Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers Vol.56, NO.11, November 2019 https://doi.org/10.5573/ieie.2019.56.11.39
ISSN 2287-5026(Print) / ISSN 2288-159X(Online)

논문 2019-56-11-5

오픈 플랫폼 기반의 스마트 주차시스템 설계 연구

(Design of an Open Platform-based Smart Parking System)

남 문 현*, 이 후 진**

(Munhyun Nam and Hoojin Lee©)

요 약

전기차, 공유경제, 무인주행 등을 이슈로 하는 교통 생태계의 변화가 예상되고 있는 동시에, 초연결사회로의 진입에 맞추어 자동차 역시 IT기술로 무장된 스마트 카로의 진화 발전 중에 있어, 지능형 주차관제의 발전은 필연적이라 할 수 있다. 특히 도심 내 교통체증의 주원인 중 하나가 주차과정에서 발생하는 것으로 조사 보고될 정도로 매우 중요한 이슈가 되고 있는데 반해 충분한 주차장과 주차장 관련 시설의 확보는 매우 어려운 실정이다. 이러한 주차 공간 확보 문제 해결을 위한 다양한 방법이 제시되어 왔으나, 기존의 과도한 구축비용의 문제로 인해 보급 및 확산이 저조했다. 본 논문에서는 이러한 개별주차정보시스템의 문제를 해결하기 위하여 소규모 주차장에 적용 가능한 저비용, 고효율의 오픈소스 기반 경량 주차시스템의 설계를 통해 도심 주차문제 해결의 방향성을 제시하고자 한다. 구체적으로, 노상주차 공간에 대한 주차정보를 스마트 카메라를 통해 수집하고 IoT 네트워크를 통해 클라우드로 실시간 전달을 통한 관제 및 사용자에게 정보를 제공할 수 있는 경량 주차관리 시스템을 설계하고자 한다. 본 시스템은 차량의 감지를 위한 라즈베리파이 기반의 CCTV, 수집된 정보를 분석하기 위한 지도학습 주차인식 알고리즘, 정보를 전송하기 위한 IoT 통신기술, 사용자에게 정보를 전달하기 위한 클라우드 시스템 등으로 구성되어 있다.

Abstract

It is expected that changes in the transportation ecosystem will be made based on issues such as electric vehicles, shared economy, and unmanned driving while adapting to the entry into a hyper-connected society. As cars are evolving into IT-armed Smart Cars, in particular, one of the main causes of traffic congestion in the city center has become a very important issue to be investigated and reported during the parking process. It is very difficult to secure enough parking lots and related facilities. the development of intelligent parking controls is inevitable. Various methods have been suggested to address these parking spaces, but problems with the existing excessive cost of deployment have led to poor penetration and diffusion. In order to solve the problem of an individual parking information system, the design of low-cost, high-efficiency open-source-based light parking system for small parking lots is designed in this paper, and thus presenting the direction of solving the city parking problem. Specifically, parking information on the street parking spaces is collected through smart cameras. It is planning to design a lightweight parking management system that can provide information to users and control through real-time delivery to the cloud system through the IoT network. The system consists of a raspberry pie-based CCTV for detecting vehicles, a map-learning parking recognition algorithm for analyzing collected information, IoT communication technology for transmitting information and a cloud system.

Keywords : Machine learning, Raspberry pi, System design, IoT

Ⅰ. 서 론

초연결사회로의 진입에 맞추어 지능형 주차관제의 발전은 필연적이라 할 수 있으며, 도심 교통체증의 주원인 중 하나가 주차과정에서 발생하는 것으로 조사 보고될 정도로 중요한 이슈가 되고 있는 상황에서 충분한 주차장과 주차장 관련 시설의 확보가 현실적으로는 매

* 학생회원, ** 평생회원, 한성대학교 스마트융합컨설팅 학과
(Department of Smart Convergence Consulting, Hansung University)
© Corresponding Author(E-mail : hjlee@hansung.ac.kr)
Received ; August 4, 2019 Revised ; September 5, 2019
Accepted ; October 9, 2019

Copyright © The Institute of Electronics and Information Engineers.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (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.

