람(경운대)
- (21) 대전시 초·중학교 과밀학급 원인 확인을 위한 데이터 분석
..... 김미연, 이충호(한밭대)
- (22) 이미지 생성형 AI 미드저니를 활용한 헤어스타일 이미지 향상연구
..... 하성관, 김채린, 정미경, 박은진, 서형윤(창신대)
- (23) 생성형 AI 기반 환타지 메이크업 이미지 생성 관련 연구
..... 하서진, 김아람, 우성혜, 이영동(창신대)
- (24) 비지도 이상 탐지 기법 기반 간접적 차량 부품 고장 탐지 시스템
..... 강민준, 구형일(아주대)
- (25) 실험을 이용한 반잠수식 플랫폼 주변의 wave run-up 분석
..... 강용덕, 구본국(해군사관학교, 창원대)
- (26) AD8과 MLP 학습 모델을 이용한 인지능력 저하 진단 시스템 개발
..... 조형동, 김태욱, 박준모(연세대)
- (27) 블록체인 기반 네트워크 보안 기술의 적용 필요성에 대한 연구
..... 정하민, 박준모(연세대)
- (28) 음성을 활용한 딥러닝 기반 치매 조기 탐지 프레임워크
..... 김태욱, 조형동, 박준모(연세대)
- (29) 딥러닝을 이용한 3D 필름 패턴 영상 분류
..... 이재은, 최홍석, 김종남(부경대)
- (30) 사용자 주변 정보 기반 스트레스 지수 추정 알고리즘 개발
..... 이용빈, 정연재, 서지윤, 박준모(연세대)

수질오염방제 지원용 수상드론 개발

김창봉¹, 신동철^{2*}

¹지오소나(주), ²거제대학교 기계공학과

Development of USV for Water Pollution Control Support

Chang-Bong Kim¹, Dong-Chul Shin^{2*}

¹GEOSONAR Co., Ltd., ²Department of Mechanical Engineering Geoje University

I. 연구 필요성 및 문제점

수질오염사고 예방·감시 및 사고 발생 시 사고 현장의 수질·수심 측정, 시료 채취, 영상 촬영 등 방제 지원에 활용하기 위한 스마트 방제 지원 수상드론을 개발하였다. 개발된 제품은 공공기관인 한국환경공단에서 사용 중이다. 수상드론/무인수상정(USV, Unmanned Surface Vehicle)은 활용 분야에 따라 다양한 장비(SONAR, 환경센서, 채수 시스템, 카메라)를 탑재하여 수상에 띄워 지형측량 및 탐색, 수질 및 수온 측정이 가능하다.

II. 연구내용과 방법

기존 직접 인력으로 수행하는 한계에서 벗어나 원거리에서 수상드론을 제어하여 수상드론에서 취득되는 모든 자료를 LTE 통신을 통해 실시간 확인이 가능하다. 수상드론 원격운용을 위한 지상제어시스템을 통한 통합운용과 수동 제어 및 제자리 유지(DP), 설정한 목적지 및 경로로 자동항법이 가능하다. 다항목수질측정기, 자동채수장비, 수심측정기, 유류검출기, LiDAR, 실시간영상장비 등 각 장비를 탑재하기 위해 추가화장을 고려한 확장형 마운트 구조로 개발이 완료되었다.

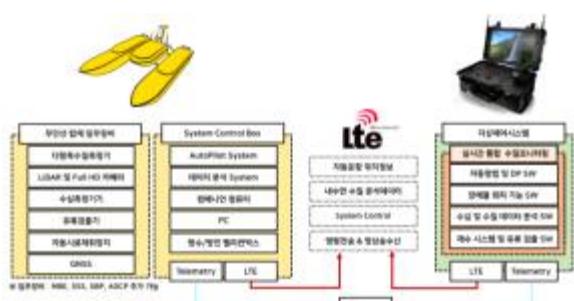


Fig. 1. 수질오염방제 지원용 수상드론 운영 아키텍처

수상드론 선수 부분에 LiDAR를 탑재하여 전방 10m(장애물 식별 0.2m~100m, 제조사 사양) 이상의 부유 장애물 및 이상

객체를 탐지해 자동 충돌방지를 수행하도록 지상제어시스템에 통합운용 소프트웨어를 탑재하였다.

Table 1. 수상드론 사양

항목	특징
Size	1,300 x 1,200 x 1,000mm 이하
Weight	10.2kg(Hull 무게)
Material	CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)
Equipment	싱글빔, 채수, 유류검출기, 수질센서
Battery	리튬이온배터리(48VDC, 60Ah)
Average Speed	2.5m/s

Table 2. 주요 개발 내용

주요 평가항목	최종 개발 목표
최대속도	최대속도 $2.5 \pm 10\% \text{ m/s}$ 이상
추진력	추진력 $13.5 \pm 10\% \text{ kgf/개}$ 이상
자동항법 정확도	정확도 반경 1m 이내
선체 무게	11kg 이하(추진체, 배터리 및 임무장비 제외한 선체 무게)
운행 거리	1km 이상
운행 시간	2시간 이상(운행속도 : 평균 1m/s 이상, 배터리 1회 충전 기준)
임무장비 운용	다항목수질측정기, 오일 검출기, 수심측정기, 자동시료채취장치 통합 운용
Lidar 탑재	장애물 충돌 회피 구현

선체(탄소 파이프 포함) 소재는 탄소섬유(Carbon Fiber)로 선체 전체를 Full Carbon으로 제작하였으며, 선체 내부는 탄소플레이트로 제작하여 경량화(FRP 대비 60%), 고강도(FRP 대비 4배)를 달성하였으며, 공인인증기관을 통한 성능 평가를 완료하였다.



Fig. 2. CFRP 수상드론 제작공정

선체는 쌍동선(Catamaran) 형상(선체의 복원력 및 운행 안정성 고려)으로 제작하였으며, 거치대(이동식 리프트)에 올려 이동이 가능한 형상으로 설계하였다. 위험지역에서 채수를 위한 각 2리터, 총 4리터 용량을 탑재하였으며, 지상제어시스템에서 채수 명령이 가능하다. 채수시스템은 PLC와 고성능 마이크로컴퓨터를 통하여 운영된다.

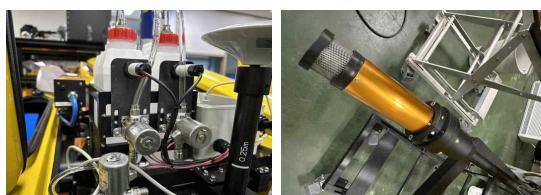


Fig. 3. 자동채수장비



Fig. 4. 개발 완료된 수상드론



Fig. 5. 납품 시연 및 지상제어시스템

수질오염 분석 및 임무장비 소프트웨어는 아래의 특징을 가진다.

- 1) 수상드론 및 방제지원 장비 통합제어시스템 구축
- 2) 수상드론 및 지상제어시스템 간 통신체계 구축으로 실시간 데이터 취득/확인할 수 있도록 시스템 구성
- 3) 수상드론의 원활한 원격운용을 위해 연계된 모든 장비와 프로그램이 상호 간섭 없이 운영될 수 있도록 설정
- 4) 수상드론 원격제어와 임무장비(실시간 수질 측정, 영상 촬영, 수심 측정, 시료 채취, 유류 측정 등) 원격제어 소프트웨어 탑재

- 5) 자동항법 및 DP S/W 개발 및 탑재
- 6) 수상드론 운행 중 충돌 방지 S/W 개발 및 탑재
- 7) 측정 데이터 자동/수동 저장 및 다양한 후처리 S/W를 활용하여 수심 및 수질 정보 처리할 수 있도록 개발
- 8) 다항목수질측정 : 5개 수행 값(수온, pH, DO, EC, 탁도)을 동시에 측정할 수 있도록 설계, LTE를 통한 지상제어시스템에서 실시간으로 확인 및 저장할 수 있도록 설계
- 9) 채수 시스템 : 지상제어시스템으로 자동 채수기능 제어
- 10) 수심 측정 : 자체 개발 S/W로 실시간으로 수심 측정
- 11) 유류 검출기 : 지상제어시스템으로 유류 검출 여부 확인



Fig. 6. 수질오염 방제지원 운영시스템

III. 결론

수질오염사고 예방·감시 및 사고 발생 시 사고 현장의 수질·수심 측정, 시료 채취, 영상 촬영 등 방제 지원에 활용하기 위한 스마트 방제 지원 수상드론을 활용하여, 상시 방제 지원기능을 강화하고 사고 우심 지역의 지류·지천 모니터링에 활용할 수 있다. 또한, 지상제어시스템을 통해 원격 임무를 수행하여 운용 시간 및 인력 최소화를 이루었다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 『거제대학교 3단계 산학연협력 선도전문대학 육성사업(LINC 3.0)』 2차년도 산학공동 기술개발과제로 수행되었다.

REFERENCES

- [1] “지형 탐색 및 측량용 무인수상정(USV)”, 한국해군과학기술 학회 Vol.1 No.1 JULY 2018
- [2] “해저면 탐색 및 측량용 무인수상정의 지상제어시스템 개발”, 한국해군과학기술학회 Vol.2 No.1 MARCH 2019
- [3] “쌍동선 분리형 구조의 지형측량 및 탐색용 무인수상정 개발”, 한국해군과학기술학회 Vol.2 No.2
- [4] “자율운항무인선박”, 제10-0734814호
- [5] “초음파발신기가 부착된 수중 이동체의 위치파악 장치”, 제10-0972024 호

차체 움직임에 강건한 객체추적 시스템

김효근, 노정균, 양기상, 김창원*

국립창원대학교 로봇제어계측공학과

A Robust Object Tracking System to Vehicle Motion

Hyo-Kuen Kim, Jeong-Kyun Noh, Ki-Sang Yang, Chang-won Kim*

Robot, Control and Instrumentation Engineering, Changwon University

I. 서론

최근 컴퓨터 비전 및 영상처리 분야에서 움직이는 객체를 검출하고 추적 및 감시하는 연구는 다양한 응용 분야에서 활용되고 있으며[1], 이동형 촬영 장비에 장착된 카메라로부터 안정된 영상을 확보하기 위해 짐벌 시스템의 안정화 기능과 관련된 연구 또한 활발히 진행되고 있다[2]. 본 논문에서는 이러한 짐벌 시스템과 객체추적 기술의 결합을 통해, 외란에 강건하며, 효율적인 객체추적 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II 장에서는 전체 시스템의 구성을 설명한다. 제 III 장에서는 객체 인식 및 추적 시스템 구조를 설명하며 제 IV 장에서는 짐벌 시스템의 구성 및 외란각도 측정을 위한 관성센서의 Complementary Filter에 대해 설명한다. 제 V 장에서 실험을 통해 구현한 시스템에 대한 성능을 평가하고, 제 VI 장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 구성

Table 1. System Configuration

구분	이름
Micro Processor	NVIDIA Jetson Nano[3]
OS	JetPack 4.3
Micro Controller	ATmega328p
Servo Motor	MG995
Camera	Logitec C270
IMU Sensor	MPU6050
해상도	640x480

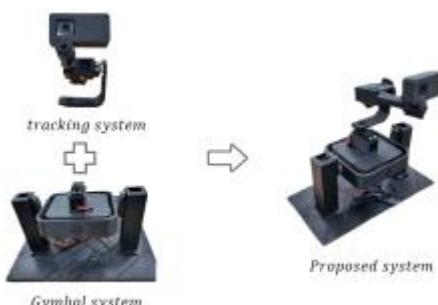


Fig. 1. System Configuration

III. 객체인식 및 추적 시스템

3.1. 객체 인식

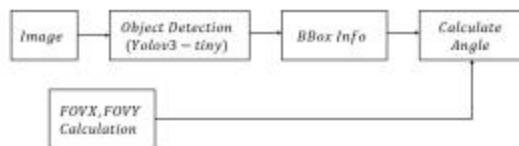


Fig. 2. Object Tracking Processor

이미지 획득 및 처리 과정은 Embedded Device에서 진행되며, 연산량 및 처리속도를 고려하여 객체인식 모델은 Yolov3-tiny를 사용하였으며, 모델학습은 Darknet 프레임워크를 사용하였다[4]. 객체인식과 동시에 검출된 객체에 대하여 바운딩박스(BBox)의 정보를 얻어내고 계산된 FOVX, FOVY값을 이용하여 회전각도를 도출해낸다.

3.2. 회전각도 계산

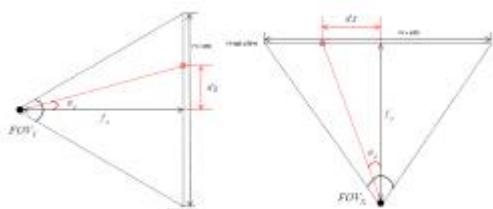


Fig. 2. FOV and Rotation angle alpha

카메라를 회전시켜 검출된 객체의 바운딩박스의 중앙점으로 이동시키기 위해선 바운딩박스의 중앙점과 이미지 평면의 중앙점 두 좌표 간의 거리를 통해 x, y축의 회전각도를 알아야 하며 이를 위해 본 논문에서는 화각(FOV)의 개념을 이용한다. 화각을 이용한 회전각도는 식 (1), (2)와 같다.

$$\alpha_x = \tan^{-1} \left(\frac{dx \tan(FOV_{X}/2)}{W/2} \right) \quad (1)$$

$$\alpha_y = \tan^{-1} \left(\frac{dy \tan(FOV_{Y}/2)}{H/2} \right) \quad (2)$$

FOV의 값은 카메라 내부 매트릭스에 포함된 x, y축의 초점 거리로부터 계산되며, Camera Calibration을 통해 얻어낼 수 있는 정보 및 계산된 결과와 오차율은 다음과 같다. 화각의 정보를 바탕으로 카메라의 회전각도 alpha_x, alpha_y를 계산하여 서보모터의 입력으로 인가한다.

Table 2. Calculated FOV Values and Actual Measurements

구분	계산 값	실측 값	오차율
FOVX	48.67	47.41	3%
FOVY	37.72	35.33	6%

IV. 짐벌 시스템

가속도는 진동과 같은 고주파 영역에서, 자이로는 드리프트 현상으로 인해 저주파 영역에서 신뢰할 수 없는 값을 도출한다[5]. 이러한 현상을 극복하기 위해 본 논문에서 가속도 값은 LPF (Low Pass Filter), 각속도 값은 HPF (High Pass Filter)를 사용하여 장기적으로 안정적이고 단기적으로 정확한 값을 얻는 Complementary Filter를 사용했으며 시스템의 구성을 그림 3과 같고 최종각도는 식(3)을 통해서 계산된다.

$$Angle = \alpha \times (Gyro Angle) + (1 - \alpha) \times (Accel Angle) \quad (3)$$

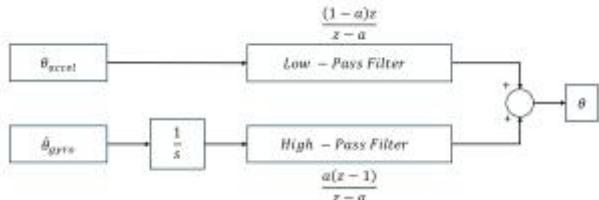


Fig. 3. Complementary Filter

차량 주행에 따른 공통적인 주파수는 5Hz에서 500Hz 사이에서 진동을 한다[6]. 저주파 영역일 때의 대역폭은 50Hz, 고주파 영역의 대역폭은 400Hz로 설정하였고, 대역폭에 따른 가중치 alpha는 식(4)를 통해 계산된다.

$$\alpha = \frac{\Delta t}{\tau + \Delta t} \quad f_c = \frac{1}{2\pi\tau} \quad (4)$$

가중치는 노이즈의 정도에 따라 노이즈가 많을 때 $\alpha = 0.72$, 노이즈가 적을 때 $\alpha = 0.28$ 로 계산하여 필터링을 진행했다. 노이즈가 포함된 각도정보를 필터링하여 노이즈가 제거된 각도정보를 획득하였으며 결과는 아래와 같다.

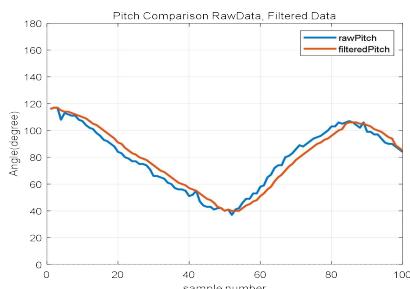


Fig. 4. Raw Angle, Filtered Angle Comparison

V. 시스템 성능 평가

객체인식을 진행하는 동안의 영상의 FPS는 평균 13FPS로 측정 되었다. 또한, Yolov3와 Yolov3-tiny의 사진 1장 프로세싱시간과 객체검출 신뢰도는 다음과 같은 결과를 가진다.

Table. 3 Performance Comparison

Model	Processing Time	Probability
Yolov3	7.29(sec)	96%
Yolov3-tiny	0.32(sec)	88%

Roll 값을 변화시키며 Complementary Filter 적용 전과 후의 짐벌 시스템 수평각도를 측정하였다. Complementary Filter가 적용된 짐벌 시스템에서 입력각도의 노이즈가 제거되어 평균 5도 이내로 수평을 유지하는 것을 확인했다.

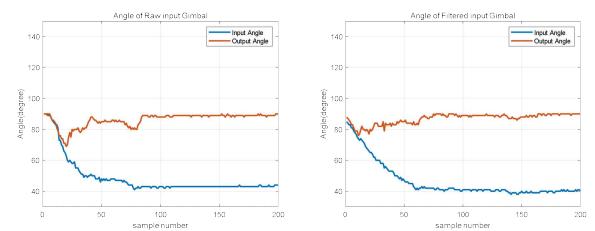


Fig. 5. Gimbal Test (Left : Raw Input, Right : Filtered Input)

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문은 짐벌을 활용하여 차량움직임에 강건한 객체추적 시스템을 구현했다. 강건한 객체추적 시스템은 외란이 많은 환경에서도 신뢰성 있는 객체 인식률을 가질 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] S. Jung, "Intelligent video event surveillance system used by H-PSC & object identification technique", Ph.D. Dissertation, Dongbang Culture University, Seoul, 2010.
- [2] M. K, "A Study of the gimbal system control unsing the Intelligent PID", Ph.D. Dissertation, Pukyong National University, Busan, 2016.
- [3] NVIDIA, Jetson Nano Brings AI Computing to Everyone <https://developer.nvidia.com/blog/jetson-nano-ai-computing/>
- [4] Marko Bjelonic, Darknet_ros, (2021), GitHub repository : https://github.com/leggedrobotics/darknet_ros.
- [5] C Han and H Kim. "Comparison of Drift Errors Before and After Rotation of a GyroSensor." Proceedings of KIIT Conference 2020.10 (2020): 94-95.
- [6] J. Choi, "Vibration Analysis of Military Tracked Vehicle during Driving Test," Han-guk soeum jindong gonghakoe nonmunjip/Han'gug soeum jindong gonghaghoe nonmunjib, vol. 33, no. 1, pp. 16-22, Feb. 2023.

다중 손동작 변환을 위한 상태 전이 기반 5 손가락 근전전동의수 개발

김승기¹, 정성윤¹, 흥범기¹, 박나연¹, 김경호², 박세훈^{1*}

¹근로복지공단 재활공학연구소, ²한국로봇융합연구원

Development of Five Finger type Myoelectric Hand Prostheses for State Transition-Based Multi-Hand Gestures change

Seung-Gi Kim¹, Sung-Yoon Jung¹, Bum-ki Hong¹, Na-Yeon Park¹, Kyoung-Ho Kim², Se-Hoon Park^{1*}

¹Korea Orthopedics and Rehabilitation Engineering Center, Korea Workers' Compensation & Welfare Service

²Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

I. 연구 필요성 및 문제점

2023년 팔, 다리 등 기능에 영구적인 장애가 있는 지체장애인은 약 115만 명으로, 이러한 지체장애인의 신체를 보조하기 위해 과거부터 휠체어, 웨어러블형 근력 보조 장치, 상하지 의지 등 다양한 장애인보조기기가 개발되고 있다[1].

그 중 상지 절단 장애인을 위한 대표적인 보조기기는 미용 목적이 미관형 의수(그림 1의 (a)), 물건을 걸거나 집는 기능을 가진 후크형 의수(그림 1의 (b)), 절단 잔존부 근육의 근전도 신호로 동작을 제어하는 근전전동의수(Myo-electric Hand Prostheses)가 있다[2,3]. 근전전동의수는 3손가락 근전전동의수(그림 1의 (c))를 시작으로 최근에는 잡는 물체의 크기와 형태에 따라 다양한 손동작 변환이 가능한 5손가락 근전전동의수(그림 1의 (d))가 개발되고 있다[4,5]. 이러한 5손가락 근전전동의수를 상지 절단 장애인이 착용하여 다양한 손동작을 선택적으로 사용하기 위해서는 사용자의 생체 신호를 이용한 손동작 변환 제어 방법이 필요하다.

본 논문에서는 인간의 손과 유사한 크기의 5손가락 근전전동의수의 기구적 메커니즘, 제어 시스템과 8가지 손동작을 변환할 수 있는 손동작 변환 알고리즘에 대해 소개한다.

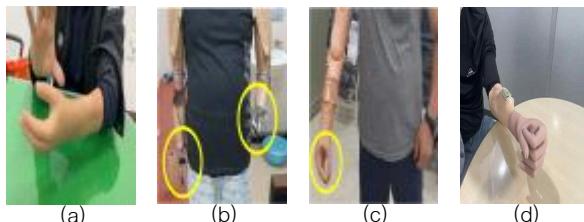


Fig. 1. Prosthetic hands for upper limb amputees.

II. 연구내용과 방법

본 연구에서는 실제 사람 손 크기와 손가락의 구동 메커니즘을 고려하여 그림 2와 같이 5 손가락 근전전동의수를 개발하였다. 설계된 엄지 모듈은 하나의 마디로 구성되어 있으며, 나머지 4 손가락 모듈은 말절골(Distal Phalange), 중절골(Middle Phalange), 그리고 기절골(Proximal Phalange)로 구성되어 있으며, 관절은 중수 손가락 관절(MCP Joint), 중간 근위 관절(PIP Joint)과 말단 근위 관절(DIP Joint) 설계하였다.

사람 손가락의 굽힘과 평동작은 관절 마디에 있는 건의 당김에 의해 구현된다. 따라서 근육의 역할로 모터를 사용하였으며, 건으로는 와이어를 사용하였다. 각 손가락의 독립적으로 구동을 위해 모터는 각 손가락 기절골 내부에 위치하며, 와이어는 웹 휠기어와 중절골에 고정하였다. 개발된 손은 다양한 손동작 구현하기 위해 독립적으로 구동되며, 손의 크기 73.3 x 164.9 x 50.3 mm(W x L x D), 무게는 420g이다.

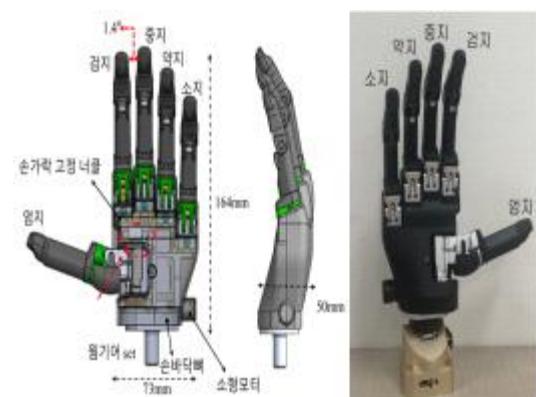


Fig. 2. Mechanism of 5-finger myoelectric prosthesis

변환 알고리즘 소개에 앞서 8가지 손동작에는 사용 빈도가 가장 높은 5 손가락 모두 구동하여 크고 무거운 물체를 잡는 파워 그립 동작에 속하는 원통형 그립(Cylindrica grip), 구형 그립(Spherical grip)을 선정하였다. 그리고 정교한 파지 동작을 위한 정밀 그립에 엄지와 검지를 이용한 2 손가락 손 끝 잡기(Tip Pinch grip), 엄지와 검지, 중지를 이용한 3 손가락 잡기(Tripod Grip), 카드 또는 종이 같은 얇은 물체, 볼펜 등을 잡을 때 사용하는 측면 그립(Lateral grip)과 열쇠 그립(Key grip)을 선정하였다. 가방 손잡이나 무거운 물체를 걸 때 사용하는 갈고리 그립(Hook grip), PC 사용을 위한 마우스 그립(Mouse grip) 같은 특수 그립을 선정하였다.

다음은 8가지 손동작 변환을 위한 상태 전이 기반 손동작 변환 알고리즘에 대해 소개한다. 이 2종류 변환 조건 파라미터(엄지 위치 정보, 신전근 근전도 신호 유지시간)를 손동작 변환을 위한 제어 신호로 사용하여 각각의 손동작 모드를 구성한다. 이러한 입력 조건을 조합한 동작 변환은 그림3과 같이 8가지 동작을 크게 엄지 위치가 정면 또는 측면 상태인 손동작에 따라 Opp와 Lat로 정의하여 엄지 대립 위치(Opp)는 Power Grasping Mode와 Precession Grasping Mode A, 엄지 측면 위치(Lat)는 Specialized Grasping Mode와 Precession Grasping Mode B 손동작 군으로 선정하여 8가지 동작을 4가지 쪽 분류한다. 그리고 각각 분류 된 4가지 손동작을 신전근 짧은 유지시간(SEM) 입력에 따라 변환이 가능하도록 다시 2가지 동작씩(Power Grasping Mode / Precession Grasping A 또는 Specialized Grasping Mode / Precession Grasping B) 구분한다. 이렇게 동일한 엄지 위치와 특정 Grasping Mode에 해당하는 2가지 손동작을 각 세부 Mode(예를 들어 Mode O1, Mode O2)로 정의하여 신전근 근전도 긴 유지시간(PEM) 입력을 통해 세부 Mode를 상호 변환할 수 있는 구조이다.

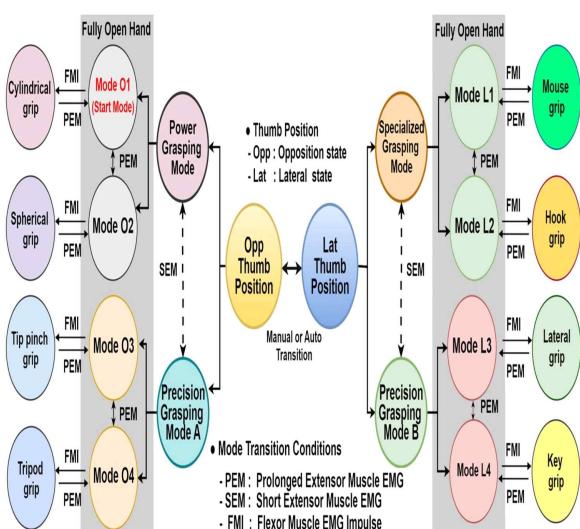


Fig. 3. State transition diagram of 8 hand gesture conversions

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 인체 모방형 5 손가락 근전전동의수 기구 메커니즘과 다양한 손동작 사용을 위한 상태 전이 기반 손동작 변환알고리즘에 대해 소개하였다. 개발한 의수는 모터와 웜, 월휠을 이용한 손가락 모듈의 역전방지 구동 메커니즘 적용을 통해 다섯 손가락이 독립적으로 구동되며, 손의 크기는 73.3 x 164.9 x 50.3 mm(W x L x D), 무게는 420g이다. 이를 바탕으로 대표적인 8가지 손동작(Cylindrica grip, Spherical grip, Tip Pinch grip, Tripod Grip, Lateral grip, Key grip, Hook grip, Mouse grip) 선정, 엄지 위치 정보와 신전근 근전도 입력 유지시간을 변환 조건 파라미터로 사용하여 8가지 손동작 변환 알고리즘 구조를 설명하였다. 향후에는 개발한 5 손가락 근전전동의수의 인간대상연구를 통한 사용성 평가를 통해 알고리즘의 효율성을 검증하는 실험을 수행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부, 식품의약품안전처)의 재원으로 범부처전주기의료기기 연구개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임(과제고유번호 : RS-2023-KD00238176).

REFERENCES

- [1] Ministry of Health and Welfare. 2023. Registration status of persons with disabilities, <http://www.mohw.go.kr/>, [accessed:28-May-2024].
- [2] Smit, G. Plettenburg, D.H. et al., "Efficiency of voluntary closing hand and hook prostheses," Prosthetics and Orthotics International, vol. 34, no. 4, pp. 411-427, 2010.
- [3] S. G. Kim, B. K. Hong, et al., "Development of a hand prosthesis with a heating system to prevent residual limb pain for upper limb amputee," Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technolog, vol. 17, no. 4, pp. 339-349, 2023.
- [4] S. H. Park, B. K. Hong, J. K. Kim, E. P. Hong, and M. S. Mun, "Development of the myoelectric hand with a 2 DOF auto wrist module," Journal of Institute of Control, Robotics and Systems (in Korean), vol. 17, no. 8, pp. 824- 832, 2011.
- [5] S. Y. Jung, S. G. Kim, D. J. Jang, S. K. Kim, S. H. Park, and J. H. Kim, "Development of the Multi-DOF myoelectric hand prosthesis with the intuitive control algorithm," Journal of the Korean Society for Precision Engineering, vol. 37, no. 2, pp. 139-147, 2020.

보행 속도 가변형 전자제어 공압식 대퇴의지 개발

김승기¹, 박진국¹, 김경호², 손동섭², 박세훈^{1*}

¹근로복지공단 재활공학연구소, ²한국로봇융합연구원

Development of an Electronically Controlled Pneumatic Knee Prosthesis with Variable Gait Speed

Seung-Gi Kim¹, Jin-Kook Park¹, Kyoung-Ho Kim², Dong-Sub Son², Se-Hoon Park^{1*}

¹Korea Orthopedics and Rehabilitation Engineering Center, Korea Workers' Compensation & Welfare Service

²Korea Institute of Robotics & Technology Convergence

I. 연구 필요성 및 문제점

인공 무릎관절의지 개발은 오랜 역사와 기술적 진보를 통해 발전해 왔으며, 1990년대부터 하지 절단 장애인의 독립성 확보와 이동성 향상을 위해 마이크로프로세서 기반의 무릎 의지(Microprocessor Knee, MPK)가 개발되었다. 특히 무릎 관절 의지(Knee Prosthesis, KP)는 다양한 보행 제어가 가능하여 걷기, 뛰기, 일어나기 등의 일상적인 활동을 보조하는데 효과적으로 사용되고 있다[1].

