

# 차량 탑재용 카메라를 이용한 실시간 차량 번호판 인식 기법<sup>☆</sup>

## Real-time Vehicle License Plate Recognition Method using Vehicle-loaded Camera

장 재 건\*  
Jae Khun Chang

### 요 약

나날이 심각해지는 교통문제에서 차량에 대한 정보를 이용하여 교통흐름을 개선해 줄 뿐만 아니라, 교통위반 차량을 효율적으로 적발할 수 있다. 차량 번호판은 차량정보를 인식하는데 중요하게 사용될 수 있다. 본 논문에서는 이동식 형태인 차량에 탑재한 카메라를 이용하여 촬영한 영상에서 차량의 번호판을 인식하는 새로운 기법을 제안한다. 여러 단계의 영상처리 과정과 인식 과정을 거쳐서 실시간에 처리할 수 있는 시스템으로 일반 차량뿐 아니라 특장차에 대한 인식도 가능하게 한다. 제안한 기법을 이용한 실제적 환경에서의 영상과 인식에 대한 결과가 실험결과에서 보여진다.

### Abstract

Day after day the information of vehicle under the complex traffic environments is greatly required not only for traffic flow but also for vehicle disclosure of traffic violation. Vehicle information can be obtained from a recognition of vehicle license plate. This paper proposes a new vehicle plate recognition mechanism that uses moving style vehicle-loaded camera. The method is a real-time processing system using multi-step image processing and recognition process that recognizes general vehicles and special purpose vehicles. The experimental results of real environmental image and recognition using the proposed method are shown.

☞ Keyword : ITS, license plate recognition, image processing

## 1. 서 론

오늘날의 교통상황은 경제성장 및 소득증가와 더불어 여가에 대한 관심이 높아지면서 지속적으로 증가하는 차량에 의하여 매우 혼잡한 경향을 보이고 있다. 이러한 교통 환경 하에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점들을 해결하고, 원만한 교통 흐름을 유지하기 위하여 지능형교통시스템(ITS : Intelligent Transportation System)이 도입되었다 [1,2]. ITS란 각종 첨단 센서와 소프트웨어를 활

용하여 차량의 흐름을 원활하게 유지하고 도로상에서 발생할 수 있는 여러 가지 사고를 미연에 방지하기 위한 목적으로 개발된 시스템이다.

ITS의 서비스 중 차량의 정보에 대한 부분은 각 차량이 고유하게 갖고 있는 차량 번호판에 의하여 알 수 있다. 자동차 번호판 인식(CLPR : Car License Plate Recognition)은 영상을 기반으로 하는 교통 시스템에 있어서는 자동차의 정보를 알 수 있는 가장 필수적인 부분이다. 따라서 이에 대한 연구는 여러 가지의 형태로 이루어지고 있다.

입력 영상으로 주어진 차량 사진에서 그 차량의 번호판 안에 있는 숫자와 문자를 인식하는 기술은 크게 두 가지 방향으로 연구되고 있다. 첫 번째는 입력 영상으로부터 번호판이 있는 영역을

\* 종신회원 : 한신대학교 컴퓨터학과 교수  
jchang@hs.ac.kr(제 1저자)

☆ 본 논문은 2005년도 한신대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

[2004년/10/05 투고 - 2004/10/19 심사 - 2005/01/31 심사완료]

추출하는 기술이다. 이러한 기술은 일반적으로 영상에 대한 전처리 과정을 여러번 거쳐서 진행되기도 하며[3], 신경망을 이용하여 처리하기도 한다[4,5]. 두 번째는 번호판에서 문자를 인식하는 방법이다. 이 방법도 신경망을 이용하는 경우[6]와 패턴 인식을 사용하는 방법[7,8]이 있다. 실제적인 영상을 이용하여 차량 번호판을 인식하는 과정은 위의 두 가지를 모두 합쳐서 진행된다[9,10]. 또한 이러한 기술들은 인터넷 기술을 이용하여서도 연구되고 있다[11].

번호판 영역을 찾는 연구에 있어서는 신경망을 이용한 방법[5]과 컬러 영상에서 번호판 영역의 컬러를 이용하여 영역을 판별하는 방법[3]이 있다. 이러한 방법과 비교하여 원래의 영상에서 경계선 영상과 히스토그램을 이용한 신호처리식 방식[12,13]을 사용하여 영역을 탐지하는 연구도 이루어지고 있다.

본 연구에서는 입력되는 차량의 영상에서 차량 번호판을 인식하는 새로운 기술을 제안한다. 현재 사용되고 있는 이동식 속도위반 검지 시스템을 개선한 이동식 차량번호판 인식시스템으로서 차량의 위에 카메라를 탑재하여 차량을 촬영하며, 촬영된 차량 영상은 실시간으로 번호판을 인식하여 결과를 전송할 수 있게 한다. 번호판 영역을 찾는 과정에서는 기존의 방법 중 경계선과 히스토그램을 이용한 방법을 기본적으로 하여 새로운 방식을 적용하였으며, 번호판 영역에 대한 이진화 과정에 있어서는 새로운 이진화 방법과 기존의 방법들과 비교하여 잡음에 강한 면을 보여주고, 문자를 인식하는 방법에 있어서도 영상처리 방법 중 새로운 filtering 방법을 소개한다. 또한, 기존의 차량 번호판 인식은 일반 차량의 번호판만 인식하는 방법들이었으나 본 논문에서는 일반 차량뿐 아니라 특장 차량들에 대한 번호판 인식도 포함하고 있으며, 실제 상황에서 사용할 수 있는 시스템에 적용할 수 있도록 설계되었다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 우리나라 차량 번호판의 특징을 일반 차량과 특수차량으로 구분하여 소개하고, 3장에서는 기존의 이진화 방법 및 문자 인식 방법에 대하여 소개한다. 4

장에서는 새로이 제안하는 번호판 인식 방법을 서술하고, 5장에서는 그 방법을 이용하여 나온 실험 결과를 기존의 방법에 의한 결과와 비교하여 보여준다. 마지막으로 6장에서는 결론과 함께 앞으로 진행될 연구 계획에 대하여 기술한다.

