

국부적 명암도 대비를 이용한 자동차 번호판 검출 기법

김재도, 한영준, 한현수

승실대학교 전자공학과

e-mail: {duckjd, young, hahn}@ssu.ac.kr

A Method of Detecting Car Number Plate Using Local Intensity Contrast

Jaedo Kim, Youngjoon Han, Hernsoo Hahn
Dept of Electronic Engineering, Soongsil University

요 약

본 논문은 번호판 내 명암도 대비를 이용한 자동차 번호판 검출 기법을 제안한다. 평균값 필터와 라플라시안 필터를 사용하여 영상의 잡음을 제거하는 동시에 에지 성분을 향상시킨 후 조영 환경 변화에 강인한 번호판 내 명암도 대비 특징을 이용하여 문자 후보를 검출한다. 다음으로 검출된 문자 후보가 열을 이루는 텍스트 후보를 검출하고, 이 영역을 Otsu 이진화 기법을 사용하여 x축에 투영하였을 시 나타나는 패턴을 평가함으로써 최종적으로 자동차 번호판을 검출하게 된다. 제안하는 기법의 성능을 평가하기 위해 다수의 데이터를 사용하여 실험하였고, 이를 분석하여 제안하는 기법의 우수성을 검증하였다.

키워드 : 자동차 번호판 검출(Car Number Plate Detection), 명암도 대비(Intensity Contrast), 문자 검출(Character Detection), 텍스트 검출(Text Detection)

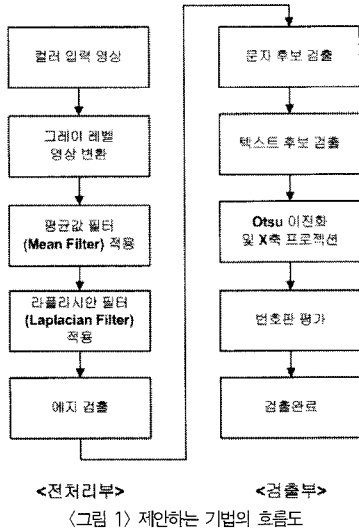
I. 서론

최근 비전 시스템을 구성하는 카메라 및 PC, 임베디드 시스템 등의 기술의 발전으로 인해 시스템의 소형화 및 실시간 처리가 가능해짐으로써 영상 처리를 이용한 응용 서비스 분야가 다양해지고 있다. 특히 실시간 감시 및 관리가 필요한 교통 통제 시스템에 많이 응용되고 있다. 무인 주차 관리 시스템, 불법 주차 감시 시스템, 교통법규 위반 감시 시스템 등 여러 분야에서 사용되고 있는 자동차 번호판 인식 기술은 크게 3단계로 이뤄지며, 가장 먼저 수행되어야 할 것은 번호판 영역을 추출하는 것이다. 이후 문자를 인식하기 위해 추출된 번호판 내 문자를 분리하는 단계를 거쳐 마지막으로 분리된 문자를 인식하게 된다. 전체 과정 중 인식률에 가장 큰 영향을 미치는 것은 바로 번호판을 추출하는 단계이다.

II. 관련 연구

번호판을 정확하게 검출하기 위한 연구들은 흑백 및 그레이 영상으로 하는 방법과 컬러 색상을 이용하는 방법 등 여러 가지 방법이 있다. 첫째, 수평 및 수직 에지 방식을 이용한 차량 번호판 추출방법이 있다[1][2]. 이는 자동차 이외의 배경이 섞인 경우 수평 및 수직 에지가 배경부분에도 다수 생성될 수 있어 후보가 많아진다는 단점이 있다. 둘째, 번호판 영역의 명암도 변화를 이용한 방법이 있다[3]. 이는 배경에도 명암 차이가 대칭적으로 나타나는 경우 오류를 일으킨다. 셋째, 템플릿을 이용한 방법이 있다. 이는 번호판이 회전되거나 기울어진 경우 검출이 어렵고, 검출시간이 많이 걸린다는 단점을 가지고 있다. 넷째, 색상 정보를 이용하는 방법이 있다[4][5]. 이는 차량 색이 번호판 영역의 색과 비슷할 경우 검출 오류가 발생할 소지가 높다. 허프 변환을 이용한 방법이 있다[6].

