

# 차량 번호판의 영역 추출 및 문자 분할에 관한 연구

권숙연<sup>†</sup>, 이화진<sup>\*\*</sup>, 전병환<sup>†</sup>

<sup>†</sup>공주대학교 전자계산학과

<sup>\*\*</sup>가락중학교

e-mail : bhjun@knu.kongju.ac.kr

## The Extraction of Car License Plates and the Separation of Characters

Sook Youn Kwon<sup>†</sup>, Hwa Jin Lee<sup>\*\*</sup>, Byung Hwan Jun<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Dept. of Computer Science, Kongju National University

<sup>\*\*</sup>Karak Middle School

### 요약

교통 법규 위반 단속이나 주차 관리를 위한 차량 번호판 인식 시스템을 구현하기 위해서는 크게 차량 번호판 추출, 문자 분할, 문자 인식의 세 부분으로 이루어진다. 본 논문에서는 차량 번호판 인식 시스템의 구현을 위해 번호판 영역의 색상정보를 이용하여 차량 번호판을 추출하는 방법을 제안하고, 번호판 영역 문자들의 사진 정보와 색상성분을 사용하여 정확하게 번호판 문자 분할을 하는 방법을 제안한다. 자가용과 영업용 차량 영상을 주간/야간 및 정면/후면으로 나누어 다양하게 취득하여 실험한 결과, 94.6%의 번호판 추출률과 86.8%의 문자분할률을 얻었다.

### 1.서론

경제의 발전과 더불어 생활의 편의를 증시하게 되면서 차량의 수는 급속하게 증가되었고, 이에 의해 생활의 편의를 저해하는 다른 문제들이 발생하고 있다. 따라서 주차관리 자동화, 교통 법규 위반 차량 단속, 통행료 자동 징수, 범죄 차량 수배 등의 여러 교통 관련 문제들을 효과적으로 해결하기 위한 연구들이 진행되고 있는데, 차량 번호판 인식은 이를 위해 필수적인 연구이다. 차량 번호판 인식 시스템은 크게 차량 번호판 추출, 문자 분할, 문자 인식의 세 부분으로 이루어진다. 본 논문에서는 차량 번호판 인식 시스템 중 차량 번호판 추출 및 문자 분할에 관한 방법을 제안하고자 한다.

차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 방법은 소벨 연산에 의한 에지 추출 방법, 허프 변환에 의한 추출 방법[1], 명암 벡터를 이용한 방법[2,3,4], 주파수의 변화를 이용하는 방법[5], 신경망을 이용한 방법[6,7], 신호처리 기법을 이용한 방법[8] 등 여러 가지가 있다. 소벨 연산이나 허프 변환을 통해 번호판의 테두리를 추출하는 경우, 수평·수직 라인 검출에 효과적이거나 실시간 처리가 곤란하다는 단점이 있고, 명암 벡터를 이용하는 경우는 처리 시간은 빠르고 크기와 주변 환경에 영향을 별로 받지 않지만 수직·수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오인식한다는 단점을 가지고 있다. 최근 들어, 색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출방법[9,10,11]이 많이 연구되고 있는데, 이 방법은 그레이 영상을 이용하는 방법의 단점을 보완하고 정보의 손실을 줄이며, 정확한 추출을 할 수 있다는 장점을 지닌다.

본 연구에서는 차량 영상에서 번호판 영역이 차종에 따라 일정한 색상을 가지고 있다는 특성을 이용하여,

※ 본 논문은 한국과학재단 지정 지역협력 연구센터인 공주대학교 자원재활용 신소재 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

색상 정보를 복합적으로 이용한 차량 번호판 영역의 추출 방법을 제안하였다.[12]

차량 번호판의 추출 후, 문자 분할을 하는 기존의 연구 방법으로는 신호처리기법을 응용한 방법[8]과 실시간 차량 번호판 인식 시스템 개발에 관한 연구[13] 등이 있다. 이러한 기존 연구에서는 명암차에 의하여 숫자 부분의 경계를 검출하는 방법이나 경계선 검출을 이용하는 방법이 주를 이루며, 문자 크기에 대한 사전 정보나 문자의 경계선에 크게 의존하기 때문에 번호판 내의 잡음이 있거나 훼손된 번호판의 경우에는 정확한 문자 분할이 어렵다.

