

# 다단계 영상처리 기법을 이용한 차량번호판 추출방법

안운기\*, 장재건\*\*

\*한신대학교 컴퓨터정보학과

\*\*한신대학교 컴퓨터학과

e-mail : awkonly@hanshin.ac.kr

## Vehicle License Plate Extraction using Multi-level Image Processing Methods

Woon-ki Ahn\*, Jae-Khun Chang\*\*

\*Dept. of Computer and Information Science, Hanshin University

\*\*Dept. of Computer Science, Hanshin University

### 요 약

자동차 번호판 인식 시스템은 영상획득, 번호판추출, 전처리(이진화), 문자영역 분할, 문자인식 등의 5 가지 핵심 부분으로 구성된다. 따라서 자동차 번호판 인식 시스템의 최종 인식율은 각 단계의 성능에 따라 직접적인 영향을 받는다. 본 논문은 영상처리 기법을 이용하여 영상에서 번호판 영역을 추출을 위한 연구로 문자인식 단계에서 높은 인식율을 확보할 수 있도록 빠른 연산속도와 추출 정확성을 높일 수 있는 알고리즘을 제안한다.

### 1. 서론

현대의 교통상황은 지속적으로 증가하는 차량에 의하여 발생하는 여러 가지의 문제점들을 처리해줄 수 있는 지능형교통시스템(ITS : Intelligent Transportation System)을 필요로 한다. 이러한 지능형교통시스템은 차량의 흐름을 파악하고, 과속차량 및 도난차량을 인식할 수 있는 시스템을 요구한다.

차량에 대한 정보는 각 차량이 고유하게 갖고 있는 차량 번호판에 의하여 알 수 있다. 자동차 번호판 인식(CLPR : Car License Plate Recognition)은 영상을 기반으로 하는 교통시스템에 있어서는 자동차의 정보를 알 수 있는 가장 필수적인 부분이다. 따라서 이에 대한 연구는 여러 가지의 형태로 이루어지고 있다.

입력영상으로 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 추출하는 기술이다. 이러한 기술은 일반적으로 영상에 대한 전처리 과정을 여러번 거쳐서 진행되기도 하며[4], 신

경망을 이용하여 처리하기도 한다[1, 5]. 두 번째는 번호판에서 문자를 인식하는 방법이다. 이 방법도 신경망을 이용하는 경우[8]와 패턴 인식을 사용하는 방법[9, 10]이 있다. 실제적인 영상을 이용하여 차량 번호판을 인식하는 과정은 위의 두 가지를 모두 합쳐서 진행된다[3, 11].

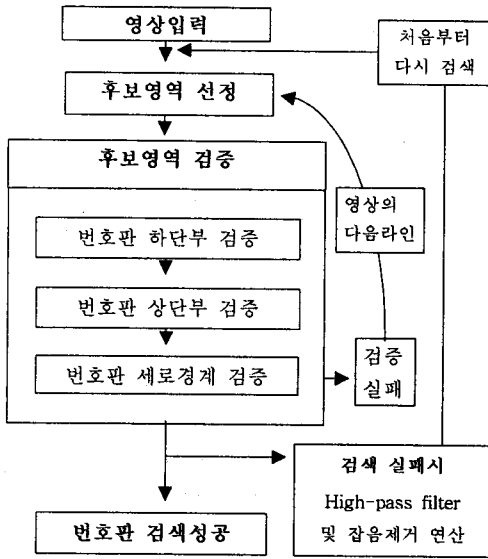
번호판 영역을 찾는 연구에 있어서는 신경망을 이용한 방법[5]과 컬러 영상에서 번호판 영역의 컬러를 이용하여 영역을 판별하는 방법[4]이 있다. 이러한 방법과 비교하여 원래의 영상에서 경계선 영상과 히스토그램을 이용한 신호처리식 방식[2, 7]을 사용하여 영역을 탐지하는 연구도 이루어지고 있다.

본 논문에서는 입력되는 차량의 영상에서 기존의 경계선과 히스토그램을 이용한 방법을 기본으로 차량 번호판을 추출하는 새로운 방법을 제안한다.