위에 기술한 기존 연구들과 같이 번호판의 외각 에지를 사용하거나 색상 등을 이용하는 대부분의 경우가 조명환경에 굉장히 민감하다. 따라서 본 논문에서는 번호판 배경과 큰 대비를 보이는 번호판 내 문자를 검출함으로써 조명환경에 더 강한 번호판 인식을 위한 자동차 번호판을 검출하는 기법을 제안한다. 번호판의 크기가 너무 작은 영상을 사용할 경우 각 문자 고유의 특징을 잃기 때문에 문자 인식을 위해 문자가 두드러지는 차 번호판이 필요하다. 제안하는 기법의 전체 흐름도는 그림 1과 같다.



(그림 1) 제안하는 기법의 흐름도

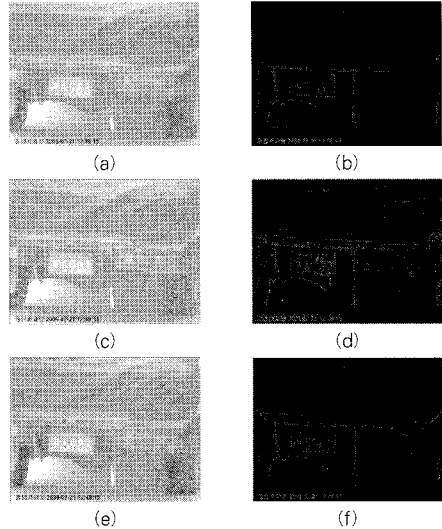
III. 문자 후보 및 텍스트 후보 검출

색상보다 조명환경에 강한 성질을 보이는 특징은 명암도 대비이다. 에지 영상을 참고로 국부적인 대비 정보를 이용하여 문자 후보를 찾게 된다.

3.1 에지 향상

그림 2(a)와 같은 대비가 낮은 영상의 경우 그림 2(b)와 같이 번호판 내 에지가 잘 검출되지 않는다. 이를 개선시키기 위해 에지 향상 기법인 라플라시안 필터(Laplacian Filter)를 바로 사용할 경우 그림 2(d)와 같이 잡음 요소의 에지들이 다수 발생하기 때문에 먼저 평균값 필터(Mean Filter)를 사용하여 초기 입력 영상에 존재하는 잡음의 영향을 감소시켜 영상을 부드럽게 한다. 이에 따라 경계선이 무더지는 현상을 보이게 되므로 라플라시안 필터를 사용하여 무더진 경계선을 강조하게 된다. 그림 2(e)는 평균값 필터와 라플라시안 필터를 사용하여 개선한 영상이고, 그림 2(f)는 그림 2(e)의 에지 영상이다. 그림 2(b)와 비교해 볼 때 번호판 이외 영역에서는 에지 성분이 크게 증가하지 않은 반면 번호판 영역 내

에서는 에지 성분이 크게 증가하였음을 볼 수 있다. 원래 대비가 좋아 번호판 내 에지 성분이 많은 영상의 경우에 잡음의 영향만 감소할 뿐 잡음 성분의 에지가 크게 발생하지 않아 어떤 영상에 적용하여도 문제가 없다.



