

이륜차 사고 후속 조치를 위한 딥러닝 플랫폼 구현

박재한*, 최문규*, 권대현*, 신수용°

Implementation of a Deep Learning Platform for Post-Accident Response in Motorcycle Accidents

Jaehan Park*, Mun Kyu Choi*, Dae Hyeon Kwon*, Soo-young Shin°

요 약

본 논문은 이륜차 사고 발생시 운전자 안전을 위한 신속한 사고 감지 및 조치 플랫폼을 구현한다. 딥 러닝을 사용한 전방 시야 정보 분석과 IMU 센서를 사용한 사고 감지, GPS 기반의 위치 정보를 사용하여 신속한 사고 대응을 가능하게하는 플랫폼을 구현이 목적이다. 딥 러닝 기반의 전방 차량 번호판 인식을 통하여 이미지 인식의 속도를 개선하였으며, IMU의 기울기 값을 감지하여 이륜 자동차가 정상적으로 운행중인지 감지할 수 있도록 하였다. 또한 GPS의 경우 매초 이륜차의 위치를 파악하여 사고 발생시 운전자의 위치를 빠르게 파악할 수 있도록 한다. 파악된 위치 정보와 전방 시야 정보는 병합 처리되어 무선 통신 모듈을 통해 서버로 전송되며, 사고에 대한 초기 대응을 촉진한다. 종합적으로, 이 플랫폼은 이륜차의 사고 감지 및 대응에 중점을 두고 개발되었으며, 성능 검증을 통해 그 신뢰성을 입증하였다. 또한, 이 플랫폼의 활용 가능성과 서비스 개발에 대한 전망을 제시한다.

키워드 : 이륜차, 안전 플랫폼, 딥 러닝, 사고 안전

Key Words : Motorcycle, Safety Platform, Deep Learning, Accident safety

ABSTRACT

This paper presents the implementation of a rapid accident detection and response platform for motorcycle rider safety in the event of an accident. The platform aims to utilize deep learning for forward vision analysis, IMU sensors for accident detection, and GPS for location tracking to enable swift accident response. Enhancements in image recognition speed were achieved through deep learning-based license plate recognition of front vehicles, and the IMU's tilt values were used to detect whether the motorcycle is operating normally. Additionally, the GPS tracks the motorcycle's location every second, allowing for rapid determination of the rider's location in the event of an accident. The collected location and front vision information are merged and transmitted to a server via a wireless communication module, facilitating initial accident response. Overall, the platform is developed with a focus on motorcycle accident detection and response, and its reliability has been validated through performance testing. The paper also proposes potential uses of the platform and future service development.

* 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2022-RS-2022-00156 394*)

• First Author : Kumoh National Institute of Technology, qkrwogs7094@kumoh.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Kumoh National Institute of Technology, wdragon@kumoh.ac.kr, 종신회원

* Kumoh National Institute of Technology, 학생회원

논문번호 : 202311-157-D-RN, Received November 28 2023; Revised December 19, 2023, Accepted December 19, 2023

I. 서론

최근 사회는 코로나19, 1인 가구 증가, 공해, 도시 주차 문제 등의 영향으로 대여, 배달, 이동 수단 등의 운행 수요가 증가하고 있으며, 이에 따라 마이크로 모빌리티 수요 또한 지속해서 증가하고 있다. 하지만 이런 마이크로 모빌리티의 대표 격인 이륜차는 차체 구조상 주행 안전성 확보가 어려우며, 운전자 신체가 외부로 노출되어 사고 발생 시 인명피해 위험이 큰 교통수단이다. 따라서 이륜차 사고 발생 특성을 고려한 맞춤형 사고 예방 및 저감 대책은 필수적으로 마련되어야 하며, 인명피해를 최소화 및 사고 시 신체를 보호하는 방안 등을 지속해서 발굴해나갈 필요가 있다.

