

복합 특성 정보와 SVM을 이용한 차량 번호판 추출 및 검증

김하영^{*} · 안명석^{**} · 차의영^{*}

^{*}부산대학교 , ^{**}한국해양대학교

Vehicle License Plate Extraction and Verification Using Compounded Feature

Information and Support Vector Machines

Ha-young Kim^{*} · Myung-seok An^{**} · Eui-young Cha^{*}

^{*}Pusan National University · ^{**}Korea Maritime University

E-mail : tippy99@empal.com

요약

본 논문에서는 번호판 고유의 복합 색상 정보와 수직 에지 정보를 이용한 번호판 후보 영역 추출 기법을 제안한다. 또한 추출된 번호판 영역의 정확성을 높이기 위해서, Fast DCT를 거쳐 압축된 이미지에 대하여 Support Vector Machines(SVM)을 이용한 검증 과정을 제안한다. 제안하는 기법은 차량번호판 인식의 대상이 되는 자동차의 위치가 정면, 후면을 구분하지 않는 다양함을 가지고, 주변 배경이 충분히 포함되는 상황에서 다양한 크기를 가지는 355장의 영상들을 대상으로 한다. 실험 결과, SVM을 이용한 검증 과정을 거친 방법이 그렇지 않은 경우보다 20% 이상 향상된 번호판 추출 성공률을 나타내었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a new approach to detect candidate area of vehicle license plate using compounded color and vertical edge information it's own. Also, we propose a verification course, to compressed image generated by Fast DCT, using SVM to increase accuracy of extracted vehicle license plate area. Proposed method is consider that vehicle's position, become a object of it's license plate recognition, has various angle, scale and include enough environment informations. As a experimental results, proposed method shows a superior performance compared with the case that not includes verification course using SVM.

키워드

차량 번호판 추출, 복합 색상 정보, 명암 정보, Discrete Cosine Transform(DCT), Support Vector Machines(SVM)

I. 서 론

컴퓨터 시각을 이용한 차량 번호판 인식 기술은 크게 차량 번호판 영역추출과 문자 인식의 두 과정으로 나누어 볼 수 있다. 그 중 차량 번호판 영역 추출은 환경적인 요인들에 영향을 많이 받으므로, 전체적인 기술의 성능 향상을 위해서는 이 과정의 정확성과 신뢰성에 대한 개선이 필수적이다.

차량이 포함되어 있는 영상에서 번호판 영역을 추출하는 연구로는 소벨 연산에 의한 에지 추출

방법[1], 허프 변환이나 주파수 변환에 의한 방법 [2-3], 명암 벡터나 색상 정보, 혹은 둘 다를 이용한 방법[4-8], 신경 회로망을 이용한 방법[9] 등이 있다. 위의 방법들은 여러 가지 장, 단점을 가지고 있으나, 번호판 영역을 추출함에 있어 한 가지 정보만을 이용하는 것보다 번호판의 여러 특징을 복합적으로 이용하는 방법이 정확성과 신뢰성에 있어서 뛰어나다[5,6,8].

그러나, 기존의 연구들은 번호판 고유의 특징 정보에 대한 검증 과정이 없다. 그러므로 주변 환경이 충분히 포함되어 있는 영상에서 차량 번호

판과 비슷한 정보가 포함되어 있을 경우, 이를 실제 번호판으로 오판할 수 있는 가능성성이 매우 높다. 실제로 일정한 지역을 감시하면서 차량 번호판 영역을 추출하는 시스템은 이러한 문제점으로 인해 매우 심각한 악영향을 받을 수 있다.

본 논문에서는 주변 환경이 충분히 포함되도록 활용된 주, 정차 위반 지역을 대상으로 하여 실험을 진행한다. 입력 영상은 들어오는 차량의 각도나 조명의 변화가 매우 다양하고, 번호판의 특징 정보와 유사한 주변 환경 요소들도 많이 포함하고 있다. 제안하는 방법은 번호판 고유의 색상, 수직 에지 정보를 이용하여 차량 번호판 후보 영역들을 추출한 다음, 후보 영역들의 수직 에지 정보에 DCT를 적용하여 영상을 분할하고, 판별 기능이 뛰어난 SVM으로 번호판 후보 영역들의 저주파 영역에 대해 검증을 실시하여 최종적인 번호판 영역을 추출한다.