## 2. 우리나라 차량 번호판의 종류

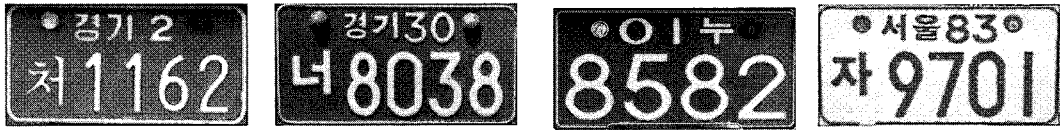
### 2.1 일반 차량 번호판의 특징

우리나라 자동차 번호판은 번호판을 구성하고 있는 배경과 글자의 색깔에 따라 일반 차량과 영업용 차량으로 구분된다. 일반 차량은 초록색 배경에 흰색 문자로 되어 있으며(흰색 바탕에 검은색 문자도 있음), 영업용 차량의 경우에는 황색 배경에 군청색 문자로 되어 있다. 번호판 안에 있는 문자의 구성은 크게 세 가지 형태로 이루어진다. 이 세 가지 형태는 차량 등록일을 기준으로 오래된 것부터 최근 것까지의 세 종류이다. 그러나 이러한 번호판도 몇 년 후에는 또 다른 형태로 변화될 예정이다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 번호판의 구성을 보면 4개의 정보 구역으로 이루어져 있으며 [14], 왼쪽 윗 부분은 관할지역코드, 오른쪽 윗 부분은 차종별코드, 왼쪽 아래 부분은 용도별분류코드, 오른쪽 아래 부분은 네 숫자의 일련번호이다. 가장 오래된 번호판의 경우에는 차종별코드가 한 자리 숫자이고, 최근의 번호판은 윗 부분이 지역구분이 없이 두 자리 숫자와 분류번호로 되어 있고, 아래에는 네 숫자의 일련번호로만 구성되어 있다. 현재와 앞으로의 종류별 차량 번호판의 예는 그림 1과 그림 2에 나타나 있다.

### 2.2 특장 차량 번호판의 특징

우리나라의 특장 차량은 일반적으로 덤프트럭, 레미콘 차량 및 포크레인 차량을 포함한다. 이러한 특장 차량들은 일반 차량 번호판과 다른 형태



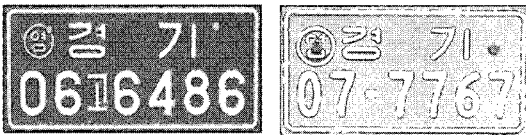
〈그림 1〉 현재 사용 중인 일반 및 영업용 차량 번호판의 예



〈그림 2〉 앞으로 사용될 번호판의 예

를 하고 있으며 번호판의 형태도 다양한 면을 가지고 있다. 특장 차량의 번호판의 특징을 살펴보면 영업용 차량은 주황색 바탕에 흰색 문자, 개인용 차량은 초록색 바탕에 흰색 문자로 되어 있고, 영업용 차량은 번호판 왼쪽 윗 부분에 “영”자가 있고 두 글자의 지역이름이 있다. 번호판 아래 부분은 왼쪽에 두 개의 숫자가 있고, 중간에 한 개의 글자나 ‘-’가 있으며, 오른쪽에는 4개의 일렬번호로 되어 있다. 포크레인 차량의 경우는 다른 크기와 다른 형태의 형식을 갖고 있다.

본 논문에서는 특장 차량 중에서 ITS 시스템이 관심을 가지고 있고 실제의 우리나라 차량번호 인식 모듈 규격에 포함되어 있는 덤프트럭과 레미콘 차량에 대한 번호판에 대하여 인식을 한다. 그림 3은 특장 차량 번호판의 예를 보여 준다.



〈그림 3〉 특장 차량 번호판의 예

### 3. 관련 연구

#### 3.1 기존의 번호판 위치 검출 방법

번호판의 위치를 찾는 방법 중에서 많이 사용하

고 있는 방법은 명암도 변화값을 이용한 방법[9]과 컬러결 분할을 이용한 방법[3]이 있다. 명암도 변화를 이용한 번호판 추출 알고리즘은 차량 영상에서 이진화된 에지 연상을 구한 뒤 수평 및 수직 명암도 변화를 이용하여 번호판의 가로 영역과 세로 영역을 추출한다. 추출된 영역은 사전 지식을 이용하여 검증과정을 거쳐서 번호판 영역을 최종 가려낸다. 그러나 이러한 알고리즘은 차량의 헤드라이트 부분이나 번호판 주위의 장식품 등과 같이 번호판 주변에 생길 수 있는 다양한 형태의 잡음 에지에 대한 처리가 미비하고 전체 영상을 이진화하고 에지 검출을 해야 하기 때문에 수행속도가 떨어지는 단점을 가지고 있다.

컬러결 분할을 이용한 방법은 컬러 영상에서 RGB 값을 HSI 컬러로 전환한 후 H 부분만을 사용하여 자동차 번호판의 색상과 유사한 부분을 검출하는 방법이다. 이러한 방법은 컬러를 이용하므로 연산량이 많아지며, 번호판외의 부분에서 번호판 색상과 유사한 색상을 포함하고 있을 경우에는 번호판으로 오인할 수 있다.