서론에 이어 2장에서는 새로이 제안하는 번호판 추출 방법을 서술하고, 3장에서는 그 방법을 이용하여 나온 실험 결과를 보여준다. 마지막으로 4장에서는 결론과 함께 앞으로 진행될 연구 계획에 대하여 기술한다.

2. 차량 번호판 추출방법

본 논문에서 제안하는 차량 번호판 영역 추출 과정은 3단계로 이루어지는데 번호판 영역일 수 있는 후보영역을 찾은 후 그 후보영역이 번호판 영역이 맞는지 검증하여 번호판 영역일 경우 보다 정확한 번호판 문자 인식을 위해 번호판 테두리 제거작업을 하게 된다. 만약 검증 실패를 하게되면 다음 후보영역을 찾아서 검증과정을 반복하게 된다. 영상을 모두 검색했는데도 번호판 영역 검출이 안된 경우 영상의 질이 떨어지는 것으로 간주하여 High-pass filter 및 잡음제거 연산을 영상 전체에 적용하여 다시 위의 과정을 반복하게 된다. 번호판 추출을 위한 전체 순서도는 <그림 2.1>과 같다.



<그림 2.1> 번호판 영역 추출 전체 순서도

2.1. 번호판 후보 영역 선정 단계

입력된 차량 영상에서 번호판 영역이라 추측되는 부분을 번호판 후보 영역으로 찾는 단계다. 후보영역 선정을 위해서 일정 픽셀 간격으로 영상의 밑에서 위로 이동하며 검지라인의 에지를 구한다. 이때 검지라인의 간격은 번호판 내의 문자 길이를 초과하지 않는 범위 내에서 정한다. 본 논문에서는 그 간격을 5 pixel로 정하였다. 대부분의 번호판은 영상의 하단부에 존재하므로 밑에서부터 연산하는 것이 시간을 절약할 수 있고, 또 모든 라인을 연산하는 것이 아니라 일정 간격으로 검지라인을 설정하는 것 역시 연산 시간을 절약하기 위해서다.

에지 검출은 연산 마스크를 사용하여 세로 에지

만을 검출하는데 이는 일반적으로 차량의 영상에서는 가로 에지보다 세로 에지들이 차량 번호판에 대한 정보를 더 많이 가지고 있기 때문이다.

검출된 에지는 (식 2.1)을 이용하여 임계값 T를 구하고, (식 2.2)를 이용하여 이진화시킨다. 여기서 W는 영상의 가로 폭이고, P는 픽셀 값이다[14].

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

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

$$T = P_m + P_o \tag{식 2.1}$$

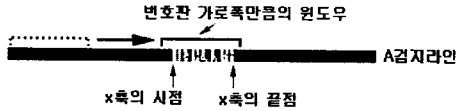
$$B_i = \begin{cases} 1, & \text{if } P_i > T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad 1 \leq i \leq W \tag{식 2.2}$$

이렇게 이진화된 검지라인을 merge연산하여 같은 에지에 속하는 것들을 하나로 합하고 잡음 제거를 위해서 merge된 에지의 폭이 번호판 문자의 최소 가로 폭을 만족시키는 것만 남겨두고 모두 제거해준다. 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. 개수조건을 만족한다면 다음으로 에지 간의 간격이 일정 범위 안에 들어오는지 확인하고 범위조건까지 만족한 경우 그 부분을 후보영역 y축으로 결정한다. 범위 조건을 결정할 때는 번호판 내의 문자간의 간격이 가장 큰 것을 기준으로 정해준다. <그림 2.2>의 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 경우엔 후보 영역 검증 단계에서 걸러질 수 있으므로 우선은 모두 후보영역으로 포함시키도록 한다.



<그림 2.2> 검지라인별 에지 분포

후보영역의 y축 좌표를 찾은 후에는 정확한 검증을 위해서 x축 좌표를 결정하게 되는데 <그림 2.3>과 같이 번호판의 가로폭 만큼의 window를 설정하여 검지라인의 좌에서 우로 이동하며 x축의 시작점과 x축의 끝점을 찾은 후 검증단계로 이동한다.



