

# LUV 칼라 좌표계의 U성분을 이용한 차량 번호판 영역 추출

정송균, 김성준, 김정엽, 현기호  
영산대학교 컴퓨터정보통신대학원

## The Area Extraction of Car-Licence Plates using U Component of LUV Color Coordinate System

Song-Gyun Jung, Sung-Jun Kim, Jeong-Yeop Kim, Ki-Ho Hyun  
Graduate School of Computer & Information  
Communications, Youngsan University

### 요 약

본 논문은 일반적으로 차량의 번호판이 차종에 따라 녹색계통과 노란색계통 등 일정한 색상을 가지고 있다는 특징을 이용하여, 복합 칼라 좌표계의 성분을 결합한 차량 번호판 영역 추출에 대한 방법을 제안하였다. LUV와 HSI 및 YIQ 칼라 좌표계에서 번호판 영역을 검출하기 위해 사용한 색상은 U, H, Q영역이고 이진화 작업을 위한 임계치 조정의 효율성을 높이기 위해 각 영역의 평균 밝기 값을 기준이 되는 값으로 보정하는 방법을 사용하였다. 처리과정의 효율성을 높이기 위해 번호판 후보 영역을 선정하여 번호판 크기의 마스크영역을 수직, 수평 라인으로 검색하여 추출하는 방법을 사용하였다. 실험 결과 H와 Q성분으로만 실험대상에 대하여 결합한 경우는 72.58%의 추출률을 보인 반면, 제안한 방법인 U와 H 및 Q성분의 결합에 의한 경우는 100%의 추출률을 보였다.

### 1. 서 론

차량의 수가 증가함에 따라 교통량의 조사와 상황 파악이 어렵게 되었으며 교통법규와 주차관리, 통행세 징수 등에서도 즉시 파악하기가 어려워 자동차의 고유 번호를 자동으로 인식할 수 있는 시스템의 필요성이 늘고 있다[1]. 일반적으로 차량 번호판 인식 시스템의 구성은 차량 입력 및 전처리 과정, 차량 번호판 추출 과정 및 차량 번호판 인식 과정으로 나눌 수 있으며 효율적인 인식을 위해서는 차량 번호판 영역의 정확한 추출이 필요하며 이를 위해서 효율적인 인식 방법들이 연구 되고 있다.

기존의 차량 번호판 추출 방법으로는 허프변환에 의한 추출 방법, 줌인(zoom in)에 의한 방법, 수리 형태론에 의한 방법, HSI와 YIQ의 색상정보를 이용한 방법 등이 있다. 허프변환은 수평, 수직라인 검출에 효과적이거나 실시간 처리가 곤란하다는 단점이 있고, 줌인에 의한 방법은 번호판이 입력영상에서 일정한 크기로 고정된 위치에 있어야 한다는 제한 사항이 있

다. 또한 수리 형태론에 의한 방법은 번호판에서 상대적으로 밝은 부분인 문자부분과 어두운 배경부분을 축소시킴으로써 번호판을 추출할 수 있지만 만약 문자부분이 배경부분과 뚜렷한 차이가 없다면 정확한 번호판의 추출이 어렵다는 것이다. HSI와 YIQ의 색상정보를 이용한 방법은 번호판의 색상 정보를 이용하여 추출할 수 있으며 유사 노란색인 중앙선 색상과 유사 노란색 차체에 대해서는 추출이 어렵다는 단점이 있다[2][3].

본 논문에서는 기존 방법인 HSI와 YIQ의 색상정보를 이용한 방법에서 번호판 주위에 유사 노란색이 있으면 추출이 잘 안된다는 단점을 보완하여 LUV 좌표계 중에서 유사 노란색 제거에 강인한 색상 성분을 나타내는 U영역을 사용하여 번호판 영역의 추출률을 높일 수 있다.

### 2. 번호판 영역 추출을 위한 칼라 좌표계

### 2.1 LUV 칼라 좌표계

LUV 칼라 모델은 인간 시각적으로 색상보다 밝기에 민감하다는 사실에 착안한 방식으로 색의 밝기 성분인 L(Luminance)영역과 색상성분인 U, V영역으로 구분한다. U영역은 빨간색, 초록색 성분이고 V영역은 파란색 및 자주 성분이다.

RGB 칼라 영상을 식 (1)을 이용하여 XYZ 좌표계로 변환한 다음 다시 XYZ를 사용하여 식 (2) 및 (3)와 같이 LUV 좌표계로 변환 할 수 있다[4].

