

# 번호판 인식을 통한 자동 주차관리 시스템의 개선된 UI 설계

김봉기<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과

## Design of Improved UI of Automatic Parking Management System using License Plate Recognition

Bong-Gi Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Convergence Engineering, GNTEC

**요약** 최근 영상 기술과 ICT 기술의 발전으로 인해 다양한 형태의 영상처리 서비스가 가능하게 되고, 이러한 기술을 활용하는 응용 서비스가 다양화 되고 있다. 자동차 번호판 인식은 주차관리 등 차량의 정보를 인지하는 곳에 사용되는데 기존의 시스템들은 주차권 발급이나 불필요한 장비 부착 등 경제적인 단점을 갖고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 논문에서는 OpenCV를 근간으로 한 emguCV를 이용하여 차량의 고유번호인 자동차 번호판 인식을 통한 자동 주차관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 그리고 사용자 프로그램 개발에 가장 최신 기술인 WPF를 이용하여 각 주차 차량의 상세정보와 주차 시간 및 남은 주차 공간 정보 등 전체 주차관리 사항을 화면이동 없이 관리할 수 있도록 개선된 UI를 설계하였다. 본 논문에서 사용된 emguCV는 Intel 기반의 환경에서 최적화된 성능을 나타내었다. 따라서 본 논문에서는 0.5초 이내의 번호판 인식 처리 시간과 90% 이상의 인식률이라는 결과를 얻었다. 또한 관리자가 전체 시스템을 간편하고 직관적으로 관리할 수 있게 UI가 개선되었음을 보였다.

**Abstract** Recently, due to advances in both imaging technology and ICT, various types of image processing services became available and the application services of these two technologies are diversifying. Recognition of vehicle license plates is used in places where vehicle information is needed such as in parking management. However, existing systems have economic disadvantages like issuing parking tickets and attaching unnecessary equipment. In order to solve these problems, we designed and implemented automatic parking management system through recognition of vehicle license plates by using emguCV that is based on OpenCV. Additionally, we designed improved UI to handle the entire parking management situation which include information such as details of each parking vehicle, parking time and remaining parking spaces without screen movement. This improved UI is implemented with the use of WPF which is the latest technology in user program development. The emguCV used in this paper showed the most optimized performance in Intel based environment. With it, we obtained the result of within 0.5 seconds of recognition processing time and over 90% of recognition rate. Through improved UI, the manager could both simply and intuitively manage the entire system.

**Key Words** : emguCV, Gray Scale Filter, Image Crop, Threshold, Inverter Filter, WPF

### 1. 서 론

최근 영상 기술과 ICT 기술의 발전으로 인해 다양한 형태의 영상처리 서비스가 가능하게 되고, 이러한 기술

을 활용하는 응용 서비스가 다양화 되고 있다. 이중 자동차 번호판 인식은 무인 주차관리 시스템, 불법 주정차관리 시스템, 속도 위반 및 신호 위반 감시 시스템과 같은 차량의 정보를 인지하는 분야에 주로 많이 사용되고 있

이 논문은 2012년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의해 연구되었음

\*Corresponding Author : Bong-Gi Kim(GNTECH)

Tel: +82-55-751-3326 email: [bgkim@gntech.ac.kr](mailto:bgkim@gntech.ac.kr)

Received January 3, 2014

Revised January 20, 2014

Accepted February 5, 2014

다[1,5]. 기존의 주차관리 시스템은 대표적으로 두가지 방법이 사용되고 있다. 첫 번째로는 주차권 발급을 이용한 시스템이다. 이 시스템에서는 이용자가 입차 시에 주차권을 발급받고 출차시 주차권을 제출해 이용시간에 비례하는 주차 요금을 지불하는 방식이다. 두 번째 방법으로는 RFID 태그를 이용한 방법이다. RFID 이용 시에는 태그 구입에 추가적인 비용을 지불하게 된다. 또 동일한 주파수를 사용하는 태그를 같은 차량에 부착 할 경우 RFID 리더기가 정확한 인식을 못하는 상황이 발생할 수 있다. 이처럼 기존의 주차관리 시스템은 주차권 발급이나 RFID 태그를 차량에 부착하여 입·출차 관리 및 요금 징수를 하는 방식을 사용하고 있다. 이는 주차 시설 이용자에게 대기 시간 증가 및 불필요한 장비의 부착으로 인한 경제적 부담을 안겨 주는 단점이 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 논문에서는 차량의 고유번호인 자동차 번호판 인식을 통한 통합 주차관리 시스템을 설계 및 구현하였다[5]. 그리고 자동 주차 관리에 필요한 각종 정보를 쉽게 한 화면에서 관리할 수 있도록 개선된 UI를 설계 구현하였다.