#### 3.2 기존의 번호판 문자 인식 방법

차량 번호판의 문자를 인식하는 방법은 먼저 번호판 영역에 대한 이진화 작업까지는 영상처리 방법을 사용하고, 문자를 인식하는 부분에 있어서는 신경망을 이용하는 방법[4-6], 문자 템플릿을 이용하

는 방법[10], 패턴벡터를 이용하는 방법[9] 등이 있다. 실제의 영상 자료를 통하여 번호판에 대한 이진화 작업은 번호판의 색깔 정보, 잡음 정도 및 번호판의 형태에 따라 매우 다른 결과가 나타난다[15].

M. Yu와 Y. D. Kim [10]이 제안한 우리나라 차량 번호판의 문자인식 방법은 이진화 과정에서 영업용 차량과 일반 차량을 구별하기 위하여 평균과 표준편차를 이용하여 임계값을 지정하였으며, 문자 인식 부분에서는 번호판 안의 문자를 글자 집합과 문자 집합으로 구분하여 각 집합에 해당되는 문자의 템플릿을 만들어 사용하였다. 이러한 방법은 이진화 과정에서 세밀한 이진 영상을 얻을 수 있는 반면에 문자에 대한 정보를 잃을 수 있으며, 인식 과정에서도 문자 매칭에서 잘못된 매칭과 문자의 형태에 따른 오인식이 발생할 수 있다.

## 4. 제안하는 번호판 인식 기술

### 4.1 번호판 영역 추출 과정

입력된 영상에서 번호판 영역을 추출하는 과정은 다음의 3단계로 이루어진다.

- (1) 번호판 후보 영역 선정
- (2) 후보 영역에 대한 검증
- (3) 번호판 테두리 제거 작업

#### 4.1.1 번호판 후보 영역 선정 과정

번호판 후보 영역 선정을 위해서 입력된 영상에서 일정 화소 간격으로 영상의 아래에서 위로 이동하며 검지라인의 에지를 구한다. 검지라인을 아래에서 위로 진행하면서 에지 마스크를 사용하는 것은 차량에 대한 영상에서 번호판은 일반적으로 차량의 아래쪽에 있으므로 번호판의 위치를 찾는데 있어서 검지하는데 걸리는 시간을 줄여 줄 수 있기 때문이다. 이때 검지라인의 간격은 번호판 내의 문자 길이를 초과하지 않는 범위 내에서 정한다. 그래야 번호판의 위치를 놓치지 않고 찾

을 수 있다. 에지 검출은 연산 마스크를 사용하여 세로 에지만을 검출하는데 이는 일반적으로 차량의 영상에서는 가로 에지보다 세로 에지들이 차량 번호판에 대한 정보를 더 많이 가지고 있기 때문이다. 검출된 에지는 범위별 변화를 고려하여 식 (1)을 이용하여 임계값을 구하고, 식 (2)를 이용하여 이진화시킨다.

$$P_m = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W P_i,$$

$$P_\sigma = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W |P_i - P_m|,$$

$$T = P_m + P_\sigma \quad (1)$$

$$B_i = \begin{cases} 1, & \text{if } P_i > T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad 1 \leq i \leq W \quad (2)$$

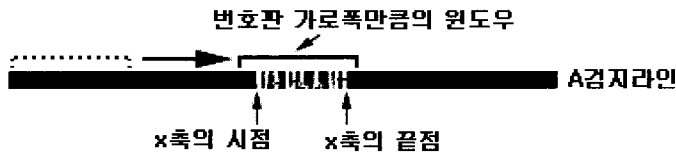
위 식에서 W는 영상의 가로 폭이고, P<sub>i</sub>는 현재의 화소값이고, P<sub>m</sub>과 P<sub>σ</sub>는 각각 화소값의 평균과 표준편차를 나타낸다.

이렇게 이진화된 검지라인에서 에지들에 대한 그룹화를 하고 에지의 폭이 번호판 문자의 최소 가로 폭을 만족시키는 것만 남겨두고 모두 제거해 준다. 이렇게 추출된 에지 라인에서 번호판 에지와 유사한 분포를 포함한 검지라인을 찾기 위해 에지의 개수가 일정 범위에 오는지를 검사한다. 이렇게 정한 이유는 번호판 하단부 세로 에지의 개수가 일정한 범위로 지정한 최소값과 최대값 사이에 와야 하기 때문이다. 개수 조건을 만족시킨 후에는 에지들 사이의 간격이 일정 범위 안에 들어오는지 확인하고 범위 조건까지 만족한 경우 그 부분을 후보영역 y축으로 결정한다. 범위 조건을 결정할 때는 번호판 내의 문자간의 간격이 가장 큰 것을 기준으로 정해준다.

그림 4의 A, B, C를 보면 A부분에서 번호판의 에지 간격과 유사한 분포를 보이는 것을 알 수 있다. 물론 번호판 외의 부분에서 유사한 에지 분포를 보일 수 있지만 그런 경우 후보 영역 검증 단계에서 구분될 수 있으므로 우선은 모두 후보영



〈그림 4〉 검지라인별 에지 분포



〈그림 5〉 x축 좌표를 찾는 과정

역으로 포함시키도록 한다.

후보영역의 y축 좌표를 찾은 후에는 정확한 검증을 위해서 x축 좌표를 결정하게 되는데 그림 5와 같이 번호판의 가로 폭 만큼의 window를 설정하여 검지라인의 좌에서 우로 이동하며 x축의 시작점과 x축의 끝점을 찾은 후 검증 단계로 이동한다.