II. 차량 번호판 영역 추출

본 논문에서는 차량 번호판 추출 과정을 크게 다음의 세 단계로 나누었다. 먼저, 영상이 들어오면 영상의 복합 색상 정보를 이용하여 번호판의 후보 영역을 검출한다. 검출된 후보 영역의 신뢰성을 보완하기 위해 명암 정보를 이용하여 범위를 재설정한다. 마지막으로 검출된 후보 영역들을 대상으로 레이블링을 수행하여, 번호판 후보 영역들을 추출한다.

1. 복합 색상 정보에 의한 번호판 후보 영역 추출

입력된 컬러 영상에서 번호판 후보 영역을 검출하기 위해서 단일 색상 정보를 사용할 경우, 유사한 색상이 주변 환경에 포함되어 있거나, 조명이 다양하면 올바른 결과를 얻기가 어렵다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해서 HSI 와 YIQ의 색상 정보를 복합적으로 이용하였다 [10]. HSI 컬러 모델에서 색상 정보를 가지고 있는 H(Hue)는 모든 색상에 대한 표현이 가능하며 유사한 색상은 잘 구분하지만, 조명에 약한 단점을 가지고 있다. YIQ 컬러모델에서 색상 정보를 나타내는 I, Q는 유사한 색상에 대한 분별력은 부족하지만, 조명에 강한 장점을 가지고 있다.

본 논문에서는 정확한 번호판 영역 추출을 위하여 위와 같은 컬러 모델 간의 특성을 상호 보완하여 복합적으로 사용한다. 그림 1은 원영상과 복합 색상 정보로 검출한 번호판 후보 영역의 이진화 결과를 나타내고 있다.

2. 수직 에지 정보를 이용한 번호판 후보 영역 재설정

번호판의 색상 정보만을 이용해서 설정한 후보 영역은 주변 환경에 포함되어 있는 번호판과



그림 1. 복합색상정보를 이용한 차량 번호판 후보 영역 이진화

비슷한 색상의 영역이나, 조명에 의해 차량 번호판이 아닌데 포함되거나, 차량 번호판 영역임에도 불구하고 포함되지 않는 영역에 대한 올바른 판단을 기대하기 어렵다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해서 영상의 명암 정보를 바탕으로 한 수직 에지 필터를 사용한다. 번호판은 수직적인 정보를 많이 포함하고 있기 때문에 영상 전체에 수직 에지 필터를 적용하여 후보 영역을 추출할 수 있다.

최종적인 번호판 후보 영역 설정을 위해서, 컬러 정보와 수직 에지 정보 각각을 이용하여 번호판 후보 영역을 제시한다. 그리고, 앞서 구한 두 영역간의 AND연산을 통해서 재정의 된 후보 영역을 추출한다. 이 후보 영역은 번호판의 두 가지 특성 정보가 가지는 상호 보완적 관계 때문에 더욱 정확한 영역을 형성한다. 그림 2는 복합 색상, 수직 에지 정보로 검출한 번호판 후보 영역 각각에 대하여 12×4 크기의 마스크를 사용하는 최대값 필터를 적용한 후, 두 영역 간의 AND연산 수행 결과를 보여주고 있다.