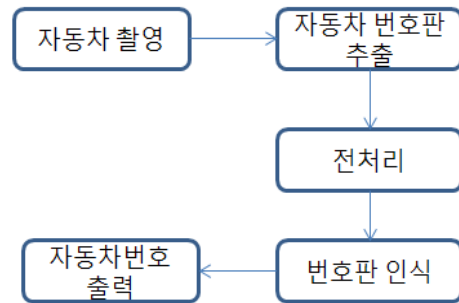
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 번호판 영역과 윤곽선 검출에 관련된 관련 연구에 관해 기술하고 3장에서는 OpenCV를 근간으로 한 자동차 번호판 인식 방법과 주차관리의 효율성을 위한 개선된 UI의 전반적인 내용에 대해서 설명한다. 4장에서는 시스템의 구현 결과를 바탕으로 실험 및 성능평가 결과를 서술하고 5장에서 결론을 정리한다.

## 2. 관련 연구

자동차 번호판 인식 시스템은 차량의 번호판을 카메라로 촬영한 후 Fig. 1과 같이 자동차의 번호판 영역을 정확하게 검출 후 전처리 과정을 거쳐 문자를 인식하는 형태로 번호판을 인식을 하게 된다.

번호판 영역을 정확하게 검출하기 위해서는 에지를 정확하게 검출하여야 한다. 에지 검출이란 영상내의 주변 컬러값의 차이가 큰 부분을 찾는 방법을 말한다. 에지 검출의 한 방법으로는 첫째, 수평/수직 에지 방법이 있다. 이 방법은 차량 영상에서 수평 및 수직 에지 영상을 감지하고 에지로 나타나는 직사각형을 후보 영역으로 설정하여 번호판 영역을 추출하는 방법이다[2,5]. 둘째, 허프 변환 방법이 있다. 이 방법은 차량 전면부에는 수직선이 번호판 테두리외에는 거의 없다는 가정하에 소벨 연산자를 이용하여 차량영상에서 에지를 검출한 후에 허프 변환을 이용하여 수직 직선군과 수평 직선군을 탐색하여 번호판

영역을 추출하는 방법이다[5].



[Fig. 1] Process of License Plate Recognition

윤곽선 검출은 미분 연산자에 의한 값의 변화를 이용하여 찾는 것으로 프로그래밍에 있어서는 직접적인 계산보다 마스크를 이용하여 빠른 계산을 하는 것이 효과적이다. 윤곽선 검출 방법으로는 첫째, 소벨 연산자 방법이 있다. 이 방법은 미분 연산을 이용한 윤곽선을 검출하는 대표적인 알고리즘으로 2차 미분 연산자이며, X축 Y축으로 각각 한번씩 미분을 수행하는 방법이다. 둘째, 프리윗 방법이 있다. 이 방법은 소벨 필터의 결과와 거의 같은 값을 도출하지만 응답 시간이 약간 빠르며, 마스크 형태는 비슷하나 밝기의 경계에 대해 비중이 다르고 윤곽선 검출시 윤곽선이 덜 부각되어 나타나도록 하는 특징이 있다. 셋째, 로버트 방법이 있다. 이 방법은 윤곽선 검출 마스크 중 기본이 되는 마스크이고 매우 민감한 필터의 특징을 갖고 있다. 또한 매우 빠른 계산 속도를 나타내며 마스크의 모양은 45도 기울기를 가지고 있는 특징이 있는 방법이다. 넷째, 라플라시안 방법이었다. 이 방법 또한 연산 속도가 매우 빠르며, 2차 미분 연산자를 사용하고 모든 방향의 윤곽선을 검출해 내는 장점이 있다. 그리고 다른 연산자와 비교하여 날카로운 윤곽선을 검출하며 하나의 마스크로 윤곽선 검출을 수행한다. 다섯째, 캐니 방법이 있다. 이 방법은 윤곽선 검출 전 잡영 제거 마스크가 사용되는 특징이 있다. 즉 가우시안 마스크를 이용하여 잡영을 제거하고 소벨 마스크와 같은 윤곽선 검출 마스크를 수행하는 것이다. 이렇게 하면 첫 번째 과정에서 잡영 제거 효과가 일어나고 잡영이 제거된 영상에서 윤곽선을 검출하게 된다. 이 방법은 강한 윤곽선들만 검출하는 방법으로 여러 가지 윤곽선 검출 마스크를 활용할 수 있다[3,5].

