

# LoRa 네트워크를 활용한 주차정보 서비스 시스템 설계

김유찬, 문남미  
호서대학교 컴퓨터공학과  
dbcks2033@gmail.com, nammee.moon@gmail.com

## Design of parking information service system using LoRa network

YuChan Kim, Nammee Moon  
Dept. of Computer Engineering, Hoseo University

### 요 약

모든 주차 면수에 대해 감지하는 시스템은 큰 비용이 필요하여 주차정보 제공을 위해 필요한 스마트 주차장의 설치를 부담스럽게 하므로 애플리케이션을 통한 주차정보 제공을 어렵게 한다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 외부 디바이스, 서버, 애플리케이션으로 구성된다. 주차장 출입로에 아두이노를 활용한 IOT 디바이스를 설치하여 센서를 통해 출입 차량을 감지하고 소량의 데이터를 장거리 전송할 때 적합한 LoRa(Long Range) 네트워크를 통해 주차정보를 서버로 전송하며 사용자의 요청이 있을 때 주차정보를 제공한다. 기존 시스템보다 감지범위를 줄이고 LoRa 네트워크를 활용한 시스템을 통해 주차공간 탐색으로 인한 사회적 비용과 시스템 구축비용을 절감하는 효과를 기대할 수 있다.

### 1. 서론

차량의 대수는 꾸준히 증가하고 있지만, 주차공간은 차량의 증가에 발을 맞추지 못해 주차공간의 부족이 사회적 문제가 되고 있으며 이로 인해 주차공간을 찾지 못해 주차장을 배회하여 주차장 내부의 혼잡과 사용자의 불편이 야기된다[1]. 애플리케이션을 통해 주차정보를 제공하여 주차공간을 찾는 시간을 줄여 편의를 도모할 수 있으나 기존의 센서를 매설하는 형태의 시스템은 시공을 위한 인력과 비용이 필요하며 시설물의 이용이 통제되고 설치하는 형태는 시공 없이 설치할 수 있으나 두 형태 모두 주차면수 별로 모니터링하여 센서의 비용이 크고 주차장 내부의 차량을 계수해 잔여 주차공간을 파악할 수 있는 스마트 주차장 시스템의 보급이 미흡하여 애플리케이션을 통한 주차정보 제공이 어렵다[2].

IoT 시장의 다양한 네트워크 분야 중 저전력 장거리 통신기술(Low Power Wide Area Network, LPWAN)은 스마트 시티, 스마트 미러링 등 다양한 분야에 적용 가능하며, 이러한 LPWAN의 요구사항을 만족하는 대표적인 IoT망으로 LoRa가 있다

[3][4]. 본 논문에서는 소량의 데이터를 장거리 전송하는데 적합한 LoRa 네트워크를 아두이노를 활용한 IOT기반 주차정보 시스템에 적용하여 구성한다.

### 2. 관련연구

기존 주차관리 시스템과 차량 감지 센서를 살펴보면 다음과 같다.

#### 2.1 주차관리 시스템

##### 2.1.2. 전자 주차 시스템

전자 주차 시스템은 사용자가 다른 서비스 및 센서로부터 주차장의 현재 공석에 대한 정보를 전자적으로 얻을 수 있는 시스템이다[5]. 스마트폰 또는 웹 기반 응용 프로그램을 통해 시스템을 이용할 수 있는 주차공간 예약과 이익 또는 주차공간 활용을 극대화하기 위한 주차공간 할당을 포함하는 개념이다[6].

##### 2.1.1. 주차예약 시스템

주차예약 시스템(Parking Reservation System, PRS)은 사용자가 원하는 시간에 주차 장소를 예약할 수 있는 시스템이다. 사용자는 스마트폰 또는 웹

기반 응용 프로그램과 같은 통신 서비스를 사용하여 주차공간을 예약할 수 있다. PRS의 구현을 위해서는 주차장에 대한 실시간 모니터링 시스템이 필요하지만, 사용자가 시스템을 사용하고 주차 공석을 신고하도록 장려하는 클라우드 소싱을 통해 구현하기도 한다[7].

## 2.2 차량 감지 센서

### 2.2.1. 적외선 센서

적외선 센서는 물체와 주변 환경 사이의 온도 차이를 감지하여 작동한다[8]. 차량 또는 도로에서 방출되는 온도 차이를 측정하여 주차공간의 공석을 식별하며 벽이나 바닥에 매설할 필요 없이 주차장의 천장에 설치할 수 있다. 또한, 적외선 센서는 기상 조건 영향을 받기 쉬워 주차 시스템 성능을 저하할 수 있다.

### 2.2.2. 초음파 센서

초음파 센서는 음파를 사용하여 25~50kHz의 주파수로 에너지를 전송하고 차체에서 반사될 때 주차장의 상태를 감지할 수 있습니다. 유사하게, 그것은 차량의 속도와 주어진 거리에 있는 차량의 수와 같은 다른 유용한 정보를 제공합니다. 적외선 센서와 마찬가지로 온도와 환경에 민감합니다. 그러나 설치가 간단하고 투자 비용이 적기 때문에 전자 주차 시스템에서 주차공간을 식별하는 데 널리 사용됩니다.

