

HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출

이 화 진[†] · 박 형 철^{††} · 전 병 환^{†††}

요 약

본 논문은 자가용과 영업용 차량의 컬러 영상에서 번호판 영역을 찾는 방법에 대한 연구이다. 번호판 영역 추출을 위해 차량 영상에서 번호판 영역은 차종에 따라 일정한 색상을 가지고 있다는 특징을 이용하였다. 본 논문에서는 단일 색상 정보에만 의존하지 않고, HSI 컬러모델의 색상 성분 H와 YIQ 컬러 모델의 색상 성분 Q를 결합하는 방식을 제안한다. 또한 처리 과정의 효율성을 높이기 위하여 입력 영상 전체를 처리하지 않고, 수평 라인별 탐색을 통해 번호판의 높이 구간을 찾도록 한다. H 성분과 Q 성분을 각각 사용한 경우와 두 색상 성분을 결합하여 추출한 경우를 비교 실험한 결과, H 성분에만 의존한 경우는 53.6%, Q 성분에만 의존한 경우는 82.1%, 결합 색상 성분에 의한 경우에는 94.6%의 추출률을 보였다.

The Extraction of Car-Licence Plates using Combined Color Information of HSI and YIQ

Hwa-Jin Lee[†] · Hyung-Chul Park^{††} · Byung-Hwan Jun^{†††}

ABSTRACT

This paper describes a method that extracts the region of car-licence plates in color images of private and commercial cars. To extract car-licence plates, we use the feature that car-licence plate regions have regular colors according to the kinds of cars. In this paper, we propose the method that combines H component of HSI color model and Q component of YIQ color model. To improve efficiency of the process, we explore lines in a car image by a regular interval in a bottom-up style. As a result, the extraction rates by only H-component, only by Q-component, and by combined H and Q, are 53.6%, 82.1%, and 94.6% respectively.

1. 서 론

경제의 발전과 더불어 생활의 편의를 중시하게 되면서 차량의 수는 급속하게 증가되었고, 이에 의해 생활의 편의를 저해하는 다른 문제들이 발생하고 있다. 따라서 주차관리 자동화, 교통 법규 위반 차량 단속, 통

행료 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 번호판 추출, 문자 분할, 문자 인식의 세 부분으로 구성된다. 본 논문에서는 이 중 차량 번호판 추출에 관한 방법을 제안하고자 한다.

차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 기존의 연구 방법에는 소벨 연산에 의한 에지 추출 방법[1, 2], 허프 변환에 의한 추출 방법[3-5], 명암 백터를 이용한 방법

* 본 논문은 한국과학재단 지정 지역협력 연구센터인 공주대학교 자원재활용 신소재 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음
† 준 회원 : 서울가락중학교 교사
†† 준 회원 : (주)에코솔루션 연구원
††† 통신회원 : 공주대학교 정보통신공학부 교수
논문접수 : 2000년 1월 31일, 심사완료 : 2000년 11월 14일

등이 있다[6-13]. 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 오인식 한다는 단점을 가지고 있다. 최근 들어 컬러 영상의 획득 및 처리가 쉬워지면서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출 방법[14-16]이 많이 연구되고 있는데, 이 방법은 그레이 영상을 이용하는 방법의 단점을 보완하고 정보의 손실을 줄이며, 정확한 추출을 할 수 있다는 장점을 지닌다.

본 논문에서는 차량 영상에서 번호판 영역이 차종에 따라 일정한 색상을 가지고 있다는 특성을 이용하여, 색상 정보를 복합적으로 이용한 차량 번호판 영역의 추출 방법을 제안한다. 이러한 차량 번호판 영역 추출에 대한 기존 방법과 본 논문에서 제안한 방법의 특성을 <표 1>과 같이 비교하여 설명한다.

<표 1> 차량 번호판 추출 방법의 특성비교

	추출 방법	특성
기 존 방 법	소벨연산[1-2]과 허프변환[3-5]에 의한 추출	- 수직·수평 라인 검출에 효과적 - 실시간 처리 어려움 - 긴 처리과정 내에서 특징 정보 손실
	명암벡터에 의한 추출[6-13]	- 빠른 처리시간 - 크기와 환경에 영향을 받지 않음 - 수직·수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오추출
	단일 색상 정보에 의한 추출[14-16]	- 빠른 처리 시간 - 번호판과 유사한 색상이나 주변 밝기에 따라 추출률 변화가 심함
제안 방법	복합 색상 정보에 의한 추출	- 번호판과 유사한 색상이나 주변 밝기에 따른 영향을 받지 않음

2. 차량 번호판 영역의 특성

우리 나라의 차량 번호판은 다음과 같은 공통적인 특성을 가지고 있으므로, 이를 차량 번호판 영역의 추출을 위한 휴리스틱 정보로 이용한다.

- ① 번호판 영역의 색상과 문자색은 차량의 용도에 따라 다르다.