도로교통공단 교통사고 통계에 따르면 2021년 이륜차 사고 건수는 2016년 대비 40% 가까이 늘어나 약 2만 건을 기록하였으며 2020년 이륜차 관련 사망자는 약 400명을 기록하였으며 부상자의 경우 2019년 대비 약 2만 명이 증가하였다^[1]. 삼성화재 부설 삼성교통안전문화연구소가 2016년부터 2021년 상반기까지 삼성화재 이륜차 보험 가입자의 사고 데이터베이스의 경우, 2020년 배달용 오토바이의 사고율(사고 건수/가입 대수)은 39.9%로 개인용의 약 3배에 달하였으며 배달용 중에서도 배달 대행이나 퀵서비스 등 대가를 받는 영업용 이륜차의 사고율은 212.9%로 개인용의 무려 15배나 되었으며, 사고 운전자는 신체 후유증에 장기적인 치료를 받고 있다는 분석 결과를 내놓았다^[2]. 따라서 운행목적에 따른 이륜자동차를 구분하고 관리, 제어할 수 있는 플랫폼의 개발이 필요하다.

II. 본론

2.1 시스템 개요

그림 1은 제안하는 이륜차 관리, 제어 플랫폼을 나타내며, 본 플랫폼은 사고 감지 부, 영상인식 및 분석 부, 위치 인식부, 정보 전송 부로 나누어진다.

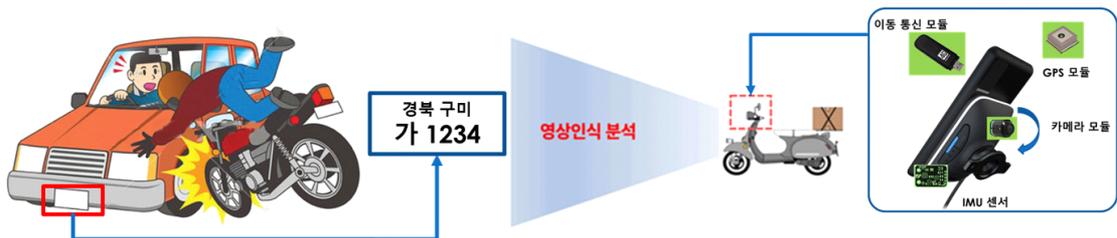


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System configuration

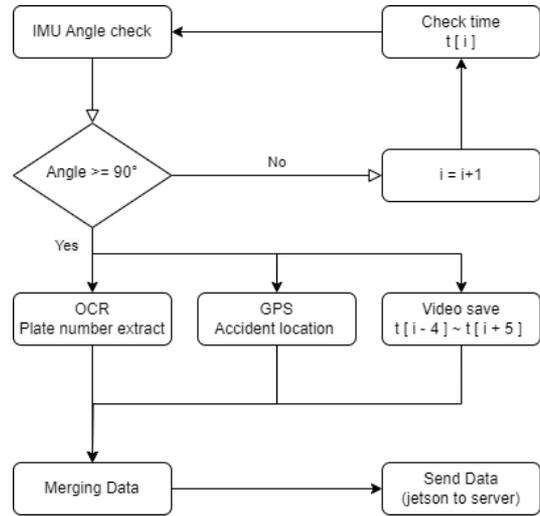


그림 2. 사고 상황 조치 알고리즘
Fig. 2. Accident situation Action Algorithm

시스템 알고리즘의 진행 순서는 그림 2와 같으며, 시스템 시작 시 시간 i 를 확인하게 된다. 사고 감지의 경우 설치된 IMU 센서를 통하여 이루어지며, 사고가 발생하였다고 판단할 때 영상 인식부를 통하여 사고 발생 시점의 전방 시야 정보를 수집하여 차량 번호판 정보를 인식한다. 위치 인식부의 경우 사고 발생 시 GPS 좌표를 저장하며, 사고 발생 이전 4초부터 발생 이후 5초까지 10초의 시야 정보와 GPS 좌표 정보를 병합하여 정보 전송 부를 사용하여 발송하게 된다. 이후 서버에서는 병합된 정보를 바탕으로 사고 발생 시점의 관련 차량 정보와 위치 정보를 이용하여 응급 차량 유도와 빠른 사고 접수를 가능하게 한다.