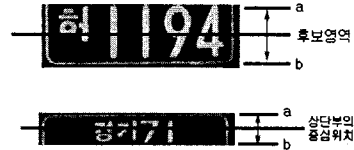
<그림 2.3> x축 좌표를 찾는 과정

## 2.2. 후보 영역 검증 단계

후보영역을 검증하는 이유는 차량 번호판 외의 부분에서도 유사한 에지 간격을 보일 수 있으므로 선택된 후보영역을 기준으로 상·하로 이동하며 후보영역 검증을 해줌으로써 후보영역이 정확한 지를 판단함과 동시에 번호판의 정확한 위치 좌표를 파악하기 위해서이다. 후보 영역을 검증하는 과정은 세 부분으로 나누어 진행된다. 첫 번째는 번호판 하단부 검증인데 하단부를 먼저 검증하는 이유는 후보영역을 번호판 하단부 에지 개수 임계값을 사용하여 검출했으므로 후보영역이 하단부에 포함되어 있다고 가정할 수 있기 때문이다. 두 번째는 상단부 검증과정인데 하단부 검증을 통해 얻어진 하단부 상·하 좌표를 기준으로 상단부의 위치를 추측하여 검증하게 된다. 마지막으로 번호판의 세로 경계라인 검증을 하여 번호판 영역 검증의 정확성을 높이는 단계이다. 특히 세로 경계라인 검증단계에서 차량 번호판 추출의 오인식을 많이 줄일 수 있는데 차량 영상에서 기울어지지 않은 세로 직선의 형태로 나올 수 있는 부분은 번호판 영역 외에 나타나기 힘들기 때문이다.

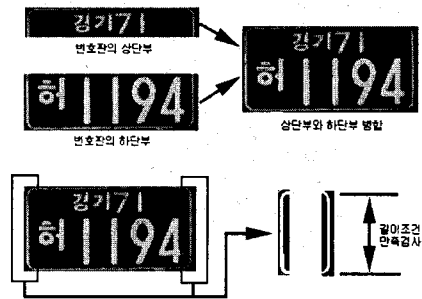
후보영역의 검증을 위하여 후보영역 선정 시에 결정된 x축 좌표와 y축 좌표를 기준으로 상·하로 번호판 높이만큼의 세로 에지를 구하여 이진화하게 되는데 후보영역 선정시와 마찬가지로 (식 2.1)과 (식 2.2)를 이용한다. 이렇게 구해진 에지를 merge연산하고 잡음 제거 연산을 하게 되는데 번호판 하단부와 상단부의 문자폭이 다르므로 잡음에 대한 임계값을 다르게 주어야 한다. 또 에지 개수조건 검사 역시 하단부와 상단부는 다르게 주어 검증해 주어야 한다. 후보영역을 기준으로 에지 개수조건을 만족하는 지점의 상·하의 끝점을 찾게되면 정확한 번호판 영역을 찾아낼 수 있다. 또 이렇게 번호판의 하단부

와 상단부의 차이점을 이용해 검증해주게 되면 번호판 이외의 후보영역을 삭제시킬 수 있다. <그림 2.4>에서 a와 b의 위치가 하단부와 상단부 검증을 통해서 구해진 번호판의 상·하 좌표이다[2].



<그림 2.4> 하단부 및 상단부 검증과정

이렇게 구해진 하단부와 상단부 좌표를 병합하여 세로경계 검증을 하게 된다. 번호판 영역으로 추측되는 위치의 좌측과 우측의 일정부분의 에지를 구하게 되면 그 부분이 번호판인 경우 <그림 2.5>와 같은 세로 직선형태의 에지가 나오는데 이 직선의 길이가 일정 범위 안에 들어오는지 확인하여 세로 경계 검증까지 마치게 되면 오인식을 최대한 줄일 수 있게 된다.



<그림 2.5> 번호판 세로 경계의 길이조건 검사과정

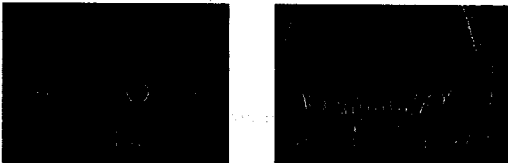
## 3. 실험결과

### 3.1. 실험 환경 및 실험 영상

본 논문에서 실험한 차량 영상은 고정식 속도측정기 등의 응용을 위해서 실제 상황과 비슷하도록 도로 위 육교에서 지나가는 차량을 촬영하였다. 촬영한 영상은 grayscale로 1300 × 1030 크기를 가지며, 112개의 도로에서 촬영한 영상과 정차된 특장차를 촬영한 2개의 영상을 포함하여 총 114개의 영상을 가지고 실험하였다. 그 중에서 4개의 영상은 비정상적인 차량으로 판독되어 유효한 차량 영상의 수는 110개의 영상이다. 시스템은 Pentium IV 2.0G를 기준으로 처리 시간을 계산하였다.