즉, 자가용의 경우는 녹색 바탕에 흰색 글자, 영업용은 노란 바탕에 남색 글자로 구성된다.

- ② 번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상은 뚜렷하게 구분된다.
- ③ 번호판 영역의 가로 대 세로의 비는 약 2 : 1이다
- ④ 번호판은 주로 차량의 중앙에서 하단부 사이에 위치한다.
- ⑤ 번호판은 상단부의 관할관청기호와 차종기호, 하단부의 용도별 문자와 네 자리 일련번호로 구성 되어 있다.

3. 색상 정보를 이용한 번호판 영역 추출

3.1 색상 정보의 이용

본 논문에서는 RGB 컬러 모델을 HSI 컬러 모델과 YIQ 컬러 모델로 변환하여 결합된 색상 정보를 이용하는 방법을 사용한다[17, 18].

RGB 컬러 공간은 서로 가산될 수 있는 삼원색인 빨강(red), 초록(green), 그리고 파랑(blue)으로 구성되며, 이들 컬러의 분광 요소들이 부가적으로 복합되어 결과적인 컬러를 만들어낸다. 이러한 RGB 모델에서는 색상 정보가 빨강, 초록, 파랑의 세 성분으로 구분되어 나타나는 반면, HSI 모델은 H성분만을 이용하여 색상을 표현할 수 있다. 그리고 YIQ 모델은 I와 Q성분이 모두 색상을 표현하지만, 차량번호판의 경우에는 Q성분에 의해 더 잘 표현되므로 YIQ에서는 색상 성분 Q를 이용한다. 따라서, HSI 모델과 YIQ 모델이 차량번호판 영역의 색상구간을 결정하는데 보다 편리하다.

HSI 컬러 모델은 색상(Hue), 채도(Saturation) 그리고 명도(Intensity)라는 세 가지 특성들이 컬러를 설명하는 데 사용되는 모델이다. HSI는 원뿔 모양의 좌표계로 모형화 되어 있다. 즉, 하나의 원뿔 밑에 또 하나의 원뿔이 뒤집어져 있는 이중 원뿔모형을 통해 HSI 모델을 표현한다. 이 모델에서 색상(H)은 0°에서 360°의 범위를 가진 각도로 표현되고, 채도(S)는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당되며, 명도(I)는 세로축에 해당하는데 0일 때에는 검정색을, 1일 때에는 흰색을 나타낸다. 다음은 RGB 공간에서 HSI의 H성분을 얻기 위한 식이다.

$$H = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2} \times \{(R-G) + (R-B)\}}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \quad (1)$$

만약 $B/I > G/I$ 인 경우에는 $H = 360^\circ - H$ 으로 값을 대신한다.

YIQ 컬러 모델은 Y(luminosity : 광도), I(in-phase : 오렌지색(orange)~청록색(cyan) 색상 정보를 포함), Q (quadrature : 녹색(green)~자홍색(magenta) 색상 정보를 포함)로 구성되며 TV 전송에 주로 사용되는 컬러 모델이다. 다음 식에 의해 RGB 공간에서 YIQ 공간의 Q 성분을 추출할 수 있다.

$$Q = 0.212 \times R + -0.523 \times G + 0.311 \times B \quad (2)$$

HSI의 색상 성분(H)은 유사 녹색을 제거하는 데는 효과적이거나 강한 빛에는 색상의 혼동이 심하다는 단점을 가지고 있다. YIQ의 두 색상 성분 I와 Q에 대하여, 자가용 번호판의 바탕색인 녹색은 I 성분보다는 Q 성분에 의해 더 효율적으로 찾아지므로 YIQ 컬러 모델의 경우 색상 성분 Q를 이용하는데 이 성분은 빛의 세기에 덜 민감하고 색상에만 반응한다는 장점이 있으나 유사 녹색의 분별력이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 특징에 의해, 본 논문에서는 두 성분의 단점을 보완하고 장점을 취하기 위하여 H 성분과 Q 성분을 논리적인 AND로 결합하여 번호판 색상을 추출하는 방법을 제안한다.

두 성분의 결합 방식의 타당성 검증은 위하여 각 성분을 따로 이용하는 경우와 두 성분을 결합하여 사용하는 경우를 비교 실험한다. <표 2>는 색상 정보의 특성을 비교한 것이다.

<표 2> 색상 정보의 특성

	HSI	YIQ	Q&H
성분	- H(hue) : 색상 - S(saturation) : 채도 - I(intensity) : 명도	- Y(luminosity) : 광도 - I(in-phase) : 색상 - Q(quadrature) : 색상	H성분과 Q성분을 논리적인 AND로 결합
특성	[장점] 유사 녹색 제거에 효과적 [단점] 강하거나 약한 조명에서 색상 혼동이 심함	[장점] 빛의 세기에 덜 민감 [단점] 유사 녹색 분별력 떨어짐	두 성분의 장점을 취함

3.2 번호판 색상 추출

H 성분은 구간 $0^\circ \sim 360^\circ$ 의 값으로 표현되고, Q 성분은 구간 $-133.11 \sim 133.11$ 의 값으로 표현되므로, 본 논문에서는 이들 구간을 0~255로 정규화하여 사용한다.