본 연구에서는, 번호판 내의 문자는 번호판에 관한 규정에 의해, 일정한 위치에 자리하게 되며, 각 문자들은 상대적인 위치 정보를 가지고 있다는 사전 정보와 색상 성분을 사용하여 정확하게 번호판 문자 분할을 하는 방법을 제안한다.

## 2. 색상 정보를 이용한 번호판 영역 추출

### 2.1 복합 색상 정보의 이용

HSI(H:hue, S:saturation, I:intensity)의 색상 성분(H)은 유사 녹색을 제거하는 데는 효과적이거나 강한 빛에는 색상의 혼동이 심하다는 단점을 가지고 있다. YIQ(Y:luminosity, I:in-phase, Q:quadrature)의 색상 성분(Q)은 빛의 세기에 덜 민감하고 색상에만 반응한다는 장점이 있으나 유사 녹색의 분별력이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 특징에 의해, 본 연구에서는 HSI의 H성분 또는 YIQ의 Q성분을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하는 방법에 비해, H성분과 Q성분을 결합하여 추출하는 방법이 보다 주변 환경의 영향을 덜 받는 것으로 나타났다.[12]

### 2.2 번호판 영역 추출

번호판 영역을 추출하는 과정은 [그림 1]과 같다. 첫째, 차량 원영상에 대해 BMP 정보로부터 RGB 값을 추출한다. 둘째, 일정한 간격으로 라인별 이동을 하면서 추출된 RGB 값을 HSI와 YIQ로 변환하여 H 성분과 Q 성분을 추출하고 각 성분을 0 ~ 255 구간으로 정규화한 후, 번호판 색상 추출 실험에 의해 설정된 최적의 색상 구간으로 라인별 이진화한다. 셋째, 이진화된 영상에 대해 수평 프로젝션을 실시하고, 각 영상에 따른 적응적인 임계값을 사용하여 라인 결합함으로써 세로 후보 구간들을 추출한다. 넷째, 각각의 세로 후보에 대하여 일정 간격으로 수직 라인을 탐색하고, 수직 프로젝션 후, 적응적인 라인 결합에 의하여 가로 후보 구간들을 추출함으로써 번호판 영역이 추출된다.

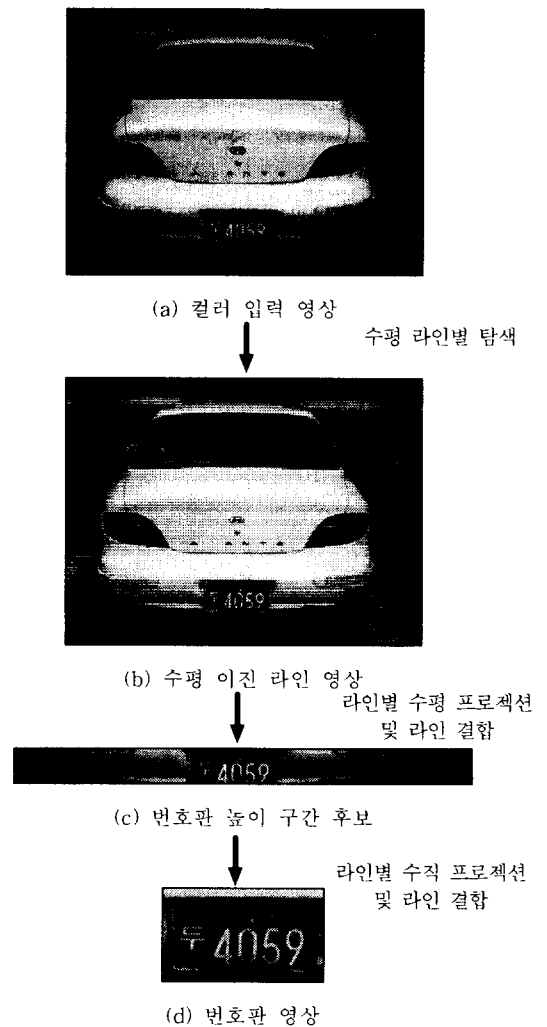
끝으로, 설정된 번호판 후보 영역들의 순위를 정하기 위해 식 (1)의  $\delta$ 값을 이용하여 추출률을 계산한다.