무릎 관절 의지에는 유압식 실린더 타입과 공압식 실린더 타입으로 구분되며, 최근 유압 실린더 노즐 개폐를 통한 유체의 흐름을 정밀하게 제어하여 다양한 보행 환경에서 안정적인 보행이 가능한 오토복의 C-leg 4, Genium, 아이림 RHEO-Knee 등이 개발되었다(그림 1 참조). 이러한 유압식 의지는 사용자의 보행에 따라 유압이 자동으로 제어되어 자연스러운 걸음걸이가 가능하다. 하지만, 고가의 비용, 유압 누유로 인한 오작동의 위험, 제한된 내구성으로 인한 정기적인 유지보수 관리, 무거운 무게 등의 단점이 있다[2,3].

그래서 노인이나 근력이 부족한 일부 대퇴절단장애인은 상대적으로 가볍고 저렴하며, 유지보수가 쉬운 공압식 의지를 선호한다. 하지만 기존 공압식 타입은 단일한 노즐 위치 설정으로 보행속도에 따라 가변적인 노즐 제어가 어려워, 보행 응답성이 느린 문제가 있다. 이를 위해 본 논문에서는 보행 속도를 판별하여 즉각적으로 공압 노즐을 제어함으로써 빠른 보행도 가능하며, 보행 편의성과 안정성이 향상된 전자제어 형 공압식 대퇴의지(Electronic Pneumatic Prosthesis, EEP)에 대해 소개한다.



Fig. 1. Representative MPK Products

II. 연구내용과 방법

전자제어형 공압식 대퇴의지의 기구부 구성은 4축 링크의 상부 회전몸체와 하부에는 1개 전동조절 굴곡 노즐과 1개의 수동조절 신전 노즐 및 공압 실린더로 구성되어 있다. 4축 링크는 유각기의 자연스러운 무릎관절 회전을 하면서 입각기의 체중지지를 위한 안전성을 가진 구조이다. 공압 실린더는 4축 링크와 연결되어, 유각기의 굴곡 및 신전에 따라 공압 템핑력을 조절하고, 내부의 피스톤에 삽입된 자석과 실린더 외부에 부착된 Hall IC를 통하여 보행주기 동안 입각기 시간을 센싱하여, 보행속도를 추정하는 구조이다. 전동 굴곡 노즐은 입각기 시간에 따라 소형 DC모터의 회전운동에서 나사식 노즐의 직선운동으로 미세유로의 공기 유량을 조절하는 구조로, 빠른 보행(110 BPM)에서는 공기 흐름을 차단하고, 느린 보행(80 BPM)에서는 공기 흐름을 열어주는 구조로 되어 있다.



Fig. 2. Microprocessor 4-Axis Knee Modeling and Prototype

본 연구에서는 보행속도 기반의 입각기 시간 측정과 그에 따른 노즐 모터 제어를 위한 EPP 제어기 개발에 대한 내용이다. 제어기는 그림3과 같이 실시간 고속 처리를 위해 Cortex-M4 마이크로컨트롤러 기반으로 모터부, 센서부, 통신부로 구성된다. 모터부는 공압 실린더 노즐 제어를 위한 모터 드라이버와 6V 승압부로 구성되고, 센서부는 무릎 굴곡/신전에 따른 입각기 시간 측정용 홀센서와 모터 부하 전류 측정 인터페이스로 구성된다. 그리고 보행모드 설정 및 노즐 위치 세팅용 모바일 앱 연동을 위한 통신부로 구성된다.

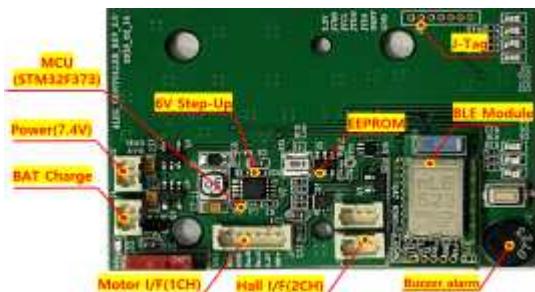


Fig. 3. Electronic Pneumatic Prosthesis Controller

다음은 보행판별 알고리즘에 대해 소개한다. 그림4와 같이 보행판별 알고리즘은 보행속도(입각기 시간)에 따라 4단계로 보행모드(Fast/Semi Fast/Normal/Slow)를 설정하여 보행속도를 측정하여 각 모드에 해당하는 노출 위치 제어를 통해 공압을 조절하여 무릎이 펴지는 시간을 제어하는 방식이다.

먼저 전원 인가 시 모터 호밍(Homing)을 통해 노즐 가동범위 확인 및 위치보정을 수행하다. 보정 완료 후 Normal 모드 상태로 노즐 위치가 인식되면 보행판별을 시작하게 된다. 보행판별은 무릎의 굴곡, 신전에 따른 훌센서의 데이터 변화를 임계치 방식으로 입각기 시간을 측정하고, 보행 신뢰성과 빠른 응답성을 위해 2걸음에 대한 입각기 시간의 평균으로 보행모드를 판별한다. 보행속도가 빠를수록(입각기 시간이 짧을수록) 공압 실린더 노즐을 잠궈서 무릎이 굴곡되었다가 신전되는 시간을 단축시키는 구조이다.

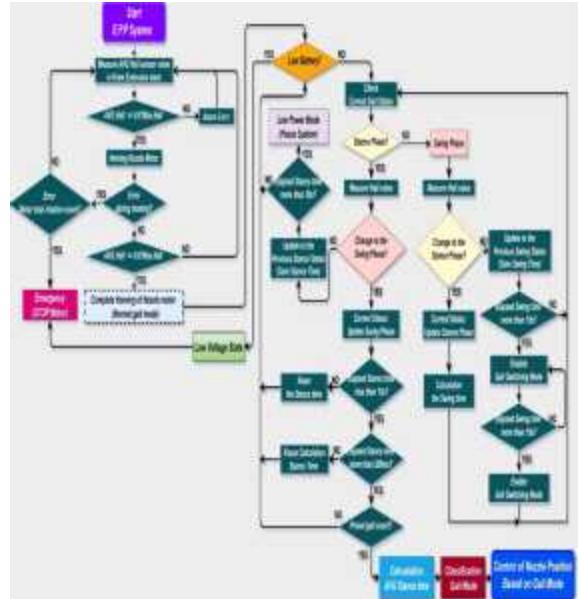


Fig. 4. Electronic Pneumatic Prosthesis Gait Control Algorithm

III. 결론 및 향후 연구

본 논문은 보행속도를 판별하여 즉각적으로 공압 노즐을 제어함으로써 보행 응답성이 향상된 전자제어형 공압식 대퇴의지에 대해 소개하였다. 개발한 대퇴의지 기구부 메커니즘은 4축 링크와 연결된 공압 실린더가 유각기 상태에 따라 공압 댐핑을 조절하고, 내부 피스톤에 삽입된 자석과 실린더 외부에 부착된 홀 센서를 통해 보행속도를 추정할 수 있다. 이로써 나사식 노즐의 직선운동으로 자연스럽고 효율적인 미세유로의 공기 유량을 조절하는 구조에 대해 제안하였다. 이를 바탕으로 보행속도 기반의 입각기 시간 측정과 그에 따른 노즐 모터 제어를 위한 EPP 제어기와 보행속도에 따른 보행모드 판별 알고리즘을 제안하였다. 향후에는 개발한 대퇴의지의 인간대상연구를 통해 빠른보행에서의 효과성과 보행판별 알고리즘의 효율성을 검증하는 실험을 수행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] C. Y. Ko, H. J. Shin, J. C. Ryu, G. S. Kim, "State-of-the-art in Microprocessor Controlled Prostheses for the Lower-limb Amputees," Journal of Korean Society for Prosthetics and Orthotics, vol. 10, pp. 1-8, 2016.
 - [2] Ottobock, C-Leg 4,
<https://www.ottobock.com/ko-kr/ottobock-microprocessor-knees>,
[accessed:01-June-2024].
 - [3] Ossur, RHEO Knee,
<https://www.ossur.com/en-us/prosthetics/products/knees>,
[accessed:01-June-2024].

극성변환이 가능한 하지의지 자석락 시스템 개발

홍범기, 김승기, 박세훈*

근로복지공단 재활공학연구소

Development of a lower limb magnet system capable of polarity conversion

Bum-ki Hong, Seung-Gi Kim¹ and Se-Hoon Park*

Korea Orthopedics and Rehabilitation Engineering Center, Korea Workers' Compensation & Welfare Service

I. 연구 필요성 및 문제점

보건복지부의 2020년 장애인 실태조사에 따르면 국내 지체장애인 약 128만명 중 엉덩이 미만 ~ 발목 이상의 하지 절단장애인 수는 약 43,000명을 차지한다[1]. 이러한 하지절단 장애인은 다리의 결손을 보완해주는 것으로 하지의지(lower limb prosthesis)를 착용하며, 목발과 같은 보조도구 없이 걸을 수 있어 많은 하지 절단 장애인에게 사용되고 있다. 하지의지에서 절단부와 의지를 연결해주는 연결시스템(소켓, 라이너, 셔틀락)은 절단부와 의지 부분을 연결시켜주는 현가장치(suspension)로서 보행 뿐 만 아니라 일상생활 중에 가장 민감하게 느끼는 부분이다[2]. 이 중 셔틀락(shuttle lock)의 경우 그림 1과 같이 몸체, 베튼, 펀으로 구성되며[3] 몸체는 소켓(socket)의 말단부에 위치하며 라이너(liner)에 연결된 펀을 고정하여 환부와 하지의지를 연결하는 장치로써 다른 현가장치에 비해 착용상의 편리함과 유지보수 비용이 저렴하다는 장점이 있다. 그러나 펀으로 고정되는 시스템으로 의지착용 상태에서 보행 시 상하 피스톤 현상이 발생하여 착용감의 저하를 가져오며, 장시간 보행 시 펀 고정 부위의 통증과 피로감의 발생으로 하지의지 착용자의 불편함을 초래한다[4]. 따라서 본 논문에서는 영구자석을 이용하여 환부와 하지의지를 면 접촉으로 연결하여 펀 고정 방식의 단점을 보완하고 대체할 수 있는 자석락(magnetic lock) 시스템에 대해 소개하고자 한다.



Fig. 1. Shuttlelock parts composition

II. 연구내용과 방법

본 연구에서는 다른 극성의 상태에서는 서로 당기는 인력이 발생하고 같은 극성의 상태에서는 서로 밀어내는 척력이 발생하는 원리를 이용한 자석의 극성 변화로 절단부와 하지의지를 탈 부착 할 수 있는 자석락을 개발하였다. 개발 된 자석락은 4개의 네오디뮴 자석, 황동심이 포함된 스틸베이스, 흡착부재로 구성되어 있으며 자석의 극성을 배치하여 자력을 발생하고 배치 구성을 변경하여 자력을 제거하는 특징을 가지고 있다. 그림2의 (a)와 같이 황동심을 기준으로 스틸베이스 좌우에 네오디뮴 자석을 NNSS로 배치 시 자력은 흡착부재를 매개체로 하여 황동심을 넘어 흐르게 되고 결합력이 발생한다. 이는 다른 극성의 자석은 서로 당기는 인력이 발생하나 황동심이 자력이 통과하지 못하게 가운데서 막아주고 있고 황동심 위의 흡착부재는 자석의 서로 당기는 인력의 연결 역할을 하게 되어 자석락과 흡착부재가 자력으로 고정되게 된다. 그림2의 (b)와 같이 황동심을 기준으로 스틸베이스 좌우에 네오디뮴 자석을 NSNS로 배치시 자력은 내부에서 서로 상쇄되어 흡착부재와의 결합력이 발생하지 않는다. 이는 황동심을 기준으로 좌우에 NS로 배치된 자석은 내부에서 서로 당기는 인력이 발생하게 되는데 이때 스틸베이스는 자력이 외부로 나오는 것을 막아주게 되며 흡착부재와의 자력이 발생하지 않는다.

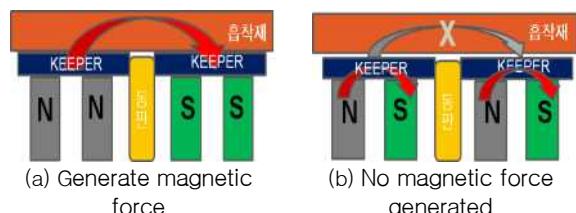


Fig. 2. Polarity conversion mechanism

자석락 메커니즘을 적용한 장치 구성도는 그림3의 (a)와 같이 초기위치로 4개의 네오디뮴 자석을 넣을 수 있는 알루미늄 케이스에 황동심을 기준으로 NNSS로 대칭 배치한다. 이 경우는 자력이 발생하는 배치로 알루미늄 케이스에 레버를 연결하고 케이스가 이탈하지 않게 테두리에 가이드를 배치하여 볼트로 고정하다. 그림3의 (b)와 같이 알루미늄케이스와 연결된 레버를 회전시키면 삽입된 네오디뮴 자석은 위치가 이동되게 되는데 이 때 레버를 90도를 회전시키면 황동심을 기준으로 네오디뮴 자석은 NSNS배치로 극성이 변경되게 되며 자력이 상쇄된다.

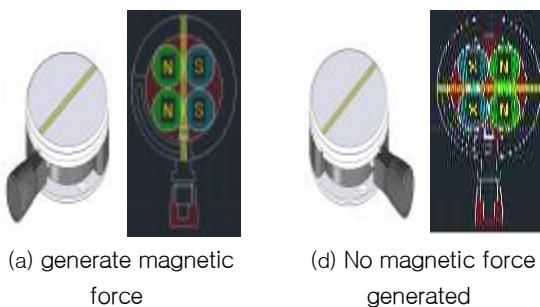


Fig. 3. Polarity conversion magnetic lock device

다음은 자석락 장치를 적용한 하지의지 자석락 시스템에 대해 소개한다. 그림 4와 같이 네오디뮴 자석을 이용한 자석락 장치와 자석락용 소켓라이너로 구성되며 자석락 장치를 이용하여 의지와 소켓 라이너의 흡착과 탈착을 용이하게 하면서 의지와 절단부 다리를 연결한다. 의지와 소켓라이너를 연결하는 구조에 있어서, 의지의 말단에는 자석락 장치가 장착되고, 자석락 장치는 네오디뮴 자석, 황동심이 포함된 스틸베이스, 회전레버 등으로 구성되어 있으며, 소켓라이너의 말단에 위치한 금속재질의 흡착부재는 자석락 장치와 자력에 의해 흡착과 탈착이 가능하게 한다. 또한 절단부 접촉 면적이 서툴락 보다 넓게 형성되어 있어 보행이 매우 안정적이며 통증 발생을 감소시킨다.

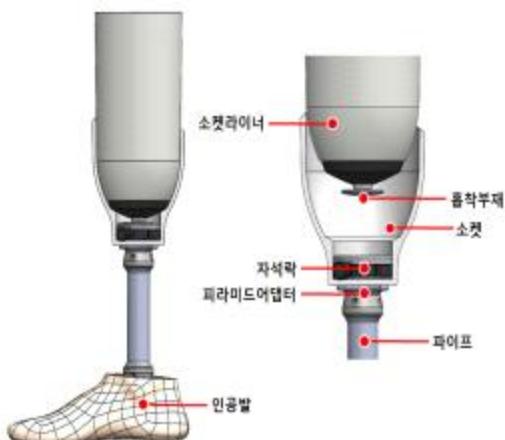


Fig. 4. Magnetic lock system

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 영구자석을 이용하여 환부와 하지의지를 연결하는 자석락 시스템에 대해 소개하였다. 개발한 자석락 시스템은 다른 극성의 상태에서는 서로 당기는 인력이 발생하고 같은 극성의 상태에서는 서로 밀어내는 척력이 발생하는 원리를 이용한 자석의 극성 변화로 절단부와 하지의지를 탈부착 할 수 있는 자석락 메커니즘을 설명하였다. 이를 바탕으로 황동심이 포함된 스틸베이스, 4개의 네오디뮴 자석을 넣을 수 있는 알루미늄 케이스, 90도 회전 레버를 이용하여 극성이 변경되게 하는 자석락 장치를 개발 하였으며, 자석락 장치와 자석락용 소켓라이너로 구성된 하지의지 자석락 시스템을 개발하였다. 향후에는 개발한 자석락 시스템의 인간대상연구를 통한 사용성 평가를 통해 안정성과 작동성능을 검증하는 실험을 수행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Health and Welfare 2020 Survey on Persons with Disabilities, <https://www.mohw.go.kr/> [accessed:29-May-2024].
- [2] J. S. Song, S. M. Lee, and G. C. Cha, "Study on Developments of Prosthetic Socket and Locking Device of New Material" Korean Society for Prosthetics and Orthotics, vol.9, no.1, pp. 36-43, 2015
- [3] Ottobock shuttle lock device, <https://www.ottobock.com/ko-kr/search?q=%E1%A2%3D20> [accessed:29-May-2024].
- [4] C. H. Song, "Fabricating Method Using Custom Liner and Correct Application" Korean Society for Prosthetics and Orthotics, vol.6, no.1, pp. 44-52, 2012.

공주시 배드민턴 생활 스포츠 현황 분석

차선민, 이충호*

한밭대학교 정보통신공학과

An Analysis of Gongju City Badminton Life Sports Status

Sun Min Cha, Choong Ho Lee*

Dept. of Information and Communication, Hanbat National University

I. 서론

현대인의 삶 속에서 생활 스포츠의 종류는 다양하다. 그중 걷기, 보디빌딩, 등산, 수영, 축구/풋살, 놀프, 요가/필라테스, 체조 그 다음에 인기 있는 종목이 배드민턴이다. 배드민턴은 역동적이면서 활동적인 운동으로 전국에 48,441개의 동호회가 조직되어 있으며, 신체적/정신적 건강 유지, 의료비 절감 등 다양한 긍정적 효과를 보인다[1]. 그러나 코로나-19의 영향으로 실내 운동 공간 폐쇄, 동호인 배드민턴 대회의 미개최 등으로 정체기를 겪었지만, 현재 다시 많은 동호인이 배드민턴을 통해 삶의 활력을 되찾고 있다.

선형 연구를 찾아보면 주로 생활체육으로서 배드민턴의 활성화 방안을 연구하였다. 첫째, 건강증진 및 신체적 측면에서 배드민턴은 남녀노소 가리지 않는 다양한 연령대와 유형으로 동호인들 간 상호작용을 통해 스트레스 해소 및 즐거움과 성취감을 가질 수 있는 운동이다. 또한 다양한 신체 운동능력을 요하므로 누구나 건강관리에 적절한 스포츠이다[2]. 둘째, 배드민턴은 동호인들의 정서적 안정과 신체적 건강 증진 측면에서 타 종목의 동호회 활동보다 정신적, 신체적 만족도와 생활 만족도가 높다[3]. 이처럼 배드민턴은 많은 동호인들에게 스트레스 해소와 정신건강에 큰 도움을 주는 배드민턴 동호회의 현황을 알아보고 동호회를 활성화 하기 위한 방안을 알아보고자 한다.

II. 분석 방법

본 연구는 분석을 위하여 2017년부터 2023년까지 공주시에서 주최하는 협회장기, 시장기, 고마나루배, 체육회장기 4개 대회의 대진표를 참조하여 대회 종목별(연령대/성별)로 나눠서 분석하였다. 분석에 사용한 도구는 Orange3와 Goolge Colab 을 사용하여 분석을 하였으며, Pandas, Numpy 라이브러리를 사용하였다.

III. 분석결과

본 연구는 2017년부터 2023년까지 공주시에서 개최되는 관내 배드민턴 동호인 대회를 중심으로 분석하였다.

Table 1. 공주시 대회 연도별 현황

년도	총종목수	참가팀 수
2017	60	587
2018	62	552
2019	66	532
2021	17	124
2022	66	467
2023	94	666

Table 2. 연도별 대회 종목수

년도	대회명	남자복식 종목수(팀수)	여자복식 종목수(팀수)	혼성복식 종목수(팀수)
2017	협회장기	11(124)	7(62)	
	시장기	14(137)	9(64)	
	고마나루배	11(132)	8(68)	
	합계	36	24	
2018	협회장기	12(124)	8(55)	
	시장기	13(130)	9(71)	
	고마나루배	13(116)	7(56)	
	합계	38	24	
2019	협회장기	14(113)	7(52)	
	시장기	14(135)	9(67)	
	고마나루배	13(103)	9(62)	
	합계	41	25	
2021	체육회장기	11(86)	6(38)	
	시장기	14(135)	9(67)	
	고마나루배	11(83)	5(37)	
	체육회장기	13(102)	7(43)	7(54)
2022	합계	38	21	7
	협회장기	11(111)	8(56)	
	시장기	15(126)	9(54)	
	고마나루배	12(109)	7(56)	6(45)
2023	체육회장기	12(96)	8(58)	6(40)
	합계	50	32	12

2017년 이전에는 공주시 배드민턴 대회가 공주시 시장기 대회만 개최되었었다. 2017년부터 공주시 협회장기, 고마나루배를 개최하면서 한 해에 동호인들이 참여할 수 있는 대회가 세 번으로 늘어났다. 2017년에는 총 종목수 60종목(남자복식과 여자복식 연령대별 종목)으로 587팀이 참가하였으며, 2018년에는 62종목 552팀이 참가하였고, 2019년에는 66종목 532

팀이 참가였다. 2020년과 2021년에는 코로나-19로 인해 모든 대회가 취소되고 2021년 12월에 최소한으로 대회가 개최되어, 17종목 124팀이 참가하였다. 2022년에는 66종목 462팀이 참가하였으며 코로나-19의 상황이 아직 종식되지 않아 기존의 2017년부터 2019년도의 팀 수보다 부족하게 개최되었다. 코로나-19로 침체된 배드민턴의 활성화를 위해 기존에 남자 복식(남복)과 여자복식(여복)만 개최되던 대회를 체육회장기 대회 때 시범적으로 혼성복식 종목을 추가하여 개최하여 54 개 팀이 새로운 종목에 도전하는 계기가 되었다.

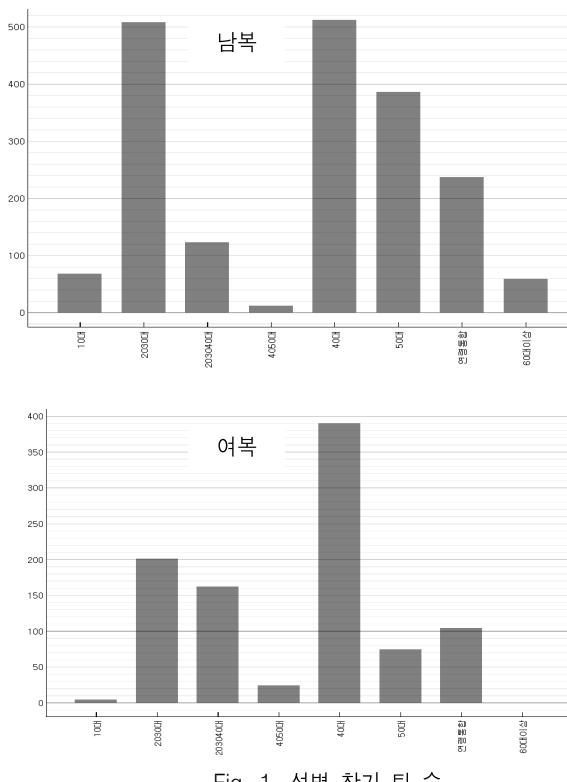


Table 3. 성별/연령대별 참가 팀 수

종목	연령대	팀수
남복	10대	69
	20~30대	509
	30~40대	124
	40~50대	13
	50대	513
	60대 이상	387
	연령 통합	238
여복	10대	5
	20~30대	202
	30~40대	163
	40~50대	391
	50대	25
	60대 이상	75
	연령 통합	105

대회별 남자복식과 여자복식의 팀 수를 비교 분석한 결과 여복이 남자복식보다 팀 수가 많이 적은 것을 볼 수 있다. 2017년부터 2023년까지 남자복식이 1,962팀 참여, 여자복식이 966팀 참여하여 남자복식이 여자복식보다 49%정도 많이 참여하였다. 이는 배드민턴 동호인 중 남자 동호인들이 여자 동호인들보다 월등히 많음을 알 수 있으며, 여성 동호인의 배드민턴 독려가 절실히 필요하다.

IV. 결론

본 연구는 공주시 배드민턴 동호인들의 대회 참여 현황을 보고 분석하였다. 분석 결과 여자 동호인들이 남자 동호인들보다 49% 적은 인원이 대회에 참여하였으며, 연령대별로 본 결과 여성은 10대와 50대 이상 참여율이 저조하며, 60대 이상은 대회에 참가하지 않았다. 이를 해결하기 위한 방법으로 혼성복식의 활성화나 여성이 배드민턴에 접할 수 있는 동호인 모임이 활성화 되어야 할 것이다. 그리고 연령대별로 10대 여학생들의 비율이 극소수로 적은 편이어서 학생들을 위한 ‘신나는 주말체육학교’, 유·청소년 클럽 리그(i-League) 운영을 독려 및 적극적으로 지원해야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] 2021 Sport White Paper, Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2021.
- [2] Eunbi Shim, The Relationship between Leisure Constraints Begotiation and Serious Leisure of Badminton Club Member, Master's thesis, Graduate School of Education, Ewha Womans University , 2017.
- [3] Jong-seon Hwang, Dong-soo Ahn, “The Relationship Between the Participation in Sport for All(expecially in and Mental Health and Life Satisfaction of the Aged,” Korean Journal of Social Sports, pp. 651~658, Vol. 32, No. 1, 2006.

아두이노를 이용한 아쿠아포닉스 설계에 관한 연구

양경용¹, 최홍성¹, 백주희¹, 박호균¹, 강준하¹, 이주연¹, 유성구^{1*}, 임진택¹, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

A Study on the Design of an Aquaponics System Using Arduino

Kyoung-Yong Yang¹, Hong-seong Choi¹, Joo-Hee Baek¹, Ho-Kyun Park¹,
Jun-Ha Kang¹, Ju-Yeon Lee¹, Sung-Goo Yoo^{1*}, Jin-Taek Lim¹, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 서론

지속 가능한 농업 및 수산업 기술의 발전은 세계 인구 증가와 기후 변화에 따른 식량 부족 문제를 해결하기 위한 중요한 과제이다[1]. 아쿠아포닉스는 이러한 문제에 대한 혁신적인 해결책으로 주목받고 있는 시스템으로, 수경재배와 양식업을 결합하여 물고기와 식물을 동시에 기를 수 있는 기술이다. 이 시스템은 물고기 양식에서 발생하는 배설물을 식물이 흡수하여 정화하는 과정에서 식물에게 필요한 영양분을 공급하는 방식으로 작동합니다. 이러한 상호작용은 자원 순환을 극대화하고, 물 사용량을 최소화하며, 화학 비료와 농약사용을 줄이는 데 기여한다[2].

본 연구에서는 아쿠아포닉스 시스템의 개발과 구현에 대해 다룬다. 이를 통해, 시스템의 효율성을 극대화하고, 다양한 환경 조건에서의 적용 가능성을 탐구하며, 실질적인 운영 및 관리 방안을 제시하고자 한다[3].

II. 연구 내용

2.1 아쿠아포닉스 시스템

아쿠아포닉스(Aquaponics)는 수경재배(Hydroponics)와 양식업(Aquaculture)을 결합한 혁신적인 농업 시스템으로, 물고기와 식물을 동시에 재배하는 방식을 의미한다. 이 시스템은 두 가지 구성 요소를 결합하여 각 기능의 상호작용을 통해 자원 효율성을 극대화한다. 어항에 있는 물고기는 먹이를 섭취하고 배설물을 배출한다. 이 배설물은 암모니아 형태로 물에 녹아 있어 어항 내 수질의 오염을 발생시키고 깊은 세척을 요구한다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 자동 물 순환이 가능하고 수경재배가 가능하도록 아쿠아포닉스 시스템을 적용하여 시스템을 구축하였다. 이때 물속 암모니아 질

산화 과정은 생물학적 필터를 통과할 때 발생한다. 이 과정에서 유익한 박테리아가 암모니아를 아질산염으로 전환하고 이어서 아질산염을 질산염으로 변환시킨다. 이러한 질산화 과정은 식물에게 필요한 중요한 영양분을 제공한다. 그리고 질산염을 포함한 물은 펌프를 통해 재배 베드로 이동하며, 식물의 뿌리는 이 물을 흡수하여 생육한다. 이후 식물에 의해 정화된 물은 다시 어항으로 되돌아간다. 이러한 과정은 지속적으로 반복되며, 물과 영양분의 순환을 통해 아쿠아포닉스 시스템의 효율성을 유지한다.

III. 아두이노를 활용한 플랫폼 개발

3.1 아쿠아포닉스 프로그램

소프트웨어 개발 및 프로그래밍의 프로세서와 아두이노 코딩을 보이면 다음과 같다.

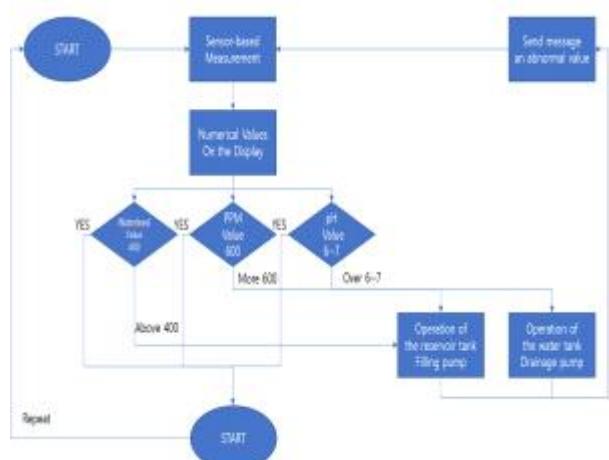


Fig. 1. Aquaponics System Operation Program

3.2 아두이노 플랫폼 설계

아두이노(Arduino)는 오픈 소스 전자 플랫폼으로, 다양한 하드웨어와 소프트웨어를 결합하여 손쉽게 전자 프로젝트를 구현할 수 있도록 설계되었다. 본 연구에서는 아두이노를 기반으로 시스템을 설계하였으며 팀커코드를 활용한 완성된 설계도면을 보이면 Fig.2와 같다.