#### 4.1.2 번호판 후보 영역 검증 과정

후보영역을 검증하는 이유는 차량 번호판 외의 부분에서도 유사한 에지 간격을 보일 수 있으므로 선택된 후보영역을 기준으로 상하로 이동하며 후보영역 검증을 해줌으로써 후보영역이 정확한지를 판단함과 동시에 번호판의 정확한 위치 좌표를 파악하기 위해서이다. 후보 영역을 검증하는 과정은 다음의 세 단계로 진행된다.

##### ① 번호판 하단부 검증

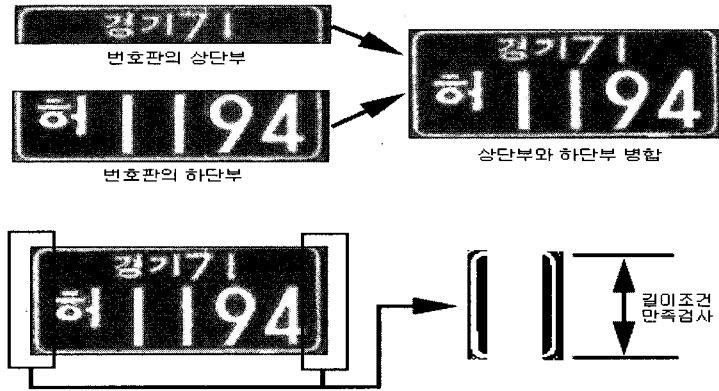
하단부를 먼저 검증하는 이유는 후보영역을 영상의 아래부터 에지 개수 임계값을 사용하여 검출했으므로 후보영역이 하단부에 포함되어 있다고 가정할 수 있기 때문이다.

##### ② 번호판 상단부 검증

하단부 검증을 통해 얻어진 하단부 상하 좌표를 기준으로 상단부의 위치를 추측하여 검증하게 된다.

##### ③ 번호판의 세로 경계라인 검증

번호판 영역으로 추측되는 위치의 좌측과 우측의 일정부분의 에지를 구하게 되면 그 부분이 번호판인 경우 그림 6과 같은 세로 직선형태의 에지가 나오는데 이 직선의 길이가 일정 범위 안에 들어오는지 확인하여 세로 경계 검증까지 마치게 되면 번호 판 위치를 잘못 판단해서 생길 수 있는 오인식을 줄일 수 있게 된다.



〈그림 6〉 번호판 세로 경계의 길이조건 검사과정

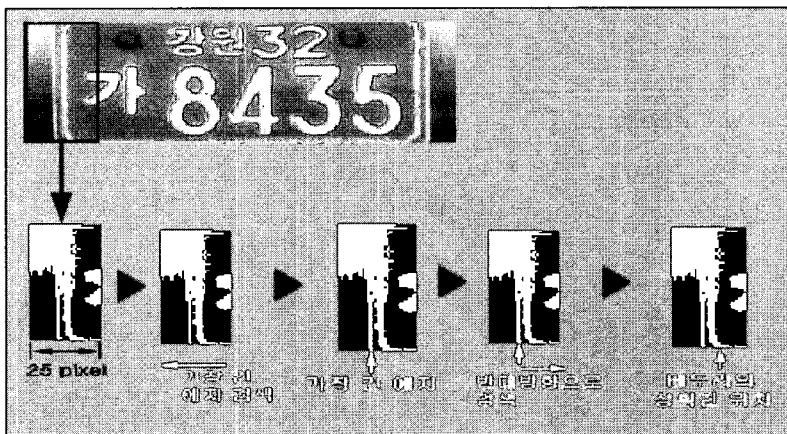
#### 4.1.3 번호판 테두리 제거 작업

번호판 영역이 결정되면 번호판 안에 있는 문자를 인식하는 단계로 진행되는데 그전에 지정된 영역 안에서 각 문자의 추출이 용이하도록 번호판의 테두리 부분을 정확히 판단해서 잘라내는 것이 중요하다. 실제로 번호판 영역 추출 알고리즘을 통해 추출된 번호판은 번호판 좌우로 약간씩 차량의 일부분이 들어가 있는데 이 부분을 정확히 제거하기 위해 그림 7과 같이 일정 화소만큼의 에지 영상을 구한 후 안에서 바깥으로 진행하며 가장 긴 에지를 찾고 그 위치에서 반대 방향으로 진행하며 에지가 없는 부분을 찾는다. 이렇게 찾아진

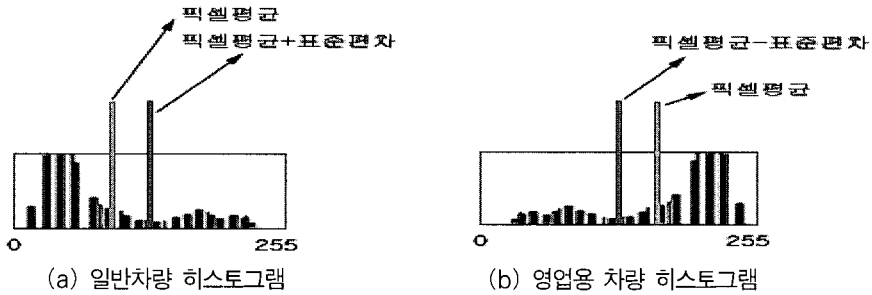
위치가 정확한 테두리 에지의 끝 부분이 된다. 이 방법을 번호판의 상·하좌우에 적용하면 테두리를 포함한 바깥부분의 정확한 제거가 가능하다.

