JANT 한국항행학회논문지
Journal of Advanced Navigation Technology

응용 및 융합 기술

J. Adv. Navig. Technol. 25(2): 162-168, Apr. 2021

클라우드 플랫폼을 이용한 딥러닝 기반 장애인 주차구역 관리 시스템 구현

Implementing Parking Zone Management System for Disabled based on Deep Learning using Cloud Platform

황 주 훈 · 김 창 복*
가천대학교 에너지 IT학과

Ju-hoon Hwang · Chang-Bok Kim*
Department of Energy IT, Gachon University, Gyeonggi-do, 13120, Korea

[요 약]

본 연구는 딥러닝과 클라우드 플랫폼을 이용하여 장애인 복지 증진을 위한 장애인 주차 공간을 관리하는 시스템을 제안하였다. 딥러닝은 주차 영역의 자동차 영상에서 번호판 검출을 위하여 YOLO (you only look once)를 사용하였으며, 추출된 숫자 및 문자 영상에서 번호판 문자 인식을 위하여 CNN (convolutional neural network)을 사용하였다. 본 시스템은 실시간 관리가 가능하고, 동영상만으로 관리할 수 있도록 간소화하였다. 또한 기존 OCR (optical character recognition)보다 한글 문자 인식률을 높임으로서 안정성 및 정확성이 있으며, CCTV (closed circuit television)만 설치하면 주차관리가 가능하도록 함으로서 관리 영역의 확장성의 특장점을 가진다. 본 시스템은 기징 중요한 요소인 정확한 번호판 인식률을 높이는 연구와 다소 성능이 낮은 라즈베리 파이 환경에서 YOLO와 CNN 알고리즘 등을 실행하기 위한 처리속도 문재에 대한 지속적 연구가 필요하다.

[Abstract]

This study proposed a system that manages parking spaces for the disabled, this will lead to the promotion of welfare for those who are disabled by using deep learning and cloud platforms. Deep learning used you only look once (YOLO) for license plate detection concerning car images in parking areas, and convolutional neural network (CNN) was used for license plate character recognition from extracted numbers and text images. This system can be managed in real time, and it has been simplified so that it can be managed only with video. In addition, it is recognized and accurate by increasing the recognition rate of Korean characters compared to the existing optical character recognition (OCR), and it has the advantage of scalability in the management area by enabling parking management but only if closed circuit television (CCTV) is installed. This system requires a study to increase the accurate license plate recognition rate. This is an important factor, and a continuous study on the processing speed problem to execute YOLO and CNN algorithms in a somewhat low performance raspberry environment.

Key word : Cloud platform, YOLO, CNN, Raspberry pi, Android phone, Deep learning.

https://doi.org/10.12673/jant.2021.25.2.162

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 16 March 2021; **Revised** 12 April 2021
Accepted (Publication) 29 April 2021(30 April 2021)

***Corresponding Author : Chang-Bok Kim**

Tel : +82-10-8908-3946
E-mail : cbkim@gachon.ac.kr

Ⅰ. 서 론

차량 급증으로 인하여 주차 공간 부족으로 주차 문제는 심각해지고 있으며, 각종 주차 관련 민원이 끊이지 않고 지속적으로 증가하는 추세이다. 이에 국내에서는 다양한 주차 정책을 도입하고 있다[1]. 또한, 주차 문제를 해결하기 위해 센서, 영상 처리, 딥러닝, IoT 기술 등을 이용한 주차 관리 시스템에 관한 연구가 진행 중이다.

주차 관리 시스템은 차량 정보를 인식하고 관리하는 것이 가장 중요하기 때문에, 차량 번호판 영상에서 차량 번호를 실시간으로 정확하게 컴퓨터가 인식할 수 있는 텍스트로 변환하는 것이 가장 중요하다. 자동차 번호판 영상은 날씨와 외부의 조명 그리고 방향 등 상황에 따라 번호판 영상의 질이 달라짐으로 해서 오 인식이 많아진다. 또한, 국내 번호판은 한글 문자 문제로 인한 인식률이 떨어지는 문제점이 있다. 번호판 인식은 주차 제어, 주차 위치 확인, 도로 교통 관리 등과 같은 많은 분야에서 사용될 수 있다.

번호판 문자 인식은 영상에서 차량 검출 단계, 번호판 검출 단계, 영상처리 단계, 번호판 인식 단계로 나눌 수 있다. 최근 번호판 문자 인식은 영상 처리를 통하여 번호판 영역을 추출 후 DNN (deep neural network)을 통한 문자인식 방법과 CNN (convolution neural network)을 활용하여 객체 인식 네트워크를 통한 번호판 영역 검출 후 OCR (optical character recognition)을 이용한 문자 인식 방법을 사용하였다[3]-[7].