2.1.1 사고 감지 시스템

사고 감지는 IMU 센서를 사용하여 이루어진다. IMU 센서는 MinIMU-9 v2 Gyro 제품을 사용하였으며, 플랫폼에 내장된다. IMU 센서의 경우 3축 가속도 계와 3축 자이로스코프를 통합하여 가속도 및 각속도

3-axis accelerometer		3-axis gyro		3-axis magnetometer		
				X	Y	Z
2421	-1421	-4188	-2615	2957	-908	23
2394	-1460	-4175	-2601	3027	-958	40
2394	-1460	-4175	-2611	3027	-998	45
2394	-1460	-4175	-2638	2987	-917	50
2394	-1460	-4175	-2575	2977	-897	48
2394	-1460	-4177	-2596	2989	-807	62
2414	-1433	-4177	-2597	3027	-876	55
2414	-1433	-4177	-2633	2989	-928	52
2414	-1433	-4177	-2605	2999	-948	46
2414	-1433	-4177	-2626	2986	-965	40
2408	-1468	-4169	-2638	2962	-901	37
2408	-1468	-4169	-2646	2976	-961	37
2408	-1468	-4169	-2629	2949	-863	41
2408	-1468	-4169	-2594	3005	-930	35
2392	-1469	-4165	-2572	2986	-1001	47
2392	-1469	-4165	-2613	3017	-928	44
2392	-1469	-4165	-2616	2966	-818	49
2392	-1469	-4165	-2589	2961	-815	33
2392	-1463	-4196	-2593	2975	-941	47
2392	-1463	-4196	-2670	2999	-863	30
2392	-1463	-4196	-2655	2981	-843	42
2392	-1463	-4196	-2607	2975	-956	49
2392	-1463	-4196	-2638	2950	-921	61
2392	-1463	-4196	-2646	2968	-866	57

그림 3. IMU 센서 데이터 예시
Fig. 3. IMU Sensor Data Example

를 측정할 수 있게 하며, 본 플랫폼에서는 IMU 센서가 일정 각도 이상 기울어질 때 사고가 났다고 판단하여 정보를 수집 후 전송하게 된다. IMU의 센서값은 그림 3과 같이 받아들일 수 있으며, 3축 가속도계, 3축 자이로스코프, 3축 자력계의 값을 측정하여 IMU의 현재 각도를 계산하고 이 각도의 값이 90도 이상일 때 이륜차에서 사고가 발생하였다고 판단한다.

2.1.2 영상인식 시스템

영상인식은 블랙박스용 카메라를 사용하여 이루어진다. 영상은 항상 수집이며, 이륜차 전면에 장착되어 전방의 차량 정보를 감지할 수 있게 한다. 사고 발생 시 사고 발생 전 4초와 발생 후 5초까지의 영상을 전송하며, 이는 신속한 사고 접수를 가능하게 한다.

2.1.3 영상 분석 시스템

영상 분석부는 전송받은 영상을 서버에서 분석하는 역할을 한다. 수집된 영상의 차량 번호판을 탐색하여 OCR을 사용하여 차량 번호를 감지한다. OCR 시스템(Optical Character Recognition)은 이미지에서 텍스트를 추출하고, 이를 편집 가능한 텍스트 형식으로 변



그림 5. CRAFT 위치 추정 예시 및 추정된 위치 좌표
Fig. 5. CRAFT position estimation example and estimated position coordinates

환하는 기술이며, Tesseract, EAST 등의 다양한 알고리즘이 연구되었다^{3,4)}.

본 시스템에서는 OCR 프레임워크 중 하나인 Easy OCR을 사용하였으며, 문자 영역 인식과 문자 인식 기능을 모두 가지고 있다⁵⁾. Easy OCR의 구조는 그림 4와 같이 나타나며, 아래와 같은 순서로 문자열을 추출하게 된다.