번호판 영역의 색상 정보를 추출하기 위해 다음과 같은 식 (3)을 사용한다.

$$\alpha = \frac{|S_f \cap S_a|}{|S_a|} \quad \beta = \left(1 - \frac{|S_f \cap S_a^c|}{|S_a^c|} \right) \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{\alpha + \beta}{2}$$

S_f : 색상정보만으로 추출된 번호판 영역

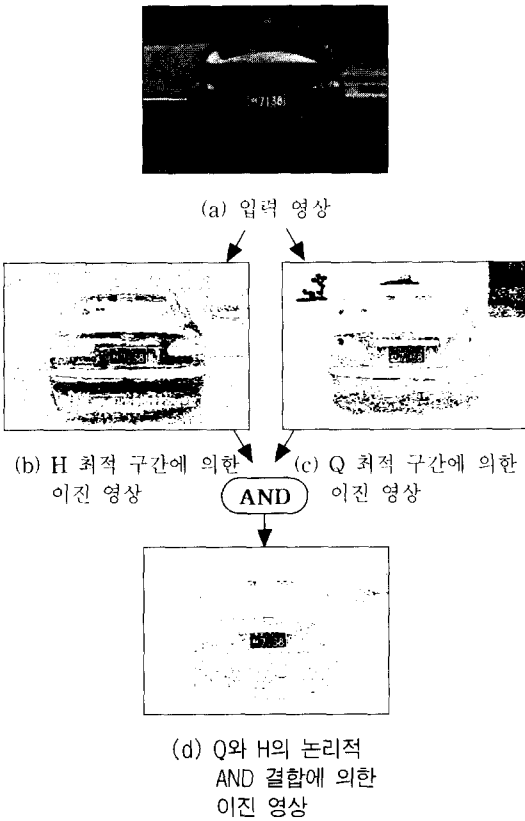
S_a : 실제 번호판 영역

S_f 는 H성분과 Q성분으로 추출된 번호판 영역이고, S_a 는 수작업으로 작성한 실제번호판 영역이며, α 는 실제 번호판 영역 중에서 번호판이라고 찾아진 영역의 비율이고, β 는 번호판 이외의 영역에서 번호판 영역이 아니라고 찾은 영역의 비율이다. γ 는 번호판 추출의 정확도를 의미한다.

번호판 색상을 나타내는 H 성분과 Q 성분의 색상 구간을 찾기 위한 과정은 다음과 같다. 첫째, 차량 원영상에서 실제 번호판 영역과 나머지 영역을 구분하는 이진 영상을 수작업으로 작성한다. 둘째, H 성분과 Q 성분 각각에 대해, 임계치를 변화시키면서 차량 원영상의 이진화 영상을 생성하고 식 (3)의 α 값을 측정한다. 셋째, α 는 번호판 색상을 많이 표현하는 부분에서 기울기가 급격히 변화하므로, 이 구간 내의 임의의 두 값을 상한 임계치와 하한 임계치로 조합하여 식 (3)의 γ 값이 최대가 되는 구간을 각 색상 성분의 최적 번호판 색상 구간으로 설정한다.

다음 (그림 1)은 각 성분의 최적 색상 구간에 의해 이진화된 영상의 예이다.

(그림 1)의 컬러 입력 영상 (a)에 대하여, H 성분의 최적 구간에 의해 이진화된 영상 (b)를 보면 빛의 영향에 의해 차량의 일부분을 번호판 색상이라고 추출한 반면, 차량 뒷 배경의 나무와 문과 같은 유사한 녹색은 효과적으로 제거함을 볼 수 있다. Q 성분의 최적 구간에 의해 이진화된 영상 (c)는, 빛의 영향에는 덜 민감하므로, 차량에서는 번호판 부분을 정확히 찾고 있으나, 유사 녹색의 분별력이 떨어지기 때문에 주변의 나무와 문의 색상을 번호판 색이라고 찾고 있다. 두 성분을 논리적 AND로 결합한 경우는 영상 (d)에서와 같이 번호판 영역만 뚜렷하게 추출하고 있음을 확인할 수 있다.