Fig. 2. Collection Device Design Drawing Complete Model



Fig. 3. Arduino Coding

VII. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 아쿠아포닉스 시스템의 개발로 Wet-Dry 방식을 적용한 여과 시스템이 수질을 효과적으로 정화하고 물고기와 식물의 생장을 도모하는 데 기여함을 확인하였다. 또한, 아두이노 기반의 센서 및 액추에이터 구성으로 자동화된 모니터링 및 제어가 가능하였으며, 이는 시스템 운영의 효율성을 크게 향상시켰다. 향후 연구에서는 장기간 실험을 통해 시스템의 장기적 안정성을 평가하고, 다양한 환경 조건에서의 성능을 검증할 필요가 있다. 또한, 다양한 물고기 종의 실험을 통해 데이터베이스를 구축하고 이를 통해 시스템의 다양성과 안정성을 높일 수 있다. 이 과정에서 서로 다른 종의 물고기와 식물을 함께 재배하여 상호작용을 조사하고, 빅데이터 분석을 통해 최적화가 가능하다. 이러한 연구는 생태학적 다양성을 증가시킬 수 있다. 아쿠아포닉스 시스템은 지속 가능한 농업 및 양식업 환경을 조성하는 데 큰 잠재력을 가지고 있으며, 도시 농업, 식량 생산의 안정성 향상, 자원 효율성 증대 등 다양한 분야에서 실질적으로 적용될 수 있다. 이를 통해 지속 가능한 미래 농업의 중요한 모델로 자리잡을 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 산학공동기술개발과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, and G. M. Burnell, "Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future," Springer, 2019.
- [2] C. Somerville, M. Cohen, E. Pantanella, A. Stankus, and A. Lovatelli, "Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming," FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No.589, FAO, Rome, 2014.
- [3] A. Graber and R. Junge, "Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production," Desalination, Vol.246, No.1, pp. 147-156, 2009.

아두이노를 이용한 화재 감지 시스템 개발

박기건¹, 김민호¹, 김민영¹, 이장훈¹, 차영린¹, 아주연¹, 유성구¹, 임진택¹, 김영주^{2*}

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of Fire Detection System using Arduino

Gi-Gun Park¹, Min-Ho Kim¹, Min-Young Kim¹, Jang-Hoon Lee¹,
Young-Rin Cha¹, Ju-Yeon Lee¹, Sung-goo Yoo¹, Jin-Taek Lim¹, Young-Joo Kim^{2*}

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 서론

화재는 전 세계적으로 주요 재난 중 하나로, 매년 많은 인명 피해와 재산 피해를 초래하고 있다. 산업시설, 주거지, 공공장소 등 다양한 환경에서 발생할 수 있으며, 이는 개인적, 사회적, 경제적으로 큰 영향을 미치고 있다. 화재 예방과 신속한 대응이 매우 중요하며, 기존의 화재 경보 시스템은 실시간 정보 제공 기능이 제한적이다. 따라서 아두이노와 블루투스 모듈을 활용한 실시간 화재 경보 시스템이 필요하며, 이를 통해 화재 발생 시 빠르고 정확한 정보를 제공하여 인명과 재산 피해를 최소화하고자 한다. 연구의 목적은 기존 화재 감지 시스템의 한계를 보완하고 효과적인 실시간 화재 경보 시스템을 구축하는 것이다. 이를 통해 사용자에게 실시간 정보를 제공하고, 화재 초기 대응 조치를 가능하게 하여 화재 예방과 대응의 효율성을 높이고자 한다[1,2].

IoT 기술 중 하나인 블루투스 통신은 가까운 거리에서 데이터 전송에 사용되는 무선 기술 중 하나로, 2.4GHz 주파수 대역에서 작동한다. 아두이노의 블루투스 모듈은 무선 통신을 가능하게 하며, 기존의 화재 감지기는 차동식과 광전식으로 나뉘어 열과 연기를 감지한다. 기존의 시스템은 실시간 알림 기능이 부족하며 이를 개선하기 위해 아두이노와 블루투스 모듈을 활용한 실시간 화재 감지 시스템이 필요합니다. 이 시스템은 화재 발생 시 즉각적으로 정보를 전달하고 초기 진압도 가능하며, 다양한 환경에서 더 효과적인 화재 대응을 가능케 한다[3].

II. 시스템 설계

본 시스템에서는 아두이노의 가스감지 센서와 불꽃감지 센서를 1개씩 다중센서로 활용하여 센서의 화재감지 오차범위

를 최소화하였고 녹색 LED와 적색 LED를 사용하여 평시에는 녹색 LED가 점등하며 화재 발생 시 적색 LED가 점등하도록 구성하였다. 또한 화재 발생 시 소리를 통한 정보전달을 위한 부저와 건물의 물탱크에서 물을 낙수로 활용하기 위해 그 사이에 솔레노이드 벨브를 통해 초기 화재진압을 하기 위해 구성하였다.

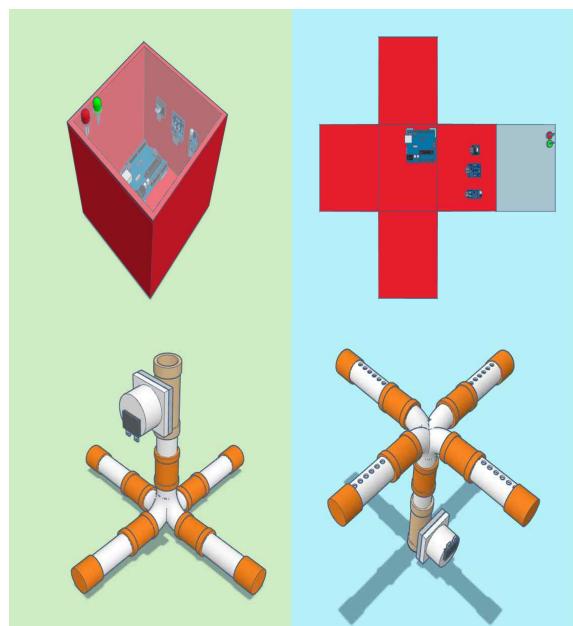


Fig. 1. Fire Dentenction System Design Drawing

Fig. 1은 화재 감지와 자동 소화가 가능하다. 화재 감지기 가 화재를 감지하면 LED 표시가 변경되고, 이 정보는 아두이노 보드를 통해 소화용 솔레노이드 벨브에 신호를 전달하게 된다. 이 시스템은 건물 내의 물탱크에서 물을 낙수로 사용하여 초기 화재 진압이 가능하다. 또한, 블루투스 모듈을 통해 사용자에게 화재 감지 센서 값과 경보를 전달하여 화재

발생 상황을 알리고, 사용자는 이를 통해 화재에 대한 빠른 판단과 대처가 가능하다.

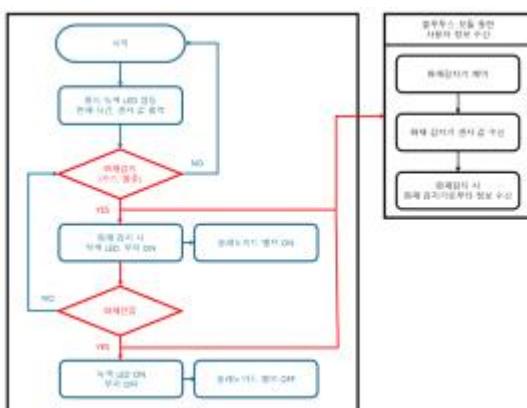


Fig. 2. Fire Dentenction System operation program

임무 장치의 아두이노 코딩데이터는 다음과 같다.

```

1 #include <SoftwareSerial.h>
2
3 #define flameSensorPin = A2;
4 #define gasSensorPin = A0;
5 #define buzzerPin = 3;
6 #define redLedPin = 4;
7 #define solenoidValvePin = 5;
8 #define blueLedPin = 6;
9 #define blueRearPin = 7;
10 #define groundPin = 8;
11
12 SoftwareSerial Bluetooth(blueRearPin, blueLedPin);
13
14 void setup() {
15   pinMode(flameSensorPin, INPUT);
16   pinMode(gasSensorPin, INPUT);
17   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
18   pinMode(redLedPin, OUTPUT);
19   pinMode(solenoidValvePin, OUTPUT);
20   pinMode(blueRearPin, OUTPUT);
21 }
22 Serial.begin(9600);
23 Bluetooth.begin(9600);
24
25 digitalWrite(buzzerPin, LOW);
26 digitalWrite(redLedPin, LOW);
27 digitalWrite(solenoidValvePin, HIGH);
28 digitalWrite(greenPin, HIGH); // 초기 상태로 LED 켜짐
  
```

Fig. 3. Fire Dentenction System Arduino coding

아래 그림은 건물 내부를 구현하여 제품을 설치한 모습으로 실제 제품을 구현한 완성도를 나타낸 것이다.

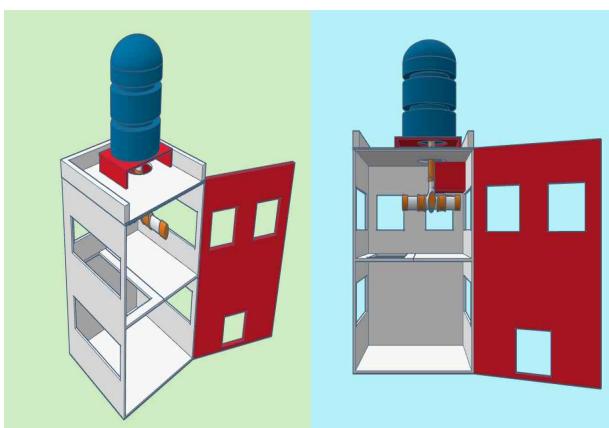


Fig. 4. Fire Dentenction System degree of completion

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 아두이노와 블루투스 모듈을 활용하여 신속한 실시간 정보 수집과 무선 정보 전송이 가능한 장치를 개발하였습니다. 일정 농도의 가연성 가스와 열을 감지하면 LED와 부저가 동작하도록 아두이노를 활용하고, 대기오염이 기준치 이상일 때 적색 LED 점등 및 알람이 동작하도록 프로그램을 구성했습니다. 향후 연구에서는 와이파이 모듈과 같은 더 신뢰할 수 있는 기술을 도입하여 원격으로 화재 감지기를 모니터링하고 제어하는 기능을 추가하며, 인공지능 기술을 활용하여 화재를 조기 감지하고 화재 이후의 원인 분석 및 발생 패턴을 분석하여 더 빠르게 대응할 수 있는 시스템을 구축할 계획입니다.

ACKNOWLEDGMENTS

- * 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 위한 연구임.
- * 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 산학공동기술개발과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] J. H. Lim and H. J. Kim, "Pohang City FireVulnerable Area Prediction and Fire DamageRating Measurement by Administrative District"
- [2] S. H. Park, Y. W. Kim, S. L . Oh and H. B. Park, "Design and Implementation of the Automatic Fire Extinguishing System Based on the Ignition Point Tracking using the Flame Detecter", Journal of the Korea Embedded Engineering society, Vol.8 No.3 2013.
- [3] D. H. Hwang, K. M. Yang and K. S. Kang, "Differential temperature fire detector analysis of comparative study based on sensor installation", Journal of the Korea Saf. Manag. sci. Vol.16 No.4, 2014.

압전소자를 활용한 친환경 횡단보도 개발

김승수¹, 주재원¹, 김남혁¹, 김승환¹, 손성규¹, 이주연¹, 유성구¹, 임진택^{1*}, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of an Eco-Friendly Pedestrian Crossing Utilizing Piezoelectric Devices

Seung-Su Kim¹, Jae-Won Ju¹, Nam-Hyeok Kim¹, Seung-Hwan Kim¹, Seong-Gyu Son¹,

Ju-Yeon Lee¹, Sung-Goo Yoo¹, Jin-Taek Lim^{1*}, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

최근 전 세계적으로 AI의 발전에 따라 전력 사용량이 대폭 증가와 국가 기관과의 협의체 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)의 2018년 10월 기후변화에 대비하여 지구 평균 기온인 1.5°C를 낮추기 위한 탄소 중립을 선언했다. 하지만 탄소 중립은 기업 간 전기 사용량이 2배 이상 늘어날 것을 감안해야 하며, 대한상공회의소가 국내 제조기업 300곳을 대상으로 진행한 '기업의 탄소중립 대응 및 전력수요' 조사 결과, 2050년까지 기업별 탄소중립 이행 기간 중 전력 사용량은 연평균 5.9% 증가할 것으로 예상했다. 이는 최근 5년 간 연평균 증가율 2.2%를 2배 뛰어넘는 것이다. 화석연료에 의존하던 공장이나 난방설비를 전기로 바꾸게 되면 그만큼 전력 사용량이 늘어날 수밖에 없다는 것이다.[1]

최근 횡단보도의 시간대별 사고가 많이 발생하고 있다. 사고 발생률은 18시 20시에 가장 높게 나타나고 있다. 이러한 통계 결과는 조명 부족과 어두운 구간으로 인한 시야 확보의 어려움이 사고의 주요 원인임을 보여준다. 또한, 매해 정지선을 지키지 않아 발생하는 사고가 끊임없이 발생하고 있으며, 이는 즉각적인 사고를 초래하는 심각한 문제이다. 이를 해결하기 위해 본 연구는 정지선을 LED로 밝히고, 이를 통해 시야 확보와 정지선의 유무를 명확히 하여 사고율을 줄이는 것을 목표로 한다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하고 횡단보도 구현을 위해 진행되었다[2,3].

II. 연구내용

2.1 연구의 구성

본 연구에서는 압전소자를 이용하여 버려지는 압력을 전기

에너지를 생산하고 BMS(Battery Management System)를 통한 과충전과 방전을 방지해 사고를 예방한다. 또한 압력센서를 이용하여 야간에 횡단보도를 횡단할 때 사람이 지나가는 위치에 LED가 점등되어 이동확인이 가능하다. 교통사고를 예방하고 정지선 LED를 통하여 야간 또는 안개 등 사고율이 높은 환경에서 횡단보도의 정지선을 확인할 수 있도록 제작하였다.

2.2 시스템 설계

본 아이디어는 야간 안개 등 시야 확보가 어려운 상황에서 정지선과 횡단보도를 확인하기 위해 시스템을 설계하였다. 또한 아두이노를 이용하여 일몰 일출 시간을 입력하고 그 시간에 맞게 작동하도록 프로그래밍하였다. 횡단보도에 사람이 있다는 것을 확인할 수 있도록 횡단보도에 압전 센서를 설치하고 사람이 횡단할 때 횡단보도의 바닥 그림이 LED가 작동하도록 설계하였다.

Table 1. Composition of piezoelectric elements and pressure sensors

Configuration	Part	Parts Model
Mission Equipment	Hardware	• Arduino
		• Piezoelectric element
	Sensor	• A pressure sensor
		• BMS

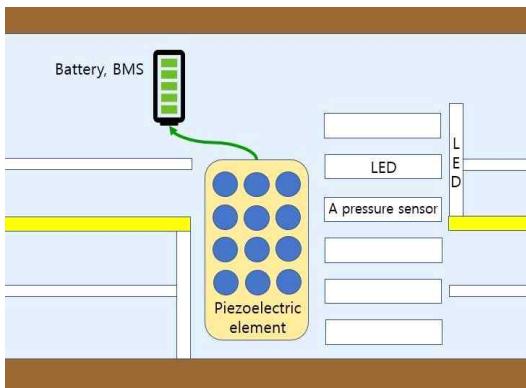


Fig. 1. Collection Device Design Drawing



Fig. 2. Environmentally Friendly Power Generation Crosswalk device operation program

입무장치의 아두이노 코딩 데이터는 다음과 같다.

```

const int batteryPin = A0; // 배터리 전압 측정 핀
const int ledPin = 8; // 충전 및 표시용 LEDPin
const float maxBatteryVoltage = 4.0; // 배터리 최대 전압 (임계 미만 배터리 고장)
const float minBatteryVoltage = 3.0; // 배터리 최소 전압 (过高 미만 배터리 고장)

void setup() {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    int sensorValue = analogRead(batteryPin);
    float batteryVoltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * 3.3; // 전압 분위기 회로
    // 배터리 전압을 통해 충전을 조절
    float batteryLevel = map(batteryVoltage, minBatteryVoltage, maxBatteryVoltage, 0, 100);
    // 충전일 때 0% LED 부터 조명
    analogWrite(ledPin, batteryLevel * 2.0); // batteryLevel 0~255를 바탕으로 LED 조명
    // 충전일 때 충전 (0~100%)
    Serial.print("Battery Voltage: ");
    Serial.print(batteryVoltage);
    Serial.print(" V, Battery Level: ");
    Serial.print(batteryLevel);
    Serial.println "%";
    delay(1000); // 1초 대기
}
  
```

Fig. 3. Arduino coding

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 압전 소자를 활용하여 버려지는 에너지를 전기로 변환하는 아이디어를 제안하였습니다. 이를 통해 일몰 시간과 일출시간을 아두이노에 입력하여 충전과 방전을 관리하는 시스템을 구축하였습니다. 또한, Battery Management System (BMS)을 활용하여 과충전과 과방전으로 인한 안전사고를 방지하고 생산 및 저장된 전기에너지는 야간 시 도심내 교통사고 예방을 위해 횡단보도 및 정지선에 LED를 설치하여 시야를 확보하고 교통사고 발생률을 낮출 것입니다. 향후에는 발전 시스템을 더 연구하고 보급하여 버려지는 에너지를 재생하고 교통사고 발생률을 줄이는 데 기여할 것입니다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 에코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 기업연계 캡스톤디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] J. E. Lee, "Double electricity use by 2050. 'The government's consistent power policy is desperately needed.'", 2023.
- [2] Y. C. Kim and S. M. Park, "A Study on Improving Pedestrian Crossing Safety Using LED Lighting", Journal of Korean Society of Transportation, vol.41, no.2, pp. 123-136, 2019.
- [3] Y. H. Choi and J. M. Lee, "A Study on the Correlation between Compliance with Pedestrian Crossing Stop Lines and Traffic Accidents," Journal of Korean Society of Transportation, vol.28, no.3, pp. 101-115, 2020.

소화전 불법주정차 경보 및 촬영장치 개발

박지성¹, 한주훈¹, 송현승¹, 김효찬¹, 정진우¹, 김성현¹, 이주연¹, 유성구^{1*}, 임진택¹, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of Illegal Parking Detection and Surveillance System for Fire Hydrants

Ji-Seong Park¹, Ju-Hun Han¹, Hyeon-Seung Song¹, Hyo-Chan Kim¹, Jin-Woo Jeong¹, Seong-Hyeon Kim¹, Ju-Yeon Lee¹, Sung-Goo Yoo^{1*}, Jin-Taek Lim¹, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

2017년 12월 21일 충북제천의 한 스포츠 센터에서 발생한 화재로 29명이 숨지고 29명이 다치는 대형 참사가 발생한 가운데 화재가 커진 원인으로 주차된 차량으로 인한 소방차 진입이 차단되었기 때문이다. 최초 신고가 접수된 오후 3시 53분 이후 소방차는 6~7분 만에 현장에 도착했다. 하지만 발화 지점인 1층으로 진입하는 도로에 주차된 차량들 때문에 소방차는 바로 사건 현장에 진입하지 못했다[1].

현재 도로교통법 제 32조 6호에 의거하여 소방용수 시설 또는 비상소화 장치가 설치된 곳 5m 이내에는 주정차를 금지한다. 소화전 주변의 주정차를 방지하며 긴급 상황에서 소방차와 소방관이 신속하게 소화전에 접근할 수 있다. 이는 화재 진압 시간을 단축시키고, 화재로 인한 피해를 최소화하는데 기여한다. 많은 국가와 지역에서는 소화전 주변 일정 거리 내 주정차를 금지하고 있다. 이러한 규정을 효과적으로 준수하도록 도와주는 아이템은 범죄 준수를 돋고, 이에 따른 벌금이나 범죄 문제를 예방할 수 있다[2]. 또한, 소화전 주변의 주정차 문제를 해결함으로써 공공의 안전을 보장할 수 있다. 이는 주민들이 보다 안전한 환경에서 생활할 수 있도록 하며, 지역 사회의 안전 수준을 높인다.

최근 소화전 주변의 주정차 금지법에도 불구하고 소화전 주변의 주정차를 시도하고 지속적인 소방차 진입 방해로 인하여 새로운 방법이 필요하다. 본 연구에서는 실시간으로 소화전 불법 주정차 알림 및 촬영장치의 개발로 즉각적인 불법 주정차 방지가 가능한 연구 및 관련 장비가 필요하다[3].

II. 연구내용

2.1 연구의 구성

본 연구에서는 도로교통법에 고려하여 소화전 주변 5미터이

내에서는 주정차를 할 수 없으므로 카메라 및 동작 감지센서를 설치하여 실시간 주정차 단속이 가능하도록 구성하였다. 불법 주정차의 데이터는 자자체의 주차위반 단속 부서로 전송되고, 일정 시간 불법 주정차 시 센서로 감지하여 스피커를 통해 인지가 가능하도록 경보기를 구성하였다.

2.2 시스템 설계

불법 주정차 상태와 언급한 센서를 결합하여 작동하기 위해서는 완제품인 제품으로는 기술적으로 임무수행이 불가능하므로 이를 보완하여 경보장치를 구성하였다. 동작 순서도를 보이면 다음과 같다.

Table 1. components of the alarm system

Configuration	Part	Parts Model
Pomex	Road	• a road sticker
	sidewalk	• Pomex
	Car	• a model of a car
	hydrant	• a fire hydrant model
Mission Equipment	Hardware	• Arduino
	Sensor	• an ultrasonic sensor
		• Piezo speaker buzzer
		• CMOS camera module



Fig. 1. Parking and stop alarm program

임무장치의 아두이노 코딩 데이터는 다음과 같다.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_OV7670.h>

// HC-SR04 초음파 센서 핀 설정
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

// ISD1820 녹음 모듈 핀 설정
const int playPin = 7;
const int recPin = 8;

// 초음파 센서 거리 임계값
const long distanceThreshold = 30; // 30 cm

// 카메라 객체 생성
Adafruit_OV7670 camera(&Wire);

void setup() {
    // 초음파 센서 핀 모드 설정
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);

    // 녹음 모듈 핀 모드 설정
    pinMode(playPin, OUTPUT);
    pinMode(recPin, OUTPUT);

    // 시리얼 통신 시작
    Serial.begin(9600);

    // 카메라 초기화
    if (!camera.begin()) {
        Serial.println("Failed to initialize camera");
        while (1);
    }

    // 카메라 설정
    camera.setResolution(OV7670_SIZE_QVGA);
    camera.setPixelFormat(OV7670_COLOR_YUV);
}

void loop() {
    // 초음파 센서로 거리 측정
    long duration, distance;
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
```

Fig. 2. Arduino coding

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 아두이노를 활용하여 불법 주정차를 감지할 수 있는 임무 장치를 개발하였습니다. 아두이노를 기반으로 피에조 스피커, 초음파 센서, 카메라 센서를 적용하였습니다. 주정차 차량을 감지하기 위해 초음파 센서를 활용하였으며, 주정차 시간이 15초 이상 지속될 시 피에조 스피커에서 경보음을 울리고, 20초가 되면 사진 촬영을 하도록 프로그램을 구성하였습니다. 또한, 데이터를 저장하고 송수신할 수 있도록 관련 부품을 개발하였습니다. 본 연구는 공공 안전을 향상시키고 소방 활동의 효율성을 높이는 데 기여할 것입니다. 향후 계획으로는 시스

템의 완성도를 높이고, 실제 도시 환경에서의 적용 가능성을 검증하여 널리 보급하는 것을 목표로 하고 있습니다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 기업연계 캡스톤디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] J. Y. Han, "Why Was the Jecheon Sports Center Fire So Severe. Three Reasons," Money Today, Dec. 22, 2017.
- [2] National Law Information Center, "Road Traffic Act, Article 32, Item 6," [Online]. Available: <https://www.law.go.kr/LSW//lsEfInfoP.do?lsiSeq=255397#>
- [3] X. Xie, C. Wang, S. Chen, G. Shi, and Z. Zhao, "Real-Time Illegal Parking Detection System Based on Deep Learning," arXiv, 2017.

자동 기동 미세먼지 공기청정기 개발

오서진¹, 강태윤¹, 김태연¹, 양주은¹, 김학성¹, 이지환¹, 이주연¹, 유성구¹, 임진택¹, 김영주^{2*}

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of an Automatic Startup Air Purifier for Fine Dust

Seo-Jin O¹, Tae-Yun Gang¹, Tae-Yeon Gim¹, Hag-Seong Gim¹, Ji-Hwan Lee¹,
Ju-Yeon Lee¹, Sung-Goo Yoo¹, Jin-Taek Lim¹, Young-Joo Kim^{2*}

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

미세먼지는 지름이 10マイ크로미터 이하의 작은 입자로 구성되어 있으며, 이는 인간 머리카락의 지름의 약 1/5에 해당한다. 이런 미세먼지는 대기 중에 떠다니며 인간의 폐와 호흡계에 쉽게 침투할 수 있다. 장기간에 걸쳐 미세먼지에 노출되면 폐 질환, 심장 질환, 아토피 및 알레르기 반응과 같은 다양한 건강 문제를 유발할 수 있다. 특히 어린이, 노인 및 호흡기 또는 심혈관 질환이 있는 사람들에게는 더욱 위험할 수 있다. 이러한 문제에 대응하기 위해 다양한 국가에서는 미세먼지 발생을 감소시키기 위한 법규를 시행하고 있으며, 공기청정 기술의 개발과 보급이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 다양한 노력에도 불구하고 미세먼지는 아직도 사람들에게 당면한 큰 문제이다. 이에 따라 실내에서 효율적이고 지속 가능한 공기청정 솔루션 적용이 필수적이며, 이는 개인의 건강을 보호하고 삶의 질을 향상시키는 데 중요한 역할을하게 된다[1].

기존의 공기청정기 기술은 사용자가 수동으로 장치를 켜고 미세먼지의 수준을 확인하여 운영해야 했다. 이로 인해, 사용자가 직접 장치를 관리해야 하는 번거로움과 함께, 실시간으로 변화하는 공기의 질에 적절히 대응하는 데 한계가 있었다. 미세먼지 수준이 높아도 사용자가 즉시 인지하지 못하면, 공기청정기가 제때 작동하지 않아 실내 공기질이 빠르게 악화될 수 있다. 이는 특히 공기질에 민감한 사람들에게 건강 상의 위험을 증가시키는 요인이 된다[2].

기존의 공기청정기는 그 역할을 일정 부분 수행하고 있지만, 수동적인 기능과 제한된 반응성으로 인해 사용자가 지속적으로 상황을 모니터링하고 개입해야 하는 불편함이 있다.

II. 연구내용

2.1 연구의 구성

우리가 개발한 공기청정기는 이러한 문제를 근본적으로 해결하고자 한다. 미세먼지와 같은 유해 입자의 수준을 실시간으로 감지하고, 설정된 기준치를 초과하는 순간 자동으로 기기가 작동하도록 설계되어 있다. 이는 사용자가 매번 기기를 조작할 필요 없이 최적의 실내 공기질을 유지할 수 있게 해준다. 또한, 공기질이 나빠지는 것을 미리 감지하고 창문을 닫거나 가스레인지를 고는 등 적극적으로 대응함으로써, 알레르기, 천식 및 기타 호흡기 질환을 가진 이들에게 특히 중요한 안전망을 제공한다[3].

이 공기청정기는 사용자가 직접 확인하지 않아도 될 만큼 간편한 알림 시스템을 통해, 위험한 미세먼지 수준에 도달했을 때 소리로 경고를 준다. 이 오디오 경고 기능은 사용자가 바쁜 일상 중에도 공기질을 신경 쓸 수 있게 도와주며, 특히 시각장애인, 거동이 불편한 환자, 노인, 영유아 등 기기동작이 어려운 대상자에게는 유용한 기능이다.

2.2 시스템 설계

아두이노 보드를 이용해 미세먼지 측정기가 미세먼지를 측정하여 일정 수준 이상의 농도가 관찰되면 소리가 나오고 LED에 빛이 들어온다. 거기서 미세먼지 농도가 더 높어지면 공기청정기가 자동으로 작동되도록 설계하였다. 기존의 공기 청정기에 부가적인 기능들을 추가하였으며 이를 구현하기 위해 다음의 부품과 설계제작 과정을 수행하였다.

Table 1. Airfurrifier for Fine Dust Components

Component	Part	Parts Model
Electronic Components	Board	• Arduino Mega 2560 R3
	sensor	• Arduino Air Quality Sensor PMS5003ST
	Module	• Arduino LCD 16x2 4-pin • Arduino Recording Module
Structural Components	Wooden plywood	• Thin Plywood Wooden Board
	Miniature	• Miniature Furniture Kitchen Accessories Set Home
	Timber wood	• Timber Cutting 01_Pine Laminated Wood_24T
	Sandpaper	• Sandpaper 14 Types
	Paint	• Paint Indoor Wall Paint 1L

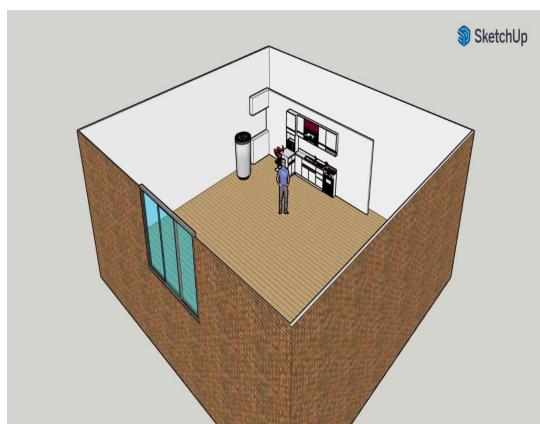


Fig. 1. Design Drwing