YOLO(you only look once)는 딥러닝 기반의 객체검출(object detection) 중에 R-CNN, fast R-CNN, faster R-CNN 계열 방법과 비교하여 정확도는 다소 낮으나 검출 속도가 빠른 장점이 있다[8]-[11].

본 연구는 장애인 복지 증진을 위한 장애인 주차 공관을 관리하는 시스템을 제안하였다. 장애인 전용 주차 공간은 대부분의 주차장에 지정되어 있으며, 본인 또는 보호자 용 장애인 주차 가능 스티커가 부착되어 있어야 하며, 보행 상 장애가 있는 장애인이 직접 운전하거나 탑승하고 있어야 주차할 수 있다. 그러나 주차 공간의 부족으로 장애인 전용 주차 구역의 침범이 지속적으로 증가하고 있어, 효율적 관리가 필요하다. 현재 장애인 주차구역 불법주차 단속은 대부분 시민의 참여로 이루어지고 있어, 완벽하게 단속하기 어렵고 위조된 장애인 차량 스티커를 일반인이 식별하기 어렵다는 문제점이 있다.

본 연구는 실시간 장애인 주차 관리 시스템을 구축하기 위해 딥러닝과 클라우드 플랫폼을 아용하였다. 딥러닝은 번호판 검출을 위해 YOLO와 문자 인식을 위해 CNN을 사용하였다. 또한, 장애인 여부를 판단하고 주차 위반 차량을 관리 위해 데이터베이스와 주차 위반 사항을 관리자에게 통지하기 위해 클라우드 플랫폼의 실시간 데이터베이스와 스토리지 그리고 관리자에 불법 주치 사실을 실시간으로 통지하기 위해 안드로이드 기반 스마트 기기를 앤드 포인트 단에서 edge computing 역할을 하는 단말 장치로 활용하였다.

본 논문은 2장에서 번호판 검출과 문자 인식에 대해서 서술하였으며, 3장에서 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 또한, 4장에서 구현된 모델의 실험 결과 및 검토를 하였으며, 마지막으로 결론에 관해서 서술하였다.

Ⅱ. 번호판 검출 및 문자인식

객체 검출(object detection)은 영상 내에 존재하는 모든 객체에 대해서 지역화(localization)와 분류(classification)를 수행하는 것이다. 지역화는 객체의 좌표인 경계 박스(bounding box)를 찾는 회귀이고, 분류는 경계 박스 내 물체가 무엇인지 분류하는 문제이다. 본 연구에서의 객체 검출 대상은 주차 공간 영상에서 주차 차량이나 차량의 번호판이다.

번호판 검출은 문자 인식을 위해 차량 영상에서 관심 영역(region of interest)인 번호판 영역을 정확하게 검출해야 높은 인식률과 높은 처리 속도가 가능하다. 번호판 검출은 YOLO와 EAST(efficient and accurate scene text detector) 방식이 있다.

YOLO는 이미지를 한번 보는 것만으로 객체의 종류와 위치를 추측하는 딥러닝 기반의 객체 검출 알고리즘이다. 본 연구는 임베디드 시스템인 라즈베리 파이의 처리속도를 고려하여 다소 정확성은 낮으나 처리속도가 빠른 YOLO 학습 모델을 사용하였다. 표 1에 YOLO 학습 모델에 대해서 나타냈다.

YOLO는 20 FPS(frame per second) 이상의 처리속도를 지니고 있어, 실시간 처리가 가능한 학습 모델이다. 또한, 최근에 발표된 YOLO v4는 EfficientDet과 비슷한 AP(average precision) 성능을 내면서도 더 빠른 FPS를 보유한다. YOLO v3에 비해서 AP는 10%, FPS는 12% 향상됐다. YOLO 알고리즘은 기본적으로 80개의 객체를 분류하였지만, YOLO-MARK와 darknet을 이용하여 사용자가 원하는 객체를 검출할 수 있도록 학습 할 수 있다.

EAST는 YOLO와 흡사한 딥러닝 기반의 글자 영역 검출 기술이며, 글자 영역 검출 분야에서 가장 선호되는 알고리듬 중 하나이다. YOLO는 경계 박스를 x, y, w, h 좌표를 이용하고 EAST는 top, down, bottom, right 좌표를 이용한다는 점이 차이점이다. EAST 네트워크는 특성 추출층, 특성 합성층, 출력층으로 이루어져 있으며 출력층에서 글자일 확률, 영역, 영역의 각도를 각각 출력 받아 응용할 수 있다. 그림 1은 EAST를 이용하여 문자 영역을 추출한 예이다.

