

사물인터넷 환경에서 딥러닝을 활용한 주차문제 해소와 통합 관제 시스템 개발에 관한 연구

손현서, 황재영, 이인송, 송재승*

전자부품연구원, *세종대학교

{hyeonseo0128, forest62590}@sju.ac.kr, insong@keti.re.kr, *jssong@sejong.ac.kr

A Study on the Development of Integrated Control System and the Problem of Parking Space Using Deep Learning in the Internet of Things Environment

Hyeon Seo Son, Jae Young Hwang, In Song Lee, JaeSeung Song*

Korea Electronics Technology Institute, *Sejong Univ.

요약

차량보유대수가 증가하면서 차량과 관련된 사회문제가 증가하고 있다. 특히, 인구가 밀집된 대도시에서는 주차 공간과 관련된 문제가 빈번히 발생하여 혼란을 야기한다. 이러한 주차문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 도입하여 주차공간을 인식하고 사용자에게 위치를 제공하는 형태의 서비스가 생겨나고 있다. 하지만, 이러한 형태의 서비스는 데이터를 개인 서버에 저장하게 되고 서로 다른 주차장에서는 다른 시스템이 구축되기 때문에 데이터를 연동할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 딥러닝 기술을 통해 실시간으로 주차장의 빈 공간을 파악하고 그 데이터를 사물인터넷 플랫폼에 연동하여 전체 주차장을 효율적으로 연결 및 관리하는 시스템에 대해서 제안한다.

I. 서론

국내외 어디에서도 차량 급증으로 인한 주차공간 부족으로 인한 다양한 사회적 문제가 빈번히 발생하고 있다. 특히 대한민국 인구의 절반이 자동차를 보유하게 되면서 대도시 및 인구밀집지역에서는 차량증가로 인한 문제를 해결하기 위해서 효율적인 도로관리 체계를 구축하고자 각 시도에서는 다양한 서비스를 제공하는 구축사업을 시행하고 있다. 놀이공원이나 백화점 같은 큰 주차장에서는 주차공간을 찾기 위해 주차장 내에서 헤매는 경우도 빈번하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 센서를 활용하여 주차장의 빈 공간을 LED 표시등으로 알려주고 각 층의 주차 현황을 알려주는 서비스를 제공함으로써 불편을 해소 할 수 있게 되었다 [1],[2].

하지만 기존의 주차관제 시스템은 주차공간의 바닥에 설치된 센서를 통해 주차공간에 대한 정보를 알 수 있으며 주차장을 확장하거나 약간 떨어져 있는 경우에는 미리 주차공간이 있는지 확인이 용이하지 않고, 주차장이 여러 군데에 나누어져 있는 경우에는 각각의 주차장마다 시스템이 달라서 데이터의 연동이 잘 이루어지지 않는 문제점이 발생한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 통신기능이 포함된 IP 카메라를 설치하고 실시간으로 입력되는 영상데이터에서 딥러닝을 통해 빈 공간을 바로 인식하여 그 결과를 표준 사물인터넷 플랫폼을 이용하여 데이터를 통합 관리 한다면, 여러 군데의 주차장을 쉽게 통합관리 할 수 있다. 또한, 사물인터넷 플랫폼에 저장된 데이터는 표준기반의 공통 기능 함수를 사용하여 앱서비스 및 모니터링 서비스에서 활용이 가능하다.

따라서, 본 논문에서는 사물인터넷 플랫폼과 딥러닝을 통한 주차장 관제 시스템의 소개를 위해, 사물인터넷 플랫폼에 대한 설명(2.1장), 전체 시스템 구조(2.2장), 그리고 시스템 수행결과(2.3장)에 대해 기술하며, 마지막으로 추후 연구방향(3장)에 대해서 서술한다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 시스템은 oneM2M 국제 표준 사물인터넷 플랫폼을 적용하여 데이터 관리와, 앱 서비스 등의 다양한 분야로 확장이 가능하다. 본 장에서는 사물인터넷 환경을 기반으로 한 딥러닝 데이터의 연동을 통해 통합 주차 관제 시스템에 대해서 기술한다.