문자 인식 방법으로는 원형정합 방법, 구문론적 방법, 신경망을 이용한 방법 등으로 나누어서 발전해 오고 있다. 원형정합 방법은 어떠한 사물의 표준 모델을 하나 만 들고 판단 중인 사물과 미리 준비된 표준 모델의 비교를

통해 사물을 판단하는 일종의 패턴 인식 방법이다. 이 방법의 특징으로는 준비된 원형이 없어도 그 형태를 사용자가 직접 기술 가능하고 언어의 기술 정밀도에 따라 복잡한 형태를 묘사할 수 있으며 DB화 시키기 어려운 영상을 DB화 시킬 수 있는 장점이 있다. 반면에 모든 모델에 대해서 형태 묘사 언어를 사용하여 하고 복잡한 모델일수록 형태 언어 파싱 오버헤드가 크다는 단점이 있다. 구문론적 방법은 대상물의 구조적 정보 즉, 문자 특징간의 상호 관련성 또는 상호 연결성 정보를 이용하여 문자의 복잡한 형태를 단순한 요소로 분할한 다음 그 구조를 해석하는 방법으로 글자 크기, 기울기 등에 강한 특징을 갖고 있다. 반면에 구조적 정보를 정량화 하여 추출할 수 있어야 한다는 어려움과 특징간의 구조적 정보를 구하는 것이 용이하지 않는 단점이 있다. 마지막으로 신경망을 이용한 방법이다. 이방법은 생물학적 뉴런을 모델링한 유닛들과 그 유닛 사이의 가중치 연결들로 이루어지며 각 신경망 모델에 따라 다양한 구조와 각기 독특한 학습 규칙을 가진다. 이 방법은 입력, 중간, 출력의 세 개의 계층으로 이루어져 있으며 입력과 출력 계층 사이에는 또 다른 계층이 존재하도록 할 수도 있으며, 연결 가중치(뇌의 시냅스 역할)를 사용하여 각 처리 요소들은 전달받은 입력값을 계산하여 출력값을 결정한다[4,5].

### 3. OpenCV기반 emguCV를 이용한 번호판 인식과 개선된 UI 설계

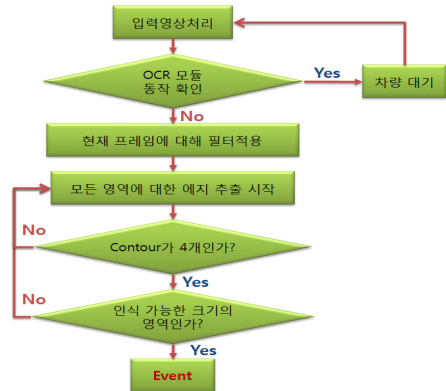
본 논문에서는 OpenCV 기반의 emguCV를 이용하여 자동차 번호판을 인식하였다. emguCV는 openCV의 C# Wrapper로써 WPF/Winform 상에서도 영상처리를 할 수 있도록 도와주는 도구이다. 또한 emguCV는 Intel 기반의 환경에서 번호판 인식에 최적화된 성능을 나타내는 도구임을 이용하여 인식 처리 시간을 최소화 시켰다. 그리고 빠르고 정확한 처리를 위해 여러 방법의 알고리즘을 적용하고 다양한 환경에서의 테스트를 진행하여 프로그램의 신뢰성을 높이는데 중점을 두고 개발하였다. 주야간 또는 날씨에 관계없이 인식률을 높이기 위해 빛의 강도에 따라 영상처리 과정을 달리하여 인식 오류를 최소화 하였다[6].