표 1. YOLO 학습 모델
Table 1. YOLO Learning Model.

Model	mAP	FLOPS	FPS
YOLOv3-320	51.5	38.97 Bn	45
YOLOv3-416	55.3	65.86 Bn	35
YOLOv3-608	57.9	140.69 Bn	20
YOLOv3-tiny	33.1	5.56 Bn	220
YOLOv3-spp	60.6	141.45 Bn	20

그림 1. EAST를 이용한 문자 추출
Fig. 1. Charact extraction using EAST.

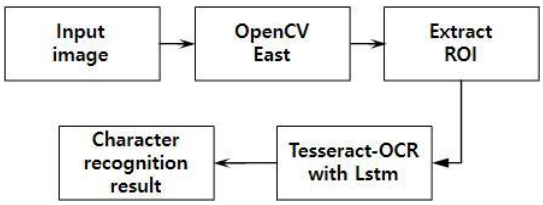


그림 2. EAST와 Tesseract OCR 모델 파이프라인
Fig. 2. EAST and Tesseract OCR model pipeline.

EAST는 불균일 조명, 저해상도, 다양한 방향 및 원근 왜곡 등에 대해서 높은 수준의 안정성을 보여준다.

문자 인식은 문자 영상을 컴퓨터가 이해할 수 있는 코드로 변환하는 것이다. OCR(optical character recognition)은 문자인식을 위한 소프트웨어로써, 인공 지능이나 기계 시각(machine vision)의 연구 분야로 시작되었다. OCR은 대상 문자 영상들이 크기, 해상도, 변이, 글꼴 등 특성이 다르며, 인식할 텍스트의 위치가 불규칙적이기 때문에 영상에 따라 인식률의 차이가 있다. 최근에 Easy OCR과 Tesseract OCR을 많이 사용한다.

Easy OCR은 영상에서 문자 영역을 추출하고, 문자를 분리하고, 문자를 인식을 한다. 즉, 입력 영상으로부터 직접 문자를 한 단계로 인식하여 텍스트로 출력 한다. Tesseract OCR은 EAST 알고리즘 등 문자 추출 과정을 거쳐 나온 영상에서 특징점을 추출하여, LSTM과 같은 딥러닝 기법과 템플릿 매칭 기법을 사용하여 문자를 인식한다. 따라서 Tesseract OCR은 문자 추출 단계를 거치게 된다. 그림 2에 EAST 모델을 활용하여 번호판을 추출하고 Tesseract OCR을 활용하여 번호판을 인식하는 모델을 나타냈다.

Easy OCR은 텍스트 인식에 많은 시간이 소요되고 Tesseract OCR은 한글 문자 인식에 다소 문제가 발생한다. 또한, OCR 알고리즘은 영상의 상태에 따라 인식률에 많은 차이가 발생한다.

Ⅲ. 주차관리 시스템

본 연구는 국내 번호판의 숫자와 문자를 인식하기 위해 국토교통부에서 제공하는 번호판 영상을 이용하였다, 또한. 자동차 번호판 인식은 2006년 이후 보급된 흰색 바탕의 지역명이 제외된 것을 사용하였다.

표 2. 국내 번호판 숫자 및 문자
Table 2. Domestic License plate number and character.

가	더	도	두	라	러	로	루	머
모	무	거	마	버	보	부	서	소
수	저	조	주	고	어	오	우	하
허	호	구	나	너	노	누	다	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9

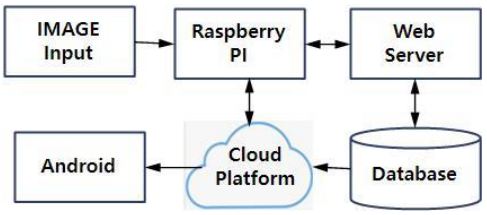


그림 3. 전체 시스템 구성도
Fig. 3. Overall system configuration diagram.

국내 자동차 번호판은 흰색 바탕에 검은색 숫자와 문자로 구성되어 있으며, 10개의 숫자와 35개의 문자로 구성되어 있다. 번호판 구성은 앞 숫자는 2 또는 3 자리이며, 한글 문자 1 자리 그리고 뒤 숫자는 4 자리로서 총 7 및 8 자리로 구성되어 있다. 표 2에 국내 번호판 숫자 및 문자에 대해서 나타냈다.

