

오픈소스 하드웨어와 CNN 을 이용한 클라우드 기반의 주차장 모니터링 시스템

박상우^{o,**}, 전윤희^{*,**}, 이동훈^{**}, 손종권^{**}, 손영성^{**}

서경대학교 컴퓨터공학과^o, 성균관대학교 컴퓨터교육과^{*}, 한국전자통신연구원^{**}

A Cloud-based Parking Lot Monitoring System using Open Source Hardware and CNN

Sangwoo Park^{o,**}, Yoonhoi Jeon^{*,**}, Donghun Lee^{**}, Jongkwon Son^{**}, Youngsung Son^{**}

Department of Computer Engineering, Seokyeong University^o,

Department of Computer Education, Sungkyunkwan University^{*}, ETRI^{**}

mamamau@skuniv.ac.kr, dbsghl26@skku.edu, donghun@etri.re.kr, whdrnjs86@etri.re.kr, ysson@etri.re.kr

요 약

센서 기반의 IoT 디바이스는 센서의 좁은 측정 범위 때문에 넓은 공간에서 사용될 시 대량의 디바이스가 요구되며 관리 및 비용적 부담이 생긴다. 본 논문에서는 기존에 많은 센서를 기반으로 구축된 주차장 모니터링 시스템을 영상처리기법과 CNN 을 활용하여 적은 수의 카메라로 구축함으로써 관리가 용이해지고 비용이 절감되며 확장성 증대를 기대할 수 있는 시스템을 제안한다.

1. 서론

IoT(Internet of Things) 디바이스들은 현재 헬스케어, 농업, 차량 등 다양한 분야에 걸쳐 다양한 목적을 위해 고안 및 설계되고 있다. 그 중 센서를 이용해 데이터를 수집 및 이용하는 디바이스의 경우 센서의 측정 범위가 좁다는 제약이 존재한다. 따라서 넓은 공간에 사용되기 위해서는 대량의 디바이스가 요구된다. 이 경우 디바이스들의 관리가 어려워지고, 구축 비용이 높아지며, 확장성 또한 떨어진다.

이러한 한계를 극복하기 위해 측정 범위가 넓은 디바이스를 활용하여 디바이스의 수를 줄이는 방법이 제안되고 있다. 기존에 많은 수의 센서로 처리하던 구조물 동특성 분석을 카메라 영상처리기법을 통해 해결한 사례를 들 수 있다[1].

현재 개발된 주차장 모니터링 시스템들은 계획적 주차를 유도함으로써 주차 소요 시간을 절감시킨다. 이에 따라 차량 에너지 효율이 증가하며, 주차로 인해 발생하는 사회적 비용[2] 또한 줄어든다.

기존 시스템들은 초음파 혹은 적외선 등의 센서로 구축된다[3]. 하지만 센서를 이용하면 구축 시 주차장 내 모든 주차 공간에 센서를 설치해야 하며 이는 관리 및 비용적인 면에서 부담이 증가한다.

본 논문에서는 카메라 영상처리기법을 통해 주차장을 모니터링하는 시스템을 제안한다. 카메라를 사용해 다수의 주차 공간을 동시에 파악함으로써 하나의 카메라로 다수의 센서들을 대체할 수 있다.

본 시스템은 라즈베리파이를 이용해 그림 1(a)와 같이 주차장을 촬영하며 Convolutional Neural



(a) 주차장 전경 (b) 분할 이미지

그림 1. 주차장 전경 및 분할 이미지

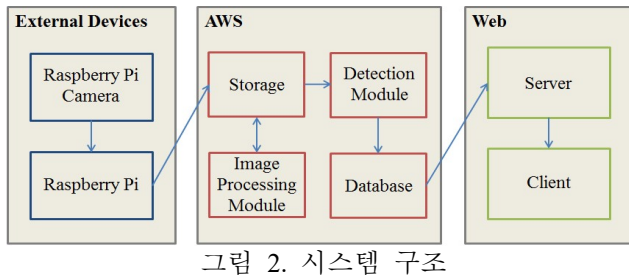
Network(CNN)을 사용해 그림 1(b)처럼 분할된 주차 공간별로 주차 유무를 판별한다. 마지막으로 사용자와의 인터페이스를 위해 웹 페이지에 주차장을 시각화하여 제공한다.

본 시스템은 기존 센서 기반 시스템에 비하여 디바이스를 적게 사용함으로써 비용이 절감되며 관리가 용이해지고 확장성 증대를 기대할 수 있다. 또한 카메라의 경우 다목적으로 사용될 수 있다. 따라서 CCTV, 사람 및 차량 추적 등 원하는 목적에 맞춰 추가적인 역할을 수행할 수 있다.