2.1 oneM2M 사물인터넷 플랫폼

oneM2M은 기업들이 독자적인 기술을 통해 개발하여 파편화된 다양한 플랫폼을 표준화 하여 다양한 기기들과의 상호호환을 지원하기 위해 2012년 한국의 TTA를 비롯한 유럽의 ETSI, 미국의 TTA 등 총 7개의 표준단체가 참여한 사물인터넷 국제 표준화단체이다. oneM2M은 적용지역과 접근 방법에 구애받지 않고 사물인터넷 서비스를 제공하기 위해 표준화된 기술 규격을 개발하고 있으며, 이를 위해, 다양한 사물인터넷 분야에 대한 유스케이스를 분석하여 기본적으로 제공되어야 하는 기능들을 정의하여 기술하였다 [3].

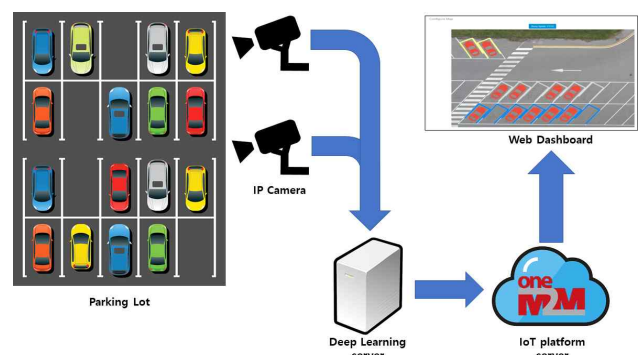


그림 1. 주차 관제 시스템 구조

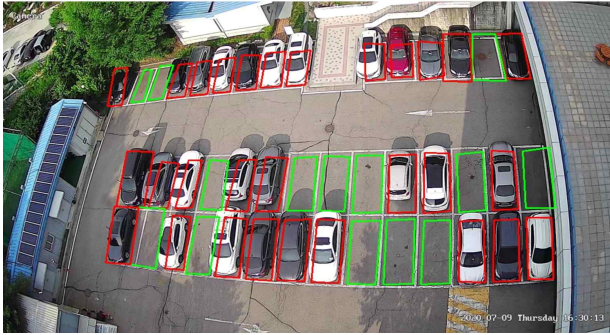


그림 2. 딥러닝 예측 결과

2.2 시스템 설계

그림 1은 주차관제 시스템의 전체 구조를 나타낸 것이다. 주차장에 설치된 IP카메라는 실시간으로 관측되는 영상데이터를 딥러닝 서버로 전송한다. 딥러닝 서버에서는 수신한 영상 데이터를 기반으로 입력된 주차면을 인식하고 해당 주차면에 주차가 되어있는지 비어있는지를 판단하여 데이터를 사물인터넷 플랫폼으로 전송하게 된다. 사물인터넷 플랫폼에서는 저장된 데이터를 기반으로 대시보드 및 애플리케이션을 제작하여 데이터를 시각화하여 사용자에게 서비스를 제공한다.

딥러닝을 위한 학습모델을 생성하기 위해서 주차장의 이미지를 캡처하여 맑은날, 흐린날, 비오는날에 따라 분류하였고, 정확도를 높이기 위해 차량의 방향을 세로 방향으로 통일해주었다. 또한, 각각의 주차장에 주차 노면에 대한 좌표점을 입력하여 주차공간을 구분하여 xml 파일로 데이터 셋을 구성하였으며 주차현황에 따라서 'free'와 'occupied' 데이터로 구분하였다.

데이터 셋을 구성하고 난 뒤 Convolutional Neural Network(CNN) 알고리즘 중 빠른 학습을 위한 VGGNet-F 알고리즘을 사용하였다. VGGNet-F 알고리즘은 각 레이어의 입출력 데이터의 형상을 유지하고 이미지의 공간 정보를 유지하면서 인접한 이미지와의 특징을 효과적으로 인식한다는 특징이 있다. 또한, 복수의 필터로 이미지의 특징을 추출하고 학습을 한다. 3X3 사이즈의 커널과 사이즈가 1인 padding을 이용하여 중첩하여 컨볼루션 하기 때문에 ReLU 함수가 더 많이 들어가서 decision function이 더 잘 학습되어 높은 성능의 결과를 얻을 수 있다 [4].