장애인 주차관리 시스템은 영상 입력을 위한 CCTV 또는 파이카메라, 라즈베리 파이, 웹 서버, 클라우드 플랫폼 그리고 관리자의 스마트 폰으로 구성된다. 라즈베리 파이는 입력된 자동차 영상에서 번호판 검출, 영상처리, 번호판 인식 과정을 거쳐 불법 주차 차량에 대한 정보를 웹서버와 클라우드 플랫폼에 전송한다, 웹서버는 주차 관리를 위한 시스템으로 데이터베이스와 불법 주차 차량 로그를 관리한다. 클라우드 플랫폼은 불법 차량의 정보를 저장하며, 실시간으로 사용자의 스마트폰에 불법 주차 차량의 정보를 전송한다. 그림 3에 전체 시스템 구성도를 나타냈다. 본 연구는 YOLO-MARK로 번호판의 경계 박스와 라벨을 설정한 후, darknet으로 학습하여, 자동차 영상에서 번호판 영역을 추출하였다. 또한, CNN으로 학습하기 위해 45개의 숫자와 문자를 변형된 숫자와 문자로 증식하여 CNN의 입력으로 하였으며, 45개의 숫자와 문자를 one-hot 인코딩하여 라벨링하였다. 그림 4에 CNN 네트워크에 대해서 나타냈다.

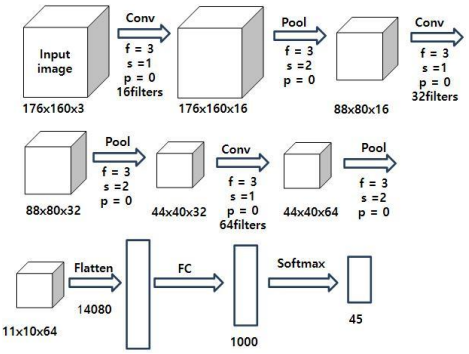


그림 4. CNN 네트워크
Fig. 4. CNN network.

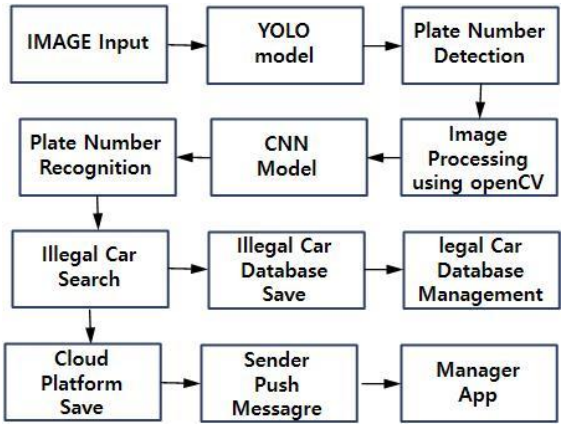


그림 5. 전체 흐름도
Fig. 5. Overall flowchart.

CNN 모델은 증식된 입력 영상을 3번의 convolution을 통해 특성 맵의 필터수를 늘렸으며, 3번의 max 폴링으로 특성 맵의 크기를 줄였다. 또한 출력층은 2번의 완전 연결층과 softmax로 45개의 출력으로 하였다. 학습은 활성화 함수는 relu를 사용하였으며, 오차 함수의 최적화를 위해 adam 최적화를 사용하였다. 학습 파라미터는 총 14,701,485 개이며, 학습 횟수는 500번이다. 그림 5에 불법 주차 관리 시스템에 대한 전체 흐름도를 나타냈다. 주차 관리 시스템은 불법 주차를 인식하기 위해 다음과 같은 단계로 처리된다.