```

1 #include <Wire.h> //LCD 라이브러리
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //I2C LCD 라이브러리
3 #include <DHT.h> //온습도센서 라이브러리
4 #include <Emotion.h> //특수 문자 라이브러리
5 #define DHTPIN 4 //온습도센서 핀 번호
6 #define DHTTYPE DHT11 //온습도센서 센서 타입
7
8 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //LCD 초기화 (LCD 주소값, x축, y축)
9 DHT dht(4, DHT11); //온습도센서 초기화(온습도센서 핀 번호, 센서 타입)
10
11
12 //Dust라는 변수 선언과 미세먼지 값, 습도 값, 온도 값 문자열을 담기위한 배열 선언
13 int Dust = 0; //미세먼지 값
14 char str1[10]; //습도 값
15 char str2[10]; //온도 값
16 char str3[10];
17
18 //각 핀과 연결된 핀 번호를 지정할 변수 선언
19 int Vo = A0;
20 int V_LED = 2;
21 int FAN = 3;
22 int R_LED = 5;
23 int Y_LED = 6;
24 int G_LED = 7;
25
26 //미세먼지값 측정을 위한 데이터값 변수 선언
27 float Vo_value = 0;
28 float Voltage = 0;

```

Fig. 2. Arduino coding

임무장치의 아두이노 코딩데이터는 다음과 같다.

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서 개발한 자동 기동 미세먼지 공기청정기는 실시간으로 실내 공기 질을 모니터링하고, 미세먼지 수준이 설정된 임계 값을 초과할 때 자동으로 기기를 작동시키는 기능을 통해 효과적으로 실내 공기를 정화하는 것을 확인하였습니다. 이 제품은 특히 알레르기나 호흡기 질환이 있는 개인과 같이 실내 공기질에 민감한 환경에서 거주하는 사람들에게 큰 이점을 제공합니다. 또한, 사용자가 직접 기기를 조작하지 않아도 되는 편의성과 오디오 알림 기능을 통한 즉각적인 피드백 제공은 이 기기의 독특한 장점으로 사용합니다. 향후 연구에서는 와이파이 모듈을 도입하여 더 넓은 범위에서의 무선 연결을 가능하게 하고, 인공지능 기술을 활용하여 공기 질 변화 패턴을 분석하고 예측함으로써 더욱 효율적인 공기 청정 시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있습니다. 이러한 시스템은 보다 정밀하고 신뢰성 있는 공기질 관리와 더 나은 사용자 경험을 제공할 것으로 기대됩니다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 에코업(주관:고려 대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 전문대학 혁신지원사업 2유형 캡스톤디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] C. A. Pope, R. T. Burnett, M. J. Thun, E. E. Calle, D. Krewski, K. Ito, and G. D. Thurston, "Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect," Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 56, No. 6, pp. 709-742, 2006.
- [2] L. Morawska, P. Thai, X. Liu, B. Asumadu-Sakyi, F. Ayoko, A. Bartonova, E. Bedini, I. Chai, M. Christensen, and C. Dunbabin, "Applications of low-cost sensing technologies for air quality monitoring and exposure assessment: How far have they gone?," Environment International, Vol. 116, pp. 286-299, 2018.
- [3] A. K. Das, S. Chatterjee, and P. Bhattacharya, "Design and Implementation of a Real-Time Air Quality Monitoring and Control System," IEEE Internet of Things Journal, Vol. 7, No. 3, pp. 123-135, 2020.

우회전 사고방지 시스템 개발

홍정의¹, 전호준¹, 최현세¹, 강호진¹, 노유민¹, 윤창원¹, 송준서¹, 임진택¹, 유성구¹, 이주연^{1*}, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of a Right-Turn Accident Prevention System

Jung-Eui Hong¹, Ho-Jun Jeon¹, Hyeon-Sae Choi¹, Chang-Won Yun¹, Ho-Jin Kang¹, Yu-Min Noh¹,

Jun-Seo Song¹, Jin-Taek Lim¹, Sung-Goo Yoo¹, Ju-Yeon Lee^{1*}, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

최근 대한민국 국토교통부의 통계에 따르면 2022년 1분기 자동차 누적 등록 대수가 2507만대로, 전 분기 대비 0.6%(15만 9000대) 증가했다고 밝혔다. 인구 2.06명당 차량 1대를 보유하고 있는 수치로 누적 차량 등록 대수가 매년 꾸준히 증가하고 있다. 누적 차량 등록 대수가 꾸준히 늘어남에 따라 교통사고 보행 사상자 중 우회전하는 차량과 부딪혀 사고를 당한 비율이 2018년도부터 2020년까지 9.6%에서 10.4%로 매년 증가하고 있다[1].

정부에서 우회전 일시 정지 정책을 2023년도에 시행하였으나, 2024년도 통계에 따르면 사고율은 전년 대비 848건(5.6%) 줄었으나, 사망사고 비중은 7.8% 더 늘어남에 따라서 우회전 사고에 대한 불안감은 아직 해소되지 않은 상태이다. 또한 A**손해보험사의 ‘2023 운전자 교통안전 의식 조사’에 따르면 전체 응답자 중 93.1%가 해당 정책에 대해 인지하고 있었음에도 불구하고 사망자 수가 89명에서 101명으로 13.4% 증가한 것으로 알려졌다. 우회전 일시 정지 정책만으로는 우회전 사고방지에 대한 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우회전 사고방지 시스템을 도입하여 우회전 사고를 미연에 방지하여 사고율을 낮출 필요가 있다[2,3].

II. 연구내용

2.1 연구의 구성

본 시스템에서는 IR센서를 2개씩 활용하여 각각 차량 및 보행자의 이동 방향을 감지하도록 구성하였다. IR센서는 감지 거리 최대 200m 까지 감지 가능하며 감지 범위를 조정할 수 있다.

2.2 시스템 설계

2개의 IR센서가 감지된 순서에 따라서 물체의 이동방향을 감지하고, 이를 한 쌍으로 하여 두 쌍의 움직임 감지 센서가 각각 지정된 이동 방향을 동시에 감지 시 부저 및 LED가 작동하여 차량과 보행자가 위험한 상황임을 알린다.

Table 1. Configuration of right turn accident prevention system

Configuration	Part	Parts Model
Mission	Frames	• Pomax, acrylic plate
	Buzzer	• 95dB Piezo Vibration buzzer
	Hardware	• Arduino
	Sensor	• IR sensor



Fig. 1. Collection Device Design Drawing

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 IR 센서를 활용한 우회전 사고방지 장치의 개발하였다. 실시간으로 위험 상황을 감지하여 횡단보도에서 보행자의 횡단 사고를 예방할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다. 2개의 IR 센서를 활용하여 물체의 이동 방향을 감지하고 움직임을 감지하는 센서를 활용하여 동작을 구현하였다. 차량 및 보행자의 이동 방향을 감지하고, 특정 이동 방향이 감지 후 운전자와 보행자에게 위험상황을 부저와 LED를 통해 알릴 수 있다. 따라서 우회전 사고를 사전에 예방함으로써 운전자와 보행자에게 안전을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

Fig. 2. Right turn accident prevention device operation program

임무장치의 아두이노 코딩데이터는 다음과 같다.

```
const int irSensorPin1 = 2;
const int irSensorPin2 = 3;
const int irSensorPin3 = 4; // 추가된 센서
const int irSensorPin4 = 5; // 추가된 센서
const int ledPin = 8;
bool objectPassed1 = false;
bool objectPassed2 = false;
unsigned long previousMillis = 0; // 이전에 LED가 켜진 시간
const long interval = 3000; // LED를 켠 후 유지할 시간 (밀리초 단위)

void setup() {
    pinMode(irSensorPin1, INPUT);
    pinMode(irSensorPin2, INPUT);
    pinMode(irSensorPin3, INPUT); // 추가된 센서
    pinMode(irSensorPin4, INPUT); // 추가된 센서
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    int sensorValue1 = digitalRead(irSensorPin1);
    int sensorValue2 = digitalRead(irSensorPin2);
    int sensorValue3 = digitalRead(irSensorPin3); // 추가된 센서
    int sensorValue4 = digitalRead(irSensorPin4); // 추가된 센서
    unsigned long currentMillis = millis(); // 현재 시간

    // 센서 1에서 센서 2로 물체가 지나간 경우
    if (sensorValue1 == HIGH && sensorValue2 == LOW && !objectPassed1) {
        objectPassed1 = true;
    } else if (sensorValue1 == LOW && sensorValue2 == HIGH) {
        objectPassed1 = false;
    }

    // 센서 3에서 센서 4로 물체가 지나간 경우
    if (sensorValue3 == HIGH && sensorValue4 == LOW && !objectPassed2) {
        objectPassed2 = true;
    } else if (sensorValue3 == LOW && sensorValue4 == HIGH) {
        objectPassed2 = false;
    }

    // 조건 1과 조건 2를 모두 충족할 때 LED를 켭니다.
    if (objectPassed1 && objectPassed2) {
        digitalWrite(ledPin, HIGH); // LED 켜기
        previousMillis = currentMillis; // LED가 켜진 시간 기록
        objectPassed1 = false; // 조건 충족 후 다시 false로 설정
        objectPassed2 = false; // 조건 충족 후 다시 false로 설정
    }

    // 일정 시간이 지난 후 LED를 까집니다.
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        digitalWrite(ledPin, LOW);
    }
}
```

Fig. 3. Arduino coding

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 에코업(주관:고려 대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 기업연계 캡스톤디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Cumulative Number of Registered Vehicles in Q1 2022," 2022. [Online]. Available: <https://www.molit.go.kr/portal.do>
- [2] O. C. Kim and M. Y. Kwon, "Right-Turn Traffic Operation at Signalized Intersections Journal of Korean Society of Transportation", Vol.35 No.1 pp. 79-89, 2017.
- [3] Asaduzzaman, M., Thapa, R., and Codjoe, J.A. "Safety and Operational Efficiency of Protected-Only versus Protected-Permissive Left-Turn Signal Phases". Transportation Research Record, Vol.2676, No.9, pp. 347-356, 2022.

B접점 스위치와 리니어 모터를 이용한 자동 제어 유모차 개발

최지훈¹, 허성진¹, 백민욱¹, 김인웅¹, 입장군¹, 이시현¹, 임진택¹, 유성구¹, 이주연^{1*}, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

CO₂ Emission Detection Mission Drone Development

Ji-Hoon Choi¹, Seong-Jin Heo¹, Min-Wook Baek¹, In-Woong Kim¹, Jang-Gun Im¹, Si-Hyun Lee¹, Jin-Taek Lim¹, Sung-Goo Yoo¹, Ju-Yeon Lee^{1*}, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

유모차는 어린 아이의 이동을 위해 필수적이지만, 사용 중 발생할 수 있는 돌발적인 상황은 아이의 안전을 위협할 수 있습니다. 이에 따라 유모차의 안전성을 강화하는 연구가 점점 더 중요해지고 있습니다[1]. 최근 기술 발전으로 자동 제어 시스템을 활용한 안전 강화 방안이 주목받고 있으며, 이에 대한 연구와 개발이 진행 중입니다. 특히, 리니어 모터는 전동 제어 시스템에서 뛰어난 정밀도와 응답 속도를 제공하여 유모차의 자동 제어에 적합한 요소로 평가됩니다[2]. 이 모터의 특성은 회전 운동 없이도 직선 운동을 구현할 수 있어 유모차의 움직임을 정밀하게 제어할 수 있으며, 돌발 상황에 신속하고 정확하게 대응할 수 있습니다. 이러한 연구는 유모차의 안전성을 향상시키고, 부모와 보호자에게 더 큰 신뢰를 제공할 수 있을 것으로 기대됩니다[3].

II. 연구내용

2.1 연구의 구성

본 연구에서는 B접점 스위치와 리니어 모터를 활용한 시스템을 설계 및 아두이노 보드에 연결 및 제작하였다.

2.2 시스템 설계

본 연구에서 동작 설계는 리니어 모터와 B접점 스위치를 결합하여 유모차의 안전성을 향상시켰다. 이를 위해 리니어 모터와 B접점 스위치를 아두이노 보드에 연결하여 속도를 제어하고, 유모차를 상시 작동시켰다. 그러나 손잡이 부분에 B 접점 스위치를 설치하여 손잡이를 잡고 있는 동안에는 제동을 하지 않도록 물리적으로 설치하였다. 이와 반대로 손잡이를

잡고 있지 않으면 리니어 모터가 작동하여 유모차의 차체를 경사면에서 수평을 유지할 수 있도록 제동이 가능하다. 이를 통해 유모차의 운동을 손잡이의 상태에 따라 자동으로 제어함으로써, 아이가 있는 동안 유모차의 안전성을 유지할 수 있다.

Table 1. Composition of flight aircraft and mission equipment

Configuration	Part	Parts Model
Smart Baby carriage	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino
	Frames	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminum • Wood
	Motor	<ul style="list-style-type: none"> • Linear Motor
	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino
	Sensor	<ul style="list-style-type: none"> • B contact switch

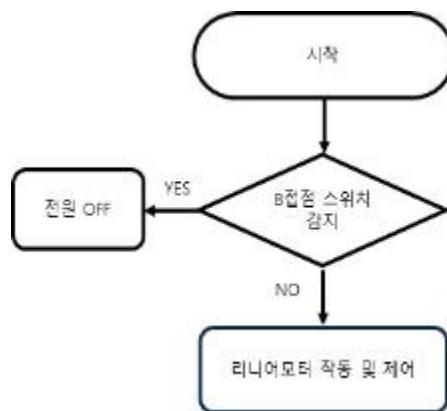


Fig. 1. Collection Device Design Drawing

```

// 리니어 모터를 제어하기 위한 디지털 출력 핀
const int motorPin = 9;
// B접점 스위치를 읽기 위한 디지털 입력 핀
const int switchPin = 2;

// B접점 스위치의 상태를 저장하는 변수
int switchState = LOW; // 초기값: 감지된 상태

void setup() {
    // 모터 핀을 출력으로 설정
    pinMode(motorPin, OUTPUT);
    // 스위치 핀을 입력으로 설정
    pinMode(switchPin, INPUT);
}

void loop() {
    // B접점 스위치의 상태를 읽어옴
    switchState = digitalRead(switchPin);

    // 만약 B접점 스위치가 감지되었으면 (HIGH 상태)
    if (switchState == HIGH) {
        // 모터를 정지시킴
        digitalWrite(motorPin, LOW); // 모터 OFF
    } else {
        // B접점 스위치가 감지되지 않았으면 (LOW 상태)
        // 모터를 동작시킴
        digitalWrite(motorPin, HIGH); // 모터 ON
    }
}

```

Fig. 2. Arduino coding

REFERENCES

- [1] H. Kim, H. Kim and G. Han. "Smart Baby Stroller." Proceedings of the Annual Conference of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp. 203-203, 2021.
- [2] E. P. Hong, et al. "Application of Linear Hall Sensors for Electric Wheelchair Motors", Proceedings of the Annual Conference of the Korean Society for Precision Engineering, pp. 1021-1022. 2010.
- [3] Y. Kim, H. Park, and L. Chen. "Improved Control Strategies for Linear Motor Applications in Stroller Design." IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2019.

III. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 리니어 모터와 B접점 스위치를 활용하여 유모차의 안전성을 향상시키는 시스템을 제안하였다. 이를 통해 유모차의 이동 중 발생할 수 있는 돌발적인 상황에 대한 대응력을 높이고, 아이의 안전을 보다 확실히 지킬 수 있다. 물리적 설치와 자동 제어 시스템의 결합은 사용자가 유모차를 사용할 때 필요한 안전성과 편의성을 동시에 제공한다. 이러한 연구 결과는 부모와 보호자에게 더 큰 안도감을 주며, 유모차 시장에서 안전성을 강조하는 추세에 부합하며 이러한 연구는 유아용 제품의 안전성 측면에서의 새로운 접근법을 제시함으로써 이 분야의 연구 및 개발에 새로운 영감을 줄 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 기업연계 캡ston디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

구강 클리닝 어시스트 기기 개발

서정민¹, 서영재¹, 정준수¹, 방준혁¹, 이병윤¹, 유성구¹, 임진택¹, 이주연^{1*}, 김영주²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²전주비전대학교 지적토목학과

Development of Oral Cleaning Assistive Device

Jeong-Min Seo¹, Young-Jae Seo¹, Jun-Su Jeong¹, Jun-Hyeok Bang¹, Byung-Yun Lee¹, Sung-Goo Yoo¹, Jin-Taek Lim¹, Ju-Yeon Lee^{1*}, Young-Joo Kim²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju,

²Department of Cadastre&Civil Engineering, Vision College of Jeonju

I. 연구 필요성

최근 구강 건강을 유지하는 데 있어서 치약은 중요한 제품 중 하나이다. 그러나 현재 시중에 나와 있는 치약 제품은 여전히 몇 가지 불편한 점을 가지고 있다. 특히, 치약을 짜기 위해 직접 투브를 눌러야 하는 과정은 많은 사람들에게 불편함을 일으키고 있습니다. 또한 일부 제품은 내부 치약의 혼들림으로 인해 불안정한 거품이 발생하고, 사용자가 필요 이상으로 많은 양의 치약을 사용함으로써 낭비를 초래하기도 한다. 이러한 문제를 개선하기 위해 본 논문은 기존 치약 제품의 불편함을 해결하고, 사용자 경험을 혁신적으로 개선하기 위한 기술적 해결방안을 모색하였다[1,2].

II. 연구내용

2.1 연구의 구성 및 시스템 설계

본 연구에서는 아두이노 보드에 적외선 센서를 연결하여 물체 감지 시 보드에 입력된 코드를 기반으로 내용물을 분출하는 시스템을 개발하였다. 또한, 적외선 센서를 브레드보드에 연결하여 측정된 전압을 기준으로 감지 여부를 판단한다. 기존 시중의 제품은 치약의 종류가 하나로 구성되어 있지만 본 개발 제품은 가글 액을 추가하여 기존의 제품과 차별성을 두었다.

Table 1. Composition of Oral Cleaning Assist Device

Configuratio n	Part	Parts Model
Assist Machine	Frames	• Pomax
	Motor	• BWP-4055 DC12V BLDC
	Hardware	• Arduino R3 • BTS7960 43A
	Sensor	• SZH-EK004



Fig. 1. Collection Device Design Drawing

III. 결론 및 향후 연구



Fig. 2. Oral Cleaning Assist Device Operation Program

입무장치의 아두이노 코딩데이터는 다음과 같다.

```

파일 편집 스케치 층 도움말
sketch_may24a.ino
const int RPWM = 5;
const int LPWM = 6;
const int R_EN = 7;
const int L_EN = 8;

const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

long duration;
int distance;

void setup() {
  pinMode(RPWM, OUTPUT);
  pinMode(LPWM, OUTPUT);
  pinMode(R_EN, OUTPUT);
  pinMode(L_EN, OUTPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  digitalWrite(R_EN, HIGH);
  digitalWrite(L_EN, HIGH);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // 초음파 센서로 거리 측정
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration * 0.034 / 2;

  // 거리 정보 출력
  Serial.print("Distance: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");

  if (distance < 10) {
    // 거리가 10cm 이하일 때 모터 작동
    analogWrite(RPWM, 255); // 시계 방향 최대 속도
    analogWrite(LPWM, 0);
  } else {
    // 거리가 10cm 이상일 때 모터 정지
    analogWrite(RPWM, 0);
    analogWrite(LPWM, 0);
  }
}

