
기울어진 차량 번호판 영역의 검출

The Detection of Slanted Car License Plate Region

문성원*, 장인동**, 송영준**
충북대학교 정보산업공학과*, 충북대학교 정보통신공학과**

Sung-Won Mun(simple0@hanmail.net)*
Un-Dong Chang(udchang@naver.com)** , Young-Jun Song(songyjorg@dreamwiz.com)**

요약

본 논문에서는 디지털 카메라를 통하여 입력된 차량 영상으로부터 차량 번호판을 인식하는 방법을 제안한다. 최근 몇 년간 차량 번호판 영상을 인식하는 기술은 많은 발전을 이루어 왔다. 정확한 인식을 위한 핵심 기술은 차량 번호판 영역의 정확한 추출이다.

에지 정보나 칼라 정보로 번호판 영역을 추출할 경우, 번호판을 보는 시각에 따른 기울어진 번호판의 정확한 영역 추출이 어렵기 때문에 기존의 번호판 인식은 차량의 정면에서 촬영된 영상을 사용하였고 번호판 영역에 경사나 기울기를 고려하지 않았다.

본 연구에서는 입력 영상의 경사나 기울어진 입력 영상에 대한 인식이 가능한 형태로 변환하는 데 중점을 둔다. 그에 따라 영상에서 번호판의 위치 및 기울어짐 혹은 높낮이가 정면에서 벗어나더라도 번호판 영역 추출을 가능토록 칼라 정보를 이용하여 후보 영역을 추출한 후 선형 회귀 방정식을 사용하여 보다 정확하게 차량 번호판 영역을 추출하였다. 실험 결과 92%의 번호판 검출율을 보였으며, 50° 정도 기울어진 번호판에서도 문자의 인식이 가능함을 확인하였다.

□ 중심어 : | 영상 검색 | 선형회귀 | 양선형 변환 |

Abstract

This paper proposes a method of the car license plate recognition from digital camera image. Lots of technology advancement has been accomplished for the least several years. The key issue for recognition rate improvement has been the extraction of correct area on the plate.

In the previous studies, the information from an edge or an color on a plate hasn't been used but some declination also taken into account in most cases due to the difficulty of area extraction on a tilted plate.

The proposed method focuses on transforming a slant plate image to the normalized form to be recognized. It shows good robustness on situations defined by a variety of locations, slants and heights of the license plate, because it detects the edge of license plate by using both the color information and linear regression method. The computer simulation shows that the proposed method records 92% detection rates of license plate and can recognize characters of slant plate with about 50 degrees.

□ Keyword : | Image Retrieval | Line Fitting | Biliner Transformation |

I. 서론

급속한 경제 성장으로 사람들의 생활수준이 높아지고 있으며, 자동차는 한 가구당 한대 정도는 보유하게 되고 있다. 따라서 발생하는 문제로서, 주차 시설의 부족을 들 수 있다. 도로에 불법 주차하는 차량들이 늘고 있으며, 교통 혼잡 또한 심해지고, 이를 통제할 인원과 비용도 늘어나고 있다. 신호 위반이나 과속에 대한 방지책으로 신호등 위에 설치되고 있는 감시용 카메라의 성능이 점차 발전하여 자동으로 차량을 인식하는 단계에 접어들고 있다. 또한 현재 상용화되고 있는 주차차 관리 시스템이나 불법 주차 단속 시스템 등은 영상 처리 기법을 응용하여 차량 검출 및 차량 인식을 하고 있다.

차량 인식 시스템은 크게 차량 번호판 영역 검출과 문자 인식의 두 가지 기술로 구분되어 지고, 특히 차량 인식의 전처리 과정인 차량 번호판 영역의 추출은 인식 성능에 큰 영향을 주고 있다. 현재까지의 차량 번호판 검출은 경계선을 이용하는 방식으로 그레이 영상에서 수평/수직 에지 성분을 이용하고, 차량 번호판의 영역이 가로 세로 비율이 2:1 이라는 사전 지식을 가지고 추출해 왔다[1, 2]. 그리고 번호판 영역안의 글자가 번호판 영역과는 명암도 값이 다른 것을 이용하는 방식[3], 템플릿과 공간 주파수를 이용하는 방법 등이 있다[4]. 또한 번호판 영역의 색채 정보를 이용하는 칼라 기반의 번호판 영역 추출 기법들[5]과 위의 여러 가지 방법들과 신경망 및 퍼지 등이 혼합된 복합적인 방법도 연구되고 있다[6].