1. YOLO 와 CNN 모델을 이용하여 자동차 번호판 영역 검출 학습과 번호판 숫자 및 문자 학습을 하여 학습 모델을 저장

2 .주차 구역의 CCTV 또는 파이 카메라로 차량 영상을 라즈베리 파이로 입력

3. YOLO 학습 모델을 이용하여 번호판 영역을 추출하며, Open CV를 아용하여 잡음제거, 이진화, 경계선 추출, 문자 추출 등 영상처리 및 숫자 및 문자의 순서 정렬을 휘해서 좌표를 이용한 버블 정렬

4. CNN 모델을 이용하여 추출된 각 숫자 및 문자 인식하여 . 장애인 차량 등록 데이터베이스와 비교하여 장애인 차량 여부를 판단

5. 불법 주차 차량의 차량번호, 날짜, 시간, 영상 등을 데이터베이스에 저장하며, 클라우드 플랫폼에 전송

6. 관리자 스마트 폰에 푸시 메시지와 함께 불법 주차 차량의 차량번호, 날짜, 시간, 영상 등을 서비스

단계 1은 시스템의 실시간 처리를 위하여 YOLO와 DNN 네트워크를 이용하여 번호판 검출과 문자 인식을 위한 선행 학습을 하는 것이다, 또한, 단계 3의 영상 처리 과정은 추출된 번호판의 인식률을 향상하기 위한 관정으로 영상의 잡음 제거, 처리 속도를 위한 이진화, 한글 인식을 위한 침식을 사용하였다. 잡음 제거를 위하여 blur 처리를 하였으며, 이진화를 통하여 흑백 영상을 변환하였으며, OSTU알고리즘을 이용하였다. 침식은 영상을 한글은 자음과 모음이 있어 하나의 문자로 추출하기 위해서 자음과 모음을 연결하기 위해 사용하였다. 이러한 영상처리 후에 영상의 경계선(contour) 추출을 이용하여 번호판의 각 숫자와 문자를 추출하였다. 이외 같이 추출된 숫자와 문자는 번호판을 순서대로 인식하기 위해 각 숫자와 문자의 좌표를 이용하여 버블 정렬을 한 후, 단계 4에서 학습된 CNN 모델의 입력으로 하여 숫자와 문자를 인식하였다.

한글 문자인식을 위해 영상의 침식으로 영상을 두텁게 함으로써 한글의 자음과 모음을 연결하여 인식하는 것은 한계점이 있다. 즉, 침식으로 영상을 두텁게 하여 한글의 자음과 모음을 연결할 경우 다른 숫자와 숫자 또는 외곽 경계선과 연결되어 인식에 문제점이 있었다. 이러한 점을 고려하여 적절한 침식효과를 주고, 한글 문자 여부를 검색하여 한글 문자가 없는 경우에 한글을 인식하는 알고리즘을 구축하였다.

한글 인식 알고리즘은 한글 유무 인식과 좌표값을 이용한 한글 문자 위치 추출을 이용하였다. 한글 문자 유무는 문지의 코드값(0 –34)을 통하여 인식 할 수 있다. 만약 한글 코드 검색을 통해 한글 코드가 없는 경우, 한글 문지는 번호판 맨 뒤에서 5번째 위치에 있으므로 뒤에서 4번째 위치의 숫자 좌표의 x 좌표값을 기준으로 하여 추출하였다. 좌표 추출 과정에서 한글은 “더”, “두”와 같이 자음과 모음의 구성은 좌우 또는 상하로 되어 있으므로 4번째 위치의 x 좌표 값을 기준으로 자음과 모음의 구성을 면적과 좌표 값을 이용하여 파악하여, 한글 문자의 좌표값을 다시 계산하여, 영상에서 좌표를 잘라내어 한글 문자를 다시 인식하였다.

본 연구는 주차 차량을 인식하기 위해 센서를 사용하지 않고 CCTV의 실시간 동영상만을 사용하였다. 즉, YOLO의 실시간 번호판 추출 기능을 이용하여 차량 번호가 변경되는 경우에만 번호판을 재인식하는 알고리즘을 사용하였다. 그림 6에 번호판 인식 알고리즘에 대해서 나타냈다. 번호판 인식 알고리즘은 다음과 같은 단계로 동작한다.

1. 자동차 번호판의 초기 값을 None으로 설정하고 무한 반복으로 주차장 구역의 CCTV에서 영상을 입력한다.

2. 동영상은 정지영상의 프레임의 연속이므로 주차장에 입력된 영상을 1 분마다 프레임 단위로 캡처하여 YOLO 학습 모델 통해 번호판을 추출하고, 영상 전처리를 통해 생성된 번호판 숫자 및 문자들을 CNN 학습 모델로 차량 번호를 인식한다.

3. 인식된 번호는 장애 차량 등록 데이터베이스에 등록된 번호와 비교를 하여 불법 주차 여부를 판별하여 불법 주차 시에만 데이터베이스에 차량의 정보를 저장하며, 동시에 클라우드 플랫폼의 실시간 데이터베이스에 전송한다.

4. 인식된 번호가 이전 번호와 일치하면 어떤 동작도 하지 않고 다시 영상을 입력받게 된다. 이것은 이미 정상 주차 또는 불법 주차인지 처리된 차량이기 때문이다.

5. 안드로이드 폰은 클라우드 플랫폼의 실시간 데이터베이스와 연동되어 관리자에게 푸시메시지로 불법 주차차량이 있음을 알리고 불법차량 정보를 전송한다.

