

저해상도 카메라를 이용한 차량번호판의 추출

구경모* 김하영* 안명석** 차의영*
 *부산대학교 컴퓨터공학과
 **한국해양대학교 컴퓨터공학과
 kookyungmo@hanmail.net

Vehicle License Plate Extraction using Low Resolution Camera

Kyungmo Koo, Hayoung Kim, Myungseok An, Euiyoung Cha
 Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

번호판 인식시스템의 개발에 있어서 번호판 영역의 추출단계는 시스템의 성능에 큰 영향을 미치는 단계이며 문자인식단계 이상으로 중요하다. 본 논문에서는 웹 카메라를 이용하여 얻어진 저해상도 영상으로부터 번호판 고유의 색상과 텍스처를 이용하여 번호판영역을 추출하고, 허프변환을 이용한 기울어진 영상의 회전을 통해 번호판 문자 영역화 및 인식에 용이한 차량번호판 영상을 추출하는 기법을 제안한다.

1. 서 론

컴퓨터 시각을 이용한 차량번호판 인식시스템은 불법 주정차 단속, 도난차량의 추적, 주차장 자동화, 고속도로 틀게이트에서 수배차량의 인식과 일정 구간에서의 차량 통행시간과 통행량 조사 등 많은 부분에 이용된다.

차량 번호판 인식은 크게 번호판영역의 추출과 문자의 영역화, 그리고 문자인식과정으로 나눌 수 있으며 이들 중 번호판영역 추출의 안정성은 전체적인 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다.

본 논문에서는 웹카메라로부터 얻어진 저해상도 차량 영상에서 문자의 영역화 및 인식의 전처리 단계로써 번호판영역을 추출하는 기법을 제안한다.

차량번호판의 인식을 위해 통상적으로 사용되어지는 웹카메라의 영상은 화소수가 적으며, 전송을 위해 영상을 압축하면서 발생하는 잡음 때문에 기존의 색상정보만을 이용한 번호판추출 알고리즘으로는 안정적으로 번호판영역을 추출하기 어렵다.

본 논문에서는 HSI와 YIQ 복합 색상정보와 번호판이 가지는 고유한 텍스처 정보를 동시에 이용하는 잡음에 강인한 번호판 추출 기법을 제안하고, 추출된 번호판영상으로부터 허프변환을 이용하여 최장거리를 갖는 직선을 구한 뒤 그 직선의 기울어진 정도를 이용하여 번호판영상을 보정하는 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 번호판영역의 추출에 용이한 컬러모델과 번호판 회전을 위한 허프변환의 연구에 관해 기술하고 3장에서는 HSI와 YIQ 복합 색상정보와 번호판 영역이 가지는 고유한 텍스처 정보를 동시에 이용하는 번호판영역 추출기법을 제안한다. 4장에서는 3장에서 얻어진 기울어진 번호판영상을 허프변환을 이용하여 문자의 영역화 및 인식에 용이하도록 보정하는 기법을 제안한다. 마지막으로 5장과 6장에서 웹카메라로부터 얻어진 저해상도 영상을 이용하여 제안한 방법에 대한 성능과 유동성을 검증한다.

2. 선행연구

2.1 색상변환

RGB 컬러모델은 빨강, 초록, 파랑의 삼원색으로 구성되어져 있으며 이들 컬러의 분광 요소들이 결합되어 하나의 컬러를 만들어낸다. 이는 빛에 의한 색상 범위의 변화가 심하고 각 색상의 변화에 다른 색상의 변화가 귀속되므로 번호판영역의 색상구간을 결정하는데 어려움을 갖는다[1].

반면, HSI 컬러모델은 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)라는 세 가지 특성으로 컬러를 만들며, 이 모델에서 색상은 그림 1과 같이 0°에서 360°의 범위를 가진 각도로 모든 색상을 표현한다.