그러나 번호판 영역이 기울어져 있는 경우에는 번호판 영역 추출의 성능이 크게 저하되고, 문자 인식에도 영향을 미치게 된다. 기울어진 번호판을 보정하기 위해 번호판 후보 영역의 정확한 추출이 필요하다. 본 논문에서는 YCbCr 색상 좌표계 중에서 자가용 차량의 녹색과 보색 관계가 있는 Cr 성분만을 이용하여 색상에 의한 후보 영역을 추출하였다. 또한 정확한 영역 추출을 위해, 선형 회귀 방정식을 이용하여 직선의 방정식을 근사하였고, 이를 양선형 변환을 통해 기울기 보정을 하여 정확한 후보 영역이 검출되었는지 확인하였다.

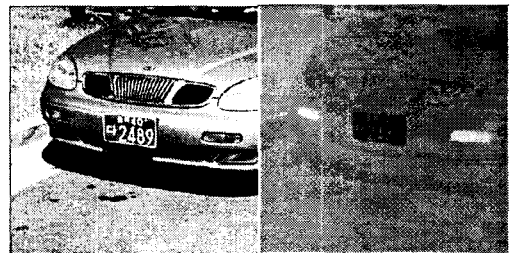
본 논문의 구성은 2장에서는 색상을 이용한 차량 번호판의 추출 과정을 설명하고, 3장에서는 기울어진 후

보 영역에 대해 양선형 변환을 적용하여서, 후보 영역 검증을 한다. 4장에서는 여러 가지 경우의 시뮬레이션 결과와 고찰을 기술하였고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 색상을 이용한 번호판 후보 영역 추출

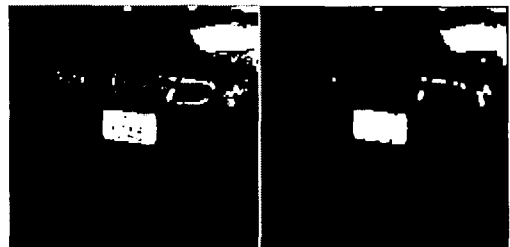
차량 번호판은 크게 영업용과 비영업용 승용차로 나누어져 있다. 본 논문에서는 비영업용 승용차에 대해서 적용하였다. 비영업용 승용차는 녹색 바탕에 흰색 글씨로 구성되어 있고 가로와 세로의 비율이 2:1인 기하학적 성질을 갖고 있다[7]. 번호판 후보 영역을 설정하기 위해서 RGB 영상을 명암과 색차가 분리되는 YCbCr 색상 좌표계로 변환하여 녹색에 대한 Cr 성분만을 이용하였다.

자동차 번호판의 녹색 부분은 [그림 1]의 (c)와 같이 Cr 성분의 임계값에 따라 이진 영상으로 표현하여 영역 구분이 가능하다. (a)는 입력 영상이고, (b)는 입력 영상에 대한 Cr 색상이다. (d)는 (c)의 영상에 대해 Opening과 Closing[8] 같은 형태학적 필터링을 하여 아주 작고 고립된 영역과 같은 잡음 성분을 제거한 영상이다.



(a) 입력 영상

(b) Cr 영상

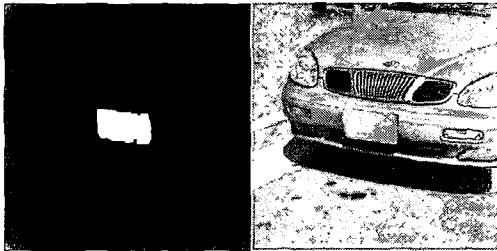


(c) 번호판 후보 영역

(d) 형태학적 필터 적용

그림 1. 차량 번호판 후보 영역 추출 과정

형태학적 필터링을 수행한 후의 후보 영역들에 대해 서 면적 제한을 두어 아주 작은 면적의 영역들은 레이 블링에서 제외시킨다[9]. 또한 차량에 대해 촬영을 할 경우, 번호판 영역에 중심을 맞추어 촬영하게 되므로 번 호판 영역은 영상의 중심 근처에 있다. 따라서 본 논문 에서는 200 화소를 면적에 대한 임계값으로 설정하였 고, 상하좌우 50 화소씩 영역을 축소하여 중심점에 대해 가장 가까운 영역을 최종 번호판 후보 영역으로 선택하 였다. [그림 2]에 선택된 최종 후보 영역과 입력 영상에 표시된 번호판 영역을 보여주고 있다.