1. Pre-Process를 거친 입력 이미지를 CRAFT (Character-Region Awareness For Text detection)를 사용하여 그림 5와 같이 문자열의 위치를 추정한다⁶⁾.
2. Mid-Process 이후 ResNet을 사용한 추정된 위치의 영상 특성 추출 실시⁷⁾.
3. LSTM(Long Short-Term Memory)을 사용한 영상 특성의 시계열 분석 및 CTC(Connectionist Temporal Classification)를 사용한 문자 시퀀스 획득^{8,9)}.
4. 획득된 시퀀스는 Greedy Decoder를 사용하여 텍스트를 결정¹⁰⁾.
5. Post-Process를 통한 최종 문자열 도출

Easy OCR 프레임워크를 사용하여 분석된 번호판

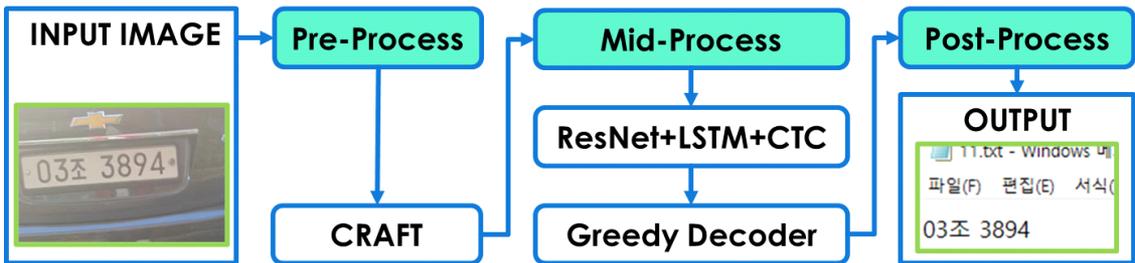


그림 4. Easy OCR 프레임워크 작동 과정
Fig. 4. Easy OCR framework process



03조3894
 <matplotlib.image.AxesImage at 0x7f707cb890>

그림 6. Easy OCR 프레임워크 예시
 Fig. 6. Easy OCR framework example

문자 추출 예시는 그림 6과 같다. 문자 추출 시점의 경우 사고발생 시점부터 이전 4초와 이후 5초 총 10초의 시간 내에서 감지되는 번호판을 분석하게되며, 분석된 결과물은 영상과 함께 서버로 전송된다.

2.1.4 위치 인식 시스템

위치 인식부는 GPS(Global Positioning System)를 사용하여 현재 이륜차의 위치가 어디인지 실시간으로 파악하며, 사고 발생 시 사고 발생 시점의 GPS 좌표가 분석 데이터와 함께 서버로 보내지게 된다. 이런 사고 지점 좌표를 활용하여 응급차 및 경찰관 출동 등의 빠른 후속 조치가 가능하게 한다.

사용된 GPS모듈은 TEL0138 USB GPS Receiver 이며, 그림 7과 같이 야외에서 동작 테스트를 시행하였다. 본 플랫폼에서는 1초에 한 번씩 위치를 수신하도록 설정하였으며, GPS를 통하여 수신되는 정보는

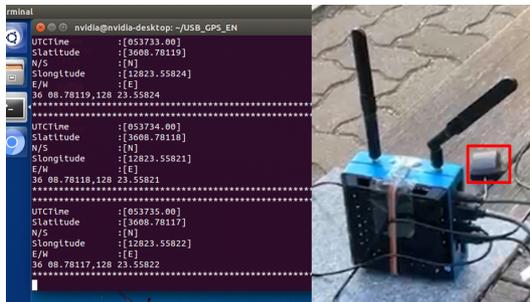


그림 7. GPS 센서 데이터 예시
 Fig. 7. GPS Sensor Data Example

UTCTime(Universal Time Coordinated Time), Slatitude(Satellite-Latitude), N/S Slongitude(Satellite Longitude), E/W값이 있다.