번호 인식 시스템이 영상 장치에 종속되지 않도록 장치와 관련된 부분을 별도의 공통된 인터페이스를 이용한 모듈로 개발 하였기 때문에 다양한 영상 장치와도 호환 가능하도록 개발 하였다.

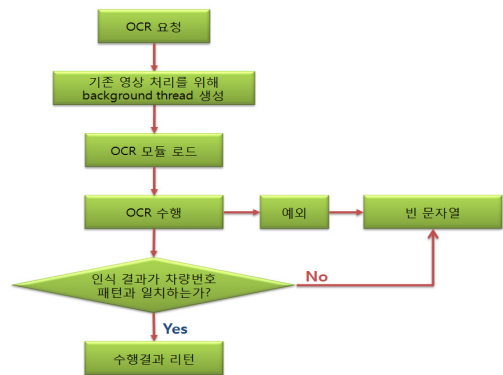
본 논문에서는 자동 주차관리를 위한 전단계로 자동차 번호판 인식에 초점을 두고 연구하였으며, 시스템의 기본

동작은 자동차 번호판 인식 과정과 OCR 인식과정으로 나눌 수 있다[5,6].

아래 Fig. 2와 Fig. 3은 자동차 번호판 인식 과정과 OCR 인식과정을 순서도로 나타낸 것이다[6].



[Fig. 2] Algorithm of License Plate Recognition

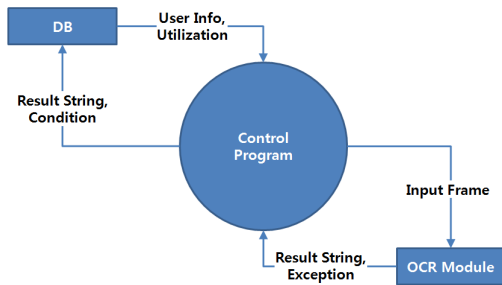


[Fig. 3] Process of OCR Recognition

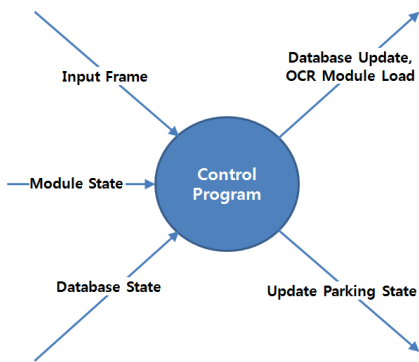
영상 장치로부터 초당 약 25 ~ 30 프레임을 수신하여 Gray Scale Filter에 사용되는 Gray 강도 Intensity 변경을 통해 선명도를 조절하고 Threshold Filter 적용 후 최적의 이미지 선명도를 위해 적절한 값을 설정하였다. 그리고 Threshold 적용을 통해 불필요한 이미지 영역을 제거하고 빛의 강도에 따라 Threshold가 적용된 이미지의 왜곡 발생 가능성을 줄였다. 문자 인식의 정확도를 높이기 위해 Inverter Filter를 적용하였다.

본 논문에서는 기존의 어렵고 불편했던 UI를 개선하여 전체 주차관리 사항을 파악하고 주차 관리의 효율화를 위해 화면 이동 없이도 한 화면에서 주차관리에 필요한 내용 전체를 관리할 수 있는 개선된 UI를 설계하고 구현하였다. 이를 위해 사용자 프로그램 개발에 가장 최선

기술인 WPF를 이용하여 관리자가 전체 시스템을 간편하고 직관적으로 관리할 수 있도록 UI를 개선하였다.