2. 제안 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템은 그림 2 와 같이 크게 하드웨어, 클라우드, 웹으로 나뉜다. 하드웨어에서는 카메라를 이용해 주차장을 촬영하고 클라우드로 전송한다. 전송된 사진은 클라우드에서 처리되고 결과는 데이터베이스에 저장된다. 이 과정에서

클라우드를 사용함으로써 별도의 서버 구축 과정 없이 쉽게 안전성 높은 서버를 이용할 수 있다. 이후 구축된 웹 서버에서 데이터베이스에 접근해 데이터를 웹 클라이언트에서 시각화한다. 시각화된 주차장 현황은 사용자에게 모바일 또는 주차장 전광판 형식으로 제공될 수 있다.



2.1. 하드웨어

외부 장비는 라즈베리파이(Raspberry Pi 3)와 라즈베리파이 카메라(Raspberry Pi Camera)로 구성된다. 카메라를 통해 촬영된 주차장 사진은 라즈베리파이를 통해 클라우드로 전송된다.

2.2. 클라우드

클라우드는 아마존 웹서비스(Amazon Web Service, AWS)를 사용하였다. 클라우드는 저장소(Storage), 이미지 처리 모듈(Image Processing Module), 감지 모듈(Detection Module), 데이터베이스(Database) 총 4개의 부분으로 구성된다.

저장소에는 라즈베리파이로부터 전달받은 사진이 저장된다.

이미지 처리 모듈에서는 저장소로부터 사진을 가져와 주차 공간별로 사진을 분할하고, 각 주차 공간을 다시 저장소에 저장한다.

감지 모듈에서는 CNN 모델을 이용하여 분할된 주차 공간의 주차 유무를 판별한다. 모델은 전체 시스템의 성능과 직결되므로 이미지 분석에 있어 검증된 모델인 ResNet[4]을 사용했으며 MXNet 프레임워크를 기반으로 ImageNet[5]을 학습하였다.

데이터베이스는 1) 주차 공간 id, 2) 주차 유무 상태(occupied / vacant) 두 개의 필드로 구성된다.

2.3. 웹

웹 서버에서는 클라우드의 데이터베이스에 접근하여 주차 공간별 주차 유무 데이터를 가져온다. 그리고 웹 클라이언트에서 이를 시각화하여 사용자에게 제공한다. 그림 3(a)는 테스트에 사용된 주차장 전경이며 그림 3(b)는 웹 클라이언트의 일부다. 초록색은 빈 자리를, 빨간색은 주차된 자리를 뜻한다.

3. 결론



(a) 주차장 전경 (b) 웹 클라이언트
그림 3. 주차장 전경 및 웹 클라이언트

본 논문에서는 카메라를 이용하여 주차장 모니터링시스템을 구축하였다. 카메라를 이용하여 주차 공간을 파악하고 CNN 모델을 통해 주차 유무를 판단하였다.

시스템은 81.2%의 정확도를 보여주었다. 테스트에 사용된 총 149 개의 주차 공간에서 121 개의 주차 공간의 주차 여부를 올바르게 판단하였다(116 개의 주차된 공간과 5 개의 주차 가능 공간).

본 시스템은 기존 센서 기반 시스템에 비하여 디바이스를 상대적으로 적게 사용함으로써 관리 및 비용적 이점을 얻을 수 있다. 또한 카메라는 다양한 적용이 가능하므로 주차 모니터링 외 다양한 역할 수행을 기대할 수 있다.

하지만 정확도가 81.2%로 실제 사용되기에는 다소 무리가 있으며 사용자 인터페이스가 웹에 국한되어 있다는 한계를 가진다. 다음 연구에는 CNN 모델 개선을 통한 정확도 향상과 시각 외 청각 등 다양한 사용자 인터페이스에 대하여 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원 사업의 일환으로 수행되었음. [18ZH1100, 초연결 공간의 분산 지능 핵심원천 기술]

4. 참고 문헌

- [1] 조병완, 이윤성, 김정훈, 김도근, 윤광원. "영상처리 기법을 이용한 구조물 동특성 분석 시스템 프로토타입 개발." 한국콘텐츠학회논문지, 16.3 (2016.03): 11-21.
- [2] Arnott, Richard, and Eren Inci. "An integrated model of downtown parking and traffic congestion." *Journal of Urban Economics* 60.3 (2006): 418-442.
- [3] Wolff, Joerg, et al. "Parking monitor system based on magnetic field senso." *Intelligent Transportation Systems Conference, 2006. ITSC'06. IEEE. IEEE, 2006.*
- [4] He, Kaiming, et al. "Deep residual learning for image recognition." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2016.
- [5] Russakovsky, Olga, et al. "Imagenet large scale visual recognition challenge." *International Journal of Computer Vision* 115.3 (2015): 211-252.