$$\delta = \frac{|P_a \cap P_e|}{|P_e|} \quad (1)$$

$P_a$  : 실제 번호판 영역

$P_e$  : 추출된 번호판 영역

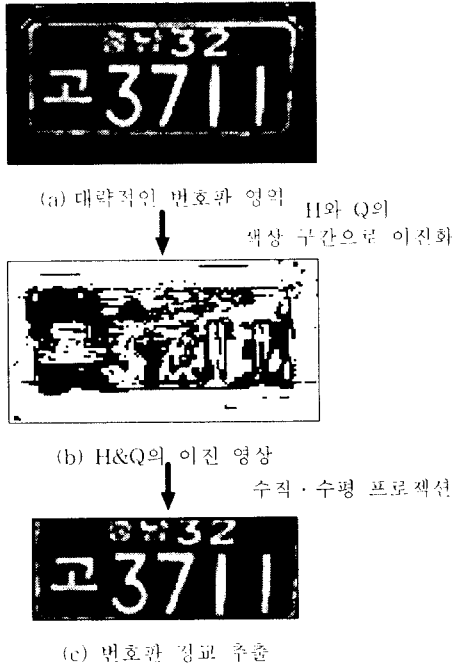
즉,  $P_e$ (추출된 번호판 영역)가 최대인 후보 중  $\delta$  값이 최대인 후보를 번호판 영상으로 추출한다.



[그림 1] 번호판 영역 추출 과정의 예

### 2.3 번호판 정교 추출

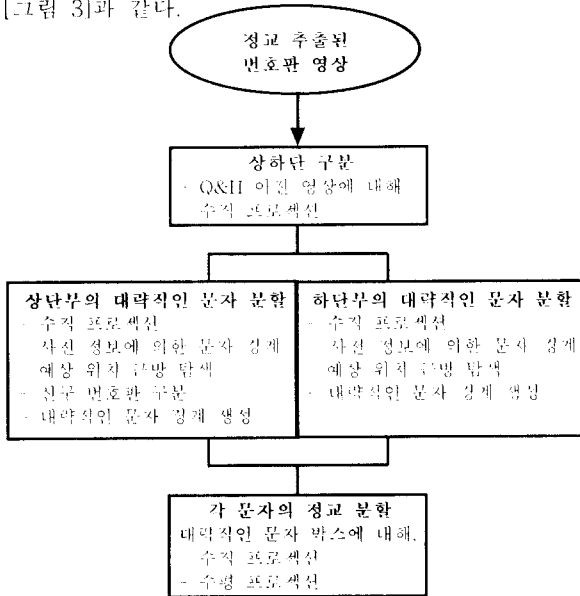
색상 정보에 의해 번호판을 충분히 포함하도록 추출된 영상에 대하여 H 성분과 Q 성분의 최적 색상 구간으로 영상의 전체를 이진화한다. 이진화된 영상에 대해 수직·수평 프로젝션을 통해, 번호판 영상을 [그림 2]와 같이 정교하게 추출한다.



[그림 2] 번호판 정교 추출 과정의 예

### 3. 문자 분할

본 논문에서는 시간 절약과 정확한 추출을 위하여 문자 분할을 하는데 사진 정보에 의한 위치를 문자 경계로 예상하여 그 근방을 탐색하여 대략적으로 문자 분할을 한 후, 대략적으로 분할된 각각의 문자 박스에 대하여 정교하게 분할하는 작업을 거쳐 문자를 포함하는 최소의 문자 박스를 생성한다. 문자분할의 과정은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 번호판 정교 추출 과정의 예

### 3.1 문자의 대략적인 경계 분할

정교 추출된 이진 번호판 영상에서 번호판의 상하단 경계를 포함하는 일정 범위에 대하여 수평 프로젝션을 한다. 검사 범위 내에서 프로젝션된 픽셀이 최소가 되는 라인을 상하단을 구분하는 경계로 설정한다.

나뉘어진 상단부와 하단부에 대하여 각각 수직 프로젝션을 실시하고, 번호판 규격에 의한 문자 위치 정보에 따라 경계의 예상 위치를 설정한다. 각 문자 사이의 예상 경계 위치를 기준으로 일정 범위를 탐색하여 문자 사이의 실제 경계를 찾음으로써 문자의 대략적인 경계 분할을 한다.

번호판 상단부의 차량 용도를 나타내는 숫자 부분은 번호판 규정의 개정 전에는 1자리 숫자로, 개정 후의 번호판은 2자리 숫자로 되어 있다. 따라서 상단부의 전체 문자 영역 길이와 번호판의 폭을 비교하여 지역 번호가 1자리인 경우와 2자리인 경우로 구분하도록 한다.

이렇게 대략적인 경계 분할을 통하여, 번호판 상부의 경우에는 신·구 번호판 종류에 따라 3개 ~4개의 문자 박스가, 하부의 경우 5개의 문자 박스가 생성된다.

