

## 장애인 주차구역 단속시스템의 설계 및 구현

김양규 · 최준영 · 안유정 · 유정기\*

대전대학교 전자정보통신공학과

### Design and Implementation of Detecting System for Illegal Use of Disabled Person-only Parking Sites

Kim, Ryang Gyou · Choi, Jun Yong · Ahn, Yu Jung · Yoo, Jeong Ki\*

Dept. of Electronics & Information Telecommunication Engineering, Daejeon University

최근 영상 처리 기술을 적용한 차량번호 인식에 관한 관심이 매우 증가하고 있다. 카메라를 이용해 아파트 방문객의 차량번호를 인식하거나 불법 주정차 단속 등 일상생활에서도 널리 사용되고 있다. 이에 본 연구에서는 해당 차량번호 인식 시스템을 이용해 임의 장소에서도 손쉽게 설치 및 운영 가능한 장애인 주차구역 단속시스템을 구축하는 방안을 제안하고자 한다. 제안된 시스템은 라즈베리 파이, 웹앱, 웹서버 등의 오픈 소스 프로젝트를 사용하여 구축되며 임의 장소에 설치된 시스템의 정보를 통합 관리하기 위한 웹서버와 장애인 DB를 연동해 그 실효성을 높인 것을 특징으로 한다. 본 논문에서는 해당 아키텍처를 축소된 주차환경에서의 실험을 통해 검증하였다.

**주제어** : 영상처리기술, 차량번호 인식, 장애인 주차구역 단속시스템, 여성 전용 주차장, 사물인터넷

Recently, there is a great interest in car number recognition using image processing technologies. Such technologies are broadly used for detecting car plates of visitors in front of apartments or distinguishing law-violation for illegally parked cars along the streets. Among various approaches, this research proposes an cost-effective detecting system for illegally parked cars at disabled person-only parking sites. The proposed system is composed with a raspberry pi-based server running web-app and web server using open source projects and car DB for disabled persons. The proposed system is verified through experiments under a miniaturized parking environment using the proposed architecture.

**Key words** : Image processing technology, car number recognition, disabled person-only parking lot, IoT monitoring

---

\* 교신저자 : jkyoo@dju.kr, 010-9025-6832

## 1. 서론

현재 시행되고 있는 ‘장애인등편의법’에 따르면, 장애인 전용 주차구역은 주차 가능 장애인 자동차 표시를 부착하고, 보행이 어려운 자가 탑승한 경우에만 주차할 수 있다. 불법 주차 시 과태료 10만 원, 물건 등을 쌓거나 주차구역 좌우, 양 측면에 주차해 출입을 방해한 경우 50만 원의 과태료를 부과한다[1]. 하지만, 이러한 과태료 부과에도 불구하고 불법 주차차량들은 꾸준히 증가해 오는 추세이다. 보건복지부에서 올린 보도자료[2] 내 장애인전용주차구역 위반 건수 및 과태료 현황 자료에 따르면, 2012년부터 2017년까지 총 92만 6052건이 적발되었고, 639억 6500만 원의 과태료를 징수하였으며, 불법 주차 위반행위 건수가 2013년 5만 2,135건에서 2017년에는 33만 359건으로 6.3배 증가했다고 밝혔다. 장애인전용주차구역 위반사항은 스마트폰 애플리케이션 ‘생활 불편 신고 앱’으로 일반 시민도 신고할 수 있지만, 일일이 모든 차량을 단속하기에는 어려움이 따른다. 그렇다고 주차 관리 요원이 많은 주차구역을 관리하기에는 인력문제가 따른다는 단점이 존재한다.

본 연구에서는 장애인 전용 주차구역 불법 주차단속에 소모되는 시간과 인적 비용을 줄이고, 인력 부족의 문제를 해결하고자 영상 처리 open source library인 OpenCV를 활용해 자동차량 번호판 인식과 함께 관리원이 쉽게 주차구역을 단속, 관리할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 또한, 차량번호 인식 시스템에 더해 시스템의 효율적 구성을 위해 기존에 제안된 시스템들과는 다르게 거리탐지 센서를 탈락시켰다.

자동차의 불법 주차의 판단을 위한 번호판 추출을 위해서는 python에서 제공하는 tesseract-OCR인 pytesseract를 사용한다.

Grand View Research는 발표한 시장 보고서에서 지능형 주차 관제 시스템의 세계 시장 규모가 최근 차량번호 인식과 더불어 2015년 39억 8천만 달러에서 2024년까지 연 8%가량 성장할 것으로 예상한다[3].