(a) 최종 후보 영역 (b) 번호판 영역 표시
그림 2. 차량 번호판 최종 후보 영역

III. 양선형 변환을 이용한 기울기 보정

정면에서 촬영된 영상과는 달리, 촬영 각도에 따라 번 호판 영역 또한 기울어져 있으므로, 이를 그대로 번호판 인식에 사용할 수 없다. 따라서 기울어진 정도에 따라 보정을 하고 보정된 번호판에 대해 일정 크기로 정규화 할 필요가 있다. [그림 2]에서 최종 후보 영역이 결정되 면, 상하좌우 4개의 직선의 방정식을 구해 정확한 사각 형의 좌표를 얻을 수 있다.

이때, 레이블링된 후보 영역은 색상의 불규칙성에 의 해 직선으로 되어 있지 않고, [그림 3]과 같이 돌출 부위 가 생기는 불규칙적인 직선으로 되어 있다.

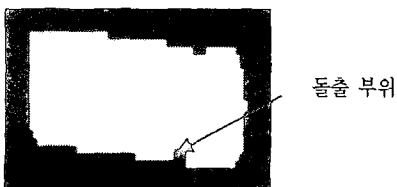


그림 3. 불규칙한 번호판 후보 영역

이의 근사화된 직선의 방정식의 기울기와 y절편을 식 (1)의 선형 회귀 방정식에 의해 구할 수 있다. 여기서, a는 기울기, b는 y절편을 의미한다. 또한 x_i 와 y_i 는 각 사각형의 상하좌우 최외곽 좌표들로서, n개의 좌표 로 구성된다.

$$y = ax + b \tag{1}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

기울어진 번호판 영역의 4개의 직선을 구하게 되면, 사각형을 만들 수 있고 이를 다시 직사각형의 모양으로 정규화 과정을 수행하여 번호판 영역에 대한 최종 위치 를 검증한다. 본 논문에서는 차량 번호판의 가로와 세로 의 비율이 2:1인 특성을 이용하여 100×50 크기의 사각 형으로 정규화 하였다. 추출된 번호판 후보 영역은 식 (2)의 양선형 변환을 통해 [그림 4]와 같은 정규화된 직 사각형의 모양을 가지게 된다.

$$\begin{aligned} u_{01} &= u_0 + dx(u_1 - u_0), & v_{03} &= v_0 + dy(v_3 - v_0) \\ u_{32} &= u_3 + dx(u_2 - u_3), & v_{12} &= v_1 + dy(v_2 - v_1) \\ u &= u_{01} + dy(u_{32} - u_{01}), & v &= v_{03} + dx(v_{12} - v_{03}) \end{aligned} \tag{2}$$

dx, dy는 정규화된 직사각형의 변위값들이고, u, v는 x, y에 대응되는 번호판 최종 후보 영역의 사각형 좌표 이다.

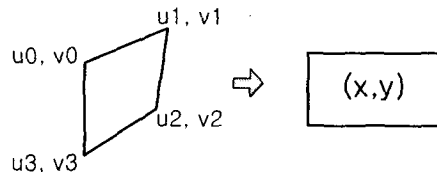


그림 4. 양선형 변환에 의한 사각형 변환

[그림 5]는 선형 회귀 방정식에 의해 구해진 직선을 입력 영상에 표시하였고, 이를 양선형 변환에 의해 기울기 보정이 이루어진 정규화된 번호판 영역을 보여주고 있다. 빨간 점으로 표시된 것은 직선의 방정식을 구할 때, 사용하는 x, y 축의 화소 범위를 표시하는 것이고, 번호판의 사각형에 해당되는 직선도 각기 다른 색으로 표시하였다.