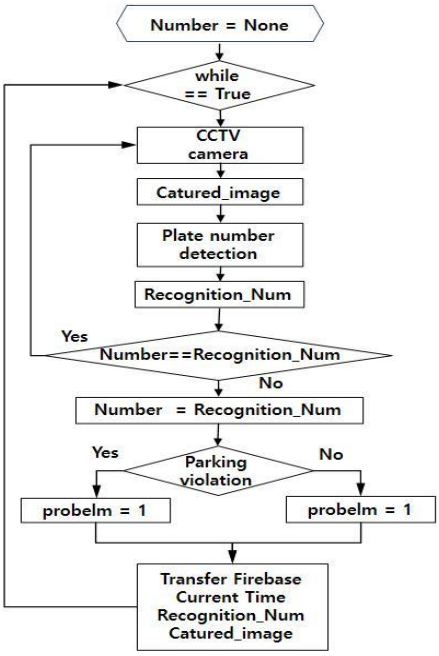


그림 6. 한글 문자 인식 알고리즘
Fig. 6. Hangul character recognition algorithm.

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int	NO	PRI	NULL	auto_increment
plate_number	varchar(32)	NO		NULL	
date	varchar(32)	YES		NULL	
time	varchar(32)	YES		NULL	
image	mediumblob	YES		NULL	
region	varchar(32)	YES		NULL	
location	varchar(32)	YES		NULL	

그림 7. 불법 주차 차량 스키마
Fig. 7. Illegal parking schema.

그림 7에 불법 주차 자량 테이블의 스키마를 보였다. 각 열은 차량번호, 주차일자, 주차시간, 불법 주차 영상, 주차 구역, 주차 위치이다. 차량영상의 타입은 영상을 저장하기 위해 mediumblob으로 하였다. 본 시스템은 건물 내 여러 주차구역에 대해서 다수의 주차 차량을 관리할 수 있도록 제안하였다. 즉, region 컬럼의 숫자가 다수의 주차구역 위치이며, location 컬럼은 다수의 주차 차량이다.

Ⅳ. 실험 결과 및 검토

본 연구는 라즈베리 파이 4 모델 B를 사용하였으며, 운영체제는 라즈비안에 코딩을 위해 파이선 3.6 그리고 딥러닝을 위해 텐서플로우와 케라스를 이용하였다. 또한, 자동차 번호판 검출을 위해 YOLO v4와 문자 인식을 위해 CNN을 사용하였다. 데이터베이스는 MySql을 사용하였으며, 실험을 위해 장애인 등록차량을 가상으로 데이터베이스에 등록하였다. 또한 클라우드 플랫폼은 구글의 실시간 데이터 베이스인 파이어베이스를 이용하였다.

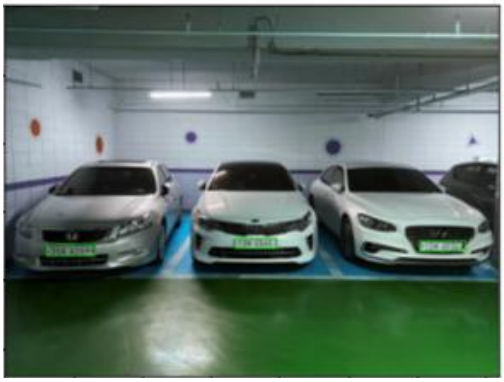


그림 8. YOLO를 이용한 번호판 검출
Fig. 8. License plate detection using YOLO.

표 3. 학습 결과
Table 3. Training result.

Training loss	Training accuracy	Test loss	Test accuracy
0.013	0.9967	5.342e-04	1.0000

번호판 영상은 3개 구역과 각 구역에 3대의 차량을 입력하도록 하였다. 번호판 추출을 위한 YOLO 학습은 30대의 자동차 영상에 대해서 YOLO-MARK를 이용하여 번호판의 경계박스와 라벨을 설정한 후 darknet으로 학습하였다. 그림 7에 학습 결과 YOLO 모델을 이용하여 자동차 번호판만을 검출한 결과를 나타냈다.

번호판 학습은 실제 번호판 도면의 숫자 및 문자 영상을 사용하였고, 45개의 숫자 및 문자 데이터를 변형하고 증식하여 93558개의 학습데이터와 49072개의 검증 데이터를 사용하였다. CNN모델로 문자 및 숫자 학습 결과는 학습 정확률이 99.67 % 그리고 테스트 정확률이 100%의 결과를 얻음으로 해서 학습 모델로서 충분하였다. 표 3에 학습 결과를 나타냈다.