표 1. 지능형 주차 관제 시스템 분야의 세계 시장규모 및 전망

(단위 : 백만달러, %)							
구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	3,980	4,326	4,702	5,112	5,556	6,040	8.7

또한, 그림 1과 같이 지능형 주차 관제 시스템 기술의 지난 7년(2010~2016)간 출원 동향[4]을 살펴보면 연도별로 출원 경향이 소폭 꾸준히 증가하고 있어 지능형 주차 관제 시스템의 기술개발이 늘어나는 추세다.



그림 1. 지능형 주차 관제 시스템 기술 분야 연도별 출원 동향

2008년 특허로 출원된 ‘초음파센서를 이용한 주차관리 시스템’과 2014년 특허로 출원된 ‘장애인 주차구역 감시장치’ 등 기존에 발표되어있는

시스템[5, 6] 중, 적외선이나 초음파를 이용한 거리탐지 모듈을 사용하는 경우도 있다 [5, 6]. 이러한 방식들은 효율적이지만 모듈의 특성상 목표대상의 색이나 소재에 따라 결과에 차이를 보일 수 있으며 또한, 원하는 목표대상이 아닌 장애물 같은 잡음에도 결과값을 반환한다는 점에서 정확하지 못할 수 있다. 더 나아가 본 시스템처럼 카메라로만 차량의 진입을 탐지하는 방식은 시스템 모듈의 개수를 줄일 수 있다는 측면에서도 경제적이다 할 수 있다. 하지만 이러한 카메라로만 차량진입을 확인하는 방식의 시스템은 주차장 내의 밝기, 날씨, 또는 그림자의 기울기 등의 영향을 받을 수 있으며 이는 영상의 이진화나 차 영상으로 극복해야 한다는 단점 또한 존재한다. 다시 말하면 모듈을 사용하지 않는다는 점에서 경제적이고 다른 거리조절 센서의 단점을 극복할 수 있지만 잡음을 극복해야 한다.

초음파를 활용한 장애인 주차구역 단속시스템은 저렴하지만 정밀한 측정이 불가능하며 물체에 반사되어 돌아온 수신 신호가 잡음인지 아닌지를 확인하기 위해 한 번 더 신호의 송수신 과정을 수행함으로써 수신 신호와 외부 잡음을 구분하는데 이러한 과정에서 송수신 시간과 두 번의 신호처리 과정으로 인해 시스템 지연이 발생하게 되고, 이에 초음파 시스템의 성능 하락을 초래하게 된다. 적외선을 활용한 시스템 또한 초음파를 활용한 시스템과 비슷하게 동작하지만, 소리가 아닌 적외선을 이용한다는 점에서 목표 물체의 색에 영향을 받으며 또한 태양광, 전등, 낮과 밤의 명암 변화에도 영향을 받는다. 이는 카메라만 이용하였을 때와 같은 영향이지만 본 연구에서는 여러 필터를 이용하여 극복하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 기존의 불법 주차단속에 활용되어 온 연구들을 기술한다. 그리고 논문의 3장에서는 차량번호 인식 시스템의 설계 및 구현에 대해 설명하고, 4장에서는 차량번호 인식 시스템의 활용 가능성에 대해 분석해본 것을 설명한다. 5장에서는 향후 연구 방향을 설명하고, 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

현재 장애인전용주차구역을 효율적으로 관리하기 위해 몇몇 곳에서 연구를 진행하고 있고, 시스템을 도입하는 곳도 생겨나고 있다.

특히 '초음파센서를 이용한 주차관리 시스템 [5]'의 연구는 상기 차량의 존재 여부 및 크기를 감지하는 초음파센서를 이용하여 주차관리를 할 수 있게 해주는 연구이다. 특히 이 연구는 초음파센서는 복수 개의 초음파센서로 구성되어, 복수 개의 주차공간을 감시하고, 각각의 초음파센서 사이에는 각각의 센서의 측정 펄스파에 의해서 방해가 되지 않도록 분리 벽이 마련된 것을 특징으로 한다. 초음파센서를 이용하게 되면 초음파센서의 공진 주파수가 높을수록 정밀도가 높아진다는 장점이 있다. 하지만, 음파의 속도는 주변 온도 및 습도에 따라 달라지는 특성일 갖게 되고 주변 환경에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 그리고 복수 개의 초음파센서를 사용함으로써 큰 비용이 소요되는 단점이 있을 수 있다.