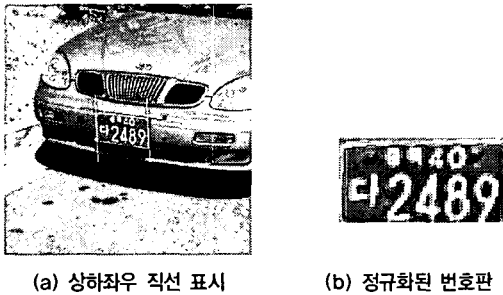


그림 5. 추출된 사각형의 정규화

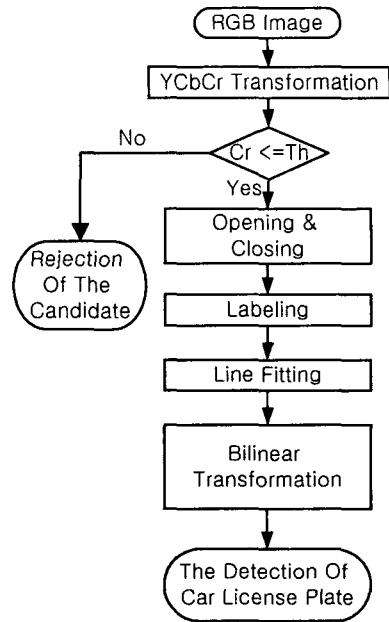
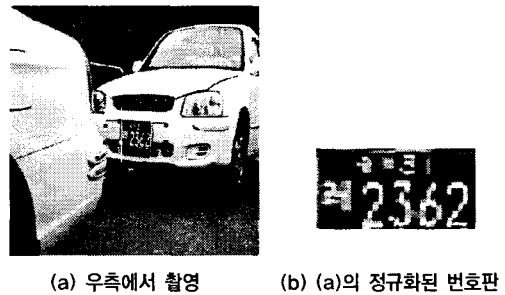


그림 6. 번호판 추출 전체 블록도

IV. 시뮬레이션 결과

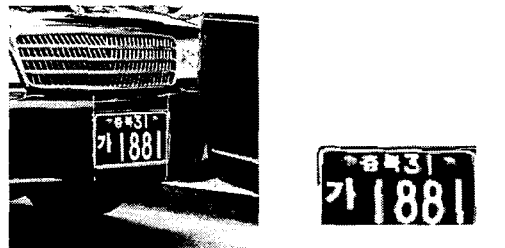
본 논문에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위해서 256×256 크기의 여러 칼라 정지 영상을 대상으로 P-4 1.8GHz CPU, 512MB 메모리를 갖는 Windows XP 환경하에서 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용해 시뮬레이션 하였다. 실험 영상들은 디지털 카메라를 이용하여 촬영된 영상을 사용하였다. YCbCr 색상 좌표계 중에서 Cr만을 사용하였고, 전체적인 시뮬레이션 과정은 [그림 6]과 같다.

[그림 7]은 기울어지고 찌그러진 번호판에 대한 정규화 결과를 보여주며, 정확하게 검출되어 보정됨을 알 수 있다. 좌측에 위치하는 그림이 정규화된 번호판 영상이다.



(a) 우측에서 촬영

(b) (a)의 정규화된 번호판



(c) 좌측에서 촬영

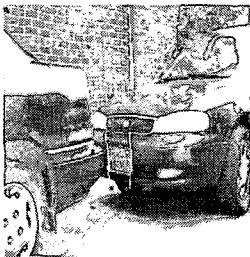
(d) (c)의 정규화된 번호판



(e) 좌측에서 촬영



(f) (e)의 정규화된 번호판



(g) 찌그러진 번호판



(h) (g)의 정규화된 번호판

그림 7. 다양한 각도와 조건에서의 번호판 추출

기울기 보정에 소요된 시간은 대략 0.1초이며, 기울기에 따른 번호판의 인식 성능을 살펴보기 위하여 좌우 0°~70°, 1m 전방에서 촬영한 차량에 대해 실험하였다. 간단한 기하학적 패턴을 이용한 인식알고리즘에 의해 실험한 결과 50°까지는 번호판 인식이 가능하였고, 60°에서는 약 75%정도의 인식률을 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 차량번호판 인식 과정의 전처리인 차량 번호판 검출 중 정확한 번호판 영역 추출에 대한 연구를 하였다. 차량을 보는 각도에 따라 번호판의 형태도 직사각형에서 다양한 사각형의 모양으로 변이되어 정확한 영역의 추출이 어렵다. 이에 YCbCr 색상 정보 중에서 적색 부분에 해당하는 Cr 성분만으로 비영역용 승용차의 녹색 번호판을 추출하였다. 번호판의 잡음을 줄이기 위해 형태학적 필터를 사용하여 번호판 영역의 후보들을 줄였으며, 레이블링 후 위치 정보에 의해 최종 후보 영역으로 선택된 사각형에 대해 선형회귀방정식에

의해 사각형의 외곽에 근사화된 직선들을 얻을 수 있었다.