본 연구에서 제안하는 번호판 인식 결과는 40대의 자동차를 대상으로 정확도를 확인하였다. 실험결과 침식만을 이용한 번호판인식은 정확하게 인식한 번호판이 34개로서 85% 그리고 한글 인식 알고리즘을 이용한 번호판이 39개로서 97.5%의 정확도를 가졌다. 본 알고리즘의 정확도는 동일한 환경에서 실험한 Easy 와 Tesseract OCR보다 20% 이상 높았으며, 실행속도는 Tesseract OCR과 비슷했으며, Easy OCR 보다 높았다.

그림 8에 주차 차량의 영상에 대한 불법 주차 결과를 보였다. 본 시스템은 주치 구역에 대한 불법 주차 여부를 확인하여 불법 주차가 확인된 경우에만 데이터베이스에 차량 정보를 저장하고 클라우드 플랫폼에 전송하도록 하였다. 그림 8에서 주차구역 1에서 주차 위치 1에 불법으로 주차된 것을 확인할 수 있으며, 주차 번호와 차량 영상을 확인할 수 있다,

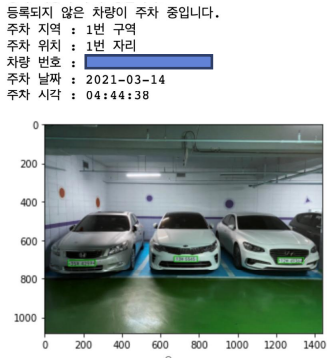


그림 9. 불법 주차 검출결과

Fig. 9. Illegal parking detection result.

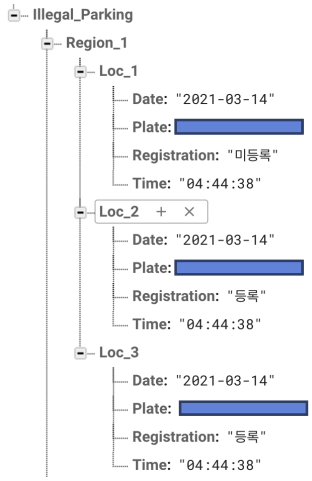
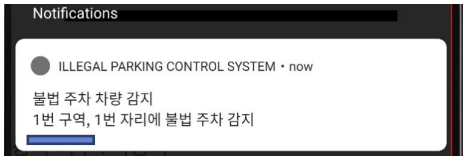


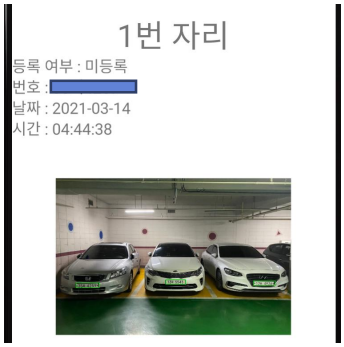
그림 10. 클라우드 플랫폼

Fig. 10. Cloud platform.



(a) 푸시 메시지

(a) Push message



(b) 주차관리 앱

(b) Parking management app

그림 11. 관리자의 안드로이드 스마트 폰

Fig. 11. Android smart phone of manager.

그림 9에 클라우드 플랫폼의 파이어베이스 실시간 데이터베이스에 대해서 나타냈다. 실시간 데이터베이스는 NoSQL로 데이터는 JSON으로 저장되며 클라이언트에서 실시간으로 데이터가 동기화되고 어플이 오프라인일 때도 데이터를 사용할 수 있다. 본 시스템에서 파이어베이스의 실시간 데이터베이스는 라즈베리 파이에서 전송된 불법 주차 정보를 실시간으로 저장하였다. 이때 한 구역에 3대 모두 불법 주차인 경우에도 완벽하게 동일 시간에 주차되지 않기 때문에, 구역마다 하나의 지역에 대한 키-밸류 값으로 저장할 수 있다. 또한 차량 영상은 파이어 베이스의 storage에 저장하였다.

또한 그림 10에 관리자의 안드로이드 스마트 폰에 푸시 메시지와 어플에 대해서 나타냈다. 이것은 관리자의 어플이 항상 열려 있지 않기 때문에, 푸시메시지로 불법 주차 여부를 알리고 이를 통해 어플로 확인하기 위해서이다. 본 시스템은 다음과 같은 특 장점이 있다.

1. 본 시스템은 불법주차 여부를 판정하기 위해 감지기 및 유무선 통신을 사용하지 않고 영상으로만 인식할 수 있도록 시스템을 간소화 하였다.