특히 '장애인전용주차구역을 알려주는 주차구역 제공서비스 장치'의 연구기는 장애인식별 정보가 내장된 RFID 장애인 카드(상기 RFID 장애인 카드의 장애인식별정보를 읽어 들이는 제1

리더기) 상기 리더기가 설치되어있으며, 주차장에 차가 들어오는 차량의 번호판을 촬영해 장애인식별 정보를 읽게 되면 주차장의 내부에 아직 주차되지 않은 장애인 전용 주차구역을 검색하고, 그 검색되는 장애인 전용 주차장의 위치 번호를 표시부에 제공해준다. 상기 제어부에서 제공하는 자료화된 차량번호, 검색된 장애인전용주차구역의 위치 번호를 주차장에 차가 들어오는 차량의 운전자가 볼 수 있도록 전시하는 LED 표시부를 놓는다. 이로 인해, 장애인 전용주차구역으로 차량이 편리하게 이동할 수 있는 장애인전용주차구역을 알려주는 주차구역 제공서비스 장치를 제공해주는 연구이다.

또한, 위와 같이 모듈은 사용하는 연구 같은 경우 주차장의 위치, 습도 혹은 조도 등 외부요인의 영향을 받는데 이러한 외부요인에 의한 오류는 전체 시스템에 있어 오히려 차량의 흐름을 방해하는 치명적인 요소로 작용한다. [8]에서는 자동차 번호판 인식 시스템을 영상 전처리, 번호판 영역 추출, 문자열 인식 3단계로 나누어 히스토그램 모노폴로지 기법을 사용하여 잡음이나 오류를 불러올 수 있는 요소를 최소화하고 라인을 세선화를 통해 번호판을 찾아내 체인 라벨링 기법과 신경망을 이용하여 문자열을 인식해 내었다. 그와 동시에 현존하는 주차구역 관리 시스템은 오류에 대한 보완책으로 여러 가지 장비를 혼합하지만 앞으로 부가적인 장치를 사용하지 않아도 왜곡이 심한 경우를 배제할 수 있는 시스템을 연구해야 하는 방향성을 제시한다.

군포시에서는 스마트 원 스톱(Smart one-Stop) 시스템을 사용하기 시작하였는데, 이 시스템은 장애인전용주차구역 위반차량이 신고·단속되면 즉시 자동차 정보관리·세외수입정보시스

템, e 그린 우편, 사회보장정보시스템 등 관련 정보시스템과 연계해 차적 조회부터 과태료 부과, 우편 발송까지 한 번에 처리하는 군포시만의 새로운 업무 프로세스이다.

이렇게, 장애인전용주차구역 단속을 위하여 많은 연구가 진행되고, 시중에 사용도 해보는 중이다. 본 연구는 저비용으로 기존 차량번호 인식 시스템을 간단히 확장하여 장애인 주차구역 단속시스템을 구축하는 방안을 제안한다.

### 3. 장애인 주차구역 단속 시스템 설계 및 구현

본 연구에서 제안되는 장애인 주차구역 단속 시스템은 장애인 주차구역에 설치되어있는 플랫폼이고, 이것은 장애인 차량과 비장애인 차량이 주차했을 경우 비장애인 차량을 단속하는 시스템이다. 구성은 그림 2의 시스템 개념도와 같다.

그림 2에서 장애인 주차구역 단속시스템은 라즈베리 파이, 배터리, 카메라 센서, 버저 센서, 그리고 LED 센서로 구성되어 있으며, 통신은 WIFI 혹은 인터넷으로 연결되어 웹서버와 소켓 통신을 하여 정보를 주고받는다.



그림 2. 시스템 개념도

본 연구에서 구현되는 장애인 주차구역 단속 시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 부품 비용, 설치비용 및 유지보수 비용을 최소화하여 경제적 이득을 취할 수 있다. 둘째, 웹서버와 통신을 하여 장애인 주차구역에 불법 주차하는 차량을 자동으로 단속할 수 있게 하여 공익을 취할 수 있다. 셋째, 영상 처리를 이용하여 카메라 센서로 초음파센서를 대체하여 차량 입·출입 확인 및 차량번호 분석기능을 수행할 수 있다. 넷째, 하드웨어와 소프트웨어 간 소켓 통신을 이용하여 차량 정보를 웹서버에서 확인할 수 있으며, 웹서버는 데이터베이스를 이용하여 차량 정보를 처리하고 웹에서 처리한 차량 정보를 확인할 수 있다. 그림3은 위 내용을 반영한 시스템 구성도이다.