(a) Background of Program



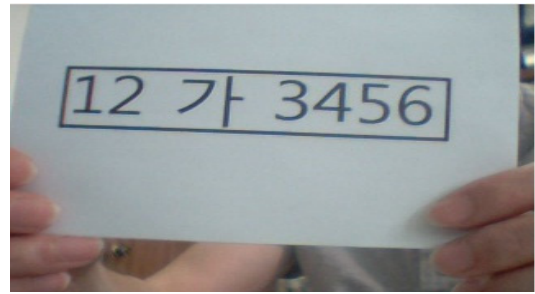
(b) Flow of Control Program

[Fig. 4] Configuration of Parking Management System

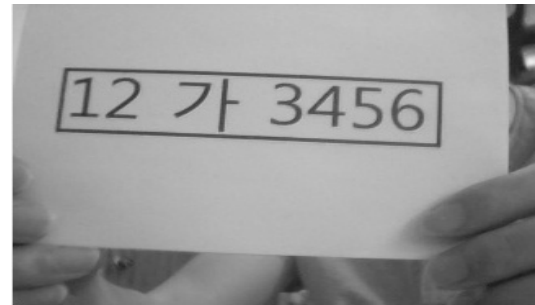
#### 4. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능 실험을 하기 위하여 Windows 7 환경에서 Visual studio 2008, WPF framework 3.5 도구를 이용하였다. 프로그래밍 언어로는 C#, Linq 등을 이용하여 구현하였으며, 데이터베이스는 공개 데이터베이스인 MySQL을 사용하였다. 주차정보를 자동으로 관리하기 위해 임시 테이블을 이용해서 사용자 데이터 1200개 와 주차 이용 기록 16000개의 샘플 데이터를 사용하였으며, 자동차 번호판 샘플은 현재 국내에서 사용하고 있는 형식의 번호판인 335mm \* 170mm의 단기방안 번호판과 520mm \* 110mm의 신규차량 번호판 규격에 맞게 자체 제작하여 사용하였다[6].

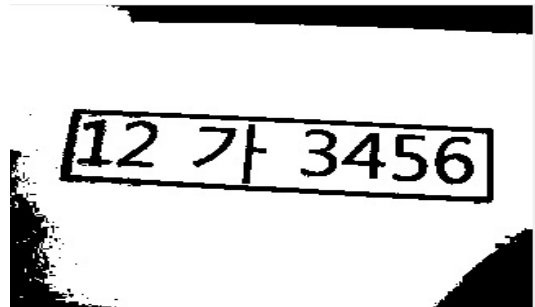
다음 그림은 영상처리 과정에서 나타나는 실험 및 구현 결과를 프레임 수신, Gray Scale Filter 적용, Threshold 적용, Inverter 적용, 이미지 Crop 순으로 자동차 번호판 인식 과정을 나타낸 것이다.



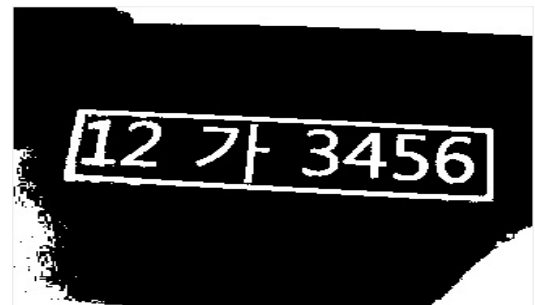
(a) The Results of Frame Receiving



(b) The Results of Gray Scale Filter Execution



(c) The Results of Threshold Execution



(d) The Results of Inverter Execution



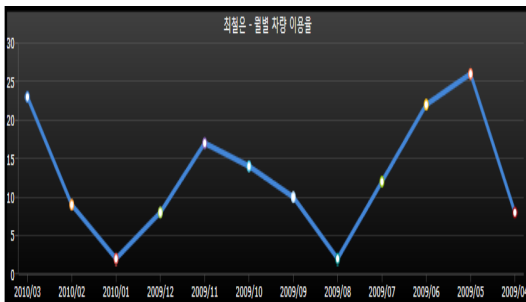
(e) Image Crop of Selected Squares

[Fig. 5] Result of the License Plate Recognition Experiment

아래의 Fig. 6과 Fig. 7은 자동 주차 관리를 위한 UI이다. 본 논문에서 제안한 UI는 각 주차 차량의 상세정보와 주차 시간 및 남은 주차 공간 정보 등 전체 주차관리 사항을 화면이동 없이 관리할 수 있도록 설계하였고 주차 이용률과 장치의 상태, 등록된 모든 사용자들에 대한 월별 이용 기록을 조회 및 파악할 수 있도록 구현하였다.