### 3.2 문자의 정교 분할

이렇게 대략적인 문자 분할에 의하여 생성된 각각의 작은 문자 영역 박스에 대하여, 문자 박스 경계의 좌우로 일정 구간을 탐색하며 각 문자의 좌우 경계를 찾음으로써 문자의 좌우 정교 분할을 실시한다. 좌우 정교 분할에 의해 축소된 문자 박스의 위아래로 일정 구간을 탐색하며 수평 프로젝션을 하여 문자의 상하 경계를 검출한다. 이에 의해 상하좌우에 대하여 문자의 정교 분할이 완성된다. 즉, 각 문자를 포함하는 최소의 문자 박스가 추출된다.

정교 분할 시, 대략적인 분할에 의한 문자 박스 각각에 대해 상하 좌우 경계를 설정하기 때문에 번호판이 기울어진 경우에도 정확한 문자 분할을 할 수 있다.

## 4. 실험 환경 및 결과

### 4.1 실험 환경

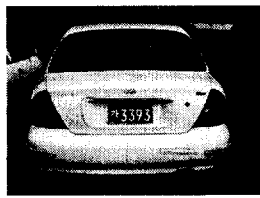
본 논문에서는 차량 번호판 색상의 주류를 이루는 녹색 바탕에 백색 문자의 자가용 번호판과 황색 바탕에 남색 문자의 영업용 번호판(택시)으로 실험 영상을 제한하였다. 그 중에서도 영업용 번호판은 자가용 번호판의 크기와 동일한 택시 영상으로 제한하였다.

번호판 영상은 자가용 영상 28장과 영업용 영상 28장을 사용하였는데, 이 영상들은 주간/야간 및 정면/후면으로 나누어 다양하게 취득하였다. 영상 데이터의 크기는 640×480 화소 크기이며, 배경 및 조명의 제한이 없는 다양한 시간대의 영상을 대상으로 한다. 또한 차량이 영상에 충분히 포함되도록 차량 주변의 배경을 포함하는 영상을 사용하였다.

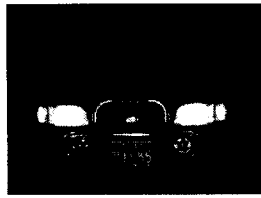
실험을 위해 Pentium MMX 200MHz PC, 디지털 카메라를 이용하였고, Visual C++ 6.0으로 알고리즘을 구현하였다. [그림 4]는 본 실험에 사용된 영상 데이터의 예이다.



(a) 자가용 영상(주간/정면)



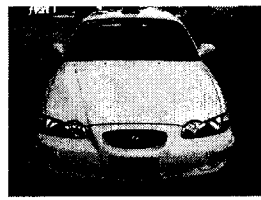
(b) 자가용 영상(주간/후면)



(c) 자가용 영상(야간/정면)



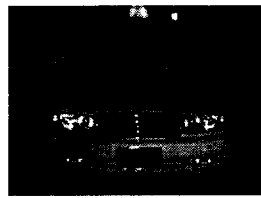
(d) 자가용 영상(야간/후면)



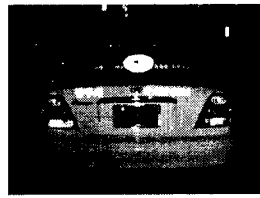
(e) 영업용 영상(주간/정면)



(f) 영업용 영상(주간/후면)



(g) 영업용 영상(야간/정면)



(h) 영업용 영상(야간/후면)

[그림 4] 실험에 사용된 다양한 환경의 영상 데이터

## 4.2 실험 결과

번호판 색상의 최적구간을 실험한 결과 자가용 영상의 경우는 H 성분이 90 ~ 130, Q 성분은 100 ~ 130,

영업용 영상의 경우는 H 성분이 20 ~ 50, Q 성분은 90 ~ 130 구간에서  $\alpha$ 의 기울기가 급격히 변화한다. 따라서, 이들 구간에서 번호판 영역의 색상 정보를 가장 많이 포함하는 최적 구간을 설정하기 위해, 상한 경계치( $\theta_{Up}$ )와 하한 경계치( $\theta_{Down}$ )의 조합에 의한 식 (1)의  $\gamma$ 값을 조사한다. 그 결과 자가용 영상의 경우, H 성분은 97 ~ 127, Q 성분은 100 ~ 123, 영업용 영상의 경우는, H 성분이 26 ~ 46, Q 성분이 110 ~ 122 구간에서 번호판 색상을 표현하는 최적 구간으로 나타났다.[12]