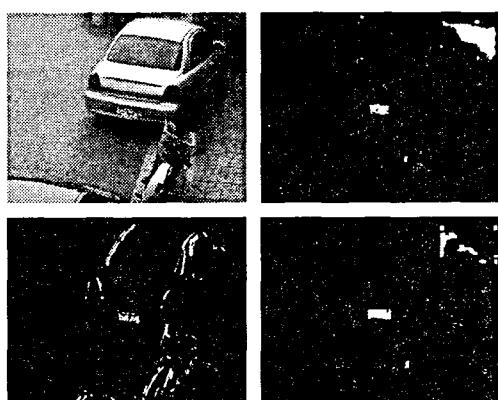


그림 2. 복합색상정보와 수직에지정보의 AND연산을 통한 차량 번호판 후보 영역 추출

3. 레이블링을 통한 번호판 후보 영역 검출

주변 환경이 충분히 포함되어 있는 영상에서 색상과 에지의 복합 특성 정보로 추출된 번호판 후보 영역은 잡영이나 번호판이 아닌 영역을 포

함하고 있는 경우가 많다. 그러므로 검증을 통해서 실제 번호판인지를 판별하는 과정이 필요하며, 이를 위한 전처리로 레이블링을 사용한다.

우선, 추출된 번호판 후보 영역에 대하여 중위수 필터, 모폴로지 연산 등을 사용하여 잡영을 제거하는 등의 전처리를 수행한다. 전처리를 거친 영상에서 설정한 임계치($T=1000$) 이하의 값은 포함하지 않는 레이블링으로 번호판 후보 영역을 재설정한다. 레이블링 과정에서 미리 설정한 번호판 후보 영역의 가로에 대한 세로 비율(0.2~0.9)을 벗어나는 영역은 탈락한다. 최종적으로 설정된 후보 영역은 각 레이블을 포함하는 최소 사각형 형태로 설정되어 검증에 사용된다.

III. 차량 번호판 검증

번호판 후보 영역으로 설정된 각 레이블들에 대해서 판별을 하기 위해서 SVM을 사용한다. SVM은 통계학자인 Vapnik에 의해 1995년에 제안되었으며, 통계적 학습 이론에 기반을 두고 최적 분류를 수행함으로서 뛰어난 일반화 성능을 보여준다[11,12]. 본 논문에서는 비선형 커널 함수 중의 하나인 Radial Basis Function(RBF)을 사용하여 번호판 판별에 사용한다[12].

추출된 번호판 영역의 크기는 각 레이블의 인덱스에 따라서 차이가 나므로, 이미지를 일정한 크기로 만드는 정규화 작업을 수행한다. 본 논문에서는 64×64 의 크기로 모든 후보 영역들을 정규화한 이미지에 DCT를 적용하여 다른 차원의 값으로 변환하였다. 변환된 이미지에서 저주파 성분에 속하는 20×20 영역을 설정하여 이를 0과 255 사이의 값으로 다시 정규화하는 과정을 거쳤다. DCT는 영상 부호화 방법의 하나로 알려져 있으며[3], 본 논문에서는 Fast DCT기법을 사용하여 기존의 DCT보다 수행 시간을 줄여 보다 빠르게 결과를 얻을 수 있었다[13].

정규화된 영역은 SVM의 query로 등록되며, 비선형 커널 함수인 RBF를 거쳐서 다른 차원으로 변환된 상태에서 등록되어 있는 모델과의 유사도를 구한다. 그에 관한 공식은 다음과 같다.

$$D = \sum_{i=1}^n (f(S_i, V_q) \times \alpha) + T \quad (1)$$

$$f(x_i, x_j) = K(x_i, x_j) \times d_i \times d_j \quad (2)$$

$$K(x, y) = \exp(-\gamma \|x - y\|^2) \quad (3)$$

수식 (1)에서, S 는 사전에 등록한 모델의 Support Vector(SV)를 나타내며, V_q 는 입력 특징 벡터를 의미한다. 추출된 영역의 차량 번호판에 대한 유사도 D 는 커널 연산 f 와 lagrange multiplier α 의 곱을 모델의 전 SV에 적용한 값들의 합과 model Threshold인 T 와의 합으로 구

해진다. 수식 (2)에서 d 는 벡터가 속하는 클래스를 나타내는 factor이다. 수식 (3)은 RBF kernel의 공식이다.