2.1.5 정보 전송 시스템

각 인식 및 분석 시스템에서 수집된 데이터는 정보 전송 부를 통하여 서버로 전송된다. 정보 전송은 그림 8과 같이 HUAWEI 4G Wingle E8372 LTE 모듈을 통하여 이루어지며, wifi 환경이 아닌 상태에서도 정보 전송이 가능하도록 설계되었다. 또한 고정 ip를 설정하여 기기별로 정보 수신을 할 수 있도록 하였다.



그림 8. LTE 모듈 사용 예시
 Fig. 8. Example of LTE module usage

III. 실험

3.1 실험 장비 및 실험 환경

3.1.1 실험 장비

제안된 플랫폼에서 사용된 카메라는 앱코 PowerConf C300 웹캠이다. 제품의 비디오 해상도는 1920x 1080(FHD), 비디오 프레임의 경우 60fps, 시야각은, 115°이며, 본 제품을 사용하여 블랙박스 카메라의 역할을 수행하였으며, USB 방식으로 연결되었다. 플랫폼의 딥 러닝 영상인식을 위한 보드는 Nvidia Jetson Xavier NX를 사용하였다. Xavier NX의 경우 소형 폼 팩터 SOM(System-on-Module)으로 엡지에 슈퍼컴퓨터 성능을 제공하며, 21TOPS의 가속 컴퓨팅이 최신 뉴럴 네트워크를 병렬로 실행할 수 있다. 이

표 1. 사용 장비
 Table 1. equipment used

company	model name
Nvidia	Jetson Xavier NX
ABKO	PowerConf C300 Webcam
Pololu	MinIMU-9 v2
DFRobot	TEL0138
HUAWEI	4G Wingle E8372

는 여러 개의 고해상도 센서에서 전송되는 데이터를 처리하는 적합한 사양이다. 실험은 Xavier NX에 카메라와 IMU 센서 GPS, LTE 모듈을 연결하여 진행되었으며, 자세한 장치 정보는 표 1에 나타내었다.

3.1.2 실험 환경

그림 9와 같이 시스템 플랫폼을 구축하고 전방에 번호판을 설치하였으며, IMU 센서를 Xavier NX 보드에 설치하여 보드가 기울어짐에 따라 사고 발생으로 가정하고 이에 따른 전방 번호판 정보 검출을 위한 영상 저장이 진행되었는지 확인하는 검증이 진행되었다.

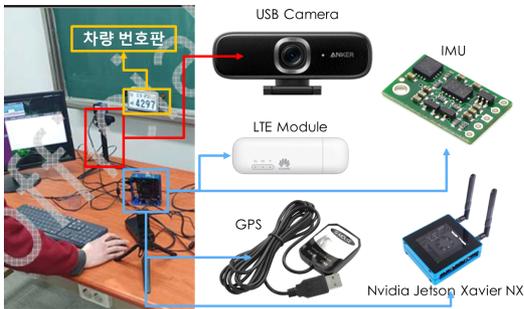


그림 9. 검증 시험 환경 설정
Fig. 9. Validation Test Configuration Settings

3.2 실험 결과

3.2.1 IMU 센서 인식 정확도

IMU 정확도 검증의 경우 다음과 같은 순서로 진행되었다:

1. Jetson Xavier NX에 IMU 센서를 부착한다.
2. Jetson Xavier NX 내에서 코드를 실행한다.

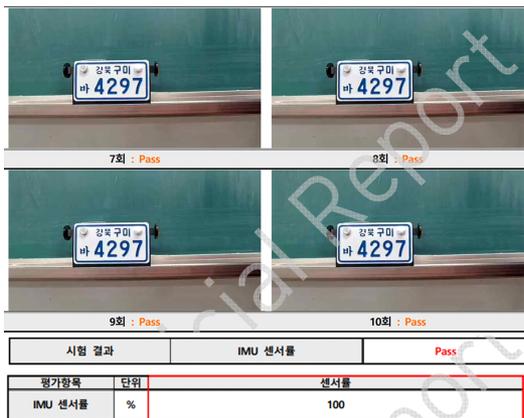


그림 10. IMU 정확도 검증 결과
Fig. 10. IMU Accuracy Verification Results

3. IMU 센서의 90도 값을 설정한다.
4. IMU 센서를 기울여서 90도 이상의 각도가 인식될 때 영상이 저장되는지 확인한다.

검증 시험의 결과는 그림 10과 같으며, 보드가 넘어지는 상황을 10번 부여하여 10회의 영상 저장에 성공하였으며, 각 영상의 재생을 확인하여 10초의 영상이 문제없이 저장된 것을 확인하였다.

3.2.2 차량 번호판 인식 정확도

차량 번호판 인식의 경우 다음과 같은 순서로 진행되었다:

1. Jetson Xavier NX에 카메라를 부착한다.
2. 카메라 앞에 번호판을 설치한다.
3. Jetson Xavier NX에서 번호판 인식 코드를 실행한다.
4. Jetson Xavier NX내에 번호판 숫자가 기록된 텍스트 파일이 있는지 확인한다.
5. 저장된 텍스트 파일에서 인식된 번호 중 정확하게 인식된 번호판 숫자의 유무를 확인한다.

검증 시험은 IMU 센서 인식 정확도의 결과로 저장된 영상을 frame 단위로 나누어 만들어지는 이미지를 사용하여 진행되었으며 예시는 그림 11과 같다. 이 검증 방법을 사용하여 저장된 영상의 번호판 정보를 읽는 정확도 또한 100%를 달성하였다.

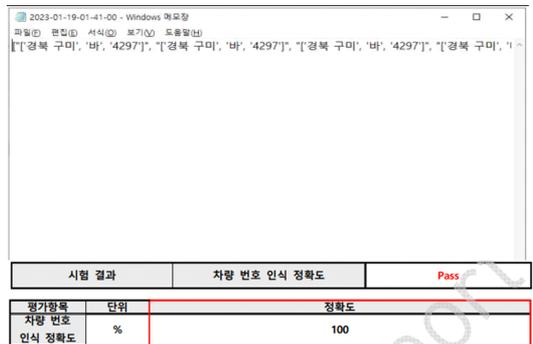


그림 11. 번호판 인식 및 분석 정확도 검증 결과
Fig. 11. License plate recognition and analysis accuracy verification results

IV. 결론

본 논문에서는 딥러닝을 기반으로 한 이륜차 사고 인식 및 정보 전송 플랫폼을 개발하고 검증하였다. 이

플랫폼은 이륜차의 위치, 기울기, 전방 시야 정보를 분석하고 무선으로 정보를 전송함으로써, 사고 발생 시 신속한 대응을 가능하게 한다. 성능평가를 통해 플랫폼의 정확도와 신뢰성을 확인하였으며, 이는 사고 발생 시 이륜차 운전자의 안전 향상에 기여할 것으로 기대된다. 향후 개발 계획으로, 차선 인식 및 전방 차량 감지 기능을 통해 운전자의 도로 규칙 준수 여부를 모니터링하고, 운전 습관 데이터를 수집하여 운전 안전성을 개선할 예정이다¹¹⁾. 이러한 기능은 운전자에게 실질적인 피드백을 제공하고, 보험사와의 연계를 통해 추가 서비스를 개발하는 데 기여 가능하다. 현재 Jetson Xavier NX에서 구현된 딥 러닝 기반 영상처리 시스템은 처리 속도에 한계가 있어 서비스의 확장성이 제한적이다. 이에 따라, 경량화 기법의 적용이나 실시간 영상 전송 및 원격 딥 러닝 서버를 활용한 영상 분석 방식으로의 전환을 통해 성능과 처리 속도를 개선하는 방향으로의 추가 연구가 필요하다.