delay(100);
  
```

Fig. 3. Arduino coding

본 연구에서는 구강 보건을 위한 초음파 거리 감지 센서를 활용한 어시스트 기기의 개발에 집중하였다. 이를 통해 치약 및 가글의 사용을 보다 위생적이고 효율적으로 할 수 있도록 기여하였다. 칫솔 감지를 위해 아두이노 보드와 초음파 거리 측정 센서를 활용하였으며, 칫솔이 감지되지 않았을 때 가글이 동작이 되지 않도록 프로그램을 구성하였다. 더불어, 치약과 가글을 함께 사용할 수 있도록 관련 부품을 개발하였다.

본 연구에서 개발된 장치는 보다 위생적이고 편리하게 치약과 가글을 사용할 수 있으며, 더욱 정밀한 감지와 개선된 위생 상태를 유지할 수 있는 기능을 갖추고 있습니다. 앞으로는 관련 장치의 발전과 감지 시스템의 구축을 통해 보다 나은 구강 보건을 위한 기술적인 개선을 이바지 할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관: 고려 대학교(세종), 참여: 전주비전대학교) 분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 기업연계 캡스톤디자인 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] H. Song, K. Han, S. Lee, and J. Kim, "Development of an Innovative Toothpaste Dispensing System for Enhanced User Experience," Journal of Dental Research, Vol. 100, special issue A, abstract number 1234, 2021
- [2] Y. Choi, M. Park, and S. Kim, "A Review of Challenges and Innovations in Toothpaste Packaging Design," International Journal of Oral Hygiene, Vol.17, No.3, pp. 145-156, 2020.

방제드론 농약 희석 임무장치 개발을 위한 기초 연구

양경용¹, 임진택^{1*}, 윤정석²

¹전주비전대학교 전기공학과, ²국제도론(주)

A Preliminary Study on the Development of a Pesticide Dilution Device for Agricultural Drones

Kyoung-Yong Yang¹, Jin-Taek Lim^{1*}, Jeong-seok Yoon²

¹Department of Electricity, VISION College of Jeonju, ²International Drone

I. 서론

현대 농업에서 농약의 사용은 필수적인 요소로 자리잡고 있다. 드론을 활용한 고농도의 UAV 전용 농약은 다양한 해충, 병원균, 잡초 등을 효과적으로 방제하여 농작물의 생산성을 높이고 있다. 이러한 안정적인 방제드론의 활용은 고령화 중심의 농민들에게 경제적 안정을 도모한다. 일반 농약과 달리 UAV 전용 농약은 그 목적과 용도에 따라 여러 가지 종류로 분류된다. 또한 농약의 올바른 희석 비율은 농작물의 건강과 생산성, 환경 보호 및 인간의 안전한 먹거리를 보장하는 데 중요한 역할을 한다[1]. 그러나 잘못된 희석 비율은 작물을 해를 끼치거나 환경 오염을 초래하며, 최악의 경우 인체에 유해한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구는 농약 희석 알고리즘 개발 및 임무장비 도입과 IoT 기술 접목을 통한 관리관제 시스템 구축을 위하여 방제드론의 자동방제 및 정밀 방제 시스템 구축 시 올바른 희석 비율을 유지하기 위한 알고리즘 개발과 데이터 분석의 중요성에 대해 탐구하고자 한다. 이러한 접근법은 방제의 효율성을 높이고, 농업의 지속 가능성을 향상시키며, 농민들의 경제적 부담을 줄이는 데 기여할 수 있을 것이다[2,3].

II. 연구 내용

2.1 농약의 분류

2.1.1 사용 목적에 따른 분류

식물병의 원인인 미생물을 방제하기 위해 살균제가 사용되며, 병원균의 번식을 억제하거나 파괴해 작물의 질병을 예방하고 치료합니다. 해충 방제를 위한 살충제는 곤충의 활동을 저지하거나 제거해 작물을 보호합니다. 제초제는 잡초를 제거해 작물의 성장을 촉진시키고, 식물생장조절제는 생육을 조절하여 개화를 촉진하거나 낙과를 방지합니다. 이러한 농약들은 목적에 맞는 희석 비율로 사용되어야 최대 효과를 발휘합니다. UAV 전용 농약은 일반 농약과 살포 형태가 달라 방제드론 운용 환경을 고려한 표준 매뉴얼 개발이 필요합니다.

2.1.2 제제 형태에 따른 분류

농약은 적절한 보조제를 첨가하여 다양한 형태로 제조된다. 사용 방법과 목적에 따라 제형과 살포 방법이 다양합니다. 희석 살포제형은 물에 희석하여 사용되며, 가루, 모래, 바둑알, 액체 형태로 분류된다. 직접 살포 제형은 물에 희석하지 않고 가루, 모래, 바둑알, 액체 형태로 사용됩니다. 특수 제형에는 과립 훈연제, 도포제, 연무제, 훈연제, 훈증제가 있다. UAV에서 가장 많이 사용되는 제형은 희석 살포제형 중 액체 형태가 대부분이다.

III. 방제드론 농약희석

3.1 농약 혼합 순서

드론을 이용한 농약 살포는 현대 농업의 효율성을 크게 향상시키는 기술로 주목받고 있다. 드론을 통해 농약을 살포 시 농약의 종류와 제형에 따라 적절한 혼합 순서를 따르는 것이 매우 중요하다. 또한 방제현장에서는 농민들의 농약 희석 이해도가 낮고 살포면적에 따른 희석 농도를 정확하게 산출하지 못하기 때문에 산풀 프로그램과 임무장치를 개발하고 적용을 통해 농약의 효과를 극대화할 필요가 있다. 방제드론에 사용되는 농약은 항상 교반기를 통해 희석 상태 유지가 필요하고 희석 순서도 중요하다. 이를 보이면 아래와 같다.

Table 1. Pesticide Mixing Order

Order	Type
1	• Granular Wettable Powder
2	• Wettable Powder
3	• Liquid Suspension Concentrate
4	• Liquid Formulation
5	• Emulsifiable Concentrate
6	• Adjuvant

3.2 방제드론 약제

국내 방제드론 운영 시 사용되고 있는 UAV 전용 농약은 벼를 중심으로 사용되고 있는 농약이다. 농약의 성분에 따라 효과의 검증관련 연구는 미흡하며 다양한 토질, 드론모델 사양, 노즐 종류, 농약 살포 농도, 지역 등 다양한 변수가 고려 되기 위해서는 일정 농도의 농약 투입이 우선시 되어야 하고 관련 정보를 표준화할 필요가 있다. 이는 정밀농업과 빅데이터 분석을 통해 차세대 방제드론의 기술들을 요구하고 있기 때문이다. 벼와 관련된 병해충의 종류도 약 300개로 방제 기준이 없이는 정확한 방제효과 분석이 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 관련 임무장치 개발의 기초연구로 방제드론 농약의 종류와 실제 현장에서 사용하고 있는 농약, 희석배율을 살펴보면 표 2와 같다.

Table 2. Recent fungicide used in drone spraying

Product Name	Dilution Ratio per 10a
항공스타	8배(0.8l/10a)
헬리건	8배(0.8l/10a)
휘파람	8배(0.8l/10a)
신호탄	8배(0.8l/10a)
청실홍실	8배(0.8l/10a)
살리미	8배(0.8l/10a)
올인원	16배(0.8l/10a)
마징가	16배(0.8l/10a)

3.2 방제농도 산출 기준

방제 기준 수립 시 요구되는 핵심 기술은 일정 면적에 동일 농도의 농약을 살포하는 것이다. 본 연구에서는 관련 알고리즘 개발 및 기초 연구를 수행하여, 작업 시 사용 약제의 순서와 희석 배율이 각기 다르고 방제 드론의 운용 속도에 따라 살포 면적이 달라진다는 점을 확인하였다. 따라서 동일 면적에 농약을 균일하게 살포하기 위해서는 드론 운용 속도에 따라 농약을 자동으로 희석하고 약제에 맞게 배합하는 시스템 구축의 필요성을 연구를 통해 확인하였다.

VI. 결론 및 향후 연구

본 연구를 통해 드론을 이용한 UAV 전용 농약이 농작물의 생산성을 높이고 고령화된 농민들에게 경제적 안정을 제공함을 확인하였다. 농약의 올바른 희석 비율과 사용 순서가 농작물의 건강과 환경 보호에 중요한 역할을 하며, 잘못된 희석 비율은 심각한 문제를 초래할 수 있다. 연구 결과, 방제

드론 운용 시 농약의 종류와 제형에 따른 혼합 순서를 따르고, 드론의 운용 속도에 맞춰 농약을 자동으로 희석하고 배합하는 시스템 구축이 필요함을 확인하였다. 이를 통해 농약의 효과를 극대화하고, 농약 살포의 효율성을 높이며, 농민들의 경제적 부담을 줄일 수 있다. 결론적으로, 방제 드론의 자동 방제 및 정밀 방제 시스템 구축 시 올바른 희석 비율을 유지하기 위한 알고리즘 개발과 데이터 분석의 중요성을 제시하였으며, 이를 통해 농업의 지속 가능성을 향상시키고 농민들의 경제적 부담을 줄이는 데 기여할 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

- ※ 이 연구는 첨단분야 혁신융합대학사업 예코업(주관:고려대학교(세종), 참여:전주비전대학교)분야 프로그램 지원에 의한 연구임.
- ※ 본 논문은 LINC3.0 사업의 2024 산학공동기술개발과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] J. H. Lee and C. H. Song, "Study on dilution methods for improving the efficiency of agricultural pesticide spraying robots using drones", Journal of the Korea Information and Communications Society, Vol.24, No5, pp. 1044-1049, 2020.
- [2] H. W. Kim, M. S. Kang and M. G. Son, "Trends in the development of precision agriculture systems using agricultural drones and IoT", Journal of Computing Science and Engineering, Vol.25, No.10, pp. 563-570, 2019.
- [3] H. S. Yoon, J. S. Park and C. S. Lee "Development and application of an IoT-based online farming system for agricultural drones", Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery, Vol.60, No.3, pp. 235-241, 2018.

공공데이터 포털 오픈 API를 활용한 실시간 정보 및 커뮤니티 기능을 갖춘 버스 앱 구현

윤태한, 모정민, 이충호*

한밭대학교 정보통신공학과

Implementation of Bus Application with Real-Time Information and Community Functions Using Public Data Portal Open API

Taehan Yoon, Jeongmin Mo, Choong Ho Lee*

Department of Information and Communication Engineering, Hanbat National University

I. 서론

현재 국내에서 사용되고 있는 버스 애플리케이션들(bus application program)은 사용자들에게 일방향적인 정보만을 제공하고 있어, 현장의 상세한 정보가 실시간으로 반영되지 못한다.

현재 국내에서 사용되고 있는 애플리케이션들은 버스 도착 시간은 제공하고 있지만, 대전시내의 버스 안 혼잡도와 버스의 지도상 현재 위치는 제공하고 있지 못하고 있다.

본 논문에서는 기존의 애플리케이션들에서 제공하고 있는 버스 도착 예정 시간 이외에 사용자가 직접 입력하는 버스 내의 혼잡도, 시에서 제공하는 공공데이터에는 있으나 다른 애플리케이션에서는 제공하고 있지 않은 다양한 경로의 구체적 노선과 해당 버스의 실시간 위치를 지도상에 표시해주는 애플리케이션을 구현하고 그 상세한 내용을 기술한다.

통부_(TAGO) 버스노선정보, 대전광역시 정류소정보조회 서비스, 대전광역시 정류장별 도착정보 조회 서비스, 대전광역시 버스 위치정보 조회 서비스, 대전광역시 노선정보조회 서비스 등이 있다[1].



Fig. 1. API list provided by the Public Data Portal

본 연구를 위하여 공공정보포털[1,2]에서 제공하는 API Data를 수집하였다. 수집된 데이터를 통해 Adroid Studio, Java를 이용하여 API를 활용하여 애플리케이션을 구현하기 위한 환경을 구축하였다. 또한, 대전교통정보센터를 활용하여 대전시에 있는 버스 정류장과 노선을 추가하기 위한 작업을 진행하였다.

2.1 공공 API 활용

공공데이터 포털에서 제공하는 정보는 모든 사람에게 열려 있으며 이를 활용해 이용자가 원하는 정보를 쉽게 제공받을 수 있도록 공공 API[1]를 애플리케이션에 적용하였다. 애플리케이션에 적용한 API는 아래 Fig. 1에서 볼 수 있다. 국토교

공공데이터 포털(data.go.kr)에서 제공하는 버스 위치 정보 API와 정류장 정보 API를 활용하여 애플리케이션을 구현하였다.

이를 통하여 사용자는 현재 버스의 위치와 도착 시간을 실시간으로 확인할 수 있으며, 정류장 정보도 함께 제공받을

수 있다[3]. 이러한 정보를 통해 사용자는 보다 편리하게 대중교통을 이용할 수 있다.

초기에 API 하루 요청 한도가 1,000번이라 애플리케이션 테스트를 진행하는데 제약이 있어, 이를 해결하고자 추가 서류를 제출하여 한도를 1,000,000회로 요청 한도를 증가시켜 문제를 해결하였다.



Fig. 2. App launch screen with real-time bus position

2.2 실시간 버스 위치 표시

2024년 현재 대전시의 버스 노선은 129개이고, 정류장 개수는 11,586개이다[3].

처음에는 모든 정류장을 지도위에 마커로 표시하고자 했으나 정류장 개수가 너무 많아 앱이 강제로 종료되는 현상이 발생하였다. 이를 해결하고자 사용자가 표시하는 위치의 근처 1km의 정류장만을 표시하도록 거리를 계산하는 `getDistance` 함수를 새로 추가하여 문제를 해결하였다[4-6]. 거리를 계산하는 작업은 백그라운드에서 진행하여 프로그램을 강제 종료를 막고 앱을 최적화하였다. 버스 위치는 공공 데이터 포털에서 제공하는 ‘대전광역시 버스 위치 정보 조회 서비스 API’를 적용하여 GPS_LATI(위도), GPS_LONG(경도), PLATE_NO(차량번호) 등을 불러와 구현하였다[1,2,6]. Fig. 2는 대전 시내버스 102번의 운행 중 실시간 위치를 나타낸 것이다.

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 버스 정류장 위치와 버스 실시간 위치 표시는 공개 API를 사용하여 구현하였다. 실험을 통하여 그 유효성을 확인하였다. 구현된 앱은 대전 지역의 129개의 버스 노선을 모두 표시할 수 있으나, 실제 실험을 통하여 10개의 노선을 실제 지도에 표시하였다.

향후 사용자가 직접 입력하는 혼잡도 정보 및 긴급정보, 관광 정보 등을 제공하는 앱을 통하여 다수 사용자들에게 제공 할 수 있는 기능을 구현할 계획이다.

REFERENCES

- [1] [Internet] <https://www.data.go.kr/index.do>.
- [2] [Internet] <https://traffic.daejeon.go.kr>.
- [3] [Internet] <https://www.youtube.com/watch?v=0Gpw4MYDUYc>.
- [4] Jaegon Jeong, Do it! Adroid App Programming - Revised 7th Ed., Easy Publishing Press, Seoul. 2020.
- [5] Guijeong Ahn, Adroid App Programming with Kotlin Guide 2th Ed., Icox Press, Seoul, 2020.
- [6] Jinwook Seol, Database Entry Statements that Even Underwriters Can Easily Understand, Icox Press, Seoul, 2021.

복합 잡음을 제거하기 위한 퍼지 가중치와 스위칭 필터 기반의 영상복원 알고리즘

천봉원, 김남호*

국립부경대학교

Image Restoration Algorithm based on Fuzzy Weights and Switching Filters for Mixed Noise Removal

Bong-Won Cheon, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

I. 서론

현대사회는 IoT 기술 및 인공지능 기술의 발전으로 다양한 분야에서 자동화가 이루어지고 있다. 특히 의료영상과 공장의 자동화, 지능형 CCTV, 로봇 및 드론과 같이 영상을 기반으로 동작하는 시스템 영상처리의 중요성이 높아지고 있다. 최근에는 영상분류, 영상 분할과 같이 영상으로부터 객체를 분류하거나 사물의 특징을 검출하는 기술뿐만 아니라 지능형 CCTV 분야와 X선 영상, MRI, 초음파 영상 및 CT 등 높은 수준의 영상이 요구되는 분야를 위한 연구가 함께 진행되고 있다[1].

본 논문에서는 복합잡음에 훼손된 영상을 복원하기 위해 퍼지 가중치를 사용한 필터링 알고리즘 제안한다. 제안한 알고리즘은 잡음 판단을 사용하여 기준값을 구했으며, 퍼지가중치를 적용하여 최종출력을 계산한다. 이때, 필터링 마스크 내부의 impulse noise와 AWGN을 판단하여 잡음의 영향을 최소화한다.

II. 제안한 알고리즘

복합 잡음에 훼손된 영상은 임펄스 잡음에 의해 누락된 화소값이 존재하며, AWGN에 원영상의 정보가 훼손되었기 때문에 일반적인 선형 필터 및 비선형 필터로 영상을 복원하기 어렵다[2]. 제안한 알고리즘은 복합 잡음환경의 불확실성 속에서 가중치를 구하기 위해 퍼지 함수를 사용한다. 그리고 임펄스 잡음 밀도에 따라 필터링 과정을 스위칭하며, 결과영상의 에지성분을 보존하기 위해 분할계수를 사용하여 변형된 퍼지 가중치를 구한다.

입력 영상에 필터링 마스크를 설정한다. 필터링 마스크는 입력 영상의 좌표를 중심으로 설정되며, 잡음 제거 과정을 위해 필터링 마스크 내부의 화소값에 대해 잡음 판단을 실행한다. 잡음 판단에 따라 impulse noise인 경우 0의 값을, 그 외의 화소값은 AWGN으로 판단하여 1의 값을 설정하여 필터링 과정을 스위칭하였다[3]. 로컬 마스크 내부에 임펄스 잡음

이 절반 미만인 경우 과반수의 화소값이 퍼지 가중치 계산에 사용할 수 있으므로 단일 함수를 사용하여 필터의 출력을 계산한다. 이때, 화소값이 퍼지 함수의 범위를 벗어나는 경우 가중치가 음수값으로 나타날 수 있다. 퍼지 함수의 출력은 $[0, 1]$ 의 범위를 갖기 때문에 음수값으로 설정되지는 않으나, 입력값 분할을 위해 음수값에 가상의 소속도가 있다고 가정 한다. 이때, 0보다 작은값에 대한 퍼지 함수의 소속도는 모두 0으로 간주하여 가중치의 값이 음수가 되는 것을 방지한다.

로컬 마스크 내부에 임펄스 잡음의 비중이 높은 경우 일부 영역의 화소값 정보가 누락될 가능성이 있기 때문에, 다수의 퍼지 함수를 사용하여 필터의 출력 계산을 진행한다. 각각의 퍼지 함수의 중심값은 다음과 같이 로컬마스크의 비 임펄스 화소의 평균값, 최소값, 최대값으로 설정하여 가중치를 구한다. 가중치 계산은 세분화된 입력값에 대한 퍼지 소속도의 합으로 구한다. 필터의 출력값은 가중치를 화소값에 적용하여 구한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

제안한 알고리즘의 시뮬레이션을 위해 그림 1과 같이 8bit 그레이 영상인 Airplane 영상을 사용하였으며, 표준편차가 25인 AWGN과 잡음 확률 $P=50\%$ 인 impulse noise가 섞인 복합잡음을 사용하여 잡음 영상을 획득하였다.

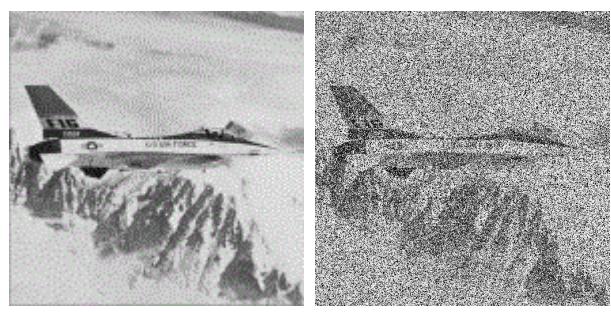


Fig. 1. Test image (a) Airplane image
(b) Noisy image (AWGN $\sigma = 25$, $P = 50\%$)

그림 2에서 (a)는 가우시안 필터, (b)는 공간 가중치 필터, (c)는 근접 적응형 메디안 필터로 처리한 결과이며, (d)는 제안한 방법(PFA)으로 처리한 결과이다.

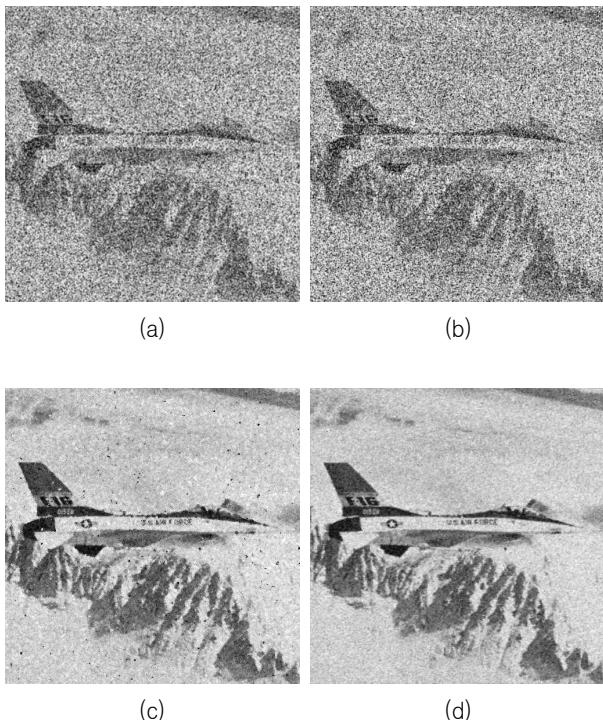


Fig. 2. Simulation result (a) Gaussian filter (b) Spatial weight filter (c) Adaptive nearest median filter (d) Proposed filter algorithm

시뮬레이션 결과, 기존방법인 알파 트립드 평균필터와 메디안 필터로 처리한 결과는 임펄스 잡음이 다소 남아있어 미흡한 결과를 나타내었다. 방향성 가중치 메디안 필터로 처리한 결과는 대부분의 임펄스 잡음을 제거하였으나, AWGN의 영향이 남아있는 것을 확인할 수 있었다. 반면 제안한 알고리즘으로 처리한 결과영상은 AWGN의 영향을 적게 받으며 임펄스 잡음 또한 대부분 제거한 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 복합잡음을 제거하기 위해 변형된 퍼지 가중치를 사용한 필터링 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 로컬 마스크를 사용하여 퍼지 소속도 함수를 구하였으며, 퍼지 함수의 입력을 세분화하여 가중치를 계산한다. 필터의 출력 계산은 임펄스 잡음의 밀도에 따라 스위칭하며, 퍼지 함수로 구한 가중치를 비 임펄스 화소값에 적용하여 최종 결과를 구하였다.

제안한 알고리즘의 성능을 분석하기 위해 기존방법과 필터링 결과를 비교하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 알고리즘은

기존 방법에 비해 우수한 결과영상을 보였으며, AWGN과 임펄스 잡음의 영향을 최소화하는 성능을 나타내었다.

제안한 알고리즘은 복합 잡음에 훼손된 영상을 사용하는 다양한 시스템에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] X. Liu, M. Tanaka, and M. Okutomi, "Signal dependent noise removal from a single image," in 2014 IEEE International Conference on Image Processing, Paris : France, pp. 2679-2683, 2014.
- [2] R. Lai, Y. Mo, Z. Liu, and J. Guan, "Local and Nonlocal Steering Kernel Weighted Total Variation Model for Image Denoising", Symmetry 2019, Vol. 11, No. 3, 329, pp. 1-6, DOI: 10.3390/sym11030329.
- [3] B. W. Cheon and N. H. Kim, "A Filter Algorithm based on Partial Mask and Lagrange Interpolation for Impulse Noise Removal," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 26, no. 5, pp. 675-681, May. 2022.

인공지능을 활용한 실시간 화력발전소의 대기질 예측 모니터링 시스템

이준호, 이호진, 박지홍, 순현근, 김남호*

국립부경대학교

A Real-Time Air Quality Prediction and Monitoring System for Thermal Power Plants using Artificial Intelligence

Jun-Ho Lee, Ho-Jin Lee, Ji-Hong Park, Hyun-Geun Son, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

I. 서론

2022년 한국의 에너지원별 발전 비중을 보면, 석탄화력발전이 39.7%로 큰 비중을 차지하고 있다. 대기오염의 원인 1순위는 에너지이고, 그중에서도 화력발전은 가장 큰 비중을 차지한다. 세계보건기구(WHO)가 2012년 전체 사망자의 1/8인 700만 명이 대기오염과 관련되어 사망한 것으로 보고했듯이 대기오염은 인체에 치명적인 영향을 미친다. 그렇기에 화력발전이 대기 환경에 미치는 영향에 대해 파악하기 위해 모니터링이 요구되지만, 배출되는 미세먼지에 대한 발생량 및 기여도에 대한 평가는 미흡한 실정이다[1].

본 논문에서는 무선통신 프로토콜 지그비(Zigbee)를 이용해 화력발전소의 배출물질을 모니터링하고, 인공지능 예측 알고리즘 중 하나인 LSTM(long short-term memory)으로 측정 물질에 대해 예측을 수행하는 시스템을 제안한다.

II. 시스템 개요

제안하는 시스템은 석탄화력발전 시 배출되는 물질 중 초미세먼지(PM2.5), 미세먼지(PM10), 이산화질소(NO2), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO2)를 수집할 대기 환경 정보로 설정했다. 온습도 측정에 DHT11을, PM2.5와 PM10의 측정에 PMS7003를 사용했고, CO와 NO2의 계측에 MiCS-4514, CO2의 계측에 RX-9를 사용했다. 센서 노드 구축에는 Arduino UNO와 XBee S2C를 사용했다. 그림 1은 제안하는 시스템에 대한 블록 다이어그램이다.

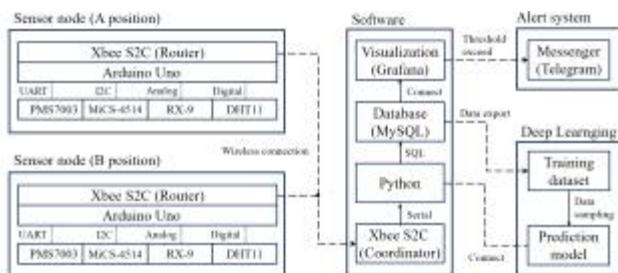


Fig. 1. Diagram of monitoring system

각 위치에서 대기 환경 정보를 수집하고, Zigbee 통신으로 수집된 데이터를 PC로 전달한다. 수신된 데이터는 Python으로 가공 후 데이터베이스에 저장된다. 충분한 데이터가 모이면 데이터를 CSV 파일로 추출, 샘플링 후 학습 데이터로 사용해 LSTM 모델을 생성한다. 이후 실시간으로 수신되는 데이터에 대해 LSTM 예측을 수행 및 시각화하여 설정한 기준치 초과 시 지정한 인원에게 모바일로 알람을 보내는 시스템을 구현하였다.

III. 모니터링 시스템 구현

인공지능을 이용한 대기질 예측에는 딥러닝 알고리즘 LSTM을 선택했다. LSTM은 연속성을 가지는 시계열 데이터에 사용되는 RNN(recurrent neural network) 기법의 하나로, 학습 중 가중치가 계속 곱해지며 기울기가 점차 사라지는 RNN의 기울기 소실(vanishing gradient) 문제를 개선한 알고리즈다[2].

LSTM 모델을 구성하기 위해 6,000개의 초기 데이터를 센서로 수집했으며, 이상치나 학습을 방해하는 데이터를 제거하고 데이터를 재편성하여 샘플링한 후 학습 데이터로 사용해 표 1의 파라미터로 각각의 물질에 대해 LSTM 예측 모델을 생성하였다.

Table 1. Hyperparameter of LSTM model

Parameter	PM _{2.5}	PM ₁₀	NO ₂	CO	CO ₂
window size	25	25	10	25	15
epoch	100	100	100	100	100
dropout	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
activation function	ReLU	ReLU	tanh	ReLU	tanh
loss function	MAE	MAE	MSE	MSE	MSE

window size는 다음 예측에 사용되는 연속된 데이터의 크기이고, dropout은 뉴런을 설정한 비율로 비활성화시켜 특정 뉴런에 대한 의존도를 줄이고 과적합을 방지한다. epoch는 전체 데이터셋에 대해 몇 번을 학습시키는지를 설정한 값이다.

무선 네트워크 구축에는 IEEE 802.15.4 기반의 Zigbee 통신을 사용했다. Zigbee는 저전력으로 운용 가능한 통신 모듈로, 통신 노드 확장이 용이하다는 장점이 있다. 센서 노드 측의 Zigbee 모듈을 중계기(router), PC와 연결된 Zigbee 모듈을 목적지 노드(coordinator)로 설정하여 작업환경, 연소 장치 출구와 발전소 배출물의 영향 범위를 평가하는 지점 등 대기질 측정이 요구되는 위치에 센서 노드를 설치하면, 센서 노드 측에서 송신한 데이터를 중계기를 거쳐 PC에서 수신하게 하였다.

수신한 데이터를 이용해 python에서 LSTM 모델이 다음의 데이터에 대한 예측을 수행하며, 예측값은 측정값과 함께 위치별 table에 SQL 문을 사용하여 MySQL 데이터베이스에 저장한다.

MySQL 데이터베이스에 저장된 데이터는 MySQL과 연동된 소프트웨어 Grafana에 의해 그림 2와 같은 GUI(graphical user interface)로 시각화되어 사용자에게 제공된다.



Fig. 2. Grafana monitoring GUI

그림 2에서 파란 점이 실시간으로 수신한 대기 정보를 LSTM 모델의 예측에 이용해 이후의 대기질을 예측했던 수치이고, 주황색 그래프는 실제 측정값이다. 상단에 다음의 예측값과 현재 수치를 표시하고, 우측 하단의 패널에 측정값과 예측값 간의 오차율을 나타내어 신뢰도를 평가했다. 또한 다수의 위치를 동시에 모니터링하여 설치 위치에 따라 row로 구분하여 나타내었다.

그림 3은 설정 기준 초과 시에 Telegram으로 경고 문구를 발송한 화면이다.

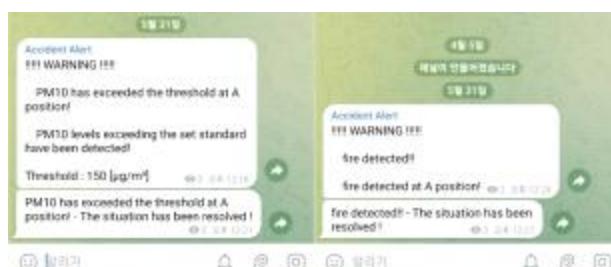


Fig. 3. Alert message on mobile messenger

제안하는 모니터링 시스템의 소프트웨어인 Grafana는 설정한 기준치를 넘어서는 값이 10초 이상 감지될 시에 모바일 메신저로 지정한 대상에게 알람을 보낸다. 이를 통해 화재 등의 사고가 발생하거나 예측값 또는 측정값이 허용 기준을 초과할 시 신속하게 대응할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 화력발전 시 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 화력발전소 내의 대기 환경을 모니터링 한다. 제안된 시스템은 화력발전소 내의 작업환경 및 주변 환경에 미치는 영향을 예측을 통해 빠르게 파악하고 제어를 더욱 신속하게 수행할 수 있게 하여 화력발전의 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.

ZigBee 통신에 기반한 조선소 질식사고 예방 모니터링 시스템

김혜원, 오다애, 김민석, 강동주, 김남호*

국립부경대학교

A Monitoring System for Prevention of Suffocation Accidents in Shipyards based on ZigBee Communication

Hye-Won Kim, Da-Ae Oh, Min-Seok Kim, Dong-Ju Kang, Nam-Ho Kim*

Pukyong National University

I. 서론

조선소에서의 작업은 주로 대형 선박을 건조하고 보수하는 과정으로, 대부분 폐쇄된 작업 공간에서 이루어진다. 이러한 환경에서는 산소 결핍, 유해 가스 누출, 환기 부족으로 인한 질식사고의 위험성이 높게 나타난다[1]. 이와 같은 작업 특성을 고려하여, 선내 작업장의 질식사고 예방을 위해 작업 공간 내 유해 가스를 실시간으로 모니터링하고 신속하게 대응 할 수 있는 안전 관리 시스템의 도입이 필요하다[2].

본 논문에서는 ZigBee 무선 통신을 활용한 모니터링 시스템을 제안한다. 이 시스템은 조선소 내 작업 현장에 유해 가스를 감지할 수 있는 센서 모듈을 설치하여 실시간으로 센서 데이터를 수집하고 모니터링한다. 추가적으로, 유해 가스 농도가 기준치를 초과할 경우 즉각적인 조치 및 경보를 통해 조선소 내외부의 작업자에게 경고를 전달한다. 이를 통해 조선소 작업자의 안전을 보장하고, 사고 예방에 기여할 수 있는 효과적인 해결책을 제시하고자 한다.

II. 시스템 모듈

제안한 모니터링 시스템은 선내 작업장에서 발생할 수 있는 질식사고 및 화재사고 예방을 위한 센서 모듈을 도입하여 작업장 내 유해 가스 및 환경 데이터를 측정한다.

각 센서들을 통해 수집된 데이터는 여러 개의 송신부 ZigBee에서 중앙에 있는 하나의 수신부 ZigBee에 전송되는 다중 통신 시스템 방식으로 전송된다. 그림 1은 제안한 모니터링 시스템의 전체적인 흐름도를 나타낸다.



Fig. 1. Configuration of proposed system

ZigBee 통신을 통해 원격으로 전송된 센서 데이터는 PyCharm 프로그램을 통해 실시간으로 측정되는 센서 데이터를 관찰할 수 있다. 이는 MySQL 데이터베이스에 저장되며, Grafana를 통해 시각화하여 모니터링할 수 있다.

측정된 유해 가스의 수치가 일정 농도의 값을 초과하여 인체에 유해하거나 폭발 및 화재 등 2차 사고로 이어질 수 있는 경우, 환기 및 제어 시스템을 가동시키는 등의 조치를 통해 작업자를 보호하고 안전한 작업 환경을 구성할 수 있다.

III. 전체 시스템

조선소의 작업장에서 발생할 수 있는 유해 가스와 내부 환경을 실시간으로 측정하기 위해 다양한 센서 모듈을 사용하여 데이터를 수집한다. 가스 측정 센서 모듈로는 아두이노와 높은 호환성을 가지고, 허용 전력 범위 내에 사용 가능한 센서를 구성하였다. RX-9 센서를 통해 조선소 내의 이산화탄소 (CO₂) 농도를 측정하고, MQ-4 센서를 통해 메탄 가스(CH₄)의 유출을 감지한다. MQ-7 센서를 통해 일산화탄소(CO) 농도를,

MQ-135 센서를 통해 암모니아(NH₃) 가스를 감지하여 작업장 내의 산소 결핍으로 인한 질식사와 유해 가스 누출로 인한 화재 및 폭발 사고 등을 사전 예방하도록 한다. 또한, 불꽃 감지 센서의 도입으로 화재 발생 시 신속한 감지 및 대처가 가능하도록 한다. 추가적으로 DHT-11 센서를 사용하여 온습도를 측정하고, 미세 먼지 농도를 측정하는 PM2008M 센서를 통해 적합한 작업 환경을 유지할 수 있도록 한다.

측정 데이터는 각 센서 모듈에 설치된 ZigBee 모듈을 통해 중앙의 수신부 ZigBee로 전송된다.