(그림 1) 색상 성분에 의한 이진 영상의 예

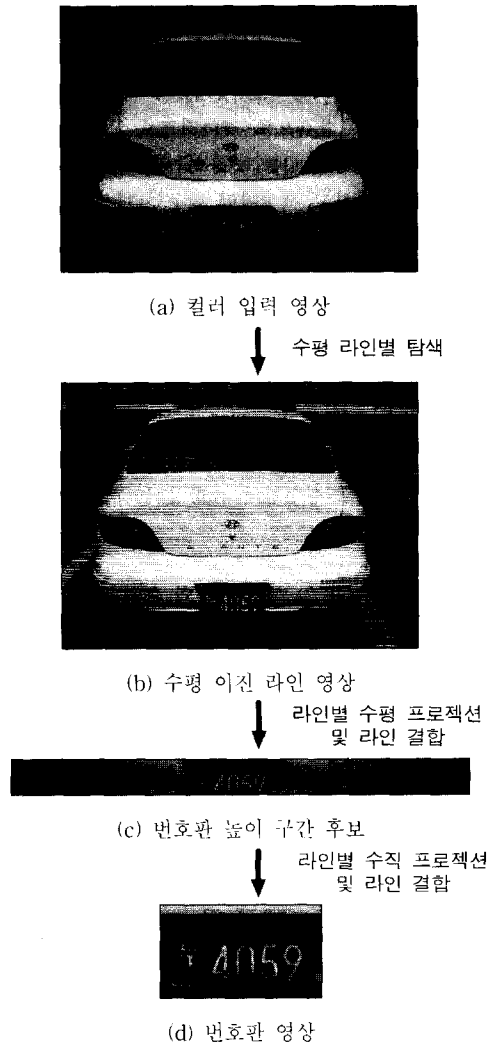
3.3 번호판 영역 추출

번호판은 일정한 크기를 가지고 있으므로 번호판이 위치하는 부분을 찾기 위해 영상 전체의 화소를 처리하는 것은 불필요하다. 본 논문에서는 처리 과정의 효율성을 높이기 위하여 영상의 하단부부터 일정한 간격만큼씩 위로 이동하면서 수평 라인별 탐색을 통하여 번호판이 위치하는 높이 구간을 찾는다. 번호판 영역을 추출하는 처리 과정을 살펴보면 다음 (그림 2)와 같다.

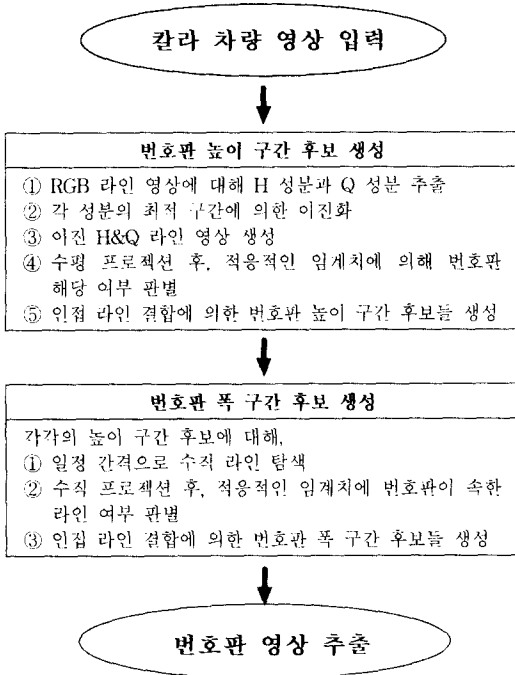
번호판 영역 추출을 위해 우선 차량 원영상에 대해 RGB 데이터를 입력받는다. 번호판의 높이 구간 후보를 생성하는 과정과 폭 구간 후보를 생성하는 과정은 비슷하다. 다음 (그림 3)은 번호판 추출 과정의 흐름도이다.

우선, 차량 원영상에 대해 비트맵(BMP) 파일로부터 RGB 값을 추출한다. 영상의 하단부터 일정한 간격만큼 라인별 이동을 하면서 RGB 값으로부터 HSI의 H

성분과 YIQ의 Q 성분을 추출하고 각 성분을 0~255 구간으로 정규화한다. 이때, 처리시간을 줄이기 위해서는 가능한 한 탐색간격이 넓어야 하지만, 국지적으로 나타나는 잘못된 번호판 색상 영역과의 혼동을 줄이기 위해서는 충분히 촘촘하게 탐색해야 한다. 따라서, 본 연구에서는 탐색라인의 간격을 전체 화소라인의 약 20%정도를 유지하도록 정하였다. 그리고, 번호판 색상 추출 실험에 의해 설정된 H성분과 Q성분의 최적의 색상 구간으로 라인별 이진화한다. 이진화된 영상에 대해 수평 프로젝션을 실시하고, 적응적인 임계치에 의해 번호판에 속한 라인인지 여부를 판별한다. 식용적



(그림 2) 번호판 영역 추출 과정의 예



(그림 3) 번호판 영역 추출 과정 흐름도

인 임계치는 식 (4)와 같이 전체 탐색라인의 화소수에 대해 번호판이라고 찾아진 라인별 화소수의 비에 대한 일정한 비율로 정한다. 이는 조명이나 번호판 상태에 따라 번호판 영역에서 추출되는 화소의 양이 달라지기 때문이다.