우 어렵다고 알려져 있다. 따라서 이러한 주차시스템에 대한 공간적 비용적 제약을 극복하기 위한 다양한 연구 노력이 있어 왔다. 이를 기존 연구와 관련하여 주차시스템에 대해 비전인식 기술적용과 집중된 특정 시스템의 구현에 초점을 맞춘 연구로 구분하여 살펴보면, 최근에 무료 주차 공간 탐지를 위한 컴퓨터 비전 기법으로 고해상도 광각 촬영한 영상을 바탕으로, Hough Filter를 사용하고 점유여부 확인을 위해 주차바닥 값을 감하는 방법이 제안되었으며[1], 또한 Raspberry Pi 모듈, HOG 필터 및 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM) 분류기를 통해 무선카메라 분산시스템이 제안되기도 했다[2]. 이 연구에서는 초당 10개면에 대해 90%정확도를 보여주었다. 이와는 별도로, 주차 공간 검색을 위해 컨볼루션 뉴럴 네트워크(Convolutional Neural Network, CNN)를 사용하여 다중 Agent를 적용한 시스템에 초점을 맞춘 연구도 있었다[3]. 비전인식 시스템과 다양한 센터간의 통합 및 사물인터넷(Internet of Things, IoT)을 활용한 시스템은 매우 다양하게 제안되어 왔으며, 공통적으로 감지기 데이터들 중 이미지 데이터를 사용하는 아키텍처가 시스템을 단순화 할 수 있어 저비용의 구현이 가능함을 주장하는 등, 지능형 주차 시스템의 구현 및 프로토타입의 제안과 관련한 연구도 진행되었다[4]. 적절한 주차공간을 찾기 위해 모바일 어플리케이션과 클라우드 시스템 상에서 IoT기반의 시스템을 제안하기도 하였으며[5~6], 빈 주차공간의 최단거리를 찾아주거나 점유확률을 성능 메트릭에 기반 한 알고리즘을 통해 사용자에게 자동으로 제공하는 시스템이 제안되기도 하였다[7]. 빈 주차 공간 뿐 아니라 공간의 점유를 예약하는 것까지 포함하는 자동차와 주차공간의 통신을 위한 Ad-hoc Network이 제안되기도 하였다[8].

앞에서 언급한 기존의 연구와 차별되게, 본 논문에서는 교통난이 심각한 수도권 대규모 위성도시의 구도심이라는 환경에서 구현 가능한 저가의 오픈소스 플랫폼 환경을 활용한 아키텍처를 제안하고 프로토타입을 구현하고자 한다. 라즈베리파이와 기본 카메라기능을 연결하고 정기적으로 영상정보를 획득하여 텐서플로로 구현된 CNN 알고리즘으로 분석한 후, 주차 정보를 IoT 전용 통신망을 통해 IoT 플랫폼으로 전송하여 분석하는 아키텍처를 구현하였으며, 이를 Pseudo System을 통해 기존 영상인식을 통한 노상주차시스템을 구현해왔던 기존의 방법과 비교하여 상대적으로 만족할만한 실험결과를 보였다. 본 논문에서 제안된 시스템을 향후 발전시켜 클라우드 서버에 집중된 데이터의 분석 및 효과적인 적용을 통해 모바일 플랫폼으로 서비스함으로써 전체 서비스 프로세스를 완성할 목표를 가지고 있다. 여기에 영상인식 장비에 대한 네트워크 보안에 대해서도 최근의 IoT 보안이슈와 더불어 적합한 보안시스템의 설계도 필요하다고 예측되며, 추가로 CNN 알고리즘과 같은 머신러닝기법을 사용하여 보다 실제적인 예측주차시스템을 설계하고자 한다. 따라서 궁극적으로는 공간과 비용적인 제약을 극복하고 카메라와 정보의 인식을 동일한 물리적 아키텍처 내에서 구현하여 인공지능서비스 플랫폼을 매우 작은 하드웨어자원으로 구현 가능함을 보여주어 서비스의 무한 확장 가능함을 보이는 것을 목적으로 한다.

Ⅱ. 설 계

주차정보시스템이 서비스하고 있는 부분은 주차유도, 주차보조, 보안모니터링, 주차위치, 비용, 정보수집, 정보제공 등 다양하다. 이는 그림 1에서 프로세스를 확인할 수 있다. 이중 야외 주차 공간 점유여부에 대한 영상인식여부를 핵심정보로 고려하여 시스템을 설계하였다.