```

2024-05-28 17:43:03
b,2.65,1.83,28,53,6.10,523
a,4.22,43.01,27,54,319.78,503
2024-05-28 17:43:05
b,2.65,1.81,28,53,6.10,508
a,4.22,43.01,27,54,313.00,503
2024-05-28 17:43:06
b,2.65,1.81,28,53,5.98,496

```

Fig. 2. Measurement results expressed in PyCharm

측정된 센서 데이터의 값은 그림 2와 같이 PyCharm 프로그램을 통해 실시간으로 확인할 수 있다. PyCharm은 Python용 통합 개발 환경(IDE)으로, ZigBee 통신을 통해 전송된 센서 데이터를 실시간으로 관찰하고, 데이터베이스와의 연동을 지원하여 데이터의 저장 및 관리를 용이하게 해준다. 실험에서는 MySQL 데이터베이스를 사용하여 전달된 센서 데이터를 저장하였다. MySQL은 데이터를 테이블 형태로 저장하고, 테이블 간의 관계를 정리하여 데이터 구조화 과정에 유리하다. 그림 3은 MySQL에 데이터가 실시간으로 저장되는 과정을 보여준다.

node	co	nh3	temp	hum	ch4	co2	datetime
a	4.05	4.31	27	52	13	664	2024-05-28 18:54:06
a	4.05	4.31	27	52	13	664	2024-05-28 18:54:07
a	4.05	4.31	27	52	13	664	2024-05-28 18:54:08
a	4.02	4.21	26	52	12	432	2024-05-28 18:55:41
a	4.02	4.21	26	52	12	432	2024-05-28 18:55:43
a	4.05	4.21	26	52	12	432	2024-05-28 18:55:45
a	4.05	4.21	26	52	12	432	2024-05-28 18:55:46
a	4.05	4.21	26	53	12	432	2024-05-28 18:55:48
a	4.02	4.21	26	53	12	432	2024-05-28 18:55:49

Fig. 3. Database structure of monitoring system

그림 4는 MySQL 데이터베이스에 저장된 데이터를 Grafana 프로그램을 사용하여 시각적으로 나타낸 모니터링 화면이다.



Fig. 4 Shipyard remote monitoring GUI

모니터링 화면을 통해 유해 가스 데이터의 측정값과 누출량을 실시간으로 파악할 수 있다. 이후 측정된 유해 가스가 임계값을 초과하면 경보 및 환기 시스템을 작동하여 상황을 대처하도록 설계하였다. 또한, 미세 먼지 및 온습도 변화량을 시각적으로 확인할 수 있어 환경 제어에 유리하며, 화재 감지 화면을 통해 화재 발생 시 즉각적인 대처가 가능하도록 설정하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 조선소 내 작업장 안전 및 환경 관리를 위한 모니터링 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 작업 환경에서 발생할 수 있는 유해 가스를 측정하는 센서 모듈과 ZigBee 무선 통신을 활용하여 유해 가스와 환경 데이터를 원격으로 모니터링할 수 있도록 구성되었다. 효율적인 데이터 수집을 위해 여러 개의 송신부에서 데이터를 전송하는 다중 통신 방식을 사용하였다. 또한, PyCharm 프로그램과 MySQL 데이터베이스를 연동하여 센서 데이터를 원활하게 저장 및 관리하였으며, Grafana 프로그램을 통해 실시간 모니터링 화면을 구성하여 작업장 안전 관리를 효과적으로 수행할 수 있게 하였다.

이러한 모니터링 시스템을 통해 질식사고 및 화재 사고에 신속하게 대응할 수 있어 선박 작업 환경에서 발생할 수 있는 안전사고를 최소화하고 인명 피해를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Hyeong Seo Koo, Byung Wook Han, Hye Ri Kim, Min Jun Kim, Woo-Sung Jung, et al., "Implementation of confined space environmental information monitoring system for smart shipyard construction", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 1425-1426, Jun. 2023.
- [2] Joon Yung Kim, "A Study on Priority of Applying Smart Safety Management System considering Shipbuilding Industry's Nature", Feb. 2022.

손동작 제어 드론 알고리즘 구현 및 검증

이우람

경운대학교 무인기공학과

Implementation and Verification of Handy Motion Control Drone Algorithm

Wooram Lee

Department of Unmanned and Autonomous Vehicle Engineering, Kyungwoon University

I. 서론

최근 다양한 영역에서 임무 드론의 활용이 급격하게 증가하고 있으며, 일반 상용 분야에서 드론은 자율 비행으로 택배 서비스를 수행하고, 농약을 살포하거나 산불을 감시하며, 조난된 등산객을 찾아내는 데 활용되기도 한다. 군사 분야의 경우 정찰 및 감시하거나 경계 임무를 수행하고, 군수 물자를 수송하는 등 다양한 분야의 임무에 투입되고 있다. 특히, 객체 인식 기술의 발달로 드론에 장착된 카메라를 이용한 활용 분야가 더욱 다양하고 지능화되고 있다[1].

드론의 활용도 증가에 따라 제어는 사람이 조종 장치를 통해 무선으로 제어하고 있다. 이러한 방식은 조종 능력의 속 달하기 위한 훈련 시간과 비용이 요구되고, 조작 간 통신(전파 전송 등) 봉장되어야 하며, 휴먼 에러(Human Error)에 의한 안전사고 발생 가능성을 염두에 두어야 한다. 따라서 드론을 보다 원활히 사용하기 위해 인공지능을 활용한 지능화 수준을 높이는 것이 필수적이다. 최근 드론을 운용하는 데 인공지능을 활용하여 상대적으로 높은 지능화를 요구하고, 편의성을 향상시키기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있으나 대부분의 연구 보고의 경우 실험적인 수준으로 수행되었다 [2-3].

본 연구에서는 인공지능 알고리즘을 활용하여 드론이 객체를 자동으로 탐지 및 추적하여 손동작으로 상대적으로 쉽게 제어하는 지능형 드론 시스템을 구현하고 검증하였다. 시스템 구현을 위해 드론에 탑재된 카메라로부터 전송된 영상을 알고리즘을 활용하여 객체를 인식하고 화면의 위치정보 기반으로 드론이 객체를 따라 지속해 추적할 수 있는 비행 제어 시스템을 구현하였다.

II. 손동작 제어 드론 시스템

객체 탐지 기술은 영상 또는 비디오에서 사람, 사물 및 장면 등의 세부적 시각 정보를 인공지능 알고리즘 기술을 이용하여 사람처럼 추출하는 기술을 의미한다. 손동작 인식은 지상 통제 컴퓨터에서 수행된다. 비행 조종사는 지상 통제 컴퓨터에 장착된 카메라 앞에 일정 거리(간격)에 위치하여 손동작으로 비행 제어 명령을 지정하면 촬영되는 영상이 손동작 인식 모델에 입력된다. 사전에 학습 데이터를 통해 학습된 손동작 모델은 처리 결과를 비행 제어 명령어 생성 모듈에 전달하여 비행 제어 명령어가 생성되도록 하였다. 손동작은 위치와 손가락 마디로 구분되는데 카메라를 통한 화면 전체를 20 셀러 나누었다(Fig. 1).

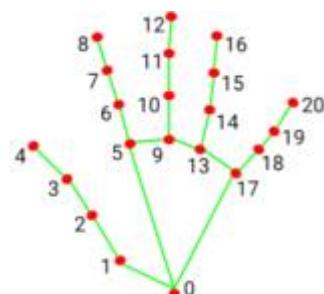


Fig. 1.Handy motion position and classification grid

전체적인 드론 제어 시스템의 상세 흐름도 Fig. 2 와 같다. 드론의 전원을 켜게 되면 이륙한 후, 카메라의 영상을 획득하여 무선 통신(WiFi)를 통해 지상 제어 시스템으로 스트리밍을 하면 지상 제어 시스템의 영상 입력 처리부에서 영상의 잡음 및 왜곡을 처리한다.

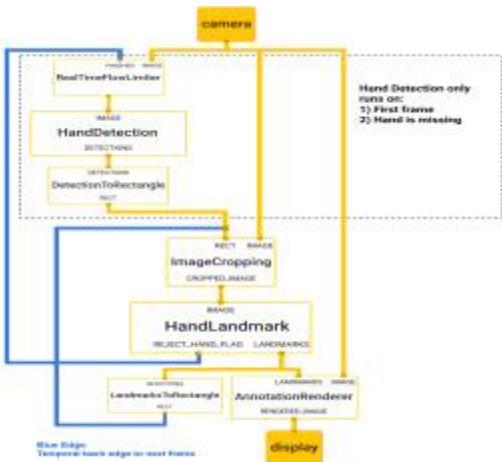


Fig. 2. Drone control system detailed flowchart

Fig. 3 손동작에 따른 중립, 좌우 및 착륙 등에 대한 범주로 나눈 형상이다.

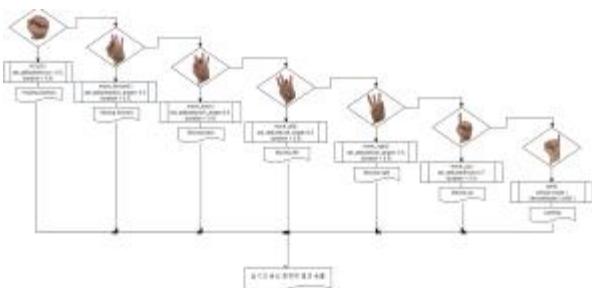


Fig. 3. Categories of handy motions

III. 결과 및 고찰

Fig. 4 는 연구에 적용된 손동작 제어 드론의 형상이다. 영상에서 추적할 객체(대상)가 지정되어 있지 않으면, 운용자가 추적할 대상을 수동으로 화면상에서 지정한다. 추적 대상이 지정되면 객체 인식 및 추적을 위한 알고리즘으로 입력된다.



Fig. 4. Handy motion drone

Fig. 5 는 인공지능 알고리즘 기반으로 학습을 통한 손동작 인식은 상대적으로 정확하여 손동작으로 제어하는 데 불편함이 없었다. 이는 클래스의 개수가 4개로 소수이고, 학습 데이터를 구축할 때 손의 모양이 클래스 경계선에 있지 않도록

중심선을 두어 높은 품질의 학습 데이터를 구축한 것이 유효하였다. 손동작의 크기 및 위치는 객체 위치식별(Object localization)에 따른 범주 상자를 통해 식별하였다. 영상에서 손동작이 탐지되면, 프레임에서 손의 평균 가로 길이 및 위치를 연산하였다. 연산된 수치에 따라 셀의 크기를 감지하여 제어할 수 있었다.



Fig. 5. Classification result for handy motion class(size and position)

IV. 결론

본 연구에서는 인공지능 기반의 객체 탐지 및 추적 알고리즘을 활용하여 객체를 탐지하고 추적하는 지능형 드론 시스템을 구현 및 검증하였다. 학습 기반의 객체 탐지 및 추적 알고리즘은 기존의 색상 기반의 알고리즘에 비해 상대적으로 높은 정확도를 나타내면서 실시간으로 객체를 탐지하고 추적하는 것을 시스템적으로 확인할 수 있었다. 또한, 인공지능 알고리즘을 활용한 손동작 제어는 추가적인 장치 없이 드론을 직관적이고 수월하게 제어할 수 있어, 다양한 응용에 적용 가능할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2024년도 경운대학교 교내학술연구비 지원으로 연구되었음.

REFERENCES

- [1] K. Amer, M. Samy, M. Shaker, M. ElHelw, "Deep Convolutional Neural Network-based Autonomous Drone navigation", arXiv:1905.01657, 2019.
- [2] JY. J. Yoo and Y. J. Kim, "A Study of Gesture Vocabularies for User Centered Drone Control Interface", Proceedings of HCI Korea conference, pp. 466-469, 2017.
- [3] W. J. Jang, H. Kim, "Development of an Intuitive Drone Controller Based on Hand Motions", Proceedings of HCI Korea conference, pp. 128-131, 2018.

대전시 초·중학교 과밀학급 원인 확인을 위한 데이터 분석

김미연, 이충호*

한밭대학교 정보통신공학과

Data Analysis to Identify the Cause of Overcrowded Classes in Elementary and Middle Schools in Daejeon

Mi Yeon Kim, Choong Ho Lee*

Department of Information and Communication Engineering, Hanbat National University

I. 서론

과밀학급은 학생 수가 많아 교사와 학생간의 상호작용이 제한될 수 있을 뿐 아니라 학습환경과 교사의 지도력이 저하될 수 있는 단점이 있다. 교육부는 학급당 학생 28명 이상인 과밀학급을 해소하기 위해 학급당 학생 수 감소, 학급 증축 학교 신·증축 등을 추진[1]하고 있다. 저출산으로 학령인구의 감소에도 불구하고 대전광역시 일부 지역은 과밀학급으로 운영되고 있다. 현재 대전광역시는 동구, 중구, 대덕구는 동부 교육지원청, 유성구와 서구는 서부교육지원청으로 분리되어 있으며 초등학교는 학구도[2]에 의해 중학교는 전산 추첨으로 지역 내 근거리 학교로 배정되고 있다.

이에 본 연구에서는 대전광역시 초·중학교를 기준으로 과밀학급 원인 도출을 위해 데이터를 수집하여 분석을 실시하였다.

II. 분석 방법 및 결과

본 연구 분석을 위하여 대전광역시 2024년 4월 기준 인구 데이터와 2024년 1월 기준 대전광역시 교육통계자료 공공데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 CSV파일 형태로 분석을 위한 전처리를 진행하였으며 분석은 Anaconda 환경에서 Jupyter Notebook의 Python 언어를 사용하여 시작화하였다.

2.1 초·중학교 연령별 인원수

초등학생과 중학생의 연령대는 만 나이 기준 6~15세에 해당되며 대전광역시 전체 인구 1,441,272 명중 113,599명으로 7.9%에 해당된다. Fig. 1은 수집된 데이터의 행정기관으로 구분된 82개동의 6~15세 인구수를 차트로 표현했다.

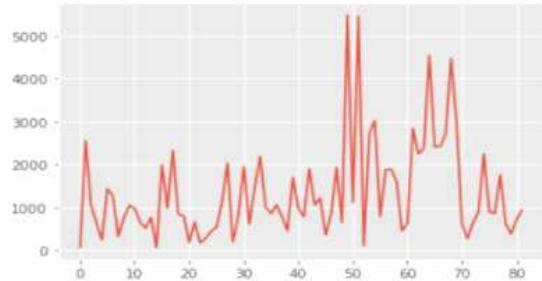


Fig. 1. Number of Population aged 6-15 years

가장 많은 인원은 서구 도안동 5,487명과 관저2동의 5,457명으로 나타났으며 가장 적은 인원은 동구의 대청동 67명과 중앙동 70명으로 나타났다.

Table 1은 행정기관별 초·중학교 학생 비율로 6-11세는 초등학생, 12-15세는 중학생으로 유성구와 서구의 비율이 대덕구에 비해 3배 이상 차이가 있음을 알 수 있다.

Table 1. Percentage of elementary and middle school students by administrative agency

행정구	초등인원	초등rate	중인원	중rate
Dong-gu	9,083	12.5%	5281	12.9%
Jung-gu	9,605	13.2%	5833	14.3%
Seo-gu	24,525	34.7%	13838	33.9%
Yuseong-gu	22,871	31.4%	11733	28.8%
Daedeok-gu	6,723	9.2%	4107	10.1%
total	72,807	100%	40792	100%

행정기관으로 구분된 연령별 인원은 초등학생의 경우 서구의 6학년 학생 수가 4,664명으로 가장 많았으며, 대덕구 1학년 학생의 수가 877명으로 3787명의 차이를 보였다. 중학교의 경우도 서구 중2가 가장 많은 4,778명으로 나타났다. 연령별 인구수와 초·중 학생 수도 서구와 유성구에 밀집되어 있음을 알 수 있다.

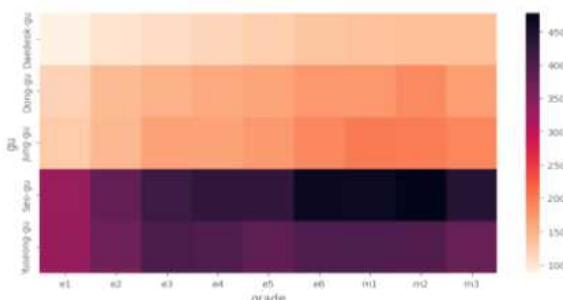


Fig. 2. Distribution of Classified Personnel by Age of Elementary and Middle School Students

2.2 초·중학교 학급당 인원

특수와 특별학급을 제외한 중학교의 학급당 인원의 평균은 25명, 초등학교는 19.9명이지만 동부 18.7명과 서부 21.8명으로 3.1명으로 차이가 있는 것으로 나타났으며 학교를 다니지 않는 인원이 초등은 초등 전체 인구의 1.95%에 해당하는 1,420명과 중등은 4.67%에 해당되었다. Table 2는 초·중학교 학급당 인원으로 괄호 안에는 학급 수를 표시하였다.

Table 2. Number of people per elementary and middle school class

	Dong-gu	Jung-gu	Seo-gu	Yuseong-gu	Daedok-eok-gu	total
e1	18.6 (65)	17.6 (79)	21.4 (156)	20.4 (162)	16.8 (54)	19.7 (516)
e2	19.1 (73)	19 (79)	21.8 (171)	21.8 (168)	17.3 (57)	20.6 (548)
e3	19.2 (77)	18.7 (89)	21.8 (188)	22.3 (174)	18.5 (60)	20.8 (588)
e4	19.4 (80)	18.7 (88)	22.5 (176)	21.4 (177)	18.5 (62)	20.7 (583)
e5	19.3 (81)	19.8 (86)	22 (188)	22.2 (166)	18.8 (65)	21 (586)
e6	19.7 (87)	20 (97)	22.3 (201)	21.3 (184)	18.1 (71)	20.9 (640)
m1	25 (58)	25.3 (71)	26.2 (186)	25.7 (147)	24.2 (60)	25.6 (522)
m2	25.1 (57)	25.5 (70)	25.9 (186)	26.4 (140)	23.9 (59)	25.7 (512)
m3	24.1 (57)	24.4 (70)	25.1 (176)	25.2 (142)	23.8 (58)	24.8 (503)

과밀학급인 초등학교와 중학교의 중복되는 행정동을 조사한 결과 도안, 관저, 원신흥동으로 분석되었다.

대전의 전체 인구와 유성구를 제외한 행정구의 인원은 전체적으로 감소하고 있으나 유성구는 상대적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

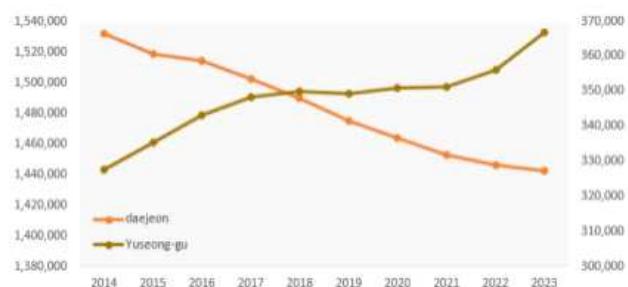


Fig. 3. Population Change in Daejeon City and Yuseong-gu

III. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 대전광역시 초·중학교 과밀학급 원인을 확인하기 위한 데이터를 분석한 결과로 서구 둔산의 H초등학교는 학급당 인원 평균 33.4명으로 입시 관련 사교육 기관을 이용하려는 연령층의 증가[3]로 가장 심각한 과밀학급으로 나타났으며, 학교의 신·증축 없이 많은 인구가 유입된 도안, 관저, 원신흥동에 위치한 초·중학교의 학급당 인원이 과밀학급으로 분석되었다. 이 지역은 대전의 서남부권 신도시로 최근 10년 동안 많은 세대가 이전한 곳으로 다른 행정구에 비해 인구 유입이 상대적으로 많은 곳으로 학교의 신·증축이 우선되지 않는다면 저출산과 무관하게 과밀학급 해소가 어려울 것으로 보인다. 또한, 이 지역은 도시개발로 대규모 아파트 입주가 예정되어 있어 학교설립이 지연될 경우 이전과 같이 임시 모듈러 교사에서 지내거나 기존 학교에 유입 과밀학급을 피할 수 없다. 따라서, 교육 환경 개선을 위해 선주거지역 연령에 맞는 학교 신설과 학교 이전 등 교육환경을 개선을 위한 적극적인 노력이 필요할 것으로 보인다.

향후 좀 더 정확한 분석을 위해 행정구역의 각 구별 등으로 세분화하여 분석을 진행할 계획이며 학생 수 감소로 학급이 줄거나 폐교로 인한 학교 활용에 대한 연구를 진행할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Haeyeon Ahn, seo kyungsook, Sunbok Lee, "Analysis of Factors Influencing the Occurrence of Overcrowded Class in Elementary and Middle Schools Using Machine Learning,"The Journal of Educational Administration, vol.41, no.3, pp. 165-188, 2023.
- [2] School District Information Service [Internet] Available:<https://schoolzone.emac.kr/main/main.do>.
- [3] Mi Yeon Kim, Choong Ho Lee, "Analysis of the Relationship between the Number of Teenagers and the Number of Private Education Institutions by Administrative District of Daejeon Metropolitan City,"Korea Institute of Convergence Signal Processing, vol. 24, no. 1, pp. 107-108, 2023.

이미지 생성형 AI 미드저니를 활용한 헤어스타일 이미지 향상연구

하성관¹, 김채린¹, 정미경¹, 박은진¹, 서형윤^{2*}

¹창신대학교 일반대학원 미용예술학과, ²창신대학교 스마트융합공학부 컴퓨터전공

A Study on the Improvement of Hair Style Image by Using Image Generative AI Midjourney

Seongkwan Ha¹, Chaelin Kim¹, Mlgyeong Jeong¹, Eunjin Park¹, Hyungyoon Seo^{2*}

¹Dept. of Cosmetology, Changshin University

²Dept. of Computer Science, Changshin University

I. 서론

4차산업의 생성형 AI 기술은 의료, 금융, 생산, 교육, 예술 등 다양한 분야에 많은 변화를 이끌고 있으며[1] 미용 분야에서는 AI 기술로 고객별 가상 스타일 체험 등으로 기존보다 차별화된 서비스를 제공하고 있다. 최근 패션과 예술 분야에서는 딥 러닝으로 학습된 이미지 생성형 AI를 활용하여 다양한 디자인을 생성하는 연구[2]가 이루어지고 있으나 특히 해어미용 분야의 이미지 생성 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 텍스트 생성 AI ChatGPT를 활용하여 2024년 헤어트렌드를 정리하고 이미지 생성형 AI 미드저니에 적용하여 해어디자인 이미지를 생성하여 고찰하고자 한다.

II. 연구 방법 및 결과

2.1 연구 방법

ChatGPT를 활용하여 2024년 헤어트렌드 키워드를 정리하여 프롬프트를 만들고, 미드저니로 이미지를 생성하여 키워드가 반영된 이미지를 생성하여 고찰하고자 한다.

2.1.1 프롬프트 생성

ChatGPT를 활용하여 2024년 헤어트렌드를 정리한 결과 아래 Table 1과 같이 크게 3가지 키워드로 분류하였고, 첫 번째는 자연스러운 웨이브와 건강한 머릿결. 두 번째는 90년대의 레이어 커트와 볼륨, 세 번째는 파스텔 톤의 옴브레 염색 기법을 키워드로 프롬프트가 생성되었다.

Table 1. Prompt generated by ChatGPT

Kekword	Prompt
Natural Texture and Volume	"A young woman with long, glossy hair styled in natural, effortless waves. Her hair shines under the light, showcasing its healthy and luxurious texture. (생략)"
Retro mood	"A woman with a bold layered haircut styled in a 90s retro fashion. Her hair features voluminous curls and dramatic, edgy layers that add texture and movement. (생략)"
Personalized Hair Colors	"A woman with an ombre hairstyle, where her hair transitions smoothly from a darker root color to lighter, pastel-colored tips. The gradient effect adds depth and dimension to her hair"

2.1.2 이미지 생성

Fig. 1은 Natural Texture and Volume 키워드로 생성된 이미지로, 전체적으로 모발에 윤기와 볼륨이 있고 탄력이 있는 자연스러운 웹이 강조된 이미지가 생성되었고 프롬프트에는 색상과 길이가 관련된 키워드는 포함되어 있지 않지만 어깨 아래까지 내려오는 모발의 기장과 N7레벨 이상의 색상이 표현되었다.



Fig. 1. Natural Texture and Volume

Fig. 2는 Retro mood 키워드로 생성된 이미지로 4장 이미지 모두 레이어 커트형태에 뿌리볼륨과 S컬의 형태의 이미지가 생성되었고 웨이브의 세기, 컬러, 길이와 관련된 프롬프트가 포함되지 않지만 목선에 걸치는 모발의 길이, 웨이브의 세기는 다양하게 표현되었다.



Fig. 2. Retro mood

Fig. 3은 Personalized Hair Colors 키워드로 파스텔 톤 및 염색기법 중 옴브레 기법을 프롬프트에 작성하여 이미지를 생성하였고 4장 이미지 중 3장의 이미지에서 ((상, 좌), (상, 우), (하, 우)) 파스텔 톤의 색상이 표현되고 옴브레 염색기법은 4장 모두에서 볼 수 있다. 컬러의 수 및 웨이브와 관련된 프롬프트는 포함되지 않았지만 4장 모두 2가지 이상의 컬러와 S컬이 표현된 것을 확인하였다.



Fig. 3. Personalized Hair Colors

III. 결론

본 연구에서는 ChatGPT로 2024년 헤어트렌드 키워드를 Natural Texture and Volume(자연스러운 텍스쳐 및 볼륨), Retro mood(레트로), Personalized Hair Colors(개성있는 컬러)의 3가지 키워드로 정리하여 프롬프터를 생성하였고, 생성한 명령어를 미드저니에 반영하여 이미지를 생성하였다.

본 연구에서 생성형 AI로 모발의 윤기, 웨이브 세기, 컬러, 염색기법을 이미지로 생성이 가능한 것을 확인하였고 실제 고객의 모발에도 적용할 수 있는 트랜디한 디자인의 이미지가 생성되는 것을 확인하였다. 이는 헤어디자이너의 디자인 창작 과정에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 추정된다. 생성된 이미지로 헤어 미용의 교육과 마케팅 분야에서 활용할 수 있을 것으로 추정이 된다.

본 연구를 진행하면서, 과연 어디까지 자세한 프롬프트를 만들어 낼 수 있을 것이며, 어디까지 원하는 헤어디자인을 적용하여 만들어 낼 수 있을까 하는 측면에서 프롬프트만으로는 다양한 형태의 원하는 헤어디자인 이미지 생성은 한계가 있었다. 따라서 후속 연구에서는 헤어 미용 분야에서 이미지 생성형 AI를 활용하기 위한 효율적인 명령어 작성법 및 이미지 생성에 영향을 끼치는 다양한 기법들을 살펴볼 것이다.

REFERENCES

- [1] <https://jmagazine.joins.com/forbes/view/337513>
- [2] Isle Jeon, Dong-ha Jo, Mikyeong Moon., Automated Story Generation with Image Captions and Recursiva Calls., Journal of the Institute of Convergence Signal Processing, 2023, 24(1), 42-50.

생성형 AI 기반 환타지 메이크업 이미지 생성 관련 연구

하서진¹, 김아람¹, 우성혜¹, 이영동^{2*}

¹창신대학교 미용예술학과, ²창신대학교 스마트융합공학부

A Study on Fantasy Makeup Image Generation based on Generative Artificial Intelligence

Seo-Jin Ha¹, A-Ram Kim¹, Seong-Hye Woo¹, Young-Dong Lee^{2*}

¹Department of Cosmetology, Changshin University

²Division of Smart Convergence Engineering, Changshin University

I. 서론

2022년 11월 출시된 챗GPT 서비스는 놀라운 속도로 사용자가 증가하고 있으며, 이는 컴퓨터가 사람과 대화하는 것 같은 경험으로 이전과 비교할 수 없는 관심을 불러오고 있다.

생성형 AI는 텍스트, 이미지, 코딩, 음성, 영상, 사운드, 3D 등 다양한 분야로 확장하고 있으며 특히 이미지 생성 AI는 인간이 그런 것보다 뛰어난 기법의 그림은 물론 사진과 같은 높은 수준의 이미지를 생성하여 사회적, 경제적 큰 영향을 미치고 있다[1]. 또한 미용 분야와 생성형 AI는 인간과 함께 작업하며 새로운 아이디어와 디자인을 제공할 수 있는 큰 잠재력을 키우고 있다.

AI 기술의 발전은 미용 분야에 새로운 디자인 기회를 제공하며, 이를 교육을 통해 준비할 필요성이 있다. 이에 본 연구에서는 메이크업 분야를 생성형 AI인 인공지능 기반의 이미지 생성기 미드저니(Midjourney)와 빙크리에이터(Bing Image Creator)를 이용하여 텍스트 프롬프트를 삽입하여 환타지 메이크업 디자인을 구상하고 창작함으로써, AI 기술과 메이크업을 융합하여 새로운 창작 방식과 결과물을 제시하고자 한다[2]. 또한 창작 과정과 결과를 분석하여 환타지 메이크업의 다양하게 확장될 수 있도록 새로운 인식과 가능성을 제시하고자 한다. 실제로 환타지 메이크업을 인체에 적용하기 위한 시뮬레이션하기 전 디자인을 구상하는 것은 쉽지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 생성형 AI인 인공지능 기반의 이미지 생성 모델을 활용하여 환타지 메이크업 디자인을 창작하는 방법을 제안하고자 한다.

II. 이론적 배경

2.1 생성형 AI

생성형 AI 이미지 기술은 산업혁명, 정보혁명, 인터넷 혁명

에서부터 미래의 인공지능 시대와 메타버스 시대까지 등장한 중요한 기술 중 하나이다. 이 기술은 자연어 처리 모델을 활용하여 다양한 작업을 수행하며 인간과 상호작용할 수 있는 형태로 발전한 인공지능의 한 예라고 할 수 있다.

2.2 환타지 메이크업 이미지 생성

인공지능 기술의 발전에 따라 활용 범위가 넓어지면서 생성형 적대 신경망(Generative Adversarial Networks, GAN) 모델이 적용된 생성형 AI가 등장했다[3]. 이를 통해 높은 품질의 이미지를 생성할 수 있게 되었고, 이후 GAN의 확장형과 다양한 기술들이 개발되어 현재 텍스트나 이미지와 같은 입력에 따라 새로운 이미지를 생성하는 기술이 발전하였다[4]. 이러한 인공지능을 이용한 이미지 생성 기술은 인간의 영역이라고 생각했던 예술과 창작의 분야에서도 활용되고 있으며, 예술의 다양한 장르와 매체와 융합되어 새로운 예술 형식과 표현 방식을 만들어낸다[5].

III. 내용 및 방법

본 연구를 위한 연구 방법은 사례 연구이다. 구체적인 내용은 먼저 첫째, 문헌조사 및 국내 외 매체를 통하여 AI 개념과 AI 이미지 생성 도구의 등장 배경 및 AI 이미지 생성 도구의 종류와 특징을 파악하였다. 둘째, AI 이미지 생성 도구를 사용한 환타지 이미지 메이크업을 생성해 보고 그 특징을 살펴보았다. 셋째 본 연구를 위하여 AI 이미지 생성 도구 중에서 미드저니와 빙크리에이터를 선정하였다. 두 가지는 이미지 생성 도구 중 널리 사용되는 플랫폼이며 모바일 기기나 모든 운영체계에서 사용할 수 있도록 개발되어 데스크톱이나 모바일 애플리케이션은 물론 웹 애플리케이션으로도 사용할 수 있고, 이해하기 쉬운 UI를 제공하는 장점이 있다[6]. 또한 환타지 메이크업 이미지를 생성할 수 있으며 딥 러닝을 사용