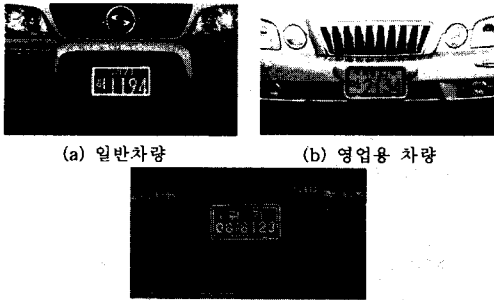
### 3.2. 번호판 영역 검색 결과

차량 번호판 영상에서 아래에서 위로, 좌에서 우로 5 pixel의 간격으로 scan하면서 에지 연산을 수행하고 merge 연산을 수행한다. 이렇게 해서 그 안에 있는 에지의 개수를 이용하여 번호판 후보 영역을 결정한다. 각 차량에 대한 에지들을 merge한 결과는 <그림 3.1>와 같다.



(a) 일반 차량의 Merge 후 영상 (b) 영업 차량의 Merge 후 영상  
<그림 3.1> 에지 연산 후 Merge한 결과

입력된 차량의 영상에서 번호판의 위치를 찾아 영역을 표시한 결과는 <그림 3.2>에 나타나 있다.



(a) 일반차량 (b) 영업용 차량

(c) 특정차량

<그림 3.2> 번호판 영역을 찾은 차량 영상의 결과

전체 영상을 실험해본 결과 91.8%의 인식율이 나왔고 번호판의 영역을 잘못 찾은 경우는 하나도 없었다. 처리 시간은 평균 0.36초, 최대 2.03초 최소 0.17초였다.

<표 1> 전체 영상 실험결과

전체 실험영상	110개
번호판을 찾은영상	101개
번호판을 못찾은 영상	9개
번호판을 잘못찾은 영상	0개
인식율	91.8%
오인식율	0%

### 4. 결론

본 논문에서는 ITS 분야에서 차량의 정보를 알 수 있는 가장 근본적인 연구인 차량 번호판 인식 시스템 중 번호판 영역 추출 부분을 개발하였다. 본

논문에서 제안한 알고리즘은 CCD 카메라에서 촬영한 차량 영상을 실시간에 인식할 수 있는 시스템을 목표로 구현되었다. 또 여러 검증단계를 통해 인식의 정확성을 높일 수 있었다.

향후 연구 과제로는 다양한 기후 및 시간변화에 따른 영상을 촬영하여 환경변화에 따른 인식율의 차이를 분석하고 개선하여 환경변화에 효과적으로 적용할 수 있는 시스템 개발에 대한 연구가 진행될 계획이다.

### 참고문헌

- [1] 김갑기, 김광인, 김항준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 26, No. 2, 1999, pp 476-478.
- [2] 박진우, "자동차 번호판 인식에 관한 연구", 경상대학교 대학원 제어계측공학과 석사논문, 2000. 2.
- [3] 이용주, 석영수, "명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호판 인식", 정보처리학회논문지 제9-B권 제3호, 2002년 6월, pp 369-374.
- [4] 이인, 이승우, 오해석, "컬러결 분할을 사용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 24, No. 2, 1997, pp 459-462.
- [5] 이철희, 배익성, 차의영, "적응성 신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 24, No. 2, 1997, pp 451-454.
- [6] 자동차 등록번호표 등의 제식에 관한 고시 <건설부 교통부고시 제1995-370호>
- [7] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 이용한 차량 번호판 추출방법", 전자공학회논문집 제 30권 7호, 1993. 7, pp 728-737.
- [8] 조보호, 정성환, "특정 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", 정보처리학회논문집, 1999년 6월.
- [9] 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, pp 790-799.
- [10] 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, pp 14-24.
- [11] 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., pp 2975-2980.