위의 과정을 거쳐 학습이 완료되면 생성된 모델을 기반으로 실시간으로 주차장의 영상을 수신하고 해당 주차공간에 대해 입력된 좌표점을 기준으로 현재 주차공간이 비어있는지 점유 중인지 판단하게 된다. 만약 가로로 긴 주차장의 경우에는 주차 점유에 대한 데이터를 정확히 하기 위해 영상을 90도 회전하여 주차공간을 인식하게 된다. 주차상황에 대한 예측이 완료되면 해당 빈자리에 대한 데이터를 oneM2M 사물인터넷 플랫폼으로 전송한다. 전송된 데이터를 바탕으로 웹 기반 대시보드 및 애플리케이션을 제작하여 사용자에게 실시간 주차 현황을 제공할 수 있다.

| 학습회차 | 오차 | 정확도 |
|-------|--------|--------|
| 1회차 | 0.1138 | 0.9733 |
| 2회차 | 0.1098 | 0.9600 |
| | | |
| 48회차 | 0.1075 | 0.9603 |
| 49회차 | 0.1050 | 0.9667 |
| 50회차 | 0.1080 | 0.9667 |

표 1. 딥러닝 수행결과

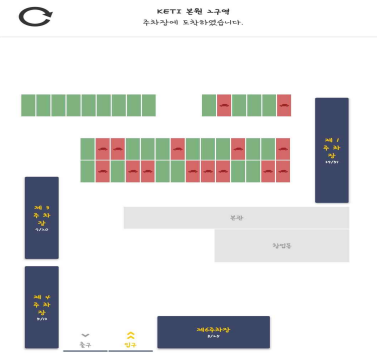


그림 3. 주차 관제 시스템 애플리케이션

2.3 수행결과

그림 2는 학습된 모델을 기반으로 주차 점유에 대한 예측결과이다. 해당 주차장에 대해 입력된 주차노면에 대한 정보를 실시간으로 파악하고 현재 주차 점유상태에 대한 정보를 빨간색 및 초록색의 네모박스로 표시하여 사용자가 한눈에 알아보기 쉽게 제공한다.

표 1은 딥러닝 수행에 대한 예측결과를 보여주고 있다. 딥러닝 예측결과와 약 96% ~ 97%의 정확성을 보였으나 그늘 및 빛 반사에 의한 외부적인 환경요소가 작용하여 예측에 오류가 있는 경우도 발생하였다. 이 오류는 학습에 대한 데이터 셋이 충분하지 못한 것으로 판단되어 추후 데이터 셋을 더 구성하여 추가로 학습을 진행한다면 충분히 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

그림 3은 사물인터넷 플랫폼에 저장된 주차 점유 데이터를 기반으로 사용자에게 실시간으로 현황을 알려주는 애플리케이션의 스크린샷을 보여주고 있다. 실시간으로 업데이트 되는 주차 점유데이터를 빨간색 (점유중) 및 초록색 (빈공간) 으로 표시되게 하였다. 사용자에게 애플리케이션을 배포하여 주차장에 대한 현황을 알려줌으로써 편의성을 높일 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 사물인터넷 환경에서의 딥러닝 기법을 사용한 통합관제 시스템을 제안하였다. 분산된 여러 주차장에 카메라를 설치하고 빈 공간을 인식한 후, oneM2M 사물인터넷 플랫폼에 데이터를 연동하여 웹 또는 모바일을 통해 앱 서비스를 할 수 있었다. 본 시스템을 통해 주차장을 관리하기 위한 설치 및 유지보수 비용을 줄이고 실시간으로 주차현황을 확인하여 교통정체를 줄일 수 있을 것이라고 예상된다. 향후 연구 방향으로 본 시스템에 엣지 컴퓨팅을 적용하여 대용량 데이터에 대한 부담을 줄이고 지연시간을 줄임으로써 더욱 높은 수준의 서비스 제공이 가능할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “국제공동기술개발사업”의 지원을 받아 수행된 연구결과임, 교신저자: 송재승 교수

참 고 문 헌

- [1] 남문현, 이후진, “오픈 플랫폼 기반의 스마트 주차시스템 설계 연구”, 전자공학회논문지 56호 p.39-44. 2019.11
- [2] 박수환, 유준, “IoT 기반 주차관리시스템 설계”, 대한전기학회 정보 및 제어 논문집, p.156-159. 2017.04
- [3] oneM2M Published Specifications, <http://www.onem2m.org/technical/published-documents>
- [4] U. Muhammad, W. Wang, S. P. Chattha and S. Ali, “Pre-trained VGGNet Architecture for Remote-Sensing Image Scene Classification,” 2018 24th International Conference on Pattern Recognition(ICPR), p.1622-1627, 2018.08