하여 기존 이미지를 학습하고 분석하여 새로운 디자인을 생성한다. 생성된 디자인은 색상, 질감, 패턴 등의 요소를 사용자가 정의할 수 있어 메이크업 아티스트에게 도움이 될 수 있는 도구로 소개되고 있으므로 두 가지를 비교해 보기 위하여 본 연구를 채택하였다.

본 연구 방법은 미드저니와 빙 이미지 크리에이터에서 환타지 메이크업 이미지를 도출할 때 자연과 나무를 주요 키워드로 설정하고 프롬프트를 5단계로 입력시켜 이미지를 도출, 비교해 보았다. 2가지의 도구를 활용하여 도출한 결과는 큰 차이가 없는 이미지를 생성할 수 있었고, 그 결과들을 분석해 볼 때 생성형 AI 기술을 활용하는 것이 기존 오프라인 방식의 판타지 메이크업 이미지 맵 작업보다 퀄리티가 높고 작업 시간을 줄일 수 있음을 확인하였다.

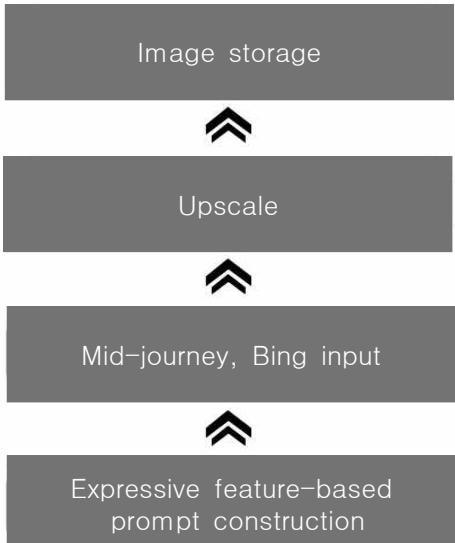


Fig. 1. Creating a Fantasy Makeup Image Procedure

IV. 프롬프트 단계별 분석 결과

본 연구를 통하여 AI 개념과 AI 이미지 생성 도구의 등장 배경 및 AI 이미지 생성 도구의 종류와 특징을 정확하게 파악하고, 환타지 메이크업 수업에 적용하여 사용할 수 있도록 하였다. 또한 AI 이미지 생성 도구를 사용하여 환타지 메이크업 이미지를 생성한 결과 프롬프트 구성요소에 맞춰 세밀한 단어를 나열한다면 원하는 이미지를 얻을 수 있었다. 그러나 프롬프트 단어가 포괄적일수록 생성된 이미지의 편차도가 커져서 의도하지 않은 방향으로 진행되기도 하였다. 또한 빙크리에이터에 비해 미드저니가 섬세하고 퀄리티가 높다는 결과를 도출하였다.

AI 기술을 활용한 미용 연구 중 메이크업에 관련된 자료는 미비한 실정이며, 본 연구의 방법으로 환타지 메이크업의 효율성과 접근성을 높여주고, 미용 관련 연구자에게 창의적인 영감과 새로운 아이디어를 제공할 수 있으리라 사료된다.

	Midjourney	Bing Image Creator
1	fantasy Makeup with the theme of nature	
2	fantasy Makeup with the theme of nature, a three-dimensional form	
3	fantasy Makeup with the theme of nature, a three-dimensional form, wood-shaped, use 3 colors	
4	fantasy Makeup with the theme of nature, a three-dimensional form, wood-shaped, use 3 colors, the guardian deity of the forest, fantasy image Makeup, woman in her 20s facing the front	
5	fantasy Makeup with the theme of nature, a three-dimensional form, wood-shaped, use 3 colors, the guardian deity of the forest, Expressing with an art mask, fantasy image Makeup, object, woman in her 20s facing the front, --ar 5:4	

Fig. 2. Results of step-by-step analysis of text prompts

REFERENCES

- [1] Dong-Hyun Kwon, "Analysis of Prompt Elements and Use Cases in Image-Generating AI: Focusing on Midjourney, Stable Diffusion, Firefly, DALL·E"Journal of Digital Contents Society, Vol. 25, No. 2, pp. 341-351, 2024.
- [2] Myung-joo Lee "A Study on Cubist Art Makeup Design Creation Using Artificial Intelligence Based Image Generation Model"Jounal of The Korean Society of cosmetology, Vol. 29, No. 6, pp.1427-1434, 2023.
- [3] Su-yong Choi "Generation of Roadway Driving Situation Images Using Generative Adversarial Network"Graduate School of Konkuk University, 2019.
- [4] Byung-joon Chang "Real-time global illumination for ray-tracing of dynamic scenes"Department of Computer Science and Engineering Sogang University, 2013.
- [5] Jing-Yu Zhang "A Study on the Regional Waves of Modern and Contemporary Yan Style(颜體) Calligraphy"Ph.D. Dissertation, Kyonggi University, 2023.
- [6] Keun-soo Park, "Study on the feasibility of using AI image generation tool for fashion design development-Focused on the use of Midjourney"The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 9, No. 6, pp.237-244, 2023.

비지도 이상 탐지 기법 기반 간접적 차량 부품 고장 탐지 시스템

강민준¹, 구형일^{2*}

¹아주대학교 인공지능학부, ²아주대학교 전자공학부

Indirect Vehicle Component Fault Detection System Based on Unsupervised Anomaly Detection Techniques

Min-Jun Kang¹, Hyung-il Koo^{2*}

¹Division of Artificial Intelligence, Ajou University

²Division of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

I. 연구 필요성 및 문제점

모든 고장마다 감지 센서를 추가할 수 없는 현실적인 제한으로 인해 이미 설치된, 고장 감지 목적이 아닌, 센서들을 이용하여 간접적으로 고장을 감지하려는 수많은 연구가 진행되었다. 따라서 제한된 수의 센서를 사용하여 부품의 오작동을 감지하는 것은 현실적으로 중요한 과제다.

대부분의 시계열 이상 감지 방법은 특정 시간 범위 또는 지점의 이상을 식별하는 기법이다[1]. 그리고 많은 방법이 딥러닝 기법을 통한 확률 분포나 전역 패턴을 통해 미래값 예측하는 이상 감지 기법을 제안한다[2]. 그러나 이러한 접근 방식은 두 가지 이유로 우리의 특정 사례에 적합하지 않다. 첫째, 우리는 특정 시간 범위의 시계열 데이터 이상보다는 부품 결함 유무를 감지함에 중점을 두고 있다. 둘째, 우리는 클래스별 데이터 수가 불균일하고 작은 규모의 환경에서 작동할 수 있는 이상 감지 시스템 개발을 목표로 하고 있다.

본 연구의 목표는 차량의 센서별 시계열 데이터를 사용하여 차량 각 바퀴 부품의 댐퍼 누수나 휠 너트 풀림과 같은 자동차 부품의 결함을 감지하는 것이다. 본 논문을 통해 각 센서 간의 관계를 이용하여 자동차 부품의 정상 상태와 비정상 상태를 분류하는 방법을 제안한다. 이 접근 방식은 표준 이상 감지 기법보다 향상된 성능을 이루었다.

II. 연구내용과 방법

우선, 본 연구에서 제안하는 이상 탐지 기법은 차량의 훨속도 센서 데이터를 4개를 입력으로 받아 차량의 고장 유무를 판단한다. 차량의 고장의 종류는 “댐퍼 누유” 와 “휠 너트 풀림”이며, 각 바퀴에서 1가지만 발생한다. 제안하는 기법의 입력으로 차량 훨 속도 센서를 선택한 이유는 Fig. 2의 센서 데이터 샘플에서 보이듯이 웨이블렛형(Wavelet-like) 패턴과 특정 주파수 대역이 눈에 띠는 특징을 보인다. 이러한 패턴은 정상 차량과 고장 발생 차량 둘 다 나타나지만,

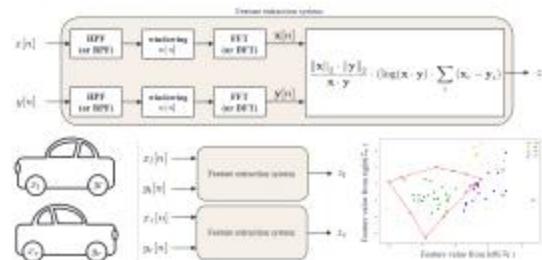


Fig. 1. Proposed system diagram

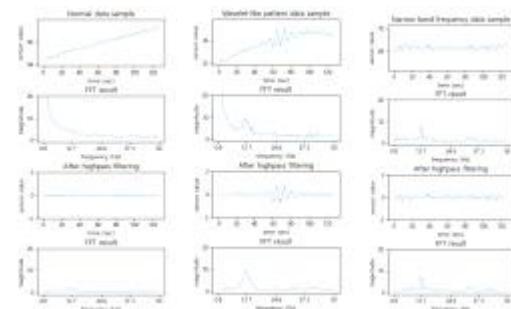


Fig. 2. Data sample plots with type of time-series anomaly

웨이블렛형 패턴의 길이와 진폭, 특정 주파수 대역의 진폭에서 차이가 발생한다. Fig. 2에서 정상과 고장 데이터의 특정 간 차이는 시계열 도메인보다 주파수 도메인에서 두드러지게 나타남을 확인할 수 있다. 댐퍼 누유 고장의 경우 누유가 발생한 바퀴의 훨 속도 센서에서 웨이블렛형 패턴과 특정 주파수 대역 둘 다 진폭의 차이가 나타나며, 휠 너트 풀림 고장의 경우 특정 주파수 대역 진폭이 증가한다. 따라서 4개의 훨 속도 센서 사이의 유사도를 측정하고, 유사도를 기반으로 정상과 비정상 데이터를 구분하는 시스템을 연구하였다.

Fig. 1은 본 연구에서 제안하는 시스템의 다이어그램이다. 제안하는 시스템은 시계열 차량 센서 데이터를 입력으로 받아 차량의 정상과 고장을 분류하는 시스템이다.

첫 번째로, 주파수 필터링과 윈도우 샘플링을 통해 운전자와 노면으로 인한 데이터 특징을 제거한 샘플을 획득한다.

주파수 필터링은 HPF(High Pass Filter)와 BPF(Band Pass Filter)를 사용할 수 있다. 이를 적용한 결과는 Fig 2.의 1,2열과 3,4열의 결과를 비교하여 확인할 수 있다. 제안하는 시스템에서 사용하는 특징인 웨이블렛형 패턴과 특정 주파수 구간 진폭 증가는 상대적으로 고주파수이지만, 주행습관 및 노면 상태로 인한 특징은 저주파임을 실험적으로 확인했다. 두 번째로, 시계열 데이터를 DFT(Discrete Fourier Transform)나 FFT(Fast Fourier Transform)을 사용하여 주파수 데이터로 변경한다. 세 번째로, 각 센서간의 주파수 도메인 관계를 기반으로 특징값을 계산한다. 주파수 도메인 관계를 계산하기 위해 제안하는 시스템은 코사인 유사도(Cosine Similarity), 내적(Dot product), 그리고 벡터 요소 간 뺄셈(Elementwise subtraction)을 사용했다. 마지막으로 정상 데이터의 특징값으로 얻은 결정 경계를 얻어 비정상 데이터를 분류한다. 결정 경계의 조절은 특정 공간에서 정상 특징값의 분포를 기준으로 중심에서 면 특징 값을 순차적으로 제거하여 진행한다.

Table 1.은 연구에 사용된 데이터셋의 데이터 샘플 수를 정리한 표다. 연구에 사용된 데이터는 주행 중인 차량의 센서 데이터들로 구성되어 있으며 샘플링 단위는 10ms이다.

Table 1. Number of Experiment data sample

Normal	Car defect(Abnormal)					
	Damper leakage				Wheel nut loosen	
	FL	FR	RL	RR	FL	RL
50	22	19	26	24	10	4
105						

Table 2.는 연구결과를 정리한 표로 Ours는 본 논문에서 제안하는 시스템의 결과이다. 제안하는 시스템이 분류 기반의 이상 감지 시스템이므로, 비교군으로 선정한 이상 감지 기법을 분류 기반 알고리즘으로 선택하였다. 제안하는 시스템이 F1-score 기준 0.930을 보이면서 비교군 시스템에 비해 높은 성능을 보인다. Table 2.에는 각 고장별 F1-score를 같이 정리했다. 이 결과는 전체 데이터를 기준으로 F1-score가 가장 높은 값을 기준으로 결정 경계를 획득하여 얻었으며, 각 결정경계의 변화에 따른 이상 감지 성능 변화는 Fig. 3의 ROC curve를 통해 확인할 수 있다.

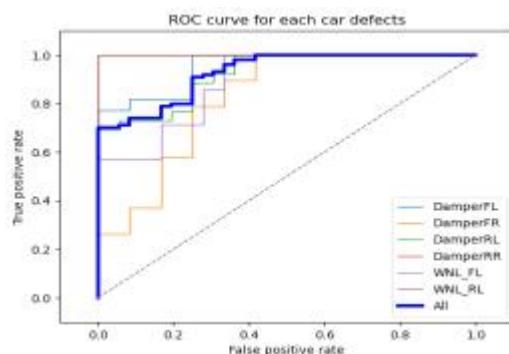


Fig. 3. Proposed system ROC curves of each defects

Table 2. Experimental result of our method and others

Method	F1-score
OC-SVM[3]	0.640
Deep-SVDD[4]	0.167
MLP	0.736
Ours	0.930
Ours(Damper leakage in FL)	0.872
Ours(Damper leakage in FR)	0.717
Ours(Damper leakage in RL)	0.818
Ours(Damper leakage in RR)	1.000
Ours(Wheel nut loosen in FL)	0.727
Ours(Wheel nut loosen in RL)	1.000

III. 결론 및 향후 연구

본 논문은 간단하지만 효과적인 비지도 기법 기반 차량 고장 탐지 시스템을 제안한다. 차량에서 주로 사용하는 센서들을 사용하여 간접적으로 고장을 감지하는 연구는 가치가 있으며, 본 논문에서 제안하는 기법은 머신러닝 기반 이상 감지 기법을 사용하는 시스템에 비해 높은 성능을 보인다. 본 논문에서 제안하는 특정 추출 및 경계선 획득 과정을 기반으로 향후 추가적인 데이터와 함께 딥러닝 기법을 활용하여 개선된 연구로 진행이 가능하다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 현대NGV 차량제어기술개발팀의 고장 차량 데이터 수집을 통해 연구를 진행하였음. 본 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITP-2024-2020-0-01461)

REFERENCES

- [1] L. Ruff, J. Kauffmann, R. Vandermeulen, G. Montavon, W. Samek, M. Kloft, T. Dietterich, and K.-R. Müller, “A Unifying Review of Deep and Shallow Anomaly Detection,” Proceedings of the IEEE, vol. PP, pp. 1–40, 02 2021.
- [2] K. Kang, K. Lee, “CNN-based Automatic Machine Fault Diagnosis Method Using Spectrogram Images” in Journal of the Institute of Convergence Signal Processing, vol. 21. pp.121-126 2020
- [3] K. Yang, S. Kpotufe, and N. Feamster, “An Efficient One-Class SVM for Anomaly Detection in the Internet of Things,” 2021.
- [4] L. Ruff, R. Vandermeulen, N. Goernitz, L. Deecke, S. A. Siddiqui, A. Binder, E. Müller, and M. Kloft, “Deep One-Class Classification,” in Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning, ser. Proceedings of Machine Learning Research, J. Dy and A. Krause, Eds., vol. 80. PMLR, 10–15 Jul 2018, pp. 4393–4402.

실험을 이용한 반잠수식 플랫폼 주변의 wave run-up 분석

강용덕¹, 구본국^{2*}

¹해군사관학교 조선공학과, ²창원대학교 스마트오션모빌리티공학과

Wave run-up analysis around a semi-submersible platform using experiments

Yong Duck Kang¹, Bonguk Koo^{2*}

¹Department of Naval Architecture Engineering, Republic of Korea Naval Academy

²Department of Smart Ocean Mobility Engineering, Changwon National University

I. 연구 필요성 및 문제점

최근 국제 유가는 화석 에너지 수요 증가와 개발도상국의 급속한 산업화로 육지 화석 에너지 자원의 고갈이 가속화되면서 상승하고 있습니다. 이러한 에너지 자원 문제를 해결하기 위해 북극 지역의 해양 및 심해 해양 에너지 자원 개발에 대한 기술 개발과 투자가 많이 이루어지고 있습니다. 육지 구조물과는 달리 해상에 설치되고 운용되는 해양 구조물은 파도, 바람, 해류와 같은 환경 하중의 영향을 받습니다. 따라서 극한 환경 하중에 대한 해양 구조물의 구조적 안전성과 극한 운동 이해의 중요성이 부각되고 있습니다. 해양 구조물에 작용하는 환경 하중은 주로 파도가 지배합니다. 따라서 해상 구조물에 작용하는 wave run-up을 추정하는 것은 구조 설계를 위한 분석 기술의 적용에서 가장 중요한 요소 중 하나입니다.

최근 해상 구조물 주문이 증가함에 따라 해상 구조물의 파도 련업 문제가 이슈가 되고 있으며, 국내외에서 실험적 및 수치적 방법을 사용한 다양한 연구가 진행되고 있습니다. 특히 유럽과 미국에서는 해상 플랜트의 wave run-up에 대한 많은 연구가 최근에 이루어졌습니다. [1]은 한국조선해양연구원(KRISO)의 2차원 파도 시설에서 반잠수식 플랫폼을 실험하여 wave run-up 높이를 측정하였으며, 수치해석을 통해 wave run-up 높이를 계산하고 실험 결과와 비교하였습니다. [2]는 다양한 원통의 단면에 대한 wave run-up 높이를 실험적으로 및 수치적으로 연구하였습니다. 표면 관통 원형 실린더 주변의 wave run-up 높이와 침하 깊이는 수치적 및 실험적으로 연구되었으며[3-6], 다양한 프루드 수를 채택하여 wave run-up 및 depression의 특성을 이해하였습니다.

본 논문에서는 국립창원대학교의 wave flume에서 실험 연구가 수행되었습니다. 실험에 사용된 모델은 KRISO에서 제작

한 반잠수식 모델입니다. 각 파도 높이와 주기에서 wave run-up 높이를 측정하기 위해 다양한 파도 조건이 생성되었습니다. 실험 결과는 실험적 및 수치적으로 연구된 이전 연구 데이터와 비교되었습니다.

II. 연구내용과 방법

본 연구에서 사용된 실험 모델은 두 개의 기둥과 하나의 폰툰(pontoon)으로 구성된 반잠수식 플랫폼입니다. 두 개의 기둥은 모서리가 둥근 형태이며, 폰툰은 양 끝이 원통 모양입니다. Fig. 1은 실험 모델의 주요 치수를 보여줍니다. 이 모델의 축척 비율은 1:80이며, 모델은 나무로 제작되었습니다. 실험은 20.0m(L)*1.2m(B)*1.5m(d) 크기의 국립창원대학교 2차원 wave flume에서 수행되었으며, 실험 모델은 Fig. 2에 나와 있습니다.

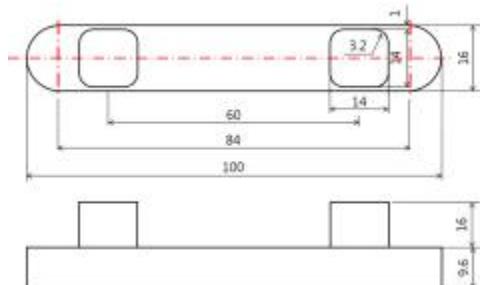


Fig. 1. Experimental model dimensions (Nam et al. (2013))

수심은 0.5m로 설정되었습니다. Fig. 3은 wave probe(wp)의 위치를 보여줍니다. 파도 높이를 측정하기 위해 각 기둥당 세 개의 wave probe가 설치되었습니다. 반잠수식 플랫폼 근처의 유동은 거의 대칭적이므로 기둥 벽의 반을 측정에 사용

했습니다. Wave run-up을 측정하기 위해 여섯 개의 wave probe가 사용되었습니다.



Fig. 2. Experimental model

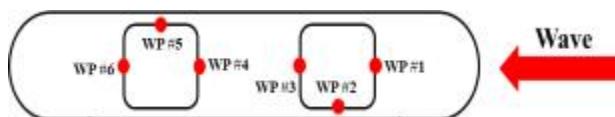


Fig. 3. Position of wave probes

파도 발생기는 wave flume의 왼쪽 끝에 있습니다. 실험은 한 가지 수심 조건(생존 조건), 한 가지 파도 높이 조건 및 7 가지 파도 주기 조건에서 수행되었습니다. 생존 수심은 14.5m입니다. 1개의 파도 높이와 7개의 주기로 이루어진 정규 파도가 고려되었습니다. 파도 조건은 Table 1에 나와 있습니다.

Table 1. Wave conditions of experiments.

Condition	Survival
Draft(m)	14.5
Wave height (m)	3
Wave period(sec)	6, 7, 8, 10, 12, 14, 17

III. 연구 결과

Fig. 4에서는 생존 수심 조건에서 wp #1에서의 양의 진폭과 음의 진폭이 나타나며, 현재 결과를 이전 연구[1]과 비교하였습니다. [1]은 양의 진폭이 운용 수심 조건에서도 음의 진폭 보다 훨씬 높다고 관찰했습니다. 본 논문에서는 생존 조건만 고려하여 비교하였습니다. 자세한 내용은 [1]에서 확인할 수 있습니다. 현재 결과는 [1]의 수치해석 결과와 좋은 일치를 보입니다. 그러나 [1]의 실험적 결과와는 일부 불일치가 있습니다. [1]의 실험적 결과에 따르면, EFD(KRISO)의 파도 런업 높이는 거의 7배에 달하며, 이는 CFD(KRISO) 및 EFD(CWNU)의 결과보다 훨씬 높습니다.

IV. 결론

본 연구에서는 국립창원대학교의 wave flume에서 두 개의 기둥과 하나의 평평으로 구성된 반잠수식 플랫폼 주변의 wave run-up 현상을 다양한 파도 조건에서 실험적으로 분석하고, 이전의 실험적 및 수치적 결과와 비교하였습니다.

얕은 수심을 갖는 반잠수식 플랫폼의 경우, wave run-up 예측은 테크 아래의 양수 공기 갭 요구 사항을 충족시키기 위해 매우 중요합니다. 반잠수식 플랫폼 주변의 비선형 wave run-up을 이해하기 위해 다양한 파도 조건이 적용되었으며, 반잠수식 플랫폼 주변의 파도 높이를 측정하기 위해 여러 wave probe가 사용되었습니다. 파도 높이와 run-up 높이의 비선형적인 특성은 이전의 수치 및 실험적 연구와 비교되었습니다.

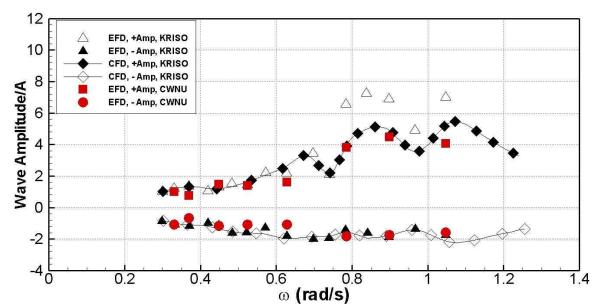


Fig. 4. Wave amplitude comparison at wp #1.

REFERENCES

- [1] B.W. Nam, N. Kim, Y. Kim, S.Y. Hong, and H.G. Sung, "Computation of Nonlinear Wave Run-up around a Semi-submersible platform," PRADS 2013, pp. 809-815.
- [2] S.B. Lee, S.Y. Han, Y.M. Choi, S.H. Kwon, D.W. Jung, and J.S. Park, "Study on Wave Run-Up Phenomenon over Vertical Cylinder," Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 27, No. 4, 2013, pp. 62-67.
- [3] B.G. Koo, D.W.Park, and K.J. Paik, "A Study on Wave Run-up height and Depression Depth around Air-water Interface-piercing Circular Cylinder," Journal of Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 20, No. 3, 2014, pp. 312-317.
- [4] B.G. Koo, "Numerical study of two-phase air-water interfacial flow: Plunging wave breaking and vortex-interface interaction," PhD diss., 2011, The University of Iowa.
- [5] J. Suh, J. Yang, and F. Stern, "The effect of air-water interface on the vortex shedding from a vertical circular cylinder," Journal of Fluids and Structure, Vol. 27, No. 1, 2011, pp. 1-22.
- [6] J.R. Chaplin and P. Teigen, "Steady flow past a vertical surface-piercing circular cylinder," Journal of Fluids and Structures, Vol. 18, 2003, pp. 271-285.

AD8과 MLP 학습 모델을 이용한 인지능력 저하 진단 시스템 개발

조형동¹, 김태욱¹, 박준모^{2*}

¹연세대학교 소프트웨어학부 ²연세대학교 SW중심대학사업단

Development of a Cognitive Decline Diagnosis System Using AD8 and MLP Learning Models

Hyung-Dong Cho¹, Tae-Wook Kim¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Division of Software, Yonsei University

²National Program of Excellence in Software, Yonsei University

I. 연구 필요성 및 문제점

2021년 대한민국의 치매 환자수는 약 89만명이다. 이들의 부양비는 2021년 기준 1인당 연간 관리비 2,112만 원이며, 증증일 경우 2배까지 상승한다. 그리고 2017년부터 매년 약 4.5 만 명씩 증가하는 추세였으며, 2030년에는 142만 명, 2024년에는 226만 명으로 증가할 것으로 예상된다[1]. 알츠하이머(AD)는 가장 흔한 치매이며, 알츠하이머의 대표 증상 중 하나는 심각한 인지 능력 장애(이하 인지 장애)이다. 알츠하이머를 포함한 대부분의 치매는 치료가 어렵지만 초기 단계에 관리하면 진행을 늦출 수 있다. 그러므로 치매 관리는 인지 장애로 심화되기 전에 인지 저하를 미리 파악하는 것이 중요하다.

전통적인 인지 장애(CI) 진단 검사는 여러 가지 있지만 MMSE가 가장 널리 쓰인다[2]. MMSE는 단순하고, 신뢰성이 있는 진단이 가능하다. 하지만 수행과 해석에 여전히 전문 의료 인력이 필요하다. 이런 MMSE의 단점을 보조하는 수단으로 AD8이 있다. AD8은 대상자가 간단한 질문 8개에 대한 답변을 직접 진행할 수 있고, 경증 치매 진단에도 효과적이며, MMSE의 결과와 AD8은 그 진단 결과도 매우 유사하다[3]. 그러므로 전문 의료인을 찾지 않고도 스마트폰을 이용해 대상자가 직접 진단을 할 수 있어서, 치매 초기 진단을 위한 데이터로 적절하다.

본 논문은 AD8을 이용한 설문 데이터를 간단한 건강 지표와 결합하여 인지장애를 예측하는 모델을 학습하고, 이 모델을 이용하여 치매를 진단하는 시스템을 제안한다.

II. 인지능력 저하 진단 시스템

2.1 AD8을 활용한 인지 저하 테스트

그림 1은 본 논문에서 제안하는 인지 능력 저하 진단 시스템에 대한 프로세스를 나타낸다. 먼저, 인지 저하 예측을 위한 AD8 설문을 사용자에게 스마트폰을 통해 제공한다. 이 설문은 체크리스트 형식이며, 내용으로는 AD8, 체중, 키, 심박수와 허리 둘레로 구성된다. 사용자는 해당 체크리스트를 자가 진단하고, 이 데이터를 예측 모델에 입력하여 인지장애(CI) 점수로 환산한다. 이 후 이 점수를 사용자에게 공지한다. 이 기록은 사용자별로 수집하고, 만약 CI 점수가 일정 이상일 경우 또는 꾸준히 증가하는 추세를 보일 경우, 사용자와 보호자에게 가까운 복지센터나 치매 예방 서비스를 받을 수 있도록 안내한다.

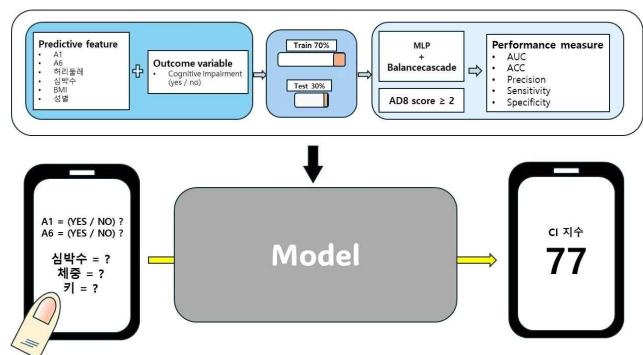


Fig. 1. 인지 능력 저하 진단 시스템 프로세스

2.2 AD8

AD8은 대상자가 8가지 문항에 대해 스스로 (yes / no /don't know)를 답하여, yes의 개수를 총합하여 진단한다. 이 항목들은 기억, 시간적 지향성, 판단력 및 기능을 검증한다. 위 항목들은 전문의의 합의 의견, 노인을 대상으로 한 설문, 문헌 등의 조항 55개를, 집합 크기를 10으로 갖는 조합에 대해, 회귀 분석을 진행하여 경증 치매에 대해 가장 R^2 값이 큰 모델(yes가 높은 모델)의 항목들이다[3].

AD8의 항목(A1 ~ 8)들은 환자의 인지 능력에서 관찰 가능한 변화에 대한 언급만 요구하기 때문에 성별, 교육 또는 민족에 의해 편향되는 경향이 적고, 모든 항목에 응답하기에 3분이면 충분하다. 또한 설문은 사용자의 주변인(친구, 자녀, 배우자 등)이나 사용자가 스스로 진행할 수 있다. 이러한 이유로 AD8은 인지 저하가 의심되는 사용자가 자가 진단하기에 적합하다. 다만 AD8을 비롯한 모든 검사 수단들은 다른 검사와 병행하면 정확도를 높힐 수 있으므로 건강 지표, MMSE를 같이 이용하여 모델을 학습한다.

2.3 인지 저하 테스트 모델

본 논문은 점수 예측 모델을 학습하는 모델을 학습하는 데에 AD8을 이용한 선행 연구[4]의 데이터와 방식을 이용한다. Zhang, Yan 등은 65세 이상 노인의 종합건강평가와 AD8 응답을 예측 인자로, MMSE 점수에 임계값을 적용한 결과를 예측 값으로 이용하여 인지장애(CI)를 판단하는 모델을 학습했다. 예측 인자(종합건강평가와 AD8 응답)를 permutation importance을 진행하여 상위 항목을 학습에 사용하였다. 위 상위 항목에서 A6, A1이 가장 영향력이 있었으며, 혈소판, 허리 둘레, BMI 수치 등이 뒤를 따른다. 모델의 성능은 로지스틱 회귀(RL)을 제외한 모든 모델의 성능이 준수했고, 그 중 MLP의 성능이 가장 뛰어났다.

따라서 본 논문에서도 모델의 학습에는 상위 항목 중, 쉽게 얻을 수 있는 A1, A6, 허리 둘레, BMI, 심박수, 나이를 예측 인자로 이용하고, MMSE 점수를 예측 값으로 반환하게 학습 한다. 학습 모델은 MLP를 사용하였다. 단, 데이터의 인지장애 표본이 적으로 Balance cascade를 시행한 후 진행한다. 결과적으로 위 모델은 앱을 통한 설문을 입력으로 받아, MMSE 점수를 예측해 제공할 것이고, 이를 통해 간단한 치매 진단이 가능할 것이다.

III. 결론

위 내용은 인지 저하가 의심되는 대상자가 인지 저하를 자가 진단하는 시스템을 제안한다. 이러한 진단에 적합한 AD8 검사를 제안했고, 예측 모델을 학습하기 위한 데이터와 학습

모델 MLP를 제안한다. 이 모델을 통해 MMSE 점수를 예측하고, 점수를 해석하여 전문 의료 서비스를 받을 수 있도록 유도한다. 이를 통해 사용자의 잠재적인 의료 비용을 절감할 수 있을 것이다. 이후 실제로 내용을 수행하며, 추가적인 건강 지표를 추가하거나 다른 학습모델(SVM, Adaboost 등)도 학습하여 비교, 개선할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] 중앙치매센터, (2023.5.22.). 대한민국 치매현황 2022,
- [2] Folstein, Marshal F., Susan E. Folstein, and Paul R. McHugh, "'Mini-mental state': a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician." Journal of psychiatric research, 1975
- [3] Galvin, J. E., et al. "The AD8: a brief informant interview to detect dementia." Neurology, 2005
- [4] Zhang, Yan, et al. "Community screening for dementia among older adults in China: a machine learning-based strategy." BMC Public Health, 2024