$$\mu = C \cdot \frac{\sum_{i=0}^{M-1} n_i}{M \cdot N} \quad (4)$$

M: 탐색 라인의 수
 N: 탐색라인의 총 화소수
 n_i : i번째 탐색 라인에서의 번호판 색상 화소수
 C: 일정상수

그런 다음, 번호판이라고 판별된 인접 라인들을 포함하는 높이 구간 후보들을 추출한다. 단, 라인 결합시 카메라와 차량 영상의 거리가 일정하므로 높이에 대한 제한 변역을 주어 일정 길이의 높이 구간 후보로 결합하도록 한다. 번호판의 폭 구간 후보를 추출할 경우에도 마찬가지로 방식을 사용한다. 각각의 높이 구간 후보에 대하여 일정 간격으로 수직 라인을 탐색하고, 수직 프로젝션 후, 적응적인 임계치에 의해 번호판에

속한 라인인지 여부를 판별하고 라인 결합을 함으로써 폭 구간 후보들을 추출한다. 폭 구간 후보 추출시, 번호판 크기에 대한 사전 정보인 가로 길이는 세로 길이의 약 2배 정도가 된다는 정보를 사용하여 결합된 세로 길이에 따라 가로 길이에 대한 제한 변역을 준다. 높이 구간 후보에 대해 폭 구간 후보가 추출되면 번호판 영상 후보가 생성된다. 이 때 주목할 점은, 번호판 영상을 생성할 때, 번호판 가장자리 부분을 놓치지 않도록 상하좌우로 충분한 영역을 포함시킨다는 점이다. 실험에서, 설정된 번호판 후보 영역들의 추출률을 계산하기 위해 식 (5)의 δ 값을 이용한다.

$$\delta = \frac{|S_a \cap S_c|}{|S_a|} \quad (5)$$

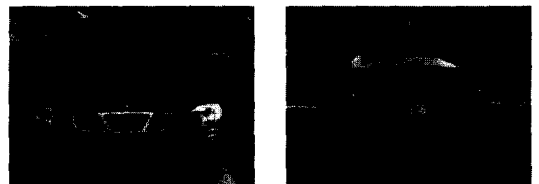
S_a : 실제 번호판 영역
 S_c : 추출된 번호판 영역

여러 후보들 중, $|S_a \cap S_c|$ 가 최대인 후보를 정출된 번호판 영역으로 선택하되, 동일값을 갖는 후보가 여럿인 경우에는 그 중 위 수식의 δ 값이 최대인 후보를 번호판 영상으로 추출한다.

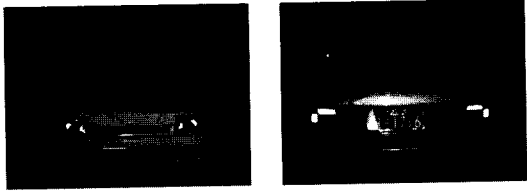
4. 실험

4.1 실험 환경

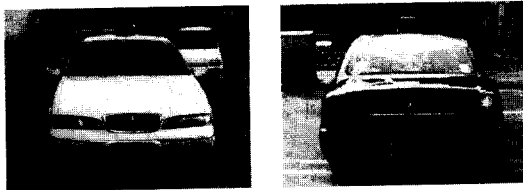
본 논문에서는 자가용 승용차와 영업용 택시 영상을 주로 사용하였다. 디지털 카메라로 녹색 번호판의 자가용 영상 28장과 황색 번호판의 영업용 영상 28장을 주간/야간 및 정면/후면으로 나누어 다양하게 취득하였다. 영상 데이터의 크기는 640×480 화소 크기이며, 카메라로부터 일정 범위의 거리에 있는 정지 차량으로 배경 및 조명의 제한이 없는 영상을 대상으로 한다. 실험을 위해 Pentium MMX 200MHz PC를 이용하였고, Visual C++ 6.0으로 알고리즘을 구현하였다. (그림 4)는 본 실험에 사용된 영상 데이터의 예이다.



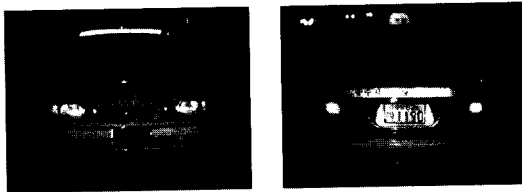
(a) 자가용 영상(주간/정면) (b) 자가용 영상(주간/후면)



(c) 자가용 영상(야간/정면) (d) 자가용 영상(야간/후면)



(e) 영업용 영상(주간/정면) (f) 영업용 영상(주간/후면)



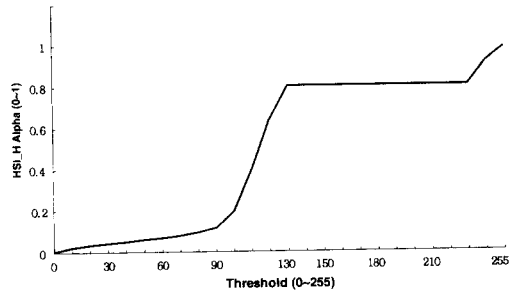
(g) 영업용 영상(야간/정면) (h) 영업용 영상(야간/후면)