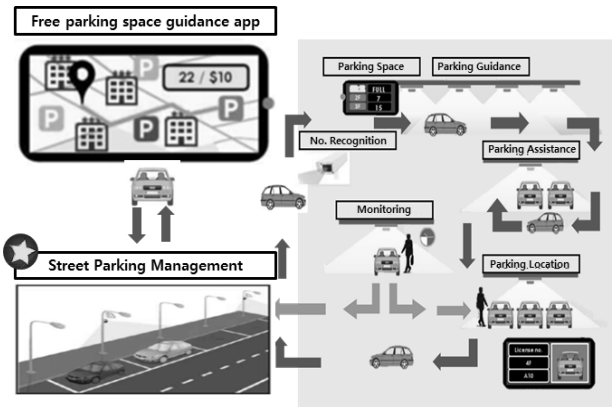

그림 1. 주차 서비스 시스템
Fig. 1. Parking Service System

기존 노상주차장에서의 차량 인식은 루프, 지자기, 초음파, 초단파, 영상, 레이더 등의 제품들이 사용되고 있다. 이러한 감지기들 대부분이 환경의 변화에 영향을 받아 인식의 정확도가 떨어져 신뢰도 높은 인식 정보가 만들어지기 어려우며, 초기 비용이 높고 관리에 많은 노력이 필요하다[9]. 따라서 옥외 주차 환경의 특성에 크게 영향을 받지 않으며 서비스 정보를 제공하고 설치 및 유지보수가 간편하고 관리 및 설치비용이 저렴한 주차 공간 인식 시스템이 요구된다.

한편 IoT라는 개념을 처음 제시한 ITU는 IoT를 기

기 및 사물에 통신 모듈을 탑재하여 유무선 네트워크로 연결함으로써 사람과 사물, 사물과 사물 간에 정보 교환 및 상호 소통할 수 있는 지능형 인프라로 정의하고 있다. 최신의 기술이 아닌 기존 기술의 융합을 통한 정보의 전달 및 이용이 사물 및 인간의 구분 없이 자유롭게 연결됨으로써 구현된다고 할 수 있다. 현재 IoT기반의 스마트 제품에 대한 기대감이 커져가면서, IoT기술을 바탕으로 사물 간에 서로 연결되고 데이터를 생성, 수집 및 공유를 통한 새로운 정보의 생성으로부터 기존의 정보를 뛰어넘는 새로운 제품들이 출현하고 있다. 따라서 IoT를 이용하여, 차량에 대한 정보를 사용자에게 전달해주고, 사용자는 이 정보를 토대로 주차공간을 파악할 수 있으며, 아울러 관리자 또한 주차 유도 및 주차 관리를 편하게 할 수 있도록 언제 어디서든지 정보를 주고받는 시스템[10]이 요구된다. 그림 2는 기기로부터 얻은 데이터 정보를 IoT플랫폼을 통해 전송한 후 서비스를 위해 클라우드로 데이터를 중계하여 클라우드에서의 데이터 가공 및 사용자 정보 제공 구조를 보여준다.

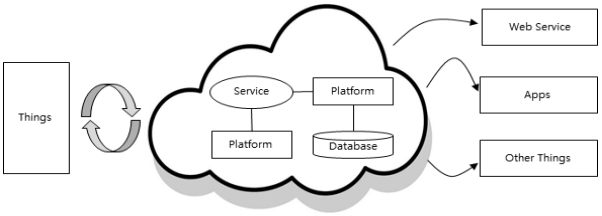

그림 2. 클라우드 서비스 시스템
Fig. 2. Cloud Service System.

이를 구현하기 위해서는 수초마다 수집된 차량 정보의 데이터를 전달 및 수신하는 부분과 이를 사용자와 동적 연결을 가능하게 해주는 프로그램이 요구된다. 이에 따라 감지기의 데이터를 전달해주는 중계 단이 필요하고, 감지기의 데이터를 수신하여 처리하며 사람과 동적 연결을 시키는 서버 단이 요구된다. 그림 3은 스마트 카메라와 사용자와의 사이에 데이터 흐름을 간략히 보여준다. 데이터를 따로 가공할 필요 없이 감지기의 정보를 그대로 전달해주는 구간인 중계 단을 설계하여 이를 서버로 전달해주도록 구성한다. 또한 서버 단에서는 데이터를 받아 가공 및 처리할 수 있도록 데이터베이스를 구성하여 정보를 원활하게 가져가도록 구성하고, 이를 통하여 사용자가 원하는 정보를 언제 어디서든지 가져갈 수 있으며, 항상 확인할 수가 있도록 구성한다.