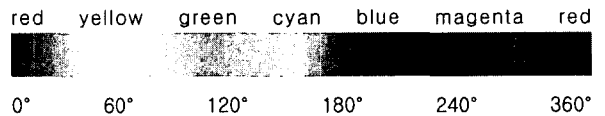


그림 1 HSI 컬러모델 : 각도에 따른 색상(Hue)의 변화

식 (1)은 RGB 공간에서 색상(Hue) 성분을 얻기 위한 식이다.

$$Hue = \cos^{-1} \frac{0.5 \times ((R-G) + (R-B))}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-G)(G-B)}} \quad (1)$$

단, $B > G$ 이면 $Hue = 360^\circ - Hue$

HSI 의 색상(Hue)값은 모든 색상의 표현이 가능하며 유사 녹색을 제거하는 데는 효과적이지만 강한 빛에 의해 색상의 변화가 심하다는 단점이 있다. 때문에 유사 녹색의 분별력은 떨어지지만 빛의 세기에 덜 민감함 YIQ 모델을 복합적으로 사용하면 단점을 보완할 수 있다.

YIQ 컬러모델은 광도(Y), 색상(I), 색상(Q)으로 구성되

며 RGB 공간에서 색상성분을 얻기 위한 식은 식 (2), (3)과 같다.

$$I = 0.596 \times R - 0.275 \times G - 0.321 \times B \quad (2)$$

$$Q = 0.212 \times R - 0.523 \times G + 0.311 \times B \quad (3)$$

그림 2는 광도가 0.5 일 때, 색상 값의 변화에 따른 색의 변화를 나타낸 그림이다.

변호판 컬러범위를 수작업을 통해 추출된 변호판영역들로부터 누적히스토그램을 구하여 정하며 그 값은 색상(Hue)는 $40^\circ \sim 150^\circ$, 색상(I)는 $-33.0 \sim -3.0$, 색상(Q)는 $-24.0 \sim -3.0$ 이다.

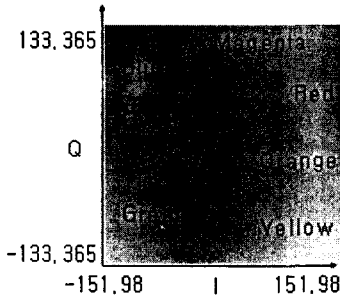


그림 2 색상 값에 따른 색의 변화

2.2 허프변환

허프변환은 레스터 영상 자료로부터 직선이나 곡선 등을 추출하기 위한 방법으로 널리 사용되어 왔다[2].

직선 검출을 위한 허프변환의 경우 영상 내부에 위치한 점들 중 하나인 (x, y) 을

$$y = mx + b \quad (4)$$

와 같이 m 은 직선의 기울기, b 는 y 축의 절편을 나타내는 일반좌표계의 식으로 표현할 수 있다. 식(4)의 경우 m 의 값이 가지는 범위가 $(-\infty, \infty)$ 이므로 수리적인 처리에 어려운 점이 있다. 그러므로 허프변환에서는 이 직선식을 다음과 같은 변환식을 적용하여 ρ 와 θ 으로 대체한다.

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (5)$$

식(5)에서 ρ 는 원점에서부터 직선까지 그은 수직선의 길이를 의미하고, θ 는 x 축과 수직선과의 각을 나타낸다. 또한 $\rho \geq 0$, $-\pi/2 \leq \theta < \pi/2$ 의 유한 범위를 가지므로 이산적으로 탐색 공간을 설정할 수 있다는 장점을 가진다.

영상 내부의 점 (x, y) 는 ρ 와 θ 로 표현되는 공간상에서 다수의 점으로 정합되는데 그 점들은 일반적으로 사인파 곡선을 띄며, XY좌표계 상에서 직선을 이루고 있는 점들의 경우 (ρ, θ) 공간의 동일한 점으로 정합된다.