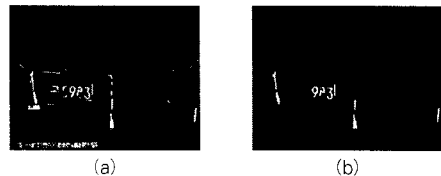
(그림 2) 에지 영상 : (a)원영상, (b)(a)의 에지영상, (c)라플라시안 필터 영상, (d)(c)의 에지 영상, (e)평균값필터+라플라시안필터 영상, (f)(e)의 에지 영상

3.2 문자 후보 검출

전처리 후 얻어진 에지영상을 기반으로 번호판 내 배경과 문자와 같이 큰 대비를 보이는 영역을 찾는다. 다음 수식 (1)에 만족하는 영역을 관심 영역으로 간주한다.

$$S_j^i = \begin{cases} 1, & B_j^i > B_{j-1}^i \text{ and } B_j^i > B_{j+1}^i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

여기서 S_j^i 는 영상의 i번째 행에 존재하는 j번째 두 에지점 사이 구간이고, B_j^i 는 각 구간의 평균 밝기 값이다. 현재 구간을 기준으로 전, 후 구간의 밝기 값보다 클 때 현재 구간을 관심영역으로 판정하게 된다. 이렇게 얻어진 관심 영역은 그림 3(a)와 같다.



(그림 3) 관심 영역 및 문자 후보: (a) 관심 영역, (b) 문자 후보

관심 영역은 번호판 영역 이외에도 다수 나타나고, 또한 하나의 문자가 두 개 이상의 영역으로 분리된 경우도 보이게

된다. 이를 보정하기 위해 관심 영역간의 거리가 가까운 경우에 한해 두 영역을 묶어 하나의 영역으로 보정하였다. 다음으로 아래와 같은 문자 후보 조건에 만족하는 영역만을 남겨두어 개별 문자 후보를 찾는다.

문자 후보 조건

1. 영역의 높이가 20 픽셀보다 크고, 70 픽셀보다 작아야 한다.
2. 영역의 높이가 너비보다 커야 한다.

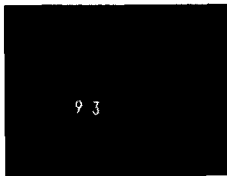
위 조건을 그림 3(a)에 적용함으로써 다수 존재하던 에지 성분 중에서 그림 3(b)에서 보는 것과 같이 문자 후보라고 할 수 있는 성분들만이 남는다.

3.3 텍스트 후보 검출

찾아진 문자 후보가 모두 번호판 내 문자를 나타내는 것이 아니므로 각 문자 후보 간의 위상학적 관계를 비교하여 문자 열인 텍스트 영역을 찾아내게 된다. 각 문자 후보 주위에 동일한 크기의 문자 후보가 존재하는지를 판단하는 것으로 아래의 조건을 만족하는 문자 후보들을 남겨두면 그림 4와 같은 텍스트를 이루는 문자 후보만이 남게 된다.

텍스트 후보 조건

1. 비교되는 두 문자 후보의 높이 차는 작은 높이의 15%이내여야 한다.
2. 비교되는 두 문자 후보의 중점의 y축 차이는 작은 높이의 15% 이내 이어야 한다.
3. 비교되는 두 문자 후보의 중점의 x축 차이는 작은 높이의 30%에서 200% 사이여야 한다.
4. 위의 3가지 조건을 모두 만족하는 이웃 문자 후보를 가져야 하며, 4개 이하로 가져야 한다.



(그림 4) 텍스트 후보

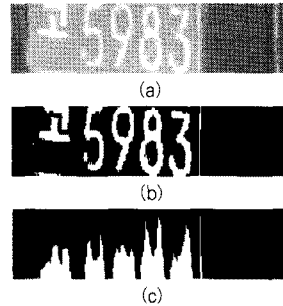
IV. 번호판 평가

찾아진 텍스트 후보가 번호판 하단 큰 문자의 모두가 아닐 수 있으므로 정확한 번호판 영역 검출을 위해 번호판이 가지는 또 다른 특징을 사용한 처리가 필요하다.