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.200 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.066 & 1.116 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$U' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}$$

$$V' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$$

$$U_n' = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}$$

$$V_n' = \frac{9Y_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \quad (2)$$

여기서  $(X_n, Y_n, Z_n)$ 은 표준백색(White) 정보이다.

$$L = \begin{cases} 116\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 & \text{if } \frac{Y}{Y_n} > 0.008856 \\ 903.3 \frac{Y}{Y_n} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$U = 13L(U' - U_n')$$

$$V = 13L(V' - V_n')$$

(3)

### 2.2 HSI 칼라 좌표계

색상, 채도 그리고 명도라는 세 가지 특성은 색깔을 설명하는 대표적인 특성들이다. 이에 대응하는 칼라 모델이 HSI이며 여기서 H는 색상(Hue), S는 채도(saturation), I는 명도(intensity)를 나타낸다. HSI 칼라 좌표계로 변환하기 위해서 RGB 칼라 좌표계로 식 (4)를 이용하여 변환 할 수 있다. 만약  $(B/I) > (G/I)$ 인 경우에는  $H=360^\circ-H$ 와 같이 사용한다[5].

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B),$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)],$$

$$H = \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right] \quad (4)$$

### 2.3 YIQ 칼라 좌표계

북미 NTSC 방송 텔레비전에 사용되는 색상 모델로 컬러사진의 명도(Y), 색상(I), 채도(Q)의 정보를 사용하였으며 Y는 명암도 이미지와 같고 I, Q의 정보량은 적은 편이다. Y는 밝기를 나타내며 I와 Q는 색상 정보를 나타낸다. YIQ는 RGB 좌표계를 이용하여 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.177 & 0.813 & 0.011 \\ 0.540 & -0.263 & -0.174 \\ 0.246 & -0.675 & 0.404 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (5)$$

## 3. 제안한 번호판 영역 추출 방법

### 3.1 평균 밝기 값 보정

이진화 작업을 위해 임계치를 적용할 때 각각의 영상마다 다른 임계치를 적용해야 되는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 어느 정도 해결하기 위해 번호판의 영역 추출이 잘된 U, H, Q영상의 평균 밝기 값을 측정하여 이 값을 기준으로 다른 영상들에 대해 식 (6)과 같이 평균 밝기 값을 보정하여 사용한다.

$$I = \begin{cases} C_h - (A_r - A_b), & \text{if } A_r > A_b \\ C_h + (A_b - A_r), & \text{otherwise} \end{cases}$$

(6)

여기서 I는 보정된 값,  $C_h$ 는 해당 영역의 밝기 값,  $A_r$ 은 해당 영역의 평균 밝기 값,  $A_b$ 는 평균 기준 밝기 값을 의미한다.

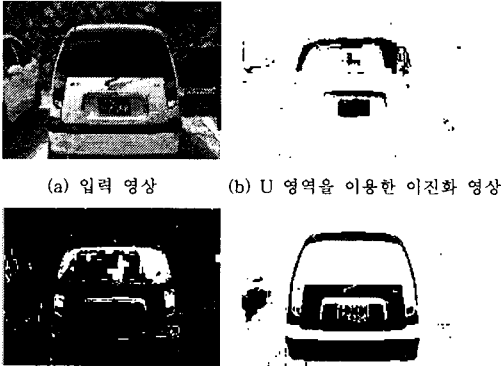
### 3.2 이진화 작업

번호판의 색상 성분으로 번호판을 추출하기 위해서는 우선 LUV의 U영역과 HSI의 H영역, YIQ의 Q영역에 대해 각 영역별로 이진화 작업을 수행한다. 먼저 각각의 영역은 표현 범위가 다르므로 0~255 사이 값으로 식 (7)을 이용하여 정규화 시켜준다.

$$D = 255 \times P / M_p \quad (7)$$

여기서  $D$ 는 정규화 된 값이고  $P$ 는 해당 영역에 대한 픽셀 값을 말하며  $M_p$ 는 해당 영역 중에서 가장 큰 픽셀 값을 말한다.

정규화 된 영역  $U, H, Q$ 에 대해 임계치를 적용하여 그림 1과 같이 이진화 작업을 한다.