만약 차량임을 나타내는 SV가 많은 경우 값이 증가하고, 차량이 아닌 경우는 값이 감소한다. 본 논문에서는 차량임을 나타내는 유사도 임계값, 즉 optimal hyperplane을 0으로 설정하였다. 즉, 0이 하는 차량이 아니며, 0이상의 값은 차량임을 의미 한다. 차량 번호판 영역으로 인정된 영상에 대해서도 가장 큰 값을 가진 것을 최종 번호판 영역으로 선택하게 하여, 검증의 신뢰성을 높였다.

IV. 실험 및 결과 분석

제안하는 방법의 실험을 위해서 도로 상에 설치된 웹 카메라에서 주변 배경을 충분히 포함한 차량 영상을 총 355장 사용하였다. 영상은 720×486 의 크기를 가지며 해상도는 72pixel/inch이다. 차량 번호판이 들어오는 방향은 전면, 후면을 구분하지 않으며, 조명의 상태도 역광과 순광을 전부 포함하였다. 실험을 구현한 컴퓨터는 Pentium IV 2.6GHz의 CPU 속도를 가지고 있으며, Visual C++ .NET 환경에서 만들어졌다.

첫 번째 성능 평가는 SVM의 검증을 거치지 않고 복합 색상, 수직 애지 정보를 각각 사용한 번호판 영역 추출 방법과 복합 특성 정보를 사용한 방법의 결과를 비교하였다. 실험 결과는 다음의 표 1과 같다.

표 1. 특성 정보 활용 방법에 따른 차량 번호판 영역 추출의 성능 실험 결과

평가기준		방법	복합색상	수직애지	복합색상&수직애지
추출 성공률		56.1% (199/355)	29.6% (105/355)	70.4% (250/355)	
추출 실패율	오판단	34.6% (123/355)	52.1% (185/355)	15.8% (56/355)	
		2.8% (10/355)	7.3% (26/355)	6.5% (23/355)	
	미추출	6.5% (23/355)	11.0% (39/355)	7.3% (26/355)	
평균 처리 시간(ms)		352	369	445	

여기서 '오판단'이란, 한 영상에서 추출된 하나 혹은 그 이상의 차량 후보 영역에서 차량 번호판 영역이 아님에도 불구하고 차량 번호판이라고 판단하거나, 그 반대의 경우를 의미한다. '다추출'은 여러 개의 추출된 차량 번호판 후보 영역 중에 '오판단'을 하는 경우이고, '단추출'은 하나의 추출된 차량 후보 영역에서 '오판단'을 하는 경우이다. '미추출'은 차량 번호판이 있음에도 불구하고, 영역을 하나도 찾아내지 못한 경우를 나타낸다.

위의 결과에서 보듯이 복합 색상 정보와 수직 애지 정보를 각각 사용한 경우의 차량 번호판 영

역 추출 성공률보다 두 가지 특성을 AND 연산하여 번호판 영역을 추출한 경우의 성능이 더 높았다. ‘오판단’ 부분에 있어서도 각 특징의 AND 연산으로 인하여 ‘다추출’에 해당하는 오류가 현저하게 줄어들었다. 각 방법의 평균 처리 시간은 특징 정보들 간의 비교 연산이 추가된, 복합 특성 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출 방법이 가장 많이 걸렸다.

두 번째 성능 평가는 복합 특성 정보를 이용하여 차량 번호판을 추출하되 SVM을 통한 검증과 정을 거치지 않은 방법과 제안한 방법을 비교하는 방식을 선택하였다.

아래의 표에서와 같이 SVM 검증을 거친 결과가 거치지 않은 방법보다 약 20% 이상의 성능 향상을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 평균 처리 시간은 상대적으로 많은 번호판 후보 영역을 처리해야 하는 검증을 거치지 않는 방법이 더 크게 나타나, 제안한 방법의 효율성을 증명해주었다.