References

[1] Korea Road Traffic Authority “Accident Status by Traffic Analysis System Division(2023),” Retrieved Nov. 28. 2023 from “https://taas.koroad.or.kr/sta/acs/gus/selectTfcacdOccrncSttusAnnual.do?menuId=WEB_KMP_OVT_MVT_TAC_TOA”

[2] Samsung Traffic Safety and Culture Institute “Samsung Fire Insurance’s Two-Wheeled Vehicle Insurance Subscriber Accident Database Analysis (2020),” Retrieved Nov. 28. 2023 from “http://sts.samsungfire.com/”

[3] R. Smith, “An overview of the Tesseract OCR engine,” in *Ninth ICDAR 2007 IEEE*, pp. 629-633, 2007. (https://doi.org/10.1109/ICDAR.2007.4376991)

[4] X. Zhou, et al., “East: An efficient and accurate scene text detector,” in *Proc. IEEE Conf. CVPR*, pp. 5551-5560, 2017.

[5] M. Liao, et al., “Real-time scene text detection with differentiable binarization and adaptive scale fusion,” *IEEE Trans. Pattern Anal. and Mach. Intell.*, vol. 45, no. 1, pp. 919-931, 2022. (https://doi.org/10.1109/TPAMI.2022.3155612)

[6] Y. Baek, et al., “Character region awareness

for text detection,” in *Proc. IEEE/CVF Conf. CVPR*, pp. 9365-9374, 2019.

[7] K. He, et al., “Deep residual learning for image recognition,” in *Proc. IEEE Conf. CVPR*, pp. 770-778, 2016.

[8] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, “Long short-term memory,” *Neural Computation*, vol. 9, no. 8, pp. 1735-1780, 1997. (https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735)

[9] A. Graves, et al., “Connectionist temporal classification: Labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks,” in *Proc. 23rd Int. Conf. Mach. Learn.*, pp. 369-376, 2006. (https://doi.org/10.1145/1143844.1143891)

[10] U. Germann, “Greedy decoding for statistical machine translation in almost linear time,” in *Proc. 2003 Human Lang. Technol. Conf. North Am. Chapter Assoc. for Computational Linguistics*, pp. 72-79, 2003.

[11] S. H. Han, et al., “Video-based traffic accident prevention safety system using deep learning,” *J. KICS*, vol. 45, no. 8, 2020. (https://doi.org/10.7840/kics.2020.45.8.1399)

박 재 한 (Jaehan Park)



2020년 2월 : 국립금오공과대학교 전자공학부 졸업
 2020년 3월~2021년 12월 : 국립금오공과대학교 IT융복합공학과 석·박사 통합과정
 <관심 분야> 딥러닝, 영상 처리
 [ORCID:0000-0002-3856-5846]

최 문 규 (Mun Kyu Choi)



2022년 2월 : 국립금오공과대학교 전자IT융합과 졸업
 2020년 3월~2021년 12월 : 국립금오공과대학교 IT융복합공학과 석사과정
 <관심 분야> 딥러닝, 객체탐지, 영상 처리
 [ORCID:0009-0008-0815-5732]

권 대 현 (Dae Hyeon Kwon)



2022년 2월 : 국립금오공과대학
교 전자IT융합과 졸업
2020년 3월~2021년 12월 : 국립
금오공과대학교 IT융복합공
학과 석사과정
<관심 분야> 드론 응용, 경로 계획
[ORCID:0009-0005-8234-5049]

신 수 용 (Soo-young Shin)



1999년 2월 : 서울대학교 전기공
학부 졸업
2001년 2월 : 서울대학교 전기공
학부 석사
2006년 2월 : 서울대학교 전기공
학부 박사
2010년~현재 : 국립금오공과대
학교 전자공학부 교수
<관심 분야> 5G/B5G 무선 접속 기술, 드론 응용, 혼합
현실, 블록체인, 머신러닝, 딥러닝
[ORCID:0000-0002-2526-2395]