4.1 이진화를 통한 문자 특징 추출

자동차 번호판과 같이 배경과 객체가 명확한 경우 여러 가지 이진화 기법 중 객체와 배경 분리에 탁월한 성능을 보이는

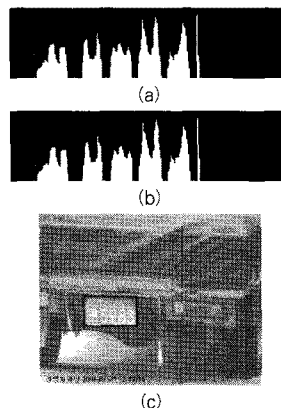
기법은 Otsu 이진화이다. 배경과 객체가 명확한 경우 두 정점을 가지는 히스토그램을 가지게 되고 임계값을 구할 때 분산 최대에 의한 2분할법을 사용한다. 그림 5(a)는 그림 2(e)에서 텍스트 후보의 가로 대 세로 비율을 조사하여 번호판에서 위치할 것으로 예상되는 위치까지의 확장된 영역만을 잘라낸 영상이다. 그림 5(b)는 확장 이전의 텍스트 영역만을 입력으로 Otsu 이진화 문턱값을 계산하여 이를 적용한 이진화 영상이며, 이를 x축에 투영한 영상이 그림 5(c)이다.



(그림 5) 에지 영상 : (a) 텍스트 영역, (b) Otsu 이진화, (c) X축 투영

4.2 번호판 평가

x축에 투영된 영상의 패턴을 확인하여 번호판인지 평가하게 된다. 먼저 골(valley)을 찾고 골 사이의 너비가 다른 골 사이의 너비보다 너무 크거나 작을 경우 골을 제외한다. 또한 나뉜 영역에서 문자의 픽셀이 차지하는 비율이 높은 경우 또한 문자 영역에서 제외시킨다. 연속된 영역에서 같은 패턴이 생성된 경우 이를 번호판의 하부 문자 영역으로 판단하게 된다. 마지막으로 하부 문자 영역이 번호판에서 위치하는 크기와 비율을 이용하여 번호판 영역을 확장하게 된다. 그림 6은 이 결과를 보여주는 것이다.



(그림 6) 번호판 평가 및 최종 검출 : (a) 초기 분리선, (b)개선된 분리선, (c) 최종 결과

V. 성능평가 및 분석

제안한 방법을 평가 및 분석하기 위하여 조명환경이 다양한 야외에서 얻은 640×480 크기의 녹색 번호판 이미지 1400개를 사용하여 실험하였다. 번호판 하부에 작은 문자가 존재하는 이미지 700장, 존재하지 않는 이미지 700장으로 구성하였다. 이미지 전체의 대비가 낮거나, 번호판이 회전되거나, 일부 문자가 가려져 있는 영상도 포함되어 있다. 표 1은 번호판 내 문자 후보가 검출되어 텍스트를 이루는 경우의 검출률을 나타낸 것으로 테스트 집합 1400개 이미지 중 1387개에 해당하여 99.1%의 검출률을 보였다. 이는 대부분의 영상에서 번호판 배경과 내부 문자간의 대비가 높아 문자 영역의 에지가 잘 나타나며 제안한 문자 후보 검출 기법이 잘 동작함을 볼 수 있다. 텍스트 후보가 검출되지 못한 이유는 이미지의 조명환경이 너무 어둡거나 빛의 반사에 의해 문자와 배경의 대비가 크게 감소하여 최소 2개 이상의 문자 후보가 텍스트 후보 조건을 만족시키지 못한 경우이다.

〈표 1〉 텍스트 후보 검출률

단위: 개		
실험 영상	텍스트 검출	검출률(%)
1400	1379	98.5

표 2는 하부 소문자의 유무에 따른 두 가지 형태 번호판에 대한 이진화 패턴 평가 결과를 보여주고 있다. 성공은 정확히 문자 부분만을 분리해 낸 경우를 말하는 것이다. 소문자의 유무에 관계없이 98%가 넘는 좋은 성능을 보이고 있다. 이는 번호판 배경과 문자 사이의 대비가 보통의 경우 두드러지게 나타남을 증명하는 것이다. 평가가 실패한 원인은 일부 문자가 가려져 있어 자동차 번호판의 이진화 패턴과 비교하여 문자 영역이 부족한 경우와 번호판 주변에도 복잡한 구조를 가지고 있어 다수의 이진화 패턴이 생성된 경우이다.