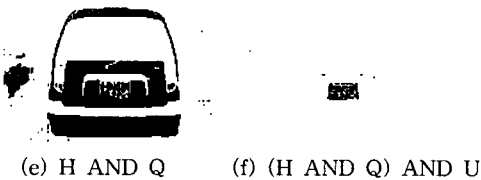


(a) 입력 영상 (b) U 영역을 이용한 이진화 영상  
(c) H 영역을 이용한 이진화 영상 (d) Q 영역을 이용한 이진화 영상  
그림 1. 입력 영상과 U, H, Q 영역을 이용한 이진화 영상

그림 1 (a)는 H와 Q 영역만으로 번호판을 추출하기 어려운 노란색 차체를 나타내고 있으며 (b), (c), (d)는 U, H, Q영역을 이용한 이진화 영상을 나타내고 있다.

### 3.3 논리적 결합

이진화 작업을 통해 얻어진 그림 1의 영상으로 번호판 영역을 추출하기 위해 각 영상들에 대해 논리적 결합을 한다. 먼저 그림 1 (c)와 (d)를 그림 2의 (e)와 같이 논리적 AND로 결합한다. 다음으로 결합된 (e)와 그림 1 (b)를 논리적 AND로 결합하면 그림 2 (f)와 같은 번호판 영역만을 포함한 이진화 영상을 얻을 수 있다.



(e) H AND Q (f) (H AND Q) AND U  
그림 2. 논리적으로 결합된 영상

### 3.4 번호판 마스크

그림 2 (f)에 대해 번호판 마스크를 이용하여 번호판 영역을 추출할 수 있다. 번호판 마스크의 크기는

식 (8)과 같이 입력 영상들의 번호판 크기에 대한 평균값으로 구할 수 있으며 번호판의 가로, 세로 비율이 2:1인 것을 감안하여 번호판 마스크를 구한다.

$$W_i = \left( \sum_{k=1}^n R_k \right) / n, \quad \leq = \left( \sum_{k=1}^n C_k \right) / n \quad (8)$$

여기서  $W_i$ 는 평균 가로 길이,  $\leq$ 는 평균 세로 길이,  $n$ 는 입력 영상의 개수,  $k$ 는 입력 영상의 개수에 대한 인덱스,  $R$ 는 가로 길이,  $C$ 는 세로 길이를 의미한다.

### 3.5 번호판 후보 영역

본 논문은 실험의 효율성을 높이기 위해 번호판 후보 영역을 지정하여 사용하였다. 차량에서 번호판의 위치가 좌, 우, 중앙에 있다고 가정할 때 그림 3과 같이 번호판 후보 영역을 구할 수 있다.

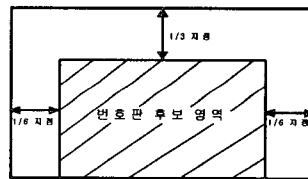


그림 3. 번호판 후보 영역

### 3.6 번호판 영역 추출 알고리즘

그림 4와 같이 번호판 추출을 위한 RGB 입력 영상을 HSI, YIQ, LUV 칼라 좌표계로 변환한다. 변환된 좌표계에서는 번호판 영역 추출을 위한 색상정보를 포함한 H, Q, U영역만을 사용한다. 각 영역에 대해 최적 임계치를 적용하여 이진화하며 H와 Q영역에 대해서만 논리적 AND 결합을 한다. H와 Q영역이 결합된 영상과 이진화된 U영역을 논리적 AND 결합하여 입력 영상의 번호판에 대한 평균값으로 구한 마스크를 이용하여 식 (9)와 같이 마스크 픽셀의 합과 입력 영상에서의 마스크 위치 픽셀 값을 모두 합한 값을 구할 수 있다. 구해진  $S_m$  값 중 가장 적은 값을 갖는 영역을 번호판 영역이라고 한다.

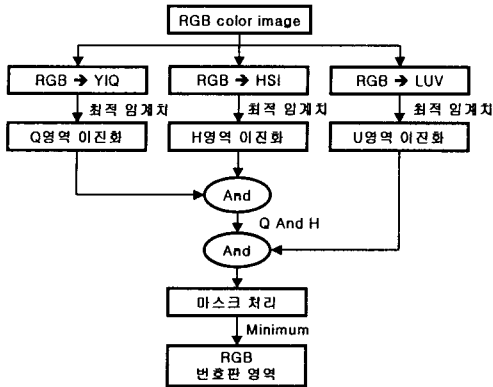


그림 4. 번호판 추출 알고리즘

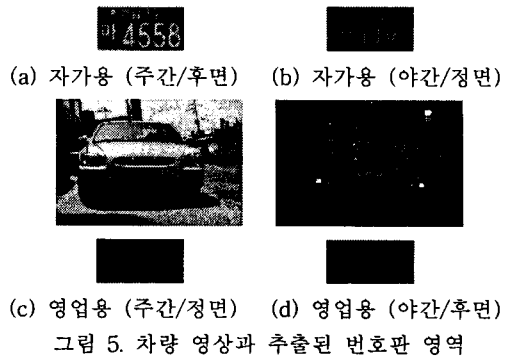
$$S_m = \sum_{k=1}^n (M_k + MB_k)$$

(9)