블록체인 기반 네트워크 보안 기술의 적용 필요성에 대한 연구

정하민¹, 박준모^{2*}

¹연세대학교 소프트웨어학부 ²연세대학교 SW중심대학사업단

A Study on the Necessity of Applying Blockchain-Based Network Security Technology

Hamin Jeoung¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Division of Software, Yonsei University

²National Program of Excellence in Software, Yonsei University

I. 서론

코로나 시기를 겪으며 우리는 비대면의 편리성에 대해서 알게 되었으며, 무엇보다 기업들은 비대면 업무 진행을 통해서 서비스 제공에 대해서 효율성을 극대화 할 수 있게 되었다. 이는 수치상으로도 증명이 가능한데, IDG 보고서 ‘World Blockchain Spending Guide’에 따르면 블록체인 솔루션 부문에 대한 전 세계 지출은 2020년 45억 달러에서 2024년까지 190억 달러에 이를 것으로 예상된다는 자료, 즉 급진적인 블록체인의 성장을 예측하는 바를 통하여 입증이 가능하다.

이와 같이 기업과 개인이 통신, 거래, 운영을 위해 온라인 플랫폼에 더욱 많이 의존함에 따라 안전하고 효율적이며 투명한 데이터 관리 시스템의 필요성이 중요해다. 고유한 특성을 지닌 블록체인 기술은 이러한 요구 사항을 해결하는 데 이상적인 솔루션을 제공한다.

본 논문은 현재의 네트워크 데이터 처리 환경에서 블록체인 기반 네트워크 시스템이 왜 필수적인지에 대해 논의한다[1].

II. 블록체인 보안기술

2.1 블록체인

블록체인(Blockchain)은 P2P 방식을 기반으로 등록 된 거래를 나누어 변경할 수 없는 방식으로 여러 컴퓨터에 걸쳐 거래를 기록하는 분산형 디지털 원장 시스템이다. 즉, 정보를 기록하고 저장하는 탈중앙화 시스템이다. 일련의 순서로 연결된 데이터 단위(‘블록’이라고 함)로 구성된 일종의 분산 장부 기술(Decentralized Ledger Technology)로, 각 블록에는

이전 블록의 고유 번호가 담겨 있어 체인을 형성한다.

일종의 데이터베이스 역할을 하며, 암호화폐에 활용되는 것으로 가장 널리 알려져 있다. 이름에서 알 수 있듯이 블록체인은 일련의 ‘블록’으로 구성된다. ‘블록’이라는 용어는 블록체인 코드 내의 데이터 저장 단위를 의미한다. 각 블록에는 이전 블록의 고유 번호가 포함되어 있으며, 이를 통해 블록의 ‘체인’이 형성된다. 특정 블록체인에서 처음으로 생성되는 블록을 제네시스 블록이라고 부른다. 이러한 첫 번째 블록은 데이터베이스의 첫 번째 줄이라고 생각하면 된다. 그 자체로는 작은 데이터 모음에 불과한다. 그러나 여기에는 0001과 같은 고유한 숫자 기호가 포함되는데, 두 번째 블록이 추가되면 이 블록은 0002 블록으로 식별되며 0001 블록의 뒤를 따른다는 정보를 포함한다. 이것이 체인이 형성되는 방식이다[2,3].

Table 1. Advantage of Blockchain Technology

특징	설명
의명성	거래시 개인정보가 필요하지 않으며, 기존 방식에 비교해 높은 익명성 제공
탈중앙성	공인된 제3자 없이 개인 대 개인(P2P)거래가 가능함으로써 불필요한 수수료 절감
확장성	공개된 오픈소스에 의해 쉽게 구축, 연결, 확장이 가능하며, IT 구축비용 절감
투명성	모든 거래기록에 공개적 접근이 가능하여 거래 양성화 및 규제 비용 절감
보안성	거래장부를 불산하여 공유함으로써 거래정보의 위변조 방지

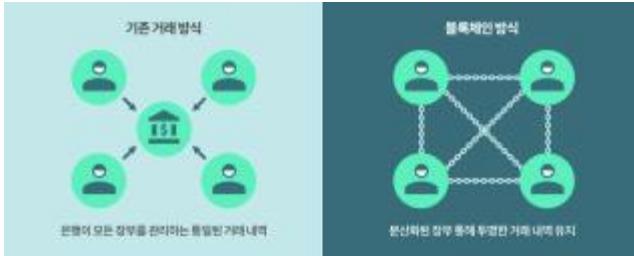


Fig. 1. Differences of Blockchain technology method and the former transaction method

2.2 블록체인의 취약점

51% 공격은 블록체인의 가장 큰 취약점 중 하나로 간주된다. 이 공격은 네트워크의 해시파워의 51% 이상을 단일 계체 또는 연합이 제어할 때 발생한다. 공격자는 새로운 거래를 이중 지불하거나, 다른 사용자의 거래를 무효화하거나 변경하고, 특정 거래를 제외하거나 재조정할 수 있다.

Defi(Decentralized Finance)에서의 스마트 계약의 취약성 또한 존재한다. 스마트 계약(smart contract)은 계약의 주체가 사전에 협의한 내용을 미리 프로그래밍하여 전자 계약서 안에 넣어두고, 이 계약의 조건이 모두 충족되면 자동으로 계약 내용이 실행되는 시스템이다. 스마트 계약은 블록체인 기술의 핵심 구성 요소 중 하나지만, 스마트 계약 코드에 버그나 취약성이 있을 경우 심각한 보안 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 2016년 다오(DAO) 해킹 사건에서는 스마트 계약의 취약성을 악용해 약 5000만달러 상당의 이더리움이 도난당했다.

마지막으로 노드의 취약성으로 인한 문제 발생이 일어난다. 블록체인의 노드(Node)는 분산 네트워크의 일부분으로, 각 노드는 블록체인 데이터를 저장하고 검증하는 역할을 한다. 하지만 각 노드는 독립적인 장치로서 다양한 취약성이 노출될 수 있다. 예를 들어, 노드 소프트웨어의 버그, 노드 운영자의 부주의한 보안 설정, 물리적인 해킹 등이 있다. 이러한 노드의 취약성은 전체 네트워크의 보안에 영향을 미칠 수 있다[3,4].

III. 결론

블록체인에는 취약점이 존재하지만, 뚜렷하게 제 역할을 다 할 수 있는 분야는 존재한다. 예를 들면 개인 정보 보호 프레임워크에서 활용되는 경우인데, 디지털 상호 작용에서 프라이버시를 보호하기 위해 다양한 블록체인 기반 프레임워크가 이미 개발되어 있는 케이스를 살펴보자.

블록체인을 암호화 기술 및 스마트 계약과 통합하면 승인된 당사자만 데이터에 액세스할 수 있도록 보장하여 데이터 트랜잭션의 보안이 향상되는데, 이러한 프레임워크는 단일 지점 장애의 위험을 줄이고 네트워크의 전반적인 견고성을 높이는 데 도움이 된다. 이러한 결과는 무단 액세스 및 침해로부터 사용자 데이터를 보호하는 데 상당한 개선을 보여주었다.

또한, 전통적인 네트워크 인프라는 디도스 공격의 주요 표적이 되는 중앙 집중식 서버에 의존하는데, 블록체인은 분산된 노드 네트워크에서 작동하기 때문에 각 노드가 전체 블록체인 원장 사본을 보유하고 있어 공격자가 네트워크를 압도하는 것이 매우 어렵다. 일부 노드를 대상으로 하더라도 과반수의 노드가 영향을 받지 않는 한 네트워크는 계속 작동하므로, 의미가 없는 공격이 되는 것이다. 예를 들어 작업증명 시스템에서 공격자는 블록체인을 변경하기 위해 네트워크 해싱력의 50% 이상을 제어해야 하는데, 이는 대부분의 공격자에게 현실적으로 불가능하다.

실제로 IBM의 블록체인 솔루션이 존재하는데, IBM은 DDoS 공격을 방지하기 위한 보안 기능을 포함하는 블록체인 솔루션을 개발했다. 이를 통해 블록체인의 효용성을 입증할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] S. J. Yoo. (2023). A Study on Security Enhancement for the Use and Improvement of Blockchain Technology, Journal of Information and Security, 23(1), 63-68.
- [2] E. Y. Lee, U. H. Moon, H. C. Rim, I. G. Lee (2021). Analysis of trends in blockchain network security threat detection technology. KIISC review, 31(3), 61-71
- [3] H. S. Yang, D. S. Choi. (2018). A Study on the Application of Block Chain to Ensure Data Integrity in MANET Environment . Journal of Information and Security, 18(5), 53-58.
- [4] W. R.I Jeon, C. H. Im (2023). Research on Basic Policies to Vitalize the Web 3.0 Industry. The Journal of Information Technology and Architecture, 20(1), 33-46.

음성을 활용한 딥러닝 기반 치매 조기 탐지 프레임워크

김태욱¹, 조형동¹, 박준모^{2*}

¹연세대학교 소프트웨어학부, ^{2*}연세대학교 SW중심대학사업단

Deep Learning-Based Early Detection Framework for Dementia Using Speech

Tae-Wook Kim¹, Hyung-Dong Cho¹, Jun-Mo Park^{2*}

¹Division of Software, Yonsei University

²*National Program of Excellence in Software, Yonsei University

I. 서론

국제치매정책동향 보고서[1]에 따르면 국내 65세 이상 추정 치매 환자 수는 2021년 기준 88만 8,173명이고 치매 환자 총 관리비용은 18.7조 원이다. 또한, 치매 환자 수는 지속해서 증가하고 있다. 그러므로, 치매를 조기에 진단하여 예방하는 것은 매우 중요하다.

최근 딥러닝 기술의 발전으로, 환자의 뇌파[2], MRI와 단백질 정보[3], 음성 데이터[4] 등의 다양한 정보를 바탕으로 치매 조기 진단을 위한 딥러닝 모델 연구가 수행되었다. 이 중 통화 음성 기록과 같은 음성 데이터를 통해 치매를 진단하는 방법은 뇌파나 MRI 기반 치매 진단 방법에 비해 가격이 낮고 접근성이 높아 치매 조기 진단에 적합한 방법이다.

따라서, 본 논문은 환자의 통화 음성 기록에서 목표 음성 추출을 통해 치매 환자의 음성만을 추출한 뒤, 딥러닝 모델을 통해 음성에 대한 환자의 치매 확률을 구하는 매 조기 진단 프레임워크를 제안하고자 한다.

II. 치매 조기 진단 프레임워크

그림 1은 본 논문에서 제안하는 치매 조기 탐지 프레임워크의 전체적인 프로세스를 나타낸다. 먼저, 목표 음성 추출 모델을 사용하여 치매 환자의 통화 녹음에서 환자의 발화만 추출한다. 그 후 음성 향상 기술을 통해 음질을 개선한다. 마지막으로, 딥러닝 기반의 치매 감지 모델을 사용하여 처리된 음성으로부터 치매를 진단한다.

2.1 목표 음성 추출 및 음성 향상 기술

목표 음성 추출(target speaker extraction)은 특정 화자의 음성을 다른 화자의 음성으로부터 분리하는 기술을 말한다. Lei Yang는 RNN 기반 음성 추출기를 사용하였으며, 0.5초 이하의 목표 대상 사전 음성만을 사용하여 여러 사람의 목소리가 포함된 음성에서 원활하게 목표 대상의 음성만을 추출하였다 [5]. 다음으로, 추출한 목표 음성의 배경 잡음을 제거하기 위해 음성 향상을 적용할 수 있다. 음성 향상 (speech enhancement) 기술은 음성의 배경 잡음을 제거하여 음성 품질과 명료도를 향상하는 기술이다. Ye-Xin Lu는 음성의 주파수 영역에서 진폭과 위상 스펙트럼의 배경 잡음을 직접 제거하는 Encoder-Decoder 구조의 딥러닝 모델인 MP-SENet[6]을 통해 가장 높은 음성 향상 성능을 보였다.

본 논문에서는 감정이 태깅된 자유 대화 데이터셋[7]을 바탕으로 RNN 기반 목표 음성 추출 모델과 MP-SENet 기반 음성 향상 모델을 학습하여 사용하였다.

2.2 딥러닝 기반 치매 감지 기술

최근 치매 조기 진단을 위해 전화 통화 음성 데이터를 활용한 연구가 진행되었다[4]. 이 연구에서는 XGBoost, Random Forest 등의 다양한 머신러닝 기술을 이용하여 치매 여부를 예측하였다. 특히 Random Forest Model이 정확도 88.2%, 민감도 96.4%의 우수한 성능을 보였다. 그러나 이러한 기법들은 최근 각광받고 있는 딥러닝 기술에 비해 진단 성능과 인력 효율성에서 뒤처질 수 있다.

따라서 본 논문은 딥러닝 기반의 치매 예측 딥러닝 모델로 VGG16 모델[8]을 사용하였으며, 학습 데이터로는 1,002명의 임상대상자로부터 측정된 672시간의 치매 노인 인지 기능 장

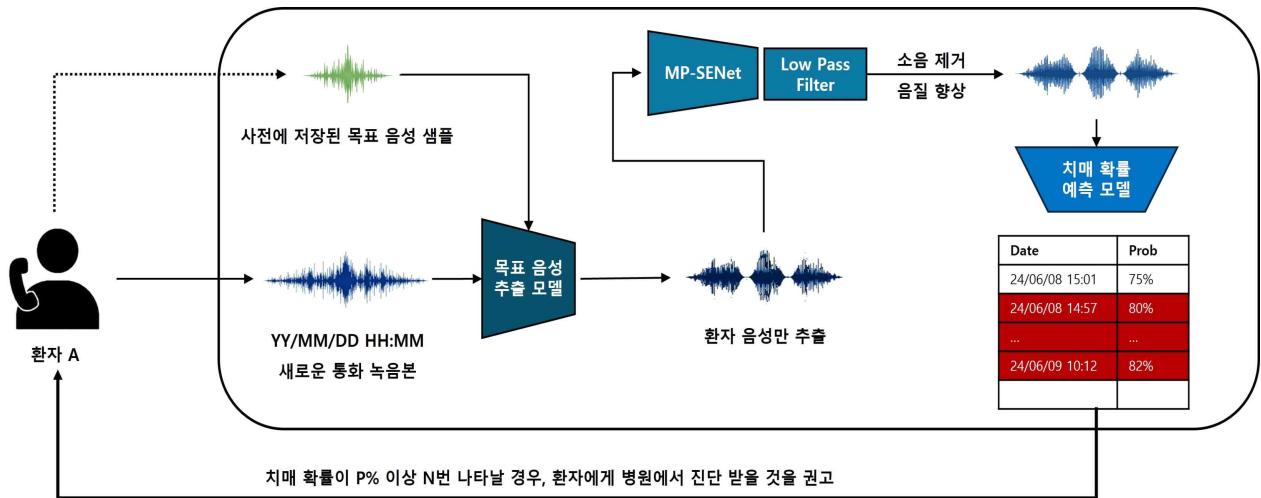


Fig. 1. 치매 조기 탐지 프레임워크 구조도

애 모니터링 음성 데이터를 사용하였다. 이 데이터는 환경 소음과 비가청 주파수 영역이 제거되었으며, 정상, 경도인지 장애(MCI), 알츠하이머(AD)로 구분된다. 학습 모델은 입력 음성의 mel spectrogram을 입력받아 치매 확률을 반환한다. 결과적으로, 모델을 통해 환자의 치매 확률을 추정하여 환자의 치매 확률이 P% 이상으로 N번 나타날 때, 환자에게 병원에서 진단받을 것을 권고할 수 있다.

III. 결론

본 논문은 낮은 가격과 높은 접근성을 바탕으로 치매를 조기 진단하기 위한 프레임워크를 제안하였다. 이 과정에서 필요한 데이터셋과 모델을 제시하였고, 최종적으로 환자의 통화 음성으로부터 치매 확률을 산출하여 기준에 따라 환자에게 병원에서 진단을 받도록 설계하였다. 이후 모델의 성능 개선을 위한 실험을 향후 연구로 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] “ISSN-L 2508-6502 | Title of cluster (medium version) Gukje chimae jeongchaek donghyang | The ISSN Portal.” Accessed: Jun. 06, 2024. [Online]. Available: <https://portal.issn.org/resource/ISSN-L/2508-6502>
- [2] Jaeyoung Kim et al., "A Study on Electroencephalography-based Early Stage Diagnosis of Dementia Using Deep Learning/Machine Learning Model," in 한국정보과학회 학술발

표논문집, 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] L. Yang, W. Liu, L. Tan, J. Yang, and H. G. Moon, “Target Speaker Extraction with Ultra-Short Reference Speech by VE-VE Framework,” ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - Proceedings, 2023, doi: 10.1109/ICASSP49357.2023.10096664.
- [6] Y. X. Lu, Y. Ai, and Z. H. Ling, “MP-SENet: A Speech Enhancement Model with Parallel Denoising of Magnitude and Phase Spectra,” Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, vol. 2023-August, pp. 3834–3838, 2023, doi: 10.21437/INTERSPEECH.2023-1441.
- [7] “AI-Hub.” Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=115&topMenu=100&aihubDataSe=data&dataSetSn=71631>
- [8] “AI-Hub.” Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=&topMenu=&aihubDataSe=data&dataSetSn>

딥러닝을 이용한 3D 필름 패턴 영상 분류

이재은¹, 최홍석¹, 김종남^{1*}

¹부경대학교 인공지능융합학과

Classification of 3D Film Pattern Images Using Deep Learning

Jaejun Lee¹, Hongseok Choi¹, Jongnam Kim^{1*}

¹Division of Computer Engineering and AI, Pukyong National University

I. 서론

3D 패턴 필름은 2D 필름이지만 빛의 양과 각도에 따라 패턴이 3D로 보이는 필름이며, Fig. 1과 같다. Fig. 1 (a)는 정품이고 Fig. 1 (b)는 불량품이며, 불량품은 패턴의 모양이 흐리기 때문에 3D로 보이지 않아서 각 패턴 별로 제품들이 정품인지 불량품인지를 검사해야 한다. 제품들의 형태가 불량인지 판별하는데 적용될 수 있는 연구들은 꾸준히 발표되고 있다[1-5]. 최근에는 정확도를 높이기 위하여 층이 깊고 복잡한 딥러닝(deep learning) 모델들을 이용한 방법들이 제안되고 있다. 하지만 본 연구에서 사용되는 영상은 데이터 수가 적고 영상들이 서로 유사하기 때문에 이러한 딥러닝 모델들을 사용하게 되면 과적합(overfitting)이 발생할 확률이 높다. 그리고 데이터 수가 적은 경우에는 주로 사전 학습 모델(pre-trained model)이나 데이터 증강(data augmentation)을 이용하지만 항상 좋은 성능을 기대하기는 어렵다. 이러한 한계점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 Lee et al.[1]이 제안한 방법인 영상 히스토그램에서 특정 높이들의 폭 길이들을 구하고 나서 딥러닝을 이용하여 영상을 분류하는 방법을 제안한다. 이때 랜덤 서치(random search)를 이용하여 최적의 하이퍼 파라미터를 구축한다. 모형 복잡도를 낮추고 랜덤서치에서 최적의 하이퍼 파라미터를 찾음으로써 3D 패턴 필름 영상의 특징으로 인해 딥러닝 모델 사용 시 발생하는 과적합의 확률을 낮췄다.

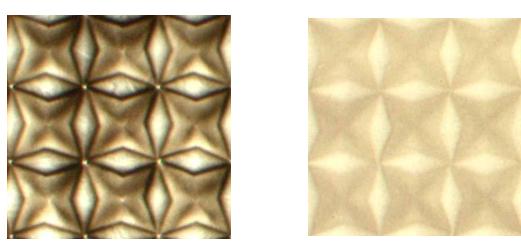


Fig. 1. 3D pattern film

II. 관련 연구

3D 패턴 필름의 품질은 규칙 기반 방법과 기계학습 기반 방법을 이용하여 검사할 수 있다. 규칙 기반 방법에서는 영상의 휘도 또는 밝기를 이용하여 영상을 분류하는 방법인 Michelson contrast이 있다. 하지만 Michelson contrast은 영상의 최소 및 최대 휘도 값만을 고려한다[1]. 최근 Lee and Kim은 3D 필름 영상에 대한 이미지 히스토그램을 구하고 10분위수 높이에 대한 폭을 구한 뒤에 임계값을 기준으로 영상을 분류하는 연구를 발표하였다[2]. 하지만 이미지 히스토그램에서 특정 높이인 1/10부터 9/10까지의 임계값들이 모두 다르며, 데이터 수가 달라질 때마다 임계값이 달라질 수 있다는 한계점이 있다. 분할 방법들 중에는 형태학적으로 객체를 검출할 수 있는 방법이 있으며 대표적으로 모폴로지 축지적 활성 윤곽선이 있다. 최근에는 모폴로지 축지적 활성 윤곽선을 이용하여 불균형한 용접 비드의 윤곽선을 검출하는 연구가 발표되었다[3]. 하지만 분할 대상의 위치를 정확하게 설정했을 때에만 높은 정확도를 기대할 수가 있다. 기계 학습과 분할이 함께 사용되는 연구들 중에는 전처리 단계에서 케니, 소벨, 라플라시안 윤곽선 검출을 이용하여 패턴을 검출하고 나서 합성곱 신경망을 이용하여 3D 패턴 영상을 분류하는 방법[4], 케니 윤곽선 검출을 적용하여 잎의 윤곽을 검출한 후에 SVM을 이용하여 분류하는 연구가 발표되었다[5]. 하지만 딥러닝 모델과 SVM에서 최적의 하이퍼파라미터를 찾아야 높은 성능을 기대할 수 있다. 기계 학습 방법들 중에서 영상 데이터 분류 시 성능이 좋다고 알려져 있는 모델로는 VGG16, ResNet50 등이 있다. 하지만 이 모델들은 층이 깊기 때문에 층을 동결하더라도 여전히 과적합이 발생할 수 있으며 높은 정확도를 기대하기가 어렵다. 최근에는 데이터의 수가 적을 때 사용할 수 있는 딥러닝 모델로써 few-shot을 이용한 연구들이 발표되고 있다. 하지만 매우 적은 수의 훈련 샘플을 사용하기 때문에 모델의 성능을 일반화 하기가 쉽지 않으며, 특정 분야나 복잡한 문제에서는 충분히 높은 성능을 얻기가 어렵다.

III. 제안 방법 및 실험 결과

본 논문에서는 전처리 단계로써 Lee et al[2]이 제안한 방법을 이용하여 각 영상 별 특정 높이의 폭들을 계산한 뒤, 딥러닝을 이용하여 3D 패턴 필름들을 분류하는 방법을 제안한다. 먼저 fast Fourier transform을 사용하여 각 패턴 별로 영상들을 자른다. 각 3D 패턴 필름 영상들에 대하여 영상의 각 화소 값에 대한 빈도 수를 나타내는 이미지 히스토그램을 구한다. 이미지 히스토그램을 구한 뒤에는 이미지 히스토그램의 10분위수 α 에 해당하는 높이를 구하고, x 축과 교차하는 지점인 최소 값과 최대 값을 계산한다. 이러한 방식으로 각 3D 패턴 필름 영상마다 높이 1/10부터 9/10까지에 대한 이미지 히스토그램의 폭을 계산하여 저장한다. 해당 자료들을 이용하여 MLP를 이용하여 분류 작업을 수행한다. 본 연구에서는 최적화 기법들 중에서 랜덤 서치를 사용하며, 하이퍼파라미터들 중에서는 은닉층(hidden layer)의 수, 은닉 노드(hidden node)의 수, 그리고 학습률(learning rate)에 관한 최적 값을 탐색한다. 랜덤 서치를 통하여 최적의 은닉층의 수, 은닉 노드의 수, 학습률 값을 찾은 후에는 이 값을 MLP에 적용하여 3D 패턴 필름 영상을 입력하고 해당 영상이 정품 인지를 검사한다.

Table 1. Evaluation results for each posture

Index	Num. of H.L	Num. of H.N				Learning rate	Acc. (%)
		H.L-1	H.L-2	H.L-3	H.L-4		
1	4	64	64	64	64	0.001	98.86
2	3	64	128	256	-	0.01	98.95
3	3	64	256	128	-	0.001	98.77
4	2	128	128	-	-	0.001	97.90
5	3	64	256	256	-	0.001	99.04

Table 2. Evaluation metric results for each posture

Method	Accuracy(%)	Time(s)
Proposed method	99.13	3250.71
Michelson contrast[1]	87.72	107.16
Morphological geodesic active contour[3]	74.95	1931.13
CNN with Canny[4]	75.33	58.00
SVM with Canny[5]	99.01	5237.96
Few-shot	82.87	26710.93

실험 결과, 표 1에서 보는 바와 같이 랜덤 서치를 수행하였으며, 모두 97% 이상의 정확도를 보였다. 이 중 5번째 실험에서 99.04%의 가장 높은 정확도를 보였으며, 이때 은닉층은 3, 각 은닉층 별 노드 수는 64, 256, 256, 학습률은 0.001이었다. 랜덤 서치를 통해 찾은 최적의 하이퍼파라미터들에 대하여 테스트용 데이터를 이용하여 실험을 하였으며, 이때 분류 정확도는 99.13%가 나왔다. 계산 시간은 3240.22초, MLP을 이용한 분석에서 이 중 전처리 작업에서는 3240.22초, MLP을 이용한 분석에서

는 10.49초가 걸렸다. 비교 실험에서는 제안한 알고리즘의 정확도가 가장 높았고, 다음으로 SVM with Canny가 99.01%, Michelson Contrast가 87.72%, Few-shot이 82.87%, CNN with Canny가 75.33%, Morphological geodesic active contour가 74.95%의 정확도를 보였다. few-shot은 데이터의 수가 적을 때 사용하는 딥러닝 모델로 알려져 있지만 82.87%로써 제안한 알고리즘 보다 낮은 정확도를 보였다. 계산 속도는 CNN with Canny가 58초, Michelson Contrast가 107.16초, Morphological geodesic active contour가 1931.13초로써 제안한 알고리즘 보다 빨랐지만 정확도는 모두 10% 이상 차이가 났다.

IV. 결론

본 논문에서는 3D 패턴 필름 영상에 대하여 영상 히스토그램을 구한 뒤 특정 높이들의 히스토그램 폭 길이를 구하고 나서 MLP 모델을 이용하여 제품의 품질을 검사하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 3D 패턴 필름의 특징인 윤곽선이 흐리다는 한계점을 보완하기 위하여 전처리 단계에서 영상에 따른 화소의 히스토그램을 이용하여 분석하였다. 그리고 데이터의 수가 적고 서로 비슷한 실험 데이터의 특성을 반영하여 복잡하지 않은 MLP 모델을 구축함으로써 과적합 없이 99.13%의 높은 정확도를 보였다. 추후 연구에서는 전처리 단계에서 많은 계산 시간이 걸렸던 한계점을 해결할 수 있는 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 중소기업기술정보진흥원의 중소기업기술혁신개발 사업 및 부경대학교 링크사업단으로부터 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Rao, B.S. Dynamic histogram equalization for contrast enhancement for digital images, *Applied Soft Computing*, 2020, 89, 106114.
- [2] Lee J, and Kim J. Three-Dimensional Film Image Classification Using an Optimal Width of Histogram, *Applied Sciences*, 2023, 13, 8, 4949.
- [3] Mlyahilu, J.N., Mlyahilu, J.N., Lee, J.E., Kim, Y.B., and Kim, J.N. Morphological geodesic active contour algorithm for the segmentation of the histogram-equalized welding bead image edges, *IET Image Processing*, 2022, 16, 10, 2680-2696.
- [4] Medeiros, A. G., Silva, F. H., Ohata, E. F., Peixoto, S. A., and Filho, P. P. R. An automatic left ventricle segmentation on echocardiogram exams via morphological geodesic active contour with adaptive external energy, *Journal of Artificial Intelligence and Systems*, 2019, 1, 1, 77-95.
- [5] Mlyahilu, J., Kim, Y. and Kim, J. Classification of 3D Film Patterns with Deep Learning, *Journal of Computer and Communications*, 2019, 7, 12, 158-165.

사용자 주변 정보 기반 스트레스 지수 추정 알고리즘 개발

이용빈¹, 정연재¹, 서지윤², 박준모^{2*}

¹연세대학교 컴퓨터정보통신공학부 ²연세대학교 SW중심대학사업단

Stress index estimation algorithm development based on user surrounding information

Yong-Bin Lee¹, Yeon-Jae Jeong¹, Ji-Yun Seo², Jun-Mo Park^{2*}

¹Department of Computer Information and Communication Engineering, Yonsei University

²National Center of Excellence in Software, Yonsei University

I. 서론

최근 현대인들은 다양한 원인으로 겪는 스트레스로 인한 소화장애, 관절염, 정신적 질환의 발생이 증가함에 따라 일상에서 스트레스 위험을 조기에 파악하고 사전 예방하는 것이 중요하다[1,2]. 일반적인 스트레스 추정은 생체신호를 활용하나 최근에는 신체 활동 및 위치 정보 등을 활용한 스트레스 추정 연구도 많이 수행되고 있다. 본 논문에서는 현대인들의 90% 이상 보급된 스마트폰을 활용하여 터치 패턴 및 위치 정보 등의 사용자 주변 정보로 스트레스 지수를 추정할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

II. 스트레스 지수 추정 알고리즘 개발

스트레스 지수 추정 알고리즘 개발을 위하여 사용자가 키보드나 터치패드를 입력할 때의 발생하는 입력 정보와 사용자의 위치에 대한 GPS 데이터를 이용하여 사용자 주변 환경 정보를 수집한다. 수집된 정보를 기반으로 스트레스와 관련도가 높은 특정 정보를 분석한다. 먼저, 사용자 데이터의 Noise를 감소시키기 위한 전처리를 진행하고 머신러닝 모델을 통해 추출된 특징에 따른 사용자의 스트레스 지수를 예측한다. 스트레스 지수 추정을 위한 사용자의 정보와 환경 정보는 표 1에 나타내었다. 최종적으로 추정된 스트레스 지수 정도에 따라 일상에서 스트레스 예방을 위한 식단 제공 및 운동 가이드 제시 등 다양한 피드백을 제공한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 동작 일례를 그림 1에 나타내었다.

Table 1. User surrounding information characteristics

구분	특징 정보
사용자 정보	평균 키 입력 간 시간, 터치패드 이동 거리 및 속도 시간대별 위치 정보, 이동 속도
환경 정보	혼잡성 및 소음이 높은 장소 방문 빈도, 사용자가 자주 방문하는 장소의 주변 환경

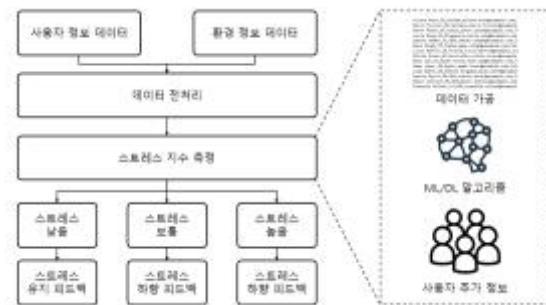


Fig. 1. Stress index estimation algorithm configuration diagram

III. 결론

본 논문에서는 사용자 주변 정보를 활용한 스트레스 지수 추정 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 무작자·무구속적인 방법으로 사용자의 스트레스 지수를 실시간으로 파악하고 객관적인 피드백을 통해 스트레스를 효과적으로 낮출 수 있다. 또한, 스트레스성 질환 사전 예방을 통하여 의료적 비용이 절감되고 사용자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 효과를 가져올 수 있을 것으로 기대한다. 향후에는 입력 속도 및 GPS뿐만 아니라 다양한 생체 신호와 연계하여 정신건강 보조 및 예방을 위한 연구를 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] <https://www.data.go.kr/data/15085274/fileData.do>
- [2] J. Y. Seo, W. J. Hwang, Y. H. Noh, H. S. Nam, D. U. Jeong, “Implementation of the Carpal Tunnel Syndrome Preventive System based on Wrist Motion Recognition”, Journal of Electronic Engineering Society, pp.75~82, 2019