### 2.2.3. CCTV 및 이미지 처리

이미지 처리를 위한 감지는 차량의 유무를 판단하기 카메라로 촬영한 데이터는 이미지 처리 기술을 사용하여 프레임별로 분석할 수 있다[9]. CCTV는 이미 감시 목적으로 여러 주차장에서 사용되고 있으므로 이러한 시스템의 구현이 쉽다. 단일 카메라로 둘 이상의 주차 지점을 분석할 수 있으므로 넓은 영역을 감지할 때 훨씬 효율적이다. 하지만 기상 조건에 따라 시스템의 성능이 영향받을 수 있다.

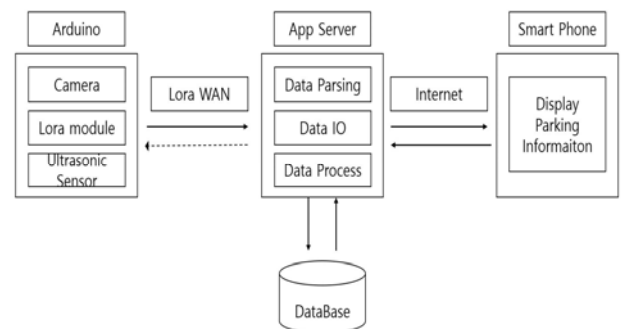
### 2.2.4. LDR 센서

LDR(Light Depended Resister)은 빛에 의존하는 센서로 광도의 변화를 감지한다. 차량은 태양과 같은 1차 광원과 다른 주변 빛과 같은 2차 광원을 할당하여 그림자를 통해 빛 센서가 광도 변화를 감지하여 주차 장소에 차량이 있음을 감지한다[10]. 기상 조건에 따라 성능이 영향받을 수 있다.

## 3. 본론

기존의 스마트 주차장 시스템은 설치형과 매설형 모두 센서를 통해 주차 면수 별로 모니터링하여 센서의 비용이 크기 때문에 부담이 된다. 따라서 주차장 출입로에 시스템을 설치하여 카메라와 장거리 통신을 위한 LoRa모듈로 구성된 시스템을 통해 출입 차량을 계수하여 주차 정보 시스템의 핵심적인 개념인 잔여 주차공간과 주차 회전을 평균 주차 지속시간과 같은 정보에 초점을 맞춰 수집 및 제공하여 시스템 구축비용을 절감한다.

시스템의 전체적인 구성은 그림 1과 같다. 카메라, 초음파 센서, LoRa 모듈, 아두이노, 네트워크 서버, 앱 서버로 구성된다. 차량 계수에 사용되는 하드웨어에는 카메라, LoRa 모듈, 초음파 센서가 포함되며 센싱을 통해 차량이 감지되면 카메라를 통해 차량의 번호판이 포함된 원본 이미지를 수집한 뒤 아두이노를 이용한 Open CV 기반 이미지 프로세싱으로 출입 차량의 차량번호를 추출하고 차량 출입시간과 이에 따른 잔여 주차공간의 데이터를 LoRa WAN을 통해 LoRa 네트워크 서버로 전송한다. 전송된 데이터는 앱 서버에서 파싱하여 데이터베이스에 업데이트하며 서버는 클라이언트의 위치를 기반으로 주차 가능한 인근의 주차장을 추천하거나 요청에 따라 잔여 공간, 주차 지속시간, 주차 회전을, 리뷰정보를 애플리케이션을 통해 시각적으로 제공한다.

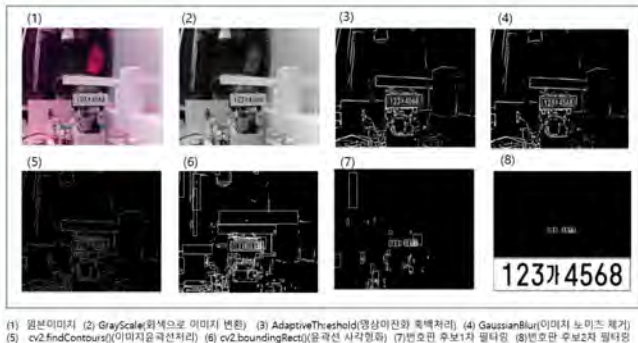


<그림 1> LoRa기반 주차정보 서비스 시스템 구성도

### 3.1 출입 차량 검출

출입 차량을 검출하기 위하여 초음파 센서와 카메라를 사용한다. 초음파 센서를 통해 출입 차량이 감지되면 카메라를 이용해 출입 차량의 번호판을 추출한다. Open CV 라이브러리로 원본 이미지에서 번호판 후보를 추출한 뒤 OCR(Optical Character