〈표 2〉 이진화 패턴 평가

단위: 개			
구분	실험 영상	성공	검출률(%)
소문자 유	685	672	98.1
소문자 무	694	683	98.4
합계	1379	1355	98.25

마지막으로 최종 번호판 검출률은 표 3과 같다. 항목 중 "정확한 검출"은 이진화 패턴 평가에서 성공으로 분류된 영상이고, "대략적인 검출"은 이진화 패턴 평가에서 실패로 분류되었으나 텍스트 후보를 기준으로 확장된 영역이 정확히진 않았으나 번호판을 포함하며 그 영역이 번호판 영역과 비교하여 크게 벗어나지 않은 영상을 말한다. 대략적인 검출 영상까지 포함한다면 98.5%의 우수한 검출률을 보이는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

본 논문은 바탕색에 비해 문자의 밝기값이 밝은 녹색 번호판에 대해 실험한 것이지만 현재 새롭게 나온 흰색 번호판의 경우에도 문자후보를 바탕보다 어두운 부분으로 하고, 이에

맞은 이진화 패턴을 적용한다면 그 결과는 이번 실험과 크게 다르지 않을 것으로 판단된다.

〈표 3〉 번호판 검출률

구분	번호판 검출 성공	
	정확한 검출	대략적인 검출
개수	1355	24
부분 검출률(%)	96.8	1.7

VI. 결론

본 논문은 기존의 연구들이 사용한 번호판의 외부 특징이나 바탕색등과 같은 외부 조명환경에 민감한 특징에서 탈피하여 번호판 내부 특징인 바탕과 문자의 명암도 대비를 특징으로 사용하여 문자 후보를 찾고, 이를 바탕으로 텍스트 영역을 추출하여 그 영역에 대해 번호판이 가지는 이진화 특징과 비교함으로써 최종적으로 정확한 번호판을 검출하는 기법을 제안하였다. 번호판 추출의 목적은 번호판 문자를 인식하는데 있으므로 영상 내에서 번호판 인식이 가능한 크기의 번호판을 가지는 영상에 대하여 실험함으로써 그 성능을 검증하고 분석하였다. 그 결과 외부 조명환경에 기존의 연구들 보다 강인함을 확인하였고, 검출률 또한 우수함을 보였다.

참고문헌

- [1] Zheng D, Zhao Y, Wang J, "An efficient method of license plate location", Pattern recognition letters, v.26, no.15, pp.2431-2438, 2005.
- [2] H. Bai, J. Zhu, and C. Liu, "A fast license plate extraction method on complex background," Intelligent Transportation Systems, vol. 2, pp.985-987, 2003.
- [3] Yang Feng, Ma Zheng, "Vehicle license plate location based on histogramming and mathematical morphology", Automatic Identification Advanced Technologies, pp.89-94, 2005.
- [4] Yang Y-Q, Bai J, Tian R-L, "Research of Vehicle License Plate Location Algorithm Based on Color Features and Plate Processions", Lecture notes in computer science, v.3930, pp.1077-1085, 2006.
- [5] Feng Wang, Lichun Man, Bangping Wang, Yijun Xiao, Wei Pan, Xiaochun Lu, "Fuzzy-based algorithm for color recognition of license plates.", Pattern Recognition Letters, Volume 29, Issue 7, pp.1007-1020, 2008.
- [6] Yanamura. Y, Goto. M, Nishiyama. D, "Extraction and tracking of the license plate using Hough transform and voted block matching", Intelligent Vehicles Symposium, pp.243-246, 2003.4