[Fig. 6] The Display of run of Parking Management



[Fig. 7] Status Screen of Monthly Vehicle Usage

[Table 1] Evaluation of Performance

Evaluation Item	Evaluation Method	Required Standard	Target	Proportion (%)	Success or Fail
Recognition Rate	Recognition Accuracy	70%	90%	70%	Success
Processing Speed	Processing Time of One License Plate	Real Time	0.5 Second	30%	Success
Efficiency of Interface	Ease of Interface Using			10%	Success

위의 Table 1은 인식률, 응답시간, 통신속도, 인터페이스 효율성 등 성능평가의 기준이 되는 사항을 가지고 목표치를 수치로 제시하고 달성 여부를 나타내었다.

## 5. 결 론

영상 기술과 ICT 기술의 발전으로 인해 다양한 형태의 영상처리 관련 서비스가 가능하게 되고, 이러한 기술을 활용하는 응용 서비스가 다양화 되고 있다. 이중 자동차 번호판 인식은 무인 주차관리 시스템, 불법 주정차관리 시스템, 속도 위반 및 신호 위반 감시 시스템과 같은 자동차의 정보를 인지하는 곳에 사용되고 있다

본 논문에서는 OpenCV를 근간으로 하는 emguCV를 이용하여 자동 주차 관리를 위한 전 단계인 자동차 번호판을 인식하는 방법을 설계 및 구현하였으며, WPF를 이용하여 관리자가 전체 시스템을 간편하고 직관적으로 관리할 수 있는 자동차 번호판 인식을 통한 통합 주차관리 시스템의 개선된 UI를 설계 구현하였다.

차량의 번호판을 카메라로 인식하여 데이터베이스에 저장하는 방식을 이용하였고, Intel 기반의 환경에서 최적화된 성능을 내는 emguCV를 사용하여 처리시간을 더욱 단축시켰으며, 또한 처리시간을 최적화하여 차량의 번호판 인식 속도를 향상시켰고, MySql을 활용하여 구축에 필요한 비용을 크게 감소시켰다.

향후 과제로는 본 논문에서 제안한 자동차 번호판 인식 방법과 RFID 및 센서 등을 적용하여 자동으로 주차를 안내하고 관리해 주는 향상된 주차관리 시스템을 개발하여야 할 것이다.

## References

- [1] Younjun Song, Jaehyeong An, Nam Kim, "License Plate Recognition Technology Trends," <http://blog.naver.com/iknowknow/40024326972>, 2006.
- [2] Dong-Hun Seo, Haggai Jeon, Won-Don Lee, "An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical, Horizontal Edge Mtching," Proceedings of The 30th KIISE Fall Conference, Vol.30, No.2, pp.610-612, 2003.
- [3] Randy Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice- Hall, 1997.
- [4] Taejun Park and Tai-Hoon Cho, "A Study of License Plate Number Recognition using Neural Network," Proceedings of KIIS Spring Conference 2010, Vol. 20, No.1, pp.83-85, 2010.
- [5] Bong-Gi Kim, Yeon-Gyu Choo, "A Study on the License Plate Recognition for Automatic Parking Management", Proceedings of SMT 2011, Vol. 8, No. 2, 2011.
- [6] Bong-Gi Kim, Yeon-Gyu Choo, "Recognition of License Plate for Parking Management", Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference 2012, Vol.168, No.12, pp.652-655, 2012.

---

김 봉 기(Bong-Gi Kim)

[정회원]



- 1989년 2월 : 숭실대학교 대학원 전자계산학과 (공학석사)
- 1999년 2월 : 숭실대학교 대학원 전자계산학과 (공학박사)
- 1994년 3월 ~ 1999년 2월 : 한림성심대학 컴퓨터응용과 조교수
- 1999년 3월 ~ 현재 : 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 교수
- 2006년 3월 ~ 2007년 2월 : 캐나다 UBC(The University of British Columbia) 교환교수

<관심분야>

영상 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