(그림 4) 실험에 사용된 다양한 환경의 영상 데이터

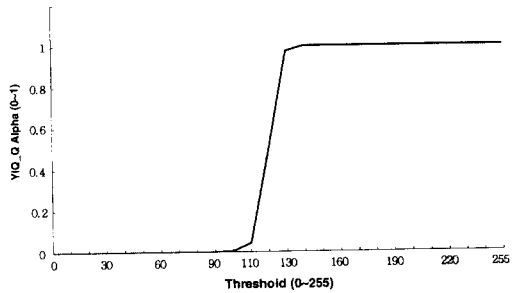
4.2 색상 구간 실험 결과

(그림 5)는 색상 정보를 표현하는 H 성분과 Q 성분의 임계치를 변화시키면서 얻은 식 (3)의 α 값에 대한 실험 영상 전체의 평균을 나타낸 그래프이다.

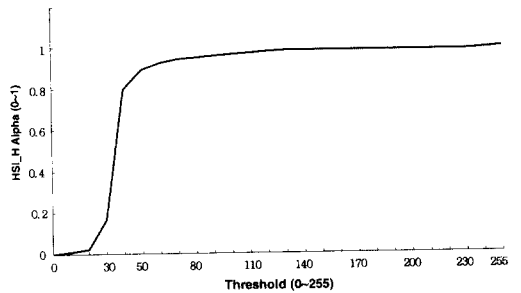
(그림 5)의 그래프에서 알 수 있듯이, 자가용 영상의 경우는 H 성분이 90~130, Q 성분은 100~130, 영업용 영상의 경우는 H 성분이 20~50, Q 성분은 90~130 구간에서 α 의 기울기가 급격히 변화한다. 따라서, 이들 구간에서 번호판 영역의 색상 정보를 가장 많이 포함하는 최적 구간을 설정하기 위해, 이 구간 내의 임의의 두 값 사이의 구간에 의한 이진 영상을 생성함으로써 식 (3)의 γ 값을 조사한다. 그 결과 자가용 영상의 경우, H 성분은 97~127, Q 성분은 100~123, 영업용 영상의 경우는, H 성분이 26~46, Q 성분이 110~122 구간에서 번호판 색상의 최적 표현 구간으로 나타났다. (그림 5-a)를 보면, H 성분의 α 값이 230~255구간에서 증가하는데, 이것은 번호판의 문자색인 백색에 대한 H 성분의 색상 분별력 부족 현상에 기인한다.



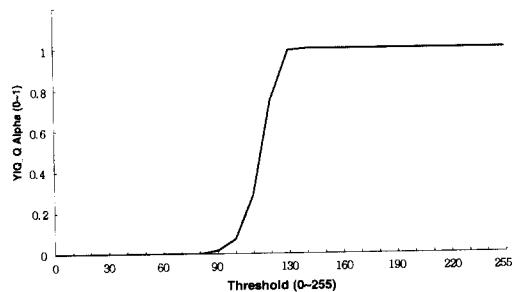
(a) H성분의 임계치에 대한 α 평균(자가용)



(b) Q성분의 임계치에 대한 α 평균(자가용)



(c) H성분의 임계치에 대한 α 평균(영업용)



(d) Q성분의 임계치에 대한 α 평균(영업용)

(그림 5) 임계값 변화에 따른 α 의 변화도

4.3 번호판 추출 실험 결과

실험 영상에 대해 추출률을 비교한 결과는 다음 <표 3>과 같다.

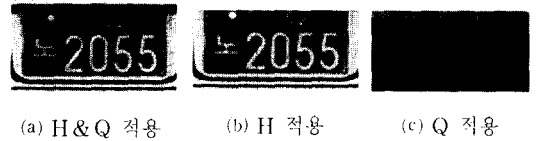
<표 3> 실험에 의해 정추출된 번호판의 개수

			H&Q	Q	H
자 가 용 (28)	주간 (14)	전면(7)	7	6	5
		후면(7)	6	2	4
	야간 (14)	전면(7)	7	7	1
		후면(7)	6	6	0
영 업 용 (28)	주간 (14)	전면(7)	7	6	7
		후면(7)	7	5	4
	야간 (14)	전면(7)	6	7	4
		후면(7)	7	7	5
추출률(%)			94.6%	82.1%	53.6%