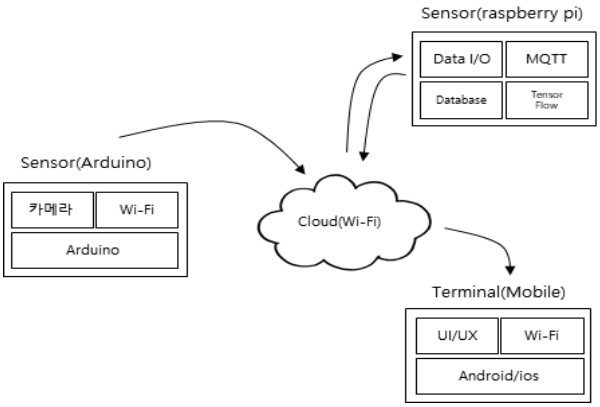

그림 3. 간략한 서비스 아키텍처
Fig. 3. Brief Service Architecture.

표 1은 클라우드에 구현된 서비스 모듈을 구체적으로 설명한다. 개략적으로는 감지기를 유지 및 관리하는 디바이스 모듈, 서비스를 위한 데이터의 처리 및 확장된 서비스의 제공을 위한 인터페이스, 그리고 사용자

표 1. 서버 모듈
Table 1. Server Module.

Module	Description
Web Interface	Web Protocol Interface responsible for Connecting and Transferring
Interpretation	Service request delivery, message interpretation, response message generation, etc
Device Discovery	Device registration, profile and control information are stored in database, Create sensing table
Device Control	Using the mapping information between the Remote Method Invoke (RMI) and the device control method, call the actual control method according to RMI , and save the control result in the device profile of the database.
Query Management	Responsible for the connection between the gateway and the database
Data Aggregation	Collecting sensing information from registered devices in a gateway to a sensing device and storing it in each device sensing table in the database
Service Scheduling	Communicate device Web services to event handling under conditions that correspond to orchestration, service scheduling, and triggers
Event Handling	Orchestration service conditions created by the service scheduling are saved and service is requested by each function of the gateway according to the service when an event occurs

제공을 위한 UI 등으로 구성되어 있다. 현실적인 구도심 주차시스템으로 구현되기 위해서는 사용자 관리, 주차면 관리 등의 관리자기능 및 서비스 유지를 위한 배치시스템, 통합주차시스템과의 서비스 인터페이스, 모바일 시스템 등이 추가 되어져야 한다. 또한, 통계나 머신러닝을 적용하여 주차편의 정보 제공 등 추가적인 서비스 적용을 위한 공통모듈 및 변동모듈을 구분하여 적용하는 것도 고려하여야 한다.

Ⅲ. 구현 및 실험 결과

영상 정보의 인식은 라즈베리파이에 텐서플로를 설치하여 촬영된 사진을 분석하는데, 정보의 사용 및 학습은 부천시 춘의동의 노상 주차장을 사진 촬영하고 적용했다. 그림 4는 주차장의 구획을 정하고 주차여부를 학습하기 위한 주차장 영상정보와 백그라운드 프로세스 실행환경을 보여주고 있다.

그림 4. 주차면 정보 수집 및 실행환경
Fig. 4. Parking Space & Execution Environment.

그림 5는 설치된 스마트 카메라이다. Raspberry Pi 3B+ 플랫폼에 라즈비안 9.0을 설치하였다. 카메라는 5M픽셀 기본 라즈베리파이를 활용하였으며, 여기에 라즈베리파이 GPIO를 활용하여 스텝모터를 구동장치로 구현할 수 있는 리모트 컨트롤 카메라를 검토하였다.