제안된 방법의 검출 성능을 확인하기 위하여 여러 칼라 성분을 사용한 유사 방법과 비교하였다. 칼라 성분과 기존 연구 중 이화진 등의 연구[10]와 비교한 결과 H 성분과 Q 성분의 조합에서도 좋은 성능을 보여 주었지만 Cr 성분만을 사용했을 때 92%의 검출 성능을 보여 주었으며 변환 시간 등을 고려했을 때 계산의 효율성이 더 좋았다.

[표 1]은 칼라 성분에 따른 번호판의 정확도를 비교해 놓은 것이다.

표 1. 칼라 성분에 따른 번호판의 정확도

비교 대상	칼라 성분	정확도
이화진 등의 방법	97(H<127 100(Q<123	90%
제안 방법	Cr<120	92%

제안된 방법의 검출 성능을 확인하기 위하여 총 100장의 임의의 번호판 영상을 가지고 실험한 결과 92장이 성공적으로 검출되었고 나머지 8장은 검출에 실패하였다. 검출 오류의 원인으로는 첫째, 빛의 영향으로 차량 번호판의 Cr 값이 임계값을 벗어나는 경우, 둘째, 차량의 색 자체가 번호판과 같은 Cr 성분을 갖는 경우, 셋째, 번호판 자체가 그림자에 의해 그늘진 경우나 차량 전체가 그늘진 경우이다.

추후 과제는 초기 색상의 임계값이 한정된 명암값에 의존적이기 때문에 가변적인 조명에 강건하게 검출하는 것과 번호판 색깔과 비슷한 색깔의 차량 본체에 대해서는 잘못된 후보 영역을 추출하게 되어 최종 정규화된 사각형에 차량 번호가 추출되지 않는 것을 보완할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] 건설교통부 고시, "자동차 등록 번호판 등의 제식에 관한 고시", 건설교통부, 제 02-317호, 2002.
- [2] 이용주, 권장우, "컴퓨터 비전을 이용한 한일 통합

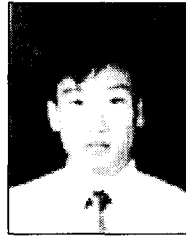
차량 번호판 인식 시스템”, 한국멀티미디어학회, 제 7권, 제 2호, pp.74-81, 2003.

- [3] D.U.Cho, Y.H.Cho, "Implementation of preprocessing independent of environment and recognition of car nubber plate using histogram and template matching," The Journal of the Korean institute of communication sciences, Vol. 23, No. 1, 1998.
- [4] H. A. Hegt, R.J. Haye, N.A. Khan, "A high performance license plate recgnition system," in Proc. IEEE Conference on Systems, Man, abd Cybernetics Systems, Man, and Cybernetics, Vol.5, pp.4357-4362, 1998.
- [5] 남미영, 이종희, 김광백, "개선된 HSI 컬러 정보를 이용한 자동차 번호판 검출 시스템", 한국멀티미디어학회 춘계 학술 발표 논문집, pp.345-349, 1999.
- [6] 허남숙, "명암도 변화와 개선된 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구", 신라대학교 석사학위논문, 2001.
- [7] D. U. Cho, J. Y. Kim and Y. K. Yang, "Recognition of Automobile Type and Extraction of Car Number Plate by Image Processing," Pro of First Korean-Japan Joint Conference of Computer Vision, pp.230-233, 1991.
- [8] S. E. Umbaugh, Computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using CVIptools, Prentice Hall, pp.92-97, 1998.
- [9] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley, pp.42-45, 1993.
- [10] 이화진, 박형철, 전병환, "HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출", 한국정보처리학회 논문지(A), 제 7권, 제 12호, pp.3395-4003, 2000.

저자 소개

문성원(Sung-Won Mun)

준회원



- 2000년 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2001년~2004년 : 충북대학교 정보산업공학과(공학석사)
- <관심분야> : 영상신호처리, 컴퓨터 비전

장언동(Un-Dong Chang)

정회원



- 1996년 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2000년~2002년 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2002년~현재 : 충북대학교 정보통신공학과(박사과정)
- <관심분야> : 영상신호처리, 컴퓨터 비전

송영준(Young-Jun Song)

정회원



- 1996년 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 1996년~1998년 : LG전자 멀티미디어 사업본부 주임연구원
- 1998년~2000년 : 하이닉스반도체 메모리사업본부 주임연구원
- 2000년~2003년 : 한국전자통신연구원 네트워크연구소 홈네트워크팀 선임연구원
- 2000년~2004년 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2003년~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 시간강사
- <관심분야> : 영상인식, 영상처리, 얼굴 인식