#### 4.2 번호판 문자 인식 과정

번호판 영역을 추출한 후에는 일반 차량과 영업용 차량을 구분하고, 각 번호판에 대한 이진화 작업을 수행한다. 그런 후, 번호판의 종류에 따라 문자의 위치가 다르므로 번호판의 종류를 구분해 주어야 한다. 마지막으로 각 문자의 템플릿과의 매칭 작업을 수행한다.



〈그림 7〉 번호판 왼쪽 테두리 검색 과정



〈그림 8〉 일반차량과 영업용 차량 번호판 히스토그램

#### 4.2.1 일반 차량과 영업용 차량의 구분

일반 차량 번호판과 영업용 차량의 번호판을 구분하는 이유는 일반 차량 번호판은 문자부분이 배경 부분보다 밝고 영업용 차량의 번호판은 그 반대이기 때문에 이진화에 사용되는 임계값을 다르게 해야 하기 때문이다. 일반 차량과 영업용 차량의 구분을 위해서 번호판 하단부의 히스토그램을 구하는데 상단부분을 히스토그램에서 제외한 이유는 번호판 나사 주변에 그림자가 많기 때문에 잡음의 요소가 되는 경우가 많기 때문이다. 임계값은 아래의 식 (3)을 이용하여 구한다.

$$B[i, j] = \begin{cases} 1, & \text{if } I[i, j] \geq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$$

여기서 임계값  $T$ 는 일반 차량일 경우는  $T = \mu + \sigma$ 이고, 영업용 차량일 경우는  $T = \mu - \sigma$ 이다.  $\mu$ 와  $\sigma$  값은 각각 화소값의 평균과 표준편차를 나타내며, 식 (4), 식 (5)와 같이 구한다.

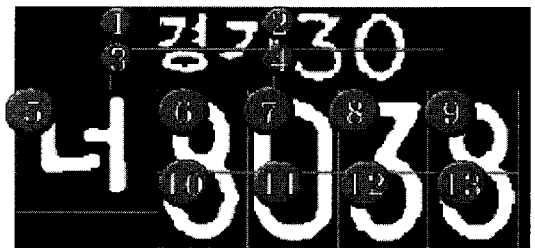
$$\mu = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n I[i, j], \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |I[i, j] - \mu|. \quad (5)$$

그림 8은 일반 차량과 영업용 차량의 히스토그램 분포와 위의 식을 이용하여 구해진 임계값을 보여준다.

#### 4.2.2 번호판의 이진화 작업

일반 차량 번호판과 영업용 차량 번호판 구분과 정에서 구해진 임계값을 이용해 번호판을 이진화할 수 있지만 그렇게 했을 때 외부 환경에 의한 영향으로 이진화가 제대로 되지 않는 경우가 발생한다. 특히 그림자가 있는 번호판의 경우 잘못 이진화되는 경우가 발생하기 때문에 그림 9와 같이 번호판을 여러 지역으로 분할하여 각 지역별 임계값을 계산한다.



〈그림 9〉 번호판의 지역별 구분

지역별 이진화는 지역에 따라 다른 알고리즘을 적용한다. 먼저 지역 번호 ①-⑤는 식 (3)-식 (5)를 이용한다. 이 지역은 글자와 작은 숫자 부분이 있는 지역으로서 서로 구분이 될 수 있는 임계값을 이용한다. 지역 번호 ⑥-⑬ 지역은 아래 식 (6)의 임계값을 이용하여 이진화를 한다.

$$T = \frac{T_m + T_s}{2} \quad (6)$$

여기서  $T_m$ 은 평균과 표준편차를 이용한 임계값이고,  $T_s$ 는 SIS 알고리즘[14]을 이용한 임계값이다.

#### 4.2.3 종류별 번호판 구분

위의 방법으로 얻어진 이진 영상으로부터 다음 단계에서 진행될 문자 인식을 하기 위하여 번호판을 4가지 형태-오래된 번호판, 요즘 번호판, 새로운 번호판, 특장 차량 번호판-로 분류한다. 새로운 번호판 및 특장 차량의 구분은 번호판 하단부에 있는 흰색 객체 수를 비교하여 구분하고, 오래된 번호판과 요즘 번호판은 상단부에 있는 흰색 객체 수를 가지고 구분한다. 이렇게 차량을 분류하는 이유는 각 번호판이 사용하는 글씨체가 다르기 때문에 서로 다른 템플릿을 사용하기 위함이고, 이렇게 했을 때 문자 인식시 발생할 수 있는 오인식을 줄일 수 있다.

#### 4.2.4 문자 인식 방법

문자 인식 계산에 있어서는 비교된 템플릿들과의 거리차를 계산하여 각 템플릿과 문자의 Normal Factor(NF)를 계산한다. 각 템플릿의 NF 값이 가장 큰 값을 문자의 글자로 인식한다. 각 템플릿들은 글자 모양의 중심 부분에 가중치를 더 두어서 비슷한 글자들에 대한 에러를 줄일 수 있도록 한다. 아래의 식 (7)은 NF를 구하는 관계식이다.

$$NF = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n T_{i,j} \cdot M_{i,j}}{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n T_{i,j}} \quad (7)$$

식 (7)에서  $T_{i,j}$ 는 각 템플릿의 가중치를 나타내고,  $M_{i,j}$ 는 비교할 문자의 이진화 영상이다. NF의 값은  $0 \leq NF \leq 1$ 의 범위를 갖는다.