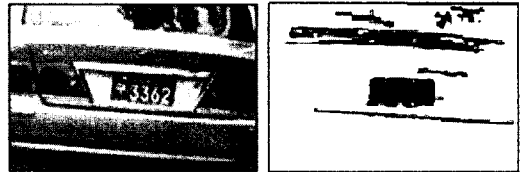
사전에 설정한 임계치 이상으로 동일한 (ρ, θ) 에서의 정합이 많이 이루어지면 직선으로 간주한다.

3. 변호판 추출

앞서 구한 변호판 컬러영역을 이용하여 입력된 차량영상을 이진화한다. 그러나 이 결과는 그림 3-(b)에서 보는 것과 같이 차량 주변 환경이 차체에 비치거나 빛에

의해 차량의 일부분을 변호판컬러로 추출하는 경우 변호판영역과 비변호판영역이 함께 추출되는 경우가 많으므로 이 결과를 변호판영역만을 추출하기 위한 정보로 이용하기는 힘들다.

그러므로 색상정보와 함께 변호판영역을 추출할 수 있는 다른 특징이 필요하다.

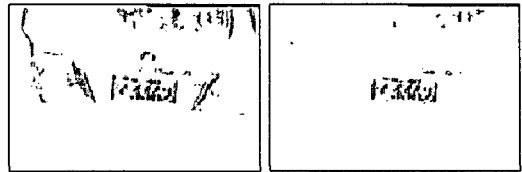


(a) 원영상 (b) 이진화 된 영상

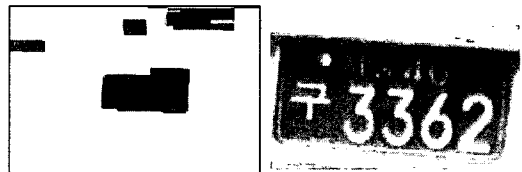
그림 3 변호판 고유컬러를 이용한 이진화

변호판영역 내부의 숫자들이 수직성분을 많이 가진다 [3]는 점에 착안하여 원영상으로부터 수직에지를 구하고, 색상정보를 이용하여 이진화 된 영상과의 AND연산을 통해 변호판 문자영역을 추출한다.

이후 30×1 크기의 최대, 최소값 필터를 이용하여 문자영역을 확장한 뒤 레이블링을 통해 잡영을 제거하고 최종적인 변호판영역을 추출한다.



(a) 수직 에지 (b) 추출된 변호판 문자 영역



(c) 최대, 최소값 필터 적용 (d) 추출된 변호판영역

그림 4 에지정보를 결합한 변호판영역 추출

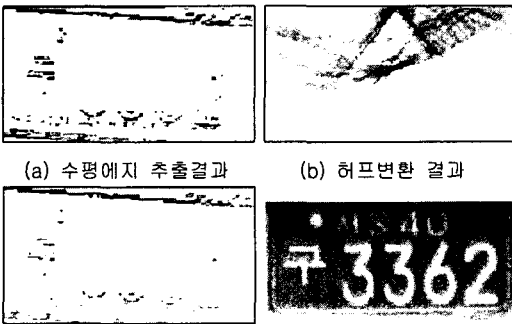
4. 변호판 회전

웹카메라를 이용하여 얻어진 차량번호판영상은 카메라의 높이, 카메라와 차량 사이의 거리에 따라 $-45^\circ \sim 45^\circ$ 정도 기울어진 형태를 가진다. 이는 변호판영역을 추출 하더라도 문자영역을 영역화하고 인식하는 것이 쉽지 않다는 것을 의미한다. 따라서 이후의 인식단계에 용이하도록 변호판영상의 기울어진 정도를 파악하고 영상을 회전하는 기법이 필요하다.

먼저 추출된 변호판영상에서 수평에지를 구한다. 이때 웹카메라로부터 얻어진 영상은 초점이 안맞거나 웹으로의 전송을 위한 압축의 영향으로 에지정보가 소실된 경우가 많아 에지를 추출하기 어려우므로 색대비가 확연하도록 전처리를 거칠 필요가 있다.