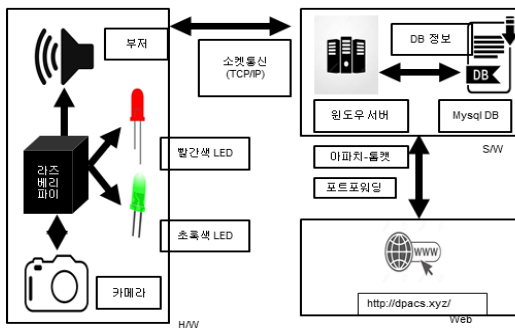


그림 3. 시스템 구성도

그림 3에서 제안되는 장애인 주차구역 단속 시스템 구성도는 하드웨어, 소프트웨어 그리고 웹으로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 시스템 구성에서 보듯이 장애인 주차구역 단속시스템은 첫째, 하드웨어에서는 라즈베리 파이, 버저 센서, 카메라 센서, LED 센서, 전원을 포함한 기동이 있으며 어디에서나 설치할 수 있으며 유지보수가 간편한 점을 알 수 있다. 둘째, 웹서버를 이용하여 장애인 주차구역을 편리하게

유지보수 및 관리할 수 있음을 알 수 있다.

그림 4에서 영상 처리를 위한 각각의 기능을 설명한다. 그림 4(a) Gray Frame은 고용량 컬러 영상을 저용량 흑백 영상 처리한다. 흑백 처리를 통해 자원 소모를 줄일 수 있다.

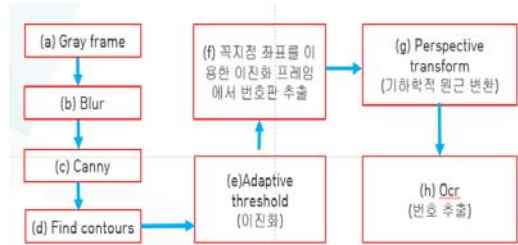


그림 3. 라즈베리파이에서 차량번호 인식 과정

그림 4(b) blur 필터는 영상을 흐리게 하여 이후 적용할 그림 4(c)의 Canny Edge의 윤곽선을 찾아내는 과정에서 일어날 잡음을 제거하는 효과와 동시에 number plate detection에 사용되는 가치 있는 윤곽선을 강조해 주는 역할도 함께한다. 그림 4(c)의 Canny Edge를 통해 찾은 가치 있는 윤곽선을 그림 4(d)의 Find contours를 통해 사각형의 일정 비율의 크기를 가지는 등고선을 탐색해 번호판으로 간주하며 좌표를 반환한다. 그림 4(e) Adaptive Threshold는 영상을 이진화하여 번호판에서 차량번호를 읽는데 불필요한 색상이나 명암 조건을 단순화한다. 이와 동시에 그림 4(d) 과정에서 추출한 좌표를 통하여 그림 4(f) 번호판을 추출하며 추출한 번호판이 휘어지거나 기울어진 경우를 대비해 반듯하게 맞춰주는 그림 4(g) perspective Transform(기하학적 원근 변환)을 실시한다. 이 작업은 영상 속 차량 번호판의 기울기에 영향을 받지 않기 위해서 원근감을 조절한다. 그림 4(h) OCR(번호추출)은 위에 언급된 과정들을 거치고 나서 차량번호를 추출한다.

#### 4. 실험 결과 및 분석

그림 5와 6은 실험 동영상상을 시간별로 캡처한 것이다. 그림 5(a)를 보면 실험을 위해 소형 주차장 환경을 구성하고, 그림 5(e)(f)와 같이 카메라, 주차 상황 지시 led 판넬 및 장애인 주차장으로 구성된 소형 환경을 꾸미고 소형 자동차 모형에 번호판을 부착해 실험을 수행하였다.

그림 5(a)는 database에 저장해두지 않은 비장애인 차량이 진입했다는 것을 가정해서 시연해본 것이다. 차량이 진입하게 되면, 그림 5(b)처럼 영상 처리로 장애인 주차구역에 진입된 차량번호를 인식한다. 그 정보를 그림 5(c)처럼 웹서버에서 받게 되고, database에 저장되어있는지 확인 후, 그 결과를 다시 라즈베리 파이 서버로 넘겨준다. 그와 동시에 그림 4(d)처럼 web-application에 관리자가 실시간으로 볼 수 있도록 차량번호 정보를 올려준다. 그리고 그림 5(e)를 보면, 비장애인 차량이기 때문에 빨간 led를 빛내는 것을 볼 수 있다. 실제로는 led와 함께 경고 버저 음이 울린다. 그림 5(f)는 비장애인 차량이 주차구역에서 나갈 경우, 경고 버저 음이 멈추고 빨간 led가 사라짐을 확인할 수 있다.