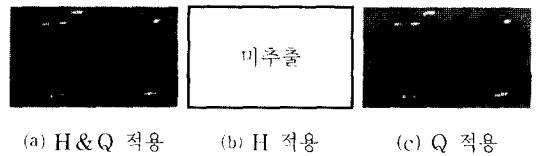
<표 3>은 전체 실험 영상 데이터에 대하여 번호판 추출에 성공한 영상의 개수를 나타낸다. 실험 영상 전체에 대해 추출률을 비교 분석한 결과는 다음과 같다. 먼저, 영업용 차량과 자가용 차량의 추출률을 비교해보면, H 성분만 사용한 경우는 영업용 차량의 추출률이 월등히 뛰어나고, Q 성분만 사용한 경우에도 영업용 차량의 추출률이 더 뛰어나다. 이는 영상의 배경이 되는 자연 환경에서 정도의 차이는 있지만 황색보다는 녹색이 더 많이 나타나기 때문이다. 반면, H 성분과 Q 성분을 결합한 경우는 두 경우의 추출률이 비슷하다. 또한, 주간 영상과 야간 영상을 비교해 보면, H 성분에 의한 경우는 빛의 강도가 지나치게 높거나 낮으면 색상 분별력이 떨어지는 특성을 보이기 때문에 주간 영상의 성능이 더 좋게 나타났으며, 특히 야간 자가용 영상의 경우 번호판 부분을 추출하지 못하는 경우가 많이 발생한다. Q 성분의 경우에는 유사 색상의 분별력이 떨어지는 특성이 있다. 따라서 번호판을 제외한 배경 부분이 어둡게 처리되는 야간 영상에서 보다 뛰어난 성능을 보인다. 하지만 결합 색상 성분에 의한 경우에는 양 색상 모델의 장점을 흡수하여 일정하고 우수한 성능을 보이며 두 경우에 비슷한 성능을 보였다. 결론적으로 H&Q는 H나 Q 성분에 비해 자가용·영업용, 주간·야간에 관계없는 일정하고 보다 우수한 성능을 보인다.

(그림 6)~(그림 9)는 추출된 번호판 영상의 실제 예들이다. 번호판 추출을 위해 H와 Q 성분을 결합한 경우가 전체적으로 단일 색상 성분을 사용한 경우보다

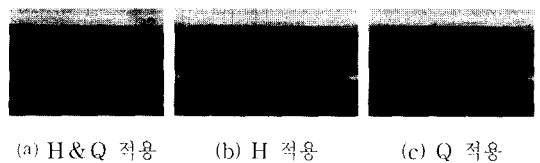
번호판 추출에 효과적인 것을 알 수 있다. (그림 6-c)에서 Q 성분이 자동차의 후면 유리 부분을 번호판으로 오인식한 결과를 보여주는데, 이는 유리에 반사된 주변 환경의 색상이 차량 번호판과 유사해서 이를 구별하지 못하는데 기인한다. (그림 7-b)는 H 성분이 빛의 강도가 낮은 야간 영상에서 번호판을 추출하지 못한 경우를 보여준다. 그림 9는 영업용 야간 영상이다. Q 성분의 경우에는 전반적으로 어두워진 배경과 번호판을 쉽게 해낸 반면, H 성분의 경우에는 번호판을 제대로 추출하지 못하고 헤드라이트의 반사된 부분을 번호판과 구별하지 못한 경우이다. 한편 H와 Q 성분을 결합한 경우에는 H 성분에 의해 추출되지 못한 번호판의 상단부를 잃은 채 추출된 경우를 보여준다.



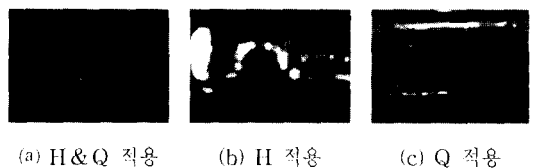
(그림 6) 자가용 주간 영상의 번호판 추출 예



(그림 7) 자가용 야간 영상의 번호판 추출 예



(그림 8) 영업용 주간 영상의 번호판 추출 예



(그림 9) 영업용 야간 영상의 번호판 추출 예

<표 4>는 추출률 뿐만 아니라 평균 후보 수와 평균 처리 시간도 비교하여 보여준다. 여기서 추출률은 총

56개 번호판에 대하여 제대로 추출된 번호판 개수의 비율이다. 평균 후보 수에서, 정추출은 번호판을 제대로 포함하는 후보의 수를 나타내고, 오추출은 번호판의 일부만 포함하거나 실제 번호판이 아닌 부분을 번호판이라고 추출한 후보의 수이다. H 성분으로만 추출하는 경우의 후보 수가 가장 많고, 그 다음은 Q 성분으로만 추출하는 경우이며, 두 색상 성분을 결합하여 추출하는 경우에 생성되는 후보 수가 가장 적다. 또한 추출된 후보들 중 정추출된 후보들의 비율도 두 색상 성분을 결합한 경우가 가장 높다. 평균 처리 시간은 생성되는 후보 수에 비례한다. 따라서 처리 시간도 복합 색상 정보에 의한 경우가 가장 빠르다. 현재는 가능한 모든 후보를 산출한 후 평가하기 때문에 평균 약 4개의 후보가 생성되는데, 영상에 따라 1~9개까지 편차가 심하게 나타난다. 그러나 번호판이 차량의 중앙에서 하단부 사이에 위치한다는 사실 등의 휴리스틱 정보를 활용하거나 유사하게 중첩되는 후보들을 줄임으로써 번호판 추출에 소요되는 시간을 크게 줄일 수 있다. 또한 65.9%의 오추출되는 후보를 줄이기 위한 연구도 필요하다.