여기서 S는 마스크 픽셀과 입력 영상의 마스크 위치 픽셀 값을 모두 합한 값, m은 픽셀 합 S의 개수 인덱스, M은 마스크의 픽셀 값, MB는 입력 영상의 마스크 위치에 해당하는 픽셀 값, k는 마스크와 입력 영상의 마스크 위치 개수에 대한 인덱스, n은 마스크와 입력 영상의 마스크 위치 개수를 의미한다.

#### 4. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 녹색계통 번호판의 자가용과 노란색계통 번호판의 영업용 차량을 대상으로 실험하였다. 자가용으로는 승용차 영상과 화물차 영상을 사용하였고 영업용으로는 택시 영상과 화물차 영상, 버스 영상을 사용하였다. 실험에서 사용된 영상은 총 120장이며 자가용 60장과 영업용 60장으로 구성하였으며, 번호판 위치는 정면과 후면을 주·야간에 걸쳐 다양하게 촬영하였다. 실험은 일정 범위의 거리에 있는 정지 차량과 시속 30 Km정도의 주행 중인 차량을 대상으로 실험하였으며 영상의 크기는 640×480 화소 크기의 영상을 사용하였다. 그림 5는 실험에 사용된 차량 영상과 추출된 번호판 영역을 나타내고 있다.



다양한 촬영에 대한 추출 결과 표 1에서와 같은 결과를 얻을 수 있었으며 이 때의 추출률은 식 (10)을 사용하여 구할 수 있다.

$$E = \frac{M}{N} \times 100, \quad (10)$$

여기서 E는 추출률, M은 추출된 영상 수, N은 총 영상 수를 의미한다.

표 1. 번호판 영역 추출 결과

| 평가기준  |    | 색상성분           |               |
|-------|----|----------------|---------------|
|       |    | H&Q            | (H&Q)&U       |
| 승용차   | 주간 | 73.33%(22/30)  | 100%(30/30)   |
|       | 야간 | 83.33%(25/30)  | 100%(30/30)   |
| 영업용   | 주간 | 56.66%(17/30)  | 100%(30/30)   |
|       | 야간 | 76.66%(23/30)  | 100%(30/30)   |
| 총 추출률 |    | 72.50%(87/120) | 100%(120/120) |

표 1에서와 같이 제안한 번호판 추출 방법이 H와 Q만을 사용한 기존 방법보다 약 17.5%정도 높다는 것을 알 수 있다.

#### 5. 결 론

본 논문에서는 차량 번호판 영역 추출을 위해 LUV, HSI, YIQ의 칼라 좌표계를 복합적으로 사용하여 각 좌표계 성분 중 색상 성분인 U, H, Q영역만을 사용하여 차량 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. H영역과 Q영역의 논리적 AND 결합에 의한 방법은 유사 노란색 계통의 차량에 대해서 번호판 영역의 추출이 어려웠으나 U영역을 함께 사용함으로써 번호판 영역의 추출률을 높일 수 있었다.

향후 연구 과제로는 임계치를 자동으로 찾을 수 있는 신경망을 이용한 번호판 인식과 인식된 번호판에 대한 문자 인식 방법이 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 조보호, 정성환, “ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식,” 한국정보과학회, '97 가을 학술 발표논문집(B), pp.455-458, 1997.
- [2] 김병수, 송미영, 조형제, “숫자를 둘러싸는 최소사각형에 기반을 둔 자동차 번호판 추출,” 한국멀티미디어학회지, 제4권 제3호, pp.71-82, 2000.
- [3] 이화진, 박형철, 전병환, “HSI와 YIQ의 복합 색상 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출,” 한국정보처리학회 논문지, 제7권 제12호, pp.3995-4003 2000.
- [4] 전형섭, 김정엽, 현기호, “인간시각의 칼라특성과 다중 웨이브릿 변환을 이용한 워터마킹,” 대한전자공학회 논문집, vol.25, no.1, pp.239-242, 2002.
- [5] 이운석, 김희승, “HSI 컬러모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출,” 서울시립대학교 산업기술연구소 논문집, 제6집, 2호, pp.57-63, 1998.