이진화된 번호판의 위치 정보를 이용하여 각 위치에 해당되는 문자와 템플릿의 거리차를 비교하는데 있어서 지역정보에 해당되는 문자는 두 글자를 하나의 템플릿으로 계산한다. 그러한 이유는 서

로 다르게 하였을 경우 앞의 글자와 뒤의 글자가 다르게 인식되어 맞지 않는 지역이 나올 수 있기 때문이다. 예를 들어, 앞의 글자는 '인'으로 인식되고 뒤의 글자는 '원'으로 인식된다면 지역어름이 '인원'이 되므로 오류가 발생한다.

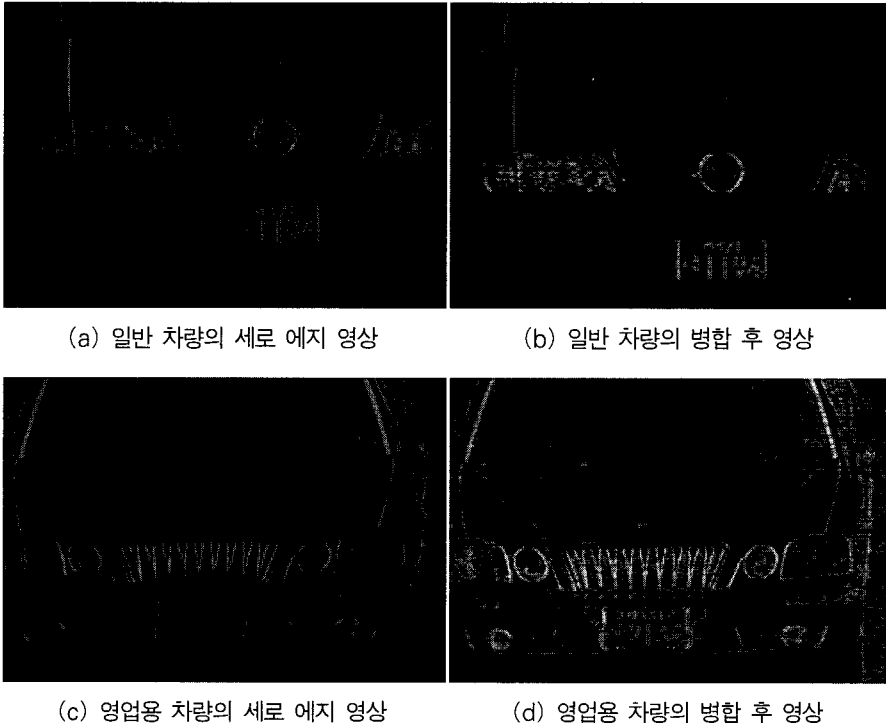
## 5. 실험 결과

차량 번호판 인식 시스템에서 실험한 차량 영상은 이동식 속도위반 차량 검지 시스템을 기준으로 하기 때문에 실제의 도로 위에서 같은 높이와 거리에서 촬영한 영상을 실험 데이터로 사용하였다. 현재의 이동식 속도위반 검지 시스템은 일정한 위치의 도로 위에 카메라를 설치하고 레이저를 이용하여 속도위반한 차량을 검지하면 그 차량을 촬영하여 녹음해 두었다가 나중에 다시 그 영상을 인식하는 단계를 거친다. 본 연구에서 실험한 촬영된 영상은 차량의 위에 카메라를 설치할 수 있게 하여 속도를 위반한 차량을 촬영하고, 실시간으로 차량의 번호판을 인식하는 시스템이다. 카메라를 얹은 차량은 일정한 위치에서 정차하고 있으며 촬영이 다 끝나면 다른 곳으로 이동할 수 있는 이동식 형태를 갖춘다. 이러한 형태의 이동식 속도위반 차량 검지 시스템은 현재의 이동식 속도위반 차량 검지 시스템과 비교하면 매우 좋은 성능을 보여 줄 수 있는 형태이다.

촬영한 영상은 1300×1030의 크기를 가지며, 도로에서 촬영한 150개의 영상을 가지고 실험하였다. 그 중에서 4개의 영상은 비정상적인 차량으로 판독되어 유효한 차량 영상의 수는 146개의 영상이다. 비정상적인 영상이란 사람의 눈으로 번호판의 문자나 숫자를 구분하기 어려운 번호판을 가진 차량을 일컫는다. 따라서 이러한 번호판을 인식률을 계산할 때 제외시킨다. 시스템은 Pentium IV 2.0G를 기준으로 처리 시간을 계산하였다.

차량 번호판 영상에서 아래에서 위로, 좌에서 우로 5 화소의 간격으로 스캔하면서 에지연산을 수행하였고, 에지연산을 통하여 얻어진 영상은 각





〈그림 10〉 에지 연산한 영상과 병합한 결과

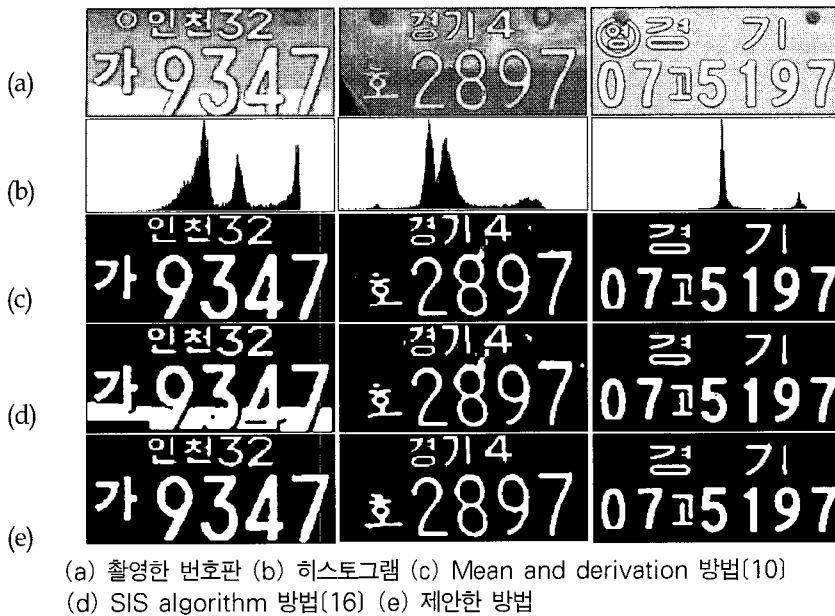
에지들의 병합연산을 수행해서 그 안에 있는 에지의 개수를 이용하여 번호판 후보 영역을 결정한다. 각 차량에 대한 에지영상과 에지들을 병합한 결과는 그림 10과 같다.