〈표 4〉 다양한 평가 기준에 따른 번호판 추출 결과

평가기준		색상성분		H
		H&Q	Q	
추출률 (추출된 영상 수 / 총 영상 수)		94.6% (53/56)	82.1% (46/56)	53.6% (30/56)
평균 후보수	정추출 비율	3.93개	8.57개	11.0개
	오추출 비율	34.1%	19.4%	12.3%
평균 처리시간		65.9%	80.6%	87.7%
		2.5 초	2.9 초	3.2 초

5. 결 론

본 논문에서는 차량 번호판 인식 시스템의 구현을 위해 번호판 영역의 결합 색상 정보를 이용하고 수평 라인별 탐색을 통하여 차량 번호판을 추출하는 방법을 제안하였다.

번호판 영역에 대한 HSI의 H(hue) 성분과 YIQ의 Q(quadrature) 성분의 번호판 색상 구간은 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 가장 잘 표현하였다. 번호판 영역의 추출 결과, 두 색상 성분을 결합한 경우

가 하나의 색상 성분만 사용한 경우에 비해 번호판 추출률, 평균 후보 수, 평균 처리 시간 등을 비교했을 때 보다 우수한 성능을 나타냈다. 또한 이 방식은 자가용과 영업용에 관계없이, 그리고 주야간에 관계없이 일정한 성능을 보였다.

향후에는 추출되는 번호판 영상의 후보 수를 줄이기 위한 연구가 필요하며, 또한 추출된 번호판의 문자 영역을 분할하고 각각의 문자 박스 내에서 문자를 인식하는 연구가 뒤따라야 한다.

참 고 문 헌

- [1] D. H. Ballard, *Computer Vision*, Prentice-Hall, Inc., pp.76-79, 1991.
- [2] 전병태, 조정, 왕민, "주행차량의 영상으로부터 차량 번호판 영역 추출", 제1회 문자인식 워크샵 발표논문집, pp.133-136, 1993.
- [3] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량번호판 추출방법", 대한전자공학회 논문지(B), 제30권 제7호, pp.728-737, 1993.
- [4] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회 논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.
- [5] R. O. Duda and P. E. Hart, "Use of the Hough Transformation to Detect Line and Curve in Pictures," *Comm.ACM*, Vol.15, No.1, pp.11-15, 1972.
- [6] S. U. Lee, S. Y. Chung and R. H. Park, "A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation," *Comput. Vision Graphics Image Process*, Vol.52, pp. 171-190, 1990.
- [7] 김갑기, 김광인, 김항준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 제26회 한국정보과학회 논문지, pp.476-478, 1999.
- [8] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", 한국정보과학회 논문지(B), 제25권 제4호, pp.676-684, 1998.
- [9] 박성욱, 황운주, 박종욱, "DCT를 이용한 차량 번호판 추출 및 문자영역 분리에 관한 연구", 대한 전자공학회 논문지, 제36권 제1호, pp.73-81, 1999.
- [10] 조보호, 정성환, "특정영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", 한국정보처리학회 논문지, 제6권 제6호, pp. 1686-1692, 1999.
- [11] 임은경, 김광백, "Thresholding을 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.1345-1348, 1999.

- [12] 조희정, 허남숙, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.1353-1356, 1999.
- [13] 노도훈, 김혜지, 양광주, 이용주, "수평 및 수직 명암도 변화값을 이용한 차량번호판 추출", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제6권 제2호, pp.54-58, 1999.
- [14] 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, "칼라 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.1349-1352, 1999.
- [15] 김홍수, 김은이, 김향준, "제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 춘계학술발표논문집(B), 제26권 제1호, pp.567-569, 1999.
- [16] 이운석, 김희승, "HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 추계학술발표논문집, 제26권 제2호, pp.524-526, 1999.
- [17] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1993.
- [18] Randy Crane, *A Simplified Approach to Image Processing*, Prentice-Hall, 1997.



이 화 진

e-mail : hjlee59@hananet.net
 1997년 공주대학교 수학교육과 졸업(이학사)
 2000년 공주대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)
 1999년~현재 서울 가락중학교 교사

관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식 등



박 형 철

e-mail : thinkmac@digitsol.com
 1997년 공주대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
 2000년 공주대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)
 2000년~현재 (주)에코솔루션 연구원

관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 영상처리, HCI 등



전 병 환

e-mail : bhjun@kongju.ac.kr
 1989년 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1991년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1996년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1996년~1997년 연세대학교 신호처리연구센터 전문 연구원

1997년~현재 공주대학교 공과대학 정보통신공학부 조교수

2000년~현재 (주)모리아테크놀로지 이사
 Marquis Who's Who의 <Who's Who in the World> 등재(2001년 제18판), Barons Who's Who의 <The Asia 500 - Leaders for the New Century> 수상 및 등재(2001년 제2판)

관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 가상현실