표 2. SVM 통한 검증 여부에 따른 차량 번호판 영역 추출의 성능 실험 결과

평가기준		방법	Non-SVM 검증	SVM 검증
추출 성공률			70.4% (250/355)	93.5% 332/355
추출 실패율	오판단	다추출	15.8% (56/355)	0% (0/355)
		단추출	6.5% (23/355)	2.3% (8/355)
	미추출		7.3% (26/355)	4.2% (15/355)
평균 처리 시간(ms)			445	422

V. 결 론

본 논문에서는 복잡한 주변 환경이 충분히 포함되고 활영 위치가 일정하지 않은 주, 정차 위반 단속용 영상에서 번호판을 추출하기 위하여, 차량 번호판이 가지는 복합적인 특성 정보를 이용하였다. 유사한 색상을 잘 나타내는 Hue와 조명에 강한 장점을 가지는 I, Q 컬러모델을 상호 보완적 으로 사용하여 효과적으로 번호판 영역을 검출하였으며, 번호판의 수직 애지 정보를 이용하여 영역 결과를 보완하였다. 또한, 추출한 번호판의 신뢰성을 검증하기 위하여 Fast DCT로 원 정보를 축소한 후, SVM을 사용하여 등록된 번호판 정보들과의 비교를 통하여 유사도를 측정하였다.

향후에는 번호판 영역을 좀 더 효율적으로 추출하기 위하여 번호판 고유의 색상 정보에 대하여 다양한 관점으로 분석하고, 복합적인 특성 정보의 상호 보완성을 파악하는 연구가 수행되어야 한다. 또한, 영상의 특징을 분석하여 검증을 위한 SVM의 번호판 판별 기준을 실험 환경에 의한 영상의 변화에 대해 적응적으로 설정하는 방법에

대해서도 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] D. H. Ballard, Computer Vision, Prentice-Hall, Inc., pp.76-79, 1991.
- [2] 전병태, 윤호섭, “신호처리 기법을 응용한 차량 번호판 추출방법,” 대한전자공학회 논문지(B), 제30권, 제7호, pp.728-737, 7.1993.
- [3] 박성욱, 황운주, 박종욱, “DCT를 이용한 차량번호판 추출 및 문자 영역 분리에 관한 연구,” 대한전자공학회논문지, 제36권, 제1호, pp.73-81, 1.1999.
- [4] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, “명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘,” 한국정보과학회 논문지(B), 제25권, 제4호, pp.676-684, 10.1998.
- [5] 이용주, “수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘,” 한국정보처리학회 논문지, 제8-B권, 제2호, 4.2001.
- [6] 이화진, 박형철, 전병환, “HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출,” 한국정보처리학회 논문지, 제7권, 제12호, pp.3995-4003, 12.2000.
- [7] 이운석, 김희승, “HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출,” 한국정보과학회 추계 학술 발표 논문집, 제26권, 제2호, pp.524-526, 10.1999.
- [8] 권숙연, 전병환, “복합 색상과 명암 벡터를 이용한 주차 단속 영상에서의 번호판 추출,” 대한전자공학회 논문지, 제40권, 제6호, pp.363-371, 11.2003.
- [9] 김갑기, 김광인, 김항준, “신경망을 이용한 자동차 번호판 추출,” 제26회 한국정보과학회 논문지, pp.476-478, 10.1999.
- [10] 구경모, 김하영, 안명석, 차의영 “저해상도 카메라를 이용한 차량번호판의 추출,” 제31회 한국정보과학회 추계 학술 발표회, 제31권, 제2호, 10.2004.
- [11] Vladimir N. Vapnik, "An Overview of Statistical Learning Theory," IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 10, No. 5, pp.989-999, September 1999.
- [12] Simon Haykin, Neural Networks a Comprehensive Foundation 2nd Edition, Prentice Hall, pp.318-348, 1999.
- [13] Zoran Cvetković and Miodrag V. Popović, "New Fast Recursive Algorithms for the Computation of Discrete Cosine and Sine Transforms," IEEE Proceedings. on Signal Processing, pp.2083-2086, August 1992.