그림 6(a)는 database에 장애인 차량으로 등록해놓은 차량이 들어온 경우이다. 차량이 들어오게 되면 그림 6(b)와 같이 차량번호를 영상 처리로 인식한다. 그 정보를 그림 6(c)와 같이 웹서버에 전송하고 미리 저장해 둔 database와 비교를 해 다시 라즈베리파이 서버로 보내준다. 그리고, 그림 6(d)처럼 실시간으로 web-application에 관리자가 볼 수 있도록 차량번호

정보들을 올려준다. 그림 6(e)를 보면 장애인 차량이 맞는다는 것을 확인해주기 위해 초록색 led를 빛내는 것을 볼 수 있다.



그림 5. 결과 영상 캡처  
(비장애인 차량진입 시의 실험)



그림 6. 결과 영상 캡처  
(장애인 차량진입 시의 실험)

끝으로, 구현된 장애인 주차구역 단속시스템의 동작 과정은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- ① 장애인 주차구역 단속시스템 구동: 플랫폼과 웹서버를 환경 세팅
- ② 차량 입차 여부 확인: 플랫폼에 설치되어 있는 카메라 센서로 장애인 주차구역에 차량 입차 여부를 확인하고 잠시 거쳐 가는 경우를 배제하기 위해 일정 시간 이상 차가 들어오는 경우를 차가 들어오는 것으로 판단
- ③ 차량번호 영상 처리: ②에서 차량이 차가 들어왔다고 판정되면 차량번호를 촬영하여 영상 처리를 시작하고, 영상 처리한 정보와 사진은 웹서버로 전송
- ④ 데이터베이스 비교: 웹서버에 전송된 차량번호와 사진을 데이터베이스에 저장된 장애인 차량 정보와 비교하여 장애인의 차량 여부를 판단
- ⑤ 플랫폼으로 정보전송 및 반응: 웹서버에서 수신한 장애인 여부 플래그를 기반으로 반응 플랫폼(LED 및 버저)을 활용해 반응

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 장애인 주차구역을 저비용으로 확장하여 장애인 주차구역의 방지턱 부근에서 장애인 주차구역 단속 플랫폼을 설치하여 장애인 주차구역 단속시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 장애인, 비장애인 차량을 구분하고 구분에 따라 프로세스 처리를 하는 등의 다양한 기능을 제공할 수 있음에도 불구하고 저비용으로 구축이 가능한 장점이 있다. 또한, 기존의 장애인 주차구역 단속시스템에 장애인 주차구역 단속 플랫폼을 설치하고 세팅만 하면 사

용이 가능하고 간편한 만큼 유지보수도 간편하다. 이에 따라 상용화 가능성이 크다고 판단된다.

제안된 시스템의 경우 고사양의 차량번호 인식 모듈을 사용하고 있지 않기 때문에 외부 조명 환경, 차량진입 각도 등에 따라 차량번호 인식이 일정치 못하고, 보안 관점에서의 개선 필요성이 존재한다. 따라서 향후 연구에서는 문자 인식을 향상, 통신 보안에 관해서 연구를 추가로 진행하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 국가법령정보센터, 법률 제13805호, 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률, 2016.
- [2] 보건복지부, 장애인권지원과, 김진기, 최근 5년간 장애인전용주차구역 불법 주·정차 등 위반행위 건수, 2018.
- [3] Grand view research, Parking management market analysis by application by parking site, by component, by solution, and segment forecasts to 2024, 2016.
- [4] 중소기업청, 중소기업기술정보진흥원, (주)유플스, NICE평가정보(주), 중소·중견기업 기술 로드맵, 2019.
- [5] 이무영, 대한민국특허청 KR100869937B1, 초음파센서를 이용한 주차관리시스템, 2007.
- [6] 이대식, 구동영, 손진환, 정성호, 대한민국특허청 KR101651008B1, 장애인 주차구역 감시장치, 2014.
- [7] 강소정, 대한민국특허청 KR20140019107A, 장애인전용주차구역을 알려주는 주차구역 제

공서비스 장치, 1-8, 2012

- [8] 신강호, 2003, 주차장 자동차 번호 인식 시스템  
에 관한 연구, NDSL(national digital science  
library)
- [9] 군포시 장애인전용주차구역 위반 관리 ‘스마트  
원스톱(Smart one-Stop)시스템’
- [10] 이대식, 구동영, 손진환, 정성호, 대한민국특  
허청 KR100501769B1, 장애인 주차구역  
감시시스템 및 감시방법, 2014.