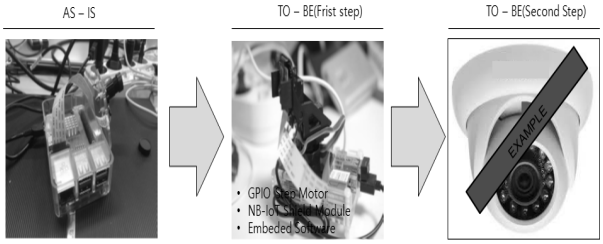

그림 5. 스마트 카메라
Fig. 5. Smart Camera.

구현된 시스템의 구체적인 사양은 표 2에서 확인할 수 있다. 영상정보로부터 분석된 주차여부를 주차면 정보와 더불어 클라우드 시스템으로 전송하는 데에는 특별히 많은 정보가 필요하지 않다. 초기에는 LoRa서비스를 고려하였으나 최근의 국내 상황이 IoT표준이 정착되지 않은데다가, SK텔레콤이 LoRa망에 대한 관리를 포기한데 이어 다수 사용자층이 NB-IoT나 LTE-M망으로 이동하고 있어, 관련 모듈을 장착하여 구현하지 않고 MQTT를 사용하여 Wi-Fi망상에서 통신하도록 하였다. 이 부분은 망 안전성 및 비용 등을 고려하여 다양한 방식으로 연구될 수 있을 것으로 예측된다. 또한 쉘 스크립트를 사용하여 20초에 한 번씩 캡처된 사진정보를 파이선 프로그램이 데이터 전 처리하여 텐서플로의 CNN 모듈을 사용하여 학습하고 분류하였다.

표 2. 시스템 사양
Table 2. System Specification.

Module	Description
Raspberry Pi 3B+	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz 1GB LPDDR2 SDRAM
Raspbian(OS)	Raspbian 9.0 or higher
OV5647(Camera)	Pixel5 megapixel, Lens /4 M, CCD size: 1 / 4inch, Sensor best resolution. 1080p, Night Vision, IR Right
TensorFlow	Raspberry Pi devices running Raspbian 9.0 or higher, Python 3.5, Open CV 3*
MQTT	https://www.instructables.com/id/Installing-MQTT-BrokerMosquitto-on-Raspberry-Pi/
Communication	WiFi (will be changed LoRa based)
Server	Cloud Preferred
UI	Mobile based User Menu, Admin Menu

클라우드는 Azure를 사용하였는데 1년간 무료이고 보유 기술을 적용하는데 용이한 이유였다. 그림 6과 같이 지도는 Naver API를 활용하였고 주차장 관련 정보

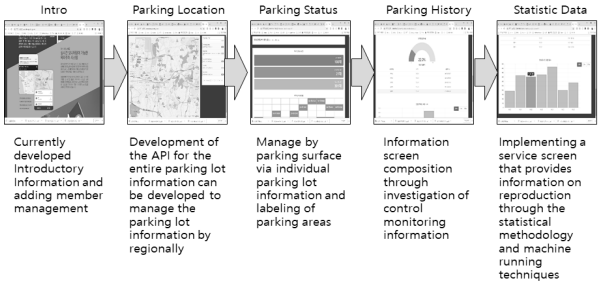

그림 6. 사용자 화면
Fig. 6. User Interface.

는 공공주차정보를 인터페이스 하였다.

UI서비스는 Java로 구현하였으며 HTML5를 사용하여 반응형 Web표준을 따랐다. 1단계로 개별 주차현황에 대한 조회와 이력관리, 통계데이터 조회 화면을 구현하였으며, 그림 7에서와 같이 확장된 서비스의 구현을 고려하였다.

전체 오류율은 De Almeida et al.[11]에서 제안된 수식을 기반으로 하였다. 즉, 식 (1)의 Overall Error Rate(OER)은 전체 대상(False Positive + False Negative + True Positive + True Negative)에 대해 실패(False Positive + False Negative)의 비율을 나타낸다.

$$OER = \frac{FN + FP}{FN + FP + TN + TP} \quad (1)$$

그러나 CNN의 경우 단일 프레임 출력에서의 오류율만 표현되며, 경량 주차시스템은 주차 면에 주차하는 시간동안 또는 주차하지 않은 시간동안의 함수이다. 그러므로 이전 실험과 비교하기 위해서는 한 번의 주차관련 이벤트에 대한 전체 프레임수준으로 측정하는 것이 타당하다. 식 (2)는 본 실험에 측정한 Error Rate를 나타내었다.

$$Error\ Rate = \frac{\sum_{i=1}^{Total\ Frames} (FP_i + FN_i)}{Total\ Frames + Toral\ Slots} \quad (2)$$

여기서 $FP_i + FN_i$는 이벤트 프레임별 오류의 합이다.