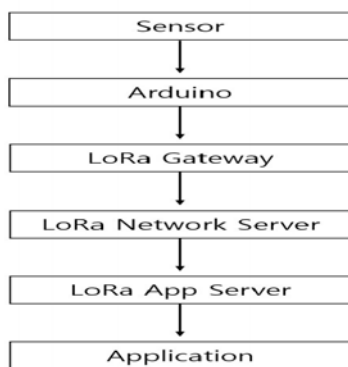
Recognition) 엔진으로 텍스트를 추출하여 출입 정보와 번호판 데이터 서버로 전송한다. 그림 2는 Open CV를 활용한 차량번호 인식 과정의 예시과정을 나타낸 것이다. [11]



<그림 2> Open CV를 활용한 주차장 차량번호 인식 과정의 예시

### 3.2 Lora 네트워크

LoRa는 Long Range의 약자로 최대 도달거리가 10km 이상으로 장거리 통신이 가능하고 저전력으로 유지보수 비용이 저렴하며 낮은 구현 복잡성을 가지고 양방향 통신을 지원하는 소량의 데이터를 장거리 전송할 때 적합한 모듈이다. 본 논문에서는 LoRa WAN 규격에 따라 통신하며 규격에 맞춰 수집된 데이터를 스택으로 쌓아 두었다가 10초마다 네트워크 서버로 송신한다. 수집된 데이터는 LoRa 게이트웨이에서 UDP 패킷의 형태로 송수신되며 게이트웨이가 브릿지에서 UDP를 MQTT프로토콜을 통해 JSON으로 추상화하여 LoRa 네트워크 서버로 전송한다. 각 과정은 암호화되어있기 때문에 디코딩하여 전송된 데이터를 활용한다.



<그림 3> 시스템 아키텍처 블록 다이어그램

### 3.3 서버

서버는 구글 파이어 베이스를 기반으로 구축하며 LoRa 네트워크 서버로 전송된 데이터를 파싱하고

데이터를 기반으로 주차 회전율과 평균 주차 지속시간을 계산하여 해당 주차장의 데이터베이스를 업데이트한다. 서버는 클라이언트의 요청에 따라 애플리케이션을 통해 데이터를 제공하며 클라이언트는 애플리케이션 UI를 통해 GPS를 기준으로 잔여 주차공간이 있는 가장 가까운 주차장을 추천받거나 특정 주차장을 선택하여 해당 주차장의 잔여 주차공간이나 리뷰, 회전율, 평균 주차시간과 같은 주차정보를 시각적으로 제공받을 수 있다.

### 4. 결론 및 기대효과

본 논문에서는 기존 주차정보 시스템에 저전력 저비용의 특성을 가진 LoRa 네트워크를 활용하고 모니터링 범위 감소를 통해 시스템 구축비용을 절감하며 이용자에게 핵심적인 주차정보만을 제공하는 시스템의 설계를 제안하였다. 이를 통해 스마트 주차장의 보급에 기여하고 주차공간 탐색으로 인해 발생하는 사회적 비용감소의 효과를 기대하며 추후 스마트 결제나 주차공간 예약, 개인화 추천 같은 기능을 주차정보 서비스와 융합시켜 이용자의 편의성을 높이는 것을 목표로 한다.

### 참고문헌

- [1] Graham Cookson. "Smart Parking - A Silver Bullet for Parking Pain". <https://inrix.com/blog/2017/07/parkingsurvey/>.
- [2] Tahon, Mathieu, et al. "Parking sensor network: Economic feasibility study of parking sensors in a city environment is well." 2010 9th Conference of Telecommunication, Media and Internet. IEEE, (2010).
- [3] 이리나, 이가람, 김호원. "LoRa 기술 분석." 한국통신학회. 학술대회논문집. pp. 217-218. (2017).
- [4] Georgiou, Orestis, and Usman Raza. "Low power wide area network analysis: Can LoRa scale?." IEEE Wireless Communications Letters 6.2. pp. 162-165. (2017).
- [5] Rao, Y. Raghavender. "Automatic smart parking system using Internet of Things (IOT)."

Int J Eng Technol Sci Res 4.5 (2017).

[6] Shao, Chaoyi, et al. "A simple reservation and allocation model of shared parking lots." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 71. pp. 303-312. (2016).

[7] Yan, Tingxin, et al. "Crowdpark: A crowdsourcing-based parking reservation system for mobile phones." *University of Massachusetts at Amherst Tech. Report* 1-14. (2011).

[8] Someswar, G. M., et al. "DESIGN & DEVELOPMENT OF AN AUTONOMIC INTEGRATED CAR PARKING SYSTEM." *Compusoft* 6.3. pp. 2309-2312. (2017).

[9] Zhang, Lin, et al. "Vision-based parking-slot detection: a benchmark and a learning-based approach." *Symmetry* 10.3. pp. 64. (2018).

[10] Bachani, Mamta, Umair Mujtaba Qureshi, and Faisal Karim Shaikh. "Performance analysis of proximity and light sensors for smart parking." *Procedia Computer Science* 83. pp. 385-392. (2016)

[11] <https://www.youtube.com/watch?v=apJ97MAAt1IU>