### 4.2.1 번호판 영역 추출 결과

실험 영상 56장에 대해 추출물을 비교한 결과, 두 색상 성분의 결합방식은 각각의 단점을 보완하므로 빛이나 주변 환경의 영향에 민감하게 반응하지 않기 때문에 단일 색상 성분을 사용한 경우보다 향상된 추출물을 보였다. 표 1은 실험 영상에 대한 추출물로서 전체 실험 영상 데이터 중 번호판을 제대로 추출한 영상의 개수를 나타낸다.

표 1. 실험에 의해 추출된 번호판의 개수

			H&Q	H	Q
자가용 (28)	주간 (14)	전면(7)	7	5	6
		후면(7)	6	4	2
	야간 (14)	전면(7)	7	1	7
		후면(7)	6	0	6
영업용 (28)	주간 (14)	전면(7)	7	7	6
		후면(7)	7	4	5
	야간 (14)	전면(7)	6	4	7
		후면(7)	7	5	7
추출률(%)			94.6%	53.6%	82.1%



(a) H & Q 적용



(b) H 적용



(c) Q 적용

[그림 5] 자가용 주간 영상의 번호판 추출 예



(a) H & Q 적용



(b) H 적용



(c) Q 적용

[그림 6] 자가용 야간 영상의 번호판 추출 예



(a) H & Q 적용 (b) H 적용 (c) Q 적용  
[그림 7] 영업용 주간 영상의 번호판 추출 예



(a) H & Q 적용 (b) H 적용 (c) Q 적용  
[그림 8] 영업용 야간 영상의 번호판 추출 예

그림 5-8은 H성분과 Q성분을 결합한 경우, H성분만 사용한 경우, Q성분만 사용한 경우 각각에 대하여 추출된 자가용과 영업용 주간/야간의 번호판 영상이다. [그림 5]은 자가용 주간 영상으로 (c) 영상은 주변 환경이 반사된 그릴 부분을 Q 성분이 번호판으로 판단하여 오추출한 경우이다. 즉 빛의 강한 반사에 의해 색상 성분의 분별력이 저하된 요인이다. [그림 6]의 자가용 야간 영상은 앞면 헤드라이트 빛의 영향으로 H 성분이 번호판을 추출하지 못한 경우이다. [그림 8]의 영업용 야간 영상은 번호판과 차량색이 동일한 영상으로 H 성분에 의해서는 헤드라이트 부분의 조명에 의해 번호판을 잘못 추출하였지만, Q 성분의 경우에는 최적 색상 구간에 의해 번호판을 정확히 추출하였다. 또한 H 성분과 Q 성분을 결합한 경우에는 번호판의 일부를 손실한 부분 영상을 추출하였다. 이와 같이 단일 색상 성분에 의해서는 제대로 추출하지 못하는 경우라도 H 성분과 Q 성분을 결합한 경우에는 번호판을 정확하게 추출한다는 것을 알 수 있다.

#### 4.2.2 문자 분할 결과

총 56개의 실험 영상 중 번호판 추출에 성공한 53개의 영상에 대해 문자 분할을 실시한 결과 46개의 영상의 문자 분할이 성공하였다.

문자 분할 결과를 상단부와 하단부 각각에 대해 나누어 살펴보면, 상단의 경우는 53개 영상 중 46개가 성공하였고, 하단의 경우는 53개 중 50개가 성공하였다. 상단부 문자보다 하단부 문자가 크기 때문에 하단의 문자 분할이 더 정확하게 이루어진다. 번호판 1가지 영역 단위에 대해 문자 분할 결과를 살펴보면 다음과 같다. 상단부의 경우, 관할관청 기호는 53개 중 49개, 차종기호는 53개 중 47개가 정확히 분할되었다. 하단부의 경우, 용도별 문자는 53개 중 50개, 일련번호는 53개 중 51개의 분할이 성공하였다.

표2는 번호판의 문자 분할 결과이다.