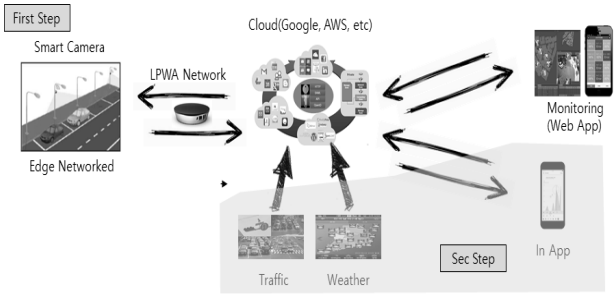

그림 7. 확장된 서비스 시스템 모형
Fig. 7. Extended Service System.

최근의 심층 뉴럴 네트워크(Deep Neural Network, DNN)는 이미지 구분에 있어 놀란 만한 성능 향상을 가져왔다. 따라서 많은 연구들에서 주차여부에 대한 성능을 검토하기도 하였다. 표 3에서 각 방식별 오류율을 확인할 수 있다. 그러나 저가의 오픈소스 플랫폼을 기반으로 모든 검토가 이루어지지는 않았다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 오류율은 상대적으로 가장 작은 0.4%에 불과했다. 물론 성능 비교를 위해 모든 조건을 동일하게 만드는 것은 불가능하였으며, 예를 들어 본 실험을 위한 영상분석에는 약 15초가 소요되었다. 그럼에도 불구하고 오류검출에 있어서는 많은 차이를 보이고 있지는 않다. 본 연구 결과가 단기간이고 주간에만 이루어진 점을 감안하더라도, 실제 구도심 주차시스템을 새로 시험하기에는 충분한 결과라 판단되며, 다양한 연구에서와 같이 날씨의 영향이나, 눈이나 낙엽 등에 의한 주차면의 오염, 이중주차에 의한 오류, 대형 차량에 의한 가림 등에 의한 문제 등은 추후 추가로 고려해야할 문제로 생각된다.

표 3. 시스템 사양
Table 3. Comparison of Error Rate Results.

Reference	Error Rate(%)	Features
Wu et al.[12]	6.5	Color
Huang et al.[13]	1.2	Color
de Almeida et al.[11]	0.4	Texture
Proposed open H/W Platform	0.4	CNN

Ⅳ. 결 론

주차관리시스템이 고도화되고 있는 상황에서도 여전히 중소도시의 구도심은 신도시 개발에 밀려 기존의 여러 문제점들을 가지고 있다. 통합 스마트 도시용 시스템을 적용하기에는 기존 시스템을 전부 변경해야 하는 부담과 더불어 비용을 감당할 수 없다. 또한 신도심에서 운영되고 있는 기존 시스템과의 통합시스템을 구현하기 위해 기기사이의 통신프로토콜의 표준화가 필요하다. 본 연구를 통해 구도심 옥외주차장이라는 환경적 요소에 따른 높은 설치비용 및 관리비용의 문제를 제안된 아키텍처 및 기초 설계 구현을 통해 극복할 수 있음을 보였다. 소규모 옥외 주차공간에서 IoT 전용 네트워크를 사용하여 주차여부 데이터를 전달하고, 오픈소스 하드웨어와 텐서플로를 사용하여 인공지능 주차 인식의 새로운 설계방법을 제안하였다. 여기에 상황 인식 기술 및 딥러닝을 활용하여 주차가능여부를 파악하여 사용자 편리성을 제고 할 수 있는 방식을 제안하였다. 라즈베리파이를 장착한 스마트 카메라에서 수집한 주차정보는 기존 주차면당 하나의 감지기능력을 뛰어넘어 다중 주차 영역을 모니터링 할 수 있다. 경기도 부천시와 같은 중소규모 도시의 구도심에서는 위와 같은 방법이 효과