전처리를 거친 영상에서 영상의 기울어짐을 보정하기 위해서 우선 수평에지정보를 이진화 한 영상을 대상으로 허프변환을 수행한 뒤 최장거리를 갖는 직선의 각을 구한다. 이때 번호판 내부의 문자영역과 잡영들의 영향으로 실제로는 직선이 아닌 각도에 많은 픽셀이 매칭 될 수 있으므로 영상의 가운데 부분에 크기가 전체 번호판 후보영역 크기의 1/5인 홀을 삽입하여 오류를 최소화한다.

허프변환을 통해 번호판의 기울어진 정도가 구해지면 이 각을 이용하여 영상을 회전시킨다. 이후 선행연구에서 구해진 번호판 고유의 컬러영역을 이용하여 최종적인 번호판 영역을 추출한다.



(a) 추출된 최장 직선성분 (b) 추출된 최종 번호판영역
그림 5 번호판영상의 회전

5. 실험

5.1 실험환경

본 논문에서는 자가용 승용차를 대상으로 상·하·좌·우 회전 및 줌이 가능한 웹카메라를 이용하여 획득한 도로영상에서 번호판 고유의 컬러영역에 속하는 번호판 후보영역을 찾은 뒤 그림 6과 같이 그 영역을 중심으로 다시 줌인 하여 번호판영상을 얻는 형태로 시스템을 구성하였으며 영상데이터의 크기는 720 x 480 화소 크기이다.



(a) 도로영상 (b) 줌인하여 얻어진 번호판영상
그림 6 번호판영상의 획득

5.2 실험결과

총 214장의 실험영상에 대해 추출률을 비교한 결과는 다음과 같다.

표 1 번호판영역 추출 결과

번호판 영역 추출		회전 보정
색상정보	색상정보 & 에지정보	
160 / 214	212 / 214	209 / 214
74.8%	99.1%	97.7%

분석해보면, 색상정보만을 이용한 경우 차량영상의 배경이 되는 자연환경의 영향으로 후보영역이 많아지며, 실제 번호판 영역보다 훨씬 더 넓은 범위를 가지므로 레이블링을 통해 가장 큰 레이블을 추출하는 경우 배경영역이 추출되는 경우가 많다. 반면 에지정보를 동시에 이용하는 경우 나무, 차량에 비친 배경 그리고 번호판과 비슷한 색상을 갖는 차량들도 쉽게 번호판영역이 아님을 구별할 수 있었다.

그리고 허프변환을 이용한 기울어짐 보정 또한 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다.

6. 결론

본 논문에서는 HSI, YIQ 컬러모델을 이용하여 번호판 색상이 가지는 고유한 영역을 구하고, 번호판영상에서의 수직에지정보를 구해서 이들을 동시에 만족하는 영역을 번호판영역으로 추출하는 방법을 제안하였다. 또한 번호판 문자의 영역화 및 인식에 용이하도록 수평에지정보를 추출한 뒤 허프변환을 이용하여 기울어진 번호판을 보정하는 방법에 대해 제안하였다.

번호판색상이 가지는 고유한 영역은 HSI의 색상(Hue) 40° ~ 150°, YIQ의 색상(I) -33.0 ~ -3.0, 색상(Q) -24.0 ~ -3.0 이었으며, 실험을 통해 번호판영상의 수직에지정보와 결합하여 사용되었을 때 좋은 성능을 보임을 실험을 통해 확인하였다.

향후 추출된 최종 번호판영역으로부터 문자를 영역화 하고 인식하는 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

[참고문헌]

1. R. Gross, I. Matthews, and S. Baker., "Fisher light-fields for face recognition across pose and illumination," in Proc. of the German Symposium on Pattern Recognition(DAGM), 2002.
2. Hough, P. V. C., Method and Means for Recognizing Complex Pattern, U.S. Patent No. 3069654, 1962.
3. 강동구, "광량 변화에 적응적인 번호판 인식 시스템 설계," 부산대학교 전자계산학과 석사학위논문, 2003