표2. 번호판이 추출된 53개 영상에 대해 정분할된 번호판 개수

영역		문자 분할률 (문자 분할에 성공한 번호판 수/ 총 번호판 수)		
번호판 전체영역	상 단 부	관할관청	92.5% (49/53)	86.8% (46/53)
		차종기호	88.7% (47/53)	
	하 단 부	용도별문자	94.3% (50/53)	94.3% (50/53)
		일련번호	96.2% (51/53)	
				86.8% (46/53)

분할이 제대로 이루어지지 않는 경우는 번호판에 빛이 강하게 반사되어 색상을 제대로 추출하지 못하거나, 번호판에 훼손이 있어 색상 정보를 잃어버린 경우이다. 번호판이 훼손되거나 불량한 경우라도, 정교 추출된 번호판 영상에서 색상 정보의 손실이 심하지 않은 경우에는 추출이 정확하게 이루어졌다.

## 5. 결론

본 논문에서는 차량 번호판 인식 시스템의 구현을 위해 번호판 영역의 복합 색상 정보를 이용하여 차량 번호판을 추출하고 문자를 분할하는 방법을 제안하였다.

차량번호판의 최적색상구간을 이용한 라인별 탐색을 통해 번호판의 색상 정보 처리 시간을 단축하면서 단일 색상 정보를 사용한 경우와 H 성분과 Q 성분을 결합한 경우로 나누어 번호판 후보 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역의 결과, 두 색상 성분(H와 Q)을 결합한 경우가 H나 Q만 사용한 경우에 비해 번호판 추출률에서 보다 높은 결과를 보였다. 또한 이 방식은 주·야간에 관계없는 성능을 보였다.

추출된 번호판 영상에 대하여 수평 프로젝션에 의하여 번호판의 상·하단부를 나누고, 상·하단부 각각에 대하여 수직 프로젝션에 의하여 각 문자를 대략적으로 분할한 후, 분할된 문자 박스 각각에 대해 수직·수평 프로젝션을 실시하여 정교한 문자 박스를 생성하였다. 그 결과 전체 문자에 대해서는 86.8%의 정교 분할률을 보였으며, 하단부의 큰 문자는 94.3%로 상단부의 작은 문자에 비해 높은 분할률을 보였다.

향후 연구 과제로는 중복되는 번호판 후보와 잘못 추출된 후보 수를 줄이는 방법과 문자 분할이 완성된 영상에 대하여 각각의 문자 박스 내에서 문자를 인식하는 연구가 뒤따라야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 최형진, 오영환, “피라미드구조와 하프변환을 이용한 차량번호판 추출방법,” 정보과학회논문집 제14권, 제1호, pp.312-315, 1987.
- [2] 노도훈, 김혜지, 양광주, 이응주, “수평 및 수직 명암도 변화값을 이용한 차량번호판 추출,” 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제6권, 제2호, pp.54-58, 1999.
- [3] 임은경, 김광백, “Thresholding을 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구,” 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권, 제2호, pp.1345-1348, 1999
- [4] 조희정, 허남숙, 양황규, 김광백, “그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구,” 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권, 제2호, pp.1353-1356, 1999.
- [5] 박성욱, 황운주, 박종욱, “DCT를 이용한 차량번호판 추출 및 문자 영역 분리에 관한 연구,” 대한전자공학회논문지, 제36권, 제1호, pp.73-81, 1999.
- [6] 김갑기, 김광인, 김항준, “신경망을 이용한 자동차 번호판 추출,” 제26회 한국정보과학회 논문지, pp.476-478, 1999.
- [7] 이학찬, 경보현, 전호상, 남궁재찬, “BP와 Correlation을 이용한 자동차 번호판 영역 제한 및 추출에 관한 연구,” 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제6권, 제2호, pp.87-90, 1999.
- [8] 전병태, 윤호섭, “신호처리기법을 이용한 차량번호판 추출 방법”, 대한전자공학회 논문지(B), 제30권, 제7호, pp.92-101, 1993
- [9] 이운석, 김희승, “HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출,” 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 제26권, 제2호, pp.524-526, 1999.
- [10] 김홍수, 김은이, 김항준, “제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출,” 한국정보과학회 추계학술발표논문집(B), 제26권, 제1호, pp.567-569, 1999.
- [11] 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, “칼라 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구,” 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권, 제2호, pp.1349-1352, 1999.
- [12] 이화진, 박형철, 전병환, “색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출,” 제 14회 산·학·연 멀티미디어산업기술 학술대회 학술논문집, pp.315-319, 1999.
- [13] 신동필, 심광호, 안승연, 전병태, 권오형, 윤호섭, 유장희, “실시간 차량 번호판 인식 시스템 개발에 관한 연구”, 제1회 인공지능/신경망 및 퍼지시스템 종합학술대회, pp.223-228, 1991.