2. 위 변조된 장애인 스티커를 인지하기 어렵고 이를 정확하게 인지하기 위해서는 RFID (radio frequency identification)와 같은 부가적인 요소가 필요하다. 그러니 본 시스템은 장애인 차량 데이터베이스와 연계를 하여 보다 정확하게 장애인 차량 여부를 확인할 수 있다.

3. 본 시스템은 건물 내 다수 구역 그리고 각 구역에 대해서 다수 위치의 불법 주차 여부를 확인 할 수 있도록 설계하였다. 따라서 보다 많은 건물과 구역으로 확장할 수 있다.

4. 번호판 검출과 숫자 및 문자 인식을 위해 YOLO와 CNN을 선행하여 학습하여, 학습된 모듈로 번호판 검출과 인식을 하여 실시간으로 불법 주차 여부를 검출하고 관리할 수 있다,

5. 본 시스템은 기존 OCR 알고리즘 보다 우수한 한글 문자 번호판 인식 알고리즘으로 번호판 인식률을 향상하였으며, 보다 많은 학습데이터로 학습하여 인식률을 더욱 높일 수 있다. 또한, 보다 화질이 좋은 CCTV로 동영상을 캡처한다면 더욱 인식률을 높일 수 있다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 주차공간에서 딥러닝과 IoT 기술을 사용하여 장애인 주차 관리 시스템을 구축하였다. 본 시스템은 실시간 관리가 가능하고, 동영상만으로 관리할 수 있도록 간소화하였으며, 한글 문자 인식률을 높임으로서 안정화 및 정확성이 있다. 또한, 소규모 주차 구역 설치의 경제성 그리고 CCTV만 설치하면 주차관리가 가능하도록 함으로서, 관리 영역의 확장성의 특장점을 가진다.

본 시스템은 기징 중요한 요소인 정확한 번호판 인식률을 높

이는 연구와 다소 성능이 낮은 라즈베리 파이 환경에서 YOLO와 CNN 알고리즘 등을 실행하기 위한 처리속도 문제에 대한 지속적 연구가 필요하다.

References

[1] J. M. Jang and T. H. Gim, "A study on parking policy approach based on the social costs of illegal parking," *Journal of Transport Research*, Vol. 24, No. 3, pp. 45-59, Sept. 2017.

[2] S. J. and G. M. Park, "Proposal for license plate recognition ssing synthetic data and vehicle type recognition system," *Journal of Broadcast Engineering*, Vol. 25, No. 5, pp. 776-788, Sept. 2020.

[3] J. H. Kim and J. H. Lim, "License plate detection and recognition algorithmusing deep learning," *Journal of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 23, No. 2, pp. 642-651, June 2019.

[4] J. T. Koo, M. J. Park, J. Y. Yang, J. H. Lee, Y. S. and Shin, Y. S. Song, "A study on the development of the Client-server-based Real-time handicapped parking system using deep learning model," in *Proceedings of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Pyeongchang: Korea, pp. 1483-1485, 2019.

[5] X. Zhou, C. Yao, H. Wen, Y. Wang, S. Zhou, W. He, and J.n Liang, "EAST : an efficient and accurate scene text detector," in P*roceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Honolulu: HI, pp. 5551-5560, 2017.

[6] S. Kumari, L. Gupta, and P. Gupta, "Automatic license plate recognition using OpenCV and neural network," *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, Vol. 5, No. 3, pp. 114-118, 2017.

[7] X. T. Dang and E. T. Kim, "Robust motorbike license plate detection and recognition using image warping based on YOLOv2," *Journal of Broad Engineers*, Vol. 24, No. 5, pp. 713-725, 2019.

[8] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-time object detection," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Las Vegas: NV, pp. 779-788, 2016.

[9] R. Joseph and A. Farhadi. "YOLO9000 : better, faster, stronger," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Honolulu: HI, pp. 7263-7271, 2017.

[10] G. Ross. "Fast r-cnn," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, Santiago: Chile, pp. 1440-1448, 2015.

[11] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster r-cnn: towards Real-time object detection with region proposal networks," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 39, No. 6, pp. 1137-1149, 2016.

김 창 복 (Chang-Bok Kim)
1986 2월 : 단국대학교 전자공학화 졸업(공학사)
1989년 2월 : 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2009년 2월 : 인천대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 에너지 IT학과 교수
※관심분야 : 데이터 마이닝, 딥러닝, 강화학습, 사물인터넷

황 주 훈 (Ju-Hoon Hwang)
2018년 3월 ~ 현재: 가천대학교 에너지IT학과
관심분야 : 딥러닝, IoT, 임베디드 시스템