적으로 적용될 수 있다. 또한 기존의 면대면 인식 방식보다는 설치 및 운영비용이 현저하게 낮아진다. 하지만 아직 라즈베리파이 환경에서 CNN 알고리즘을 구현하기에는 컴퓨팅 환경 등 미흡한 점이 많아 추가적인 연구가 필요하다. 본 논문에서는 하나의 카메라로 주차구역 영상을 인식하는 실험을 수행하였으나, 향후 여러 대의 스마트 카메라간의 협업을 통한 오류율 개선, 실제 주차공간에서의 설치와 관련된 관련 법규 및 전원의 문제 등 구도심에서 적용하는 데 있어서의 다양한 문제들에 대해서도 고려하여야 할 것이다. 또한 차량정보(차종, 색, 차량번호 등) 인식이 가능한 단말 및 서비스 시스템과 관련한 연구, IoT 환경에서의 스마트 카메라에 대한 네트워크 보안 연구와 더불어 수집된 정보의 활용 및 날씨, 교통량 등 환경 변수들에 대한 빅데이터 수집, 분석 관련 알고리즘에 대한 연구가 향후 진행될 예정이다.

REFERENCES

[1] S.-E. Shih, et al. “A convenient vision-based system for automatic detection of parking spaces in indoor parking lots using wide-angle cameras”, IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 63, no. 6, pp. 2521-2532, Jan. 2014.

[2] S. Vitek, et al. “A distributed wireless camera system for the management of parking spaces”, Sensors, vol. 18, no. 1, pp. 69, Dec. 2017.

[3] V. Paidi, et al. “Smart parking sensors, technologies and applications for open parking lots: a review”, IET Intelligent Transport Systems, vol. 12, no. 8, pp. 735-741, Oct. 2018.

[4] T. N. Pham, et al. “A cloud-based smart-parking system based on internet-of-things technologies”, IEEE Access, vol. 3, pp. 1581-1591, Sept. 2015.

[5] A. Khanna, et al. “IoT based smart parking system”, 2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA), pp. 266-270, Pune, India, Jan. 2016.

[6] D. Ordonez-Camacho, et al. “An architectural proposal for an automatic vacant parking detection System”, 2018 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS), pp. 351-355, Quito, Ecuador, Nov. 2018.

[7] N. Pham, et al. “GS1 global smart parking system: One architecture to unify them all”, 2017 IEEE International Conference on Services Computing (SCC), pp. 479-482, Honolulu, USA, Jun. 2017.

[8] A. Roy, et al. “Parking places discovery and reservation using vehicular ad hoc networks”, Advances in Electronics, Communication and Computing, vol. 443, pp. 695-703, Oct. 2017.

[9] Y. J. Pil, “Open source hardware platform trends and prospects”, KISA Report Focus-2 : Internet & Security Focus, pp. 24-50, Aug. 2013.

[10] C.-G. Seon, et al. “Internet of things application service system with open source hardware”, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 40, no. 6, pp. 542-547, Jun. 2016.

[11] P. R. L. de Almeida, et al. “PKLot-A robust dataset for parking lot classification”, Expert Systems with Applications, vol. 42, no. 11, pp. 4937-4949, July 2015.

[12] Q. Wu, et al. “Robust parking space detection considering inter-space correlation”, IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 659-662, Beijing, China, July 2007.

[13] C.-C. Huang, et al. “Vacant parking space detection based on plane-based bayesian hierarchical framework”, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 23, no. 9, pp. 1598-1610, Sept. 2013.

저 자 소 개

남 문 현(학생회원)

1996년 서강대학교 화학과 학사 졸업

2001년 서강대학교 정보통신 대학원 석사 졸업

2017년 한성대학교 스마트융합컨컨팅학과 박사과정

<주관심분야 : 머신러닝, 빅데이터, IoT, 사이버보안>

이 후 진(평생회원)

1997년 서울대학교 전기공학부 학사 졸업

2002년 The University of Texas at Austin ECE 석사 졸업

2007년 The University of Texas at Austin ECE 박사 졸업

2009년～현재 한성대학교 IT융합공학부 및 스마트융합컨설팅학과 교수

<주관심분야 : 통신 및 네트워크, 멀티미디어 신호처리, 사이버보안>