일차적인 과정을 통하여 번호판 영역이 검출되지 않은 경우에는 영상의 선명도를 높이고 잡음을 제거하기 위하여 high-pass filter를 적용하고, 잡음제거 연산을 수행하였다. 이러한 과정을 거쳐서 다시 번호판 영역을 찾는 과정을 수행한다.

번호판 영역이 확정되면 다른 영역은 제외하고 번호판 영역만을 취득한다. 번호판이 기울어진 경우에는 affine 변환을 수행하여 정확한 위치에 오도록 한다. 실험 결과 번호판이 15° 기울기를 가질 경우에도 제대로 위치를 보정할 수 있다. 번호판 영역 추출 과정에서 얻은 차량 번호판의 크기는 240×120의 크기로 변환하여 문자 인식 과정에 사용하였으며, 이진화 영상을 만들기 위하여 히스

토그램과 차종별 정보를 바탕으로 차종 구분 및 이진화 영상을 얻었다. 본 논문에서 제안한 이진화 방법을 이용하여 얻은 결과를 그 전의 다른 방법을 이용하여 이진화시킨 결과를 비교하면 그림 11과 같다. 그림 11에서 보면 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 이진화 결과가 기존에 사용하였던 이진화 방법과 비교하여 더 좋은 결과를 나타낸다는 것을 알 수 있다. 이어한 좋은 이진화 결과는 문자를 인식하는데도 좋은 결과를 가져오게 한다.

이렇게 얻은 이진화 영상에서 다시 히스토그램 정보와 문자의 위치 정보를 이용하여 문자를 찾아내고 각 템플릿과 비교한다. 각 템플릿과의 Normal Factor 값을 계산하여 NF의 가장 큰 값이 68% 이상이 나오고 다른 템플릿과의 NF 값을 비교하여 4% 이상의 값이 나오는 템플릿을 인식하는 문자로 간주하였으며, 문자 인식까지의 처리시간이 0.7초를 초과하는 번호판은 인식을 할 수 없다고



〈그림 11〉 차량 번호판의 이진화 영상

인정하여 인식 불가능으로 처리하였다.

실험을 통해서 인식한 차량의 경우에는 실시간으로 번호판을 인식하기 위하여 영상 하나에 걸리는 처리시간의 기준이 있어야 한다. 이러한 시간을 0.7초로 잡은 이유는 본 연구에서 인식하는 시스템은 이동식 속도위반 검지기의 경우로서 고정식과 다르게 카메라의 위치가 차량의 높이와 거의 비슷하다. 따라서 두 대의 차량이 거의 붙어서 지나가는 경우에는 뒷 차량의 번호판은 앞 차량에 의하여 가려지게 된다. 즉, 빠른 시간내에 두 대의 차량은 구분하기 어려운 것이 사실이다. 이러한 환경하에서 어느 정도의 간격을 두고 차량이 지나간다고 가정하고 모든 차량을 검지할 수 있는 시간을 정하였다. 실제적인 실험에서는 정확히 인식된 차량 번호판은 대부분이 0.5초 내에 인식되는 것으로 나타났다. 그러나 0.7초로 제한한 까닭은 그 시간 내에 인식을 한다고 하여도 실시간으로 수행하는데 있어서 문제가 발생하지 않을 뿐 아니라 인식률을 좀 더 높일 수 있게 하기 위해서이다. 카메라가 초당 2개의 영상을 촬영한다고 가정하고

차량이 시속 150km로 달릴 경우 차량 길이를 포함한 두 차간의 간격이 20m일 경우에 두 대의 차량은 별도로 촬영될 수 있으며, 정해진 시간 내에 번호판을 인식할 수 있다.

전체 150개의 번호판을 테스트한 결과 비정상적인 번호판으로 판정된 것은 4개이며, 인식할 수 있다고 판단한 146개의 영상 중에서 정확히 번호판을 인식한 영상은 132개로써 90.4%의 인식률을 나타냈다. 번호판을 인식하지 못한 경우는 모두 인식 불가능한 번호판으로 판별이 되어서 오인식률은 0%로 나왔다. 실험에 사용하기 위해 촬영한 영상에서 차종에 대한 분류와 실험 결과가 표 1과 표 2에 나타나 있다.

〈표 1〉 실험에 사용한 차량 영상의 차종 분류잘못된 계산식

차종	일반 차량	영업용 차량	화물차	특장차	전체
대수	98	27	20	5	150

〈표 2〉 차량 번호판 인식 결과

전체 차량 영상 수	인식 가능한 차량의 수	인식한 차량의 수	오인식한 차량의 수	인식률	오인식률
150	146	132	0	90.4%	0%

## 6. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 ITS 분야에서 차량의 정보를 하는데 가장 근본이 되는 차량 번호판 인식을 위한 새로운 기법에 대하여 소개하였다. 본 논문에서 소개한 차량 번호판 인식 시스템은 이동식 형태의 CCD 카메라에서 촬영한 차량 영상을 실시간에 인식할 수 있는 시스템으로서 입력된 영상 안에서 차량 번호판의 위치를 찾고 그 안에 있는 번호판의 글자를 인식한다. 차량 번호판 인식 시스템은 영상획득, 번호판 영역추출, 이진화 과정, 문자영역 분할, 문자인식 등의 5가지 부분으로 구성되어 있는데, 각 단계들의 성능에 따라 최종 인식을 결과에 직접적인 영향을 준다. 따라서 영상획득에 있어서도 고해상도의 영상을 얻을 수 있는 카메라를 사용하였으며, 실제 상황에서 사용할 수 있는 시스템을 개발하기 위하여 유사한 환경에서 샘플 영상들을 촬영하여 실험에 응용하였다.

번호판 영역추출 방법에서는 가능한 많은 후보 영역 검증과정을 거치도록 하여 잡음에 의한 오인식을 줄였고, 문자 영역 분할을 위한 이진화 방법 역시 지역별 이진화 작업을 통하여 번호판 내에 생길 수 있는 잡음을 최소화시켰다. 문자 인식 단계의 오인식을 줄이기 위하여 가중치법을 적용했고, 오인식에 대비하여 오인식 판단 알고리즘을 적용하였다. 차량 번호판 인식 시스템을 개발하는 과정에서 어려웠던 부분은 번호판 안의 글자와 폰트가 일정치 않은 경우가 많았으며, 특히 특장차의 경우에는 매우 다양한 형태가 존재하고 있고, 색상이나 번호판의 위치도 다양하다는 점이였다. 또한 훼손된 차량 번호판의 경우에는 위치를 찾는 데 많은 시간이 필요하여 실시간 인식에 방해를 하는 요인이 되기도 한다.

본 논문에서 제안한 기법을 사용한 차량 번호판 시스템은 고정식 및 이동식 속도위반 단속 시스템, 톨게이트 무정차 차량 인식, 도난차량 추적 시스템, 주차관리 시스템, 신호위반 감지 시스템 등의 ITS 여러 분야에 적용할 수 있다. 좀 더 완벽

한 인식과 효율성을 높이기 위해서는 외국인 차량 및 군용차량 등 다양한 형태의 차량 종류에 대한 인식 또한 포함되어야 하며, 인식률을 더욱 향상시킬 수 있는 알고리즘이 개발되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] R. M. Inigo, "Application of machine vision to traffic monitoring and control", *IEEE Trans. Vehicular Technology*, Vol. 38, No.3, Aug. 1989, pp112-122.
- [2] N. Hoose, "IMPACTS: An image analysis tool for motorway surveillance", *Traffic Eng. and Control*, Mar. 1992, pp140- 147.
- [3] 이인, 이승우, 오해석, "컬러결 분할을 사용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과 학회 가을 학술발표논문집, Vol. 24, No. 2, 1997, pp459-462.
- [4] 김갑기, 김광인, 김항준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 26, No. 2, 1999, pp 476-478.
- [5] 이철희, 배익성, 차의영, "적응성 신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과 학회 가을 학술발표논문집, Vol. 24, No. 2, 1997, pp451-454.
- [6] 조보호, 정성환, "특정 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", 정보처리학회논문 집, 1999년 6월.
- [7] P. Comelli, P. Ferragina, M.N. Granieri, and F. Stabile, "Optical Recognition of Motor Vehicle License Plate", *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, Vol. 44, No. 4, Nov. 1995, pp790-799.
- [8] N. A. Khan, R. J. Haye, and H. A. Hegt, "A License Plate Recognition System", *SPIE Conf. on Applications of Digital*

- Image Processing XXI, SPIE Vol. 3460, San Diego, USA, Jul. 1998, pp14-24.
- [9] 이응주, 석영수, “명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호판 인식”, 정보처리학회논문지 제9-B권 제3호, 2002년 6월, pp369-374.
- [10] M. Yu and Y. D. Kim, “An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching”, 2000 IEEE Int. Conf. on System, Man and Cybernetics, Vol. 4, 2000. 10., pp2975-2980.
- [11] Y. Dai, H. Ma, J. Liu, and L. Li, “A High Performance License Plate Recognition System Based on the Web Technique”, 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Conf. Proc., Oakland, USA, Aug. 2001, pp325-329.
- [12] 박진우, “자동차 번호판 인식에 관한 연구”, 경상대학교 대학원 제어계측공학과 석사논문, 2000. 2.
- [13] 전병태, 윤호섭, “신호처리 기법을 이용한 차량번호판 추출방법”, 전자공학회논문집 제 30권 7호, pp728-737, 1993. 7.
- [14] 자동차 등록번호표 등의 제식에 관한 고시 <건설부 교통부고시 제 1995-370호>
- [15] M. Wang, Y. Mo, and J. Ma, “Applied method of license plate binarization based on histogram analysis”, Proc. of SPIE Vol. 4552 : Image Matching and Analysis, 2001, pp213-218.
- [16] J. Kitter, J. Illingworth, and J. Foglein, “Threshold selection based on a simple image statistic”, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, vol.30, 1985, pp 125-147.

## ● 저 자 소 개 ●



### 장 재 건 (Jae Khun Chang)

1985년 한양대학교 건축학과 졸업(학사)

1989년 New Jersey Institute of Technology 컴퓨터정보학과 졸업(석사)

1997년 University of South Carolina, 컴퓨터학과 졸업(박사)

1997~현재 한신대학교 컴퓨터학과 교수

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, ITS, 컴퓨터그래픽스

E-mail : jchang@hs.ac.kr