

Background Marking법을 이용한 차량번호판의 자동추출

황정호, 이창길, 김민수
 송실대학교 전기공학과

Extraction of license plate using the Background Marking Method

Jung-Ho Hwnag, Chang-Gil Lee, Min-Soo Kim
 Dept. of Electrical Eng. Soongsil Univ.

Abstract - 날씨변화와 차량의 속도차이 등으로 주어지는 외란은 차량번호판을 인식하기 위한 전처리 작업인 영상 추출에 어려움을 준다. 따라서 이러한 외란으로 부터 강인하면서도 효과적으로 번호판을 추출하기 위한 방법으로 Background Marking 방법을 제안한다. 이 방법은 차량의 종류에 따른 번호판 색상 및 인식을 어렵게 하는 여러가지 조건들을 고려함으로써 차량번호판을 보다 효과적으로 추출하는 방법이다. 또한, 히스토그램 정규화를 사용하여 밝기의 차이에 의한 영상의 손상을 보상함으로써 보다 선명한 차량번호판 영상을 습득 할 수 있게 된다. 제안된 방법을 주행 중 또는 주차 중인 차량 영상에 적용하여 성능을 검증하였다.

1. 서 론

최근 영상처리 기술의 발달로 인해 영상을 분석하여 유용한 정보를 추출하려는 노력이 이어지고 있다. 특히, 인공지능에서 전달된 영상정보나 도로의 CCD장비 등에서 촬영된 영상 등이 그러하다[1][2].

차량의 수요가 급격히 늘어나면서 차량관리에 관심이 증가되고 있다. 현재 개발된 차량관리시스템들의 대부분은 CCD카메라와 같은 디지털 영상입력시스템에 의해 입력된 영상정보에 기초하는데, 차량의 효율적인 관리방법으로 번호판 영상을 인식하기 위한 연구가 진행 중에 있다[3][4].

번호판 인식시스템의 개발을 어렵게 하는 원인을 크게 둘로 나눌 수 있다. 첫째로 원영상과 함께 입력되는 번호판 주위의 여러 장식물을 들 수 있다. 다음으로는 인식시스템 장비 자체를 들 수 있는데, 대부분의 장비가 고정식 CCD카메라이기 때문에 날씨변화에 적절히 대처하기 어렵고, 차량속도나 번호판 자체의 손상으로 인해 입력영상의 왜곡을 발생시키기 때문이다. 즉, 차량번호판 인식과정에서 입력된 영상으로부터 차량 번호판영상을 추출하는 것이 인식시스템의 성능에 많은 영향을 주게된다.

따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 Background Marking(BM) 방법을 제안하였다. BM법은 특정 화소를 제외한 나머지 화소값을 표시하여 제거함으로써 특정 화소를 갖는 영상을 추출할 수 있도록 하며, 추출된 번호판 영상에 히스토그램 정규화(HE; Histogram Equalization)를 수행하여 조명 등으로 인한 밝기의 손실을 복원하는 방법이다.

2절에서는 Background Marking(BM) 방법에 대해 살펴보고, 3절 시뮬레이션 및 결과에서는 여러 조건에서 수집된 영상데이터에 제안한 방법을 적용하여 성능을 검증하였으며, 마지막으로 4절에서는 앞으로의 연구방향에 대해 다루었다.

2. BM법을 이용한 번호판 영상의 추출

2.1 BM법

차량 번호판은 차량의 크기에 비하여 극히 작은 부분을 차지하기 때문에 번호판의 위치를 추정하는 문제를 해결하기 위해 여러가지 방법들이 제시되고 있다 [2][3]. 그러나 이러한 방법은 차량의 종류를 고려하지 않고 있으며, 위치추정을 위한 미분법, 매핑법 등을 사용하게 되면 입력된 영상정보에 손상을 줄 수도 있다. 이러한 문제를 해결하고자 BM법을 제안하였으며 BM법은 그림 1과 같이 진행된다.

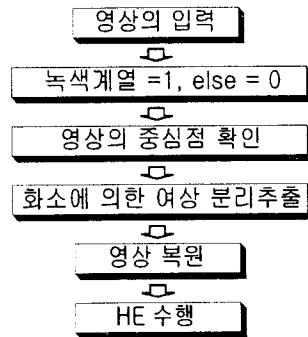


그림 1. BM법의 순서도

BM법은 640×480으로 주어지는 입력 영상의 각 화소값을 인식하여 지정된 특정색상을 구분한다. 조건을 만족하는 색상은 1로, 나머지 색상은 0값을 지정한다. 식(1)은 비사업용 승용차인 경우의 예로서, 각각의 화소를 $f(x, y)$ 로 나타내었을 때 특정 색상 중에서 가장 밝은 녹색만을 선택하여 추출하며, 나머지의 색상은 검정색으로 표시하게 된다.

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{Green Range} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{단, GreenRange} = \begin{cases} (\text{Red} < \text{Green} + 20), (\text{Green} > \text{Blue} + 20) \\ \text{OR} (\text{Green} > \text{Blue} + \text{Red}) \end{cases}$$

식(1)에서 녹색범위(Green Range)의 RGB 각 화소값은 256레벨 중에서 색상구분이 가능한 20이상의 밝기를 가져야 한다.

히스토그램은 영상에서 각 화소값의 분포도를 말하는데, 이 정보는 디지털 영상처리에 유용하게 사용되고 있다. i 레벨값을 갖는 히스토그램 $h(i)$ 는 식(2)와 같이 표현된다.

$$h(i) = \frac{n_i}{n_t} \quad (i=0,1,2,\dots,M-1) \quad (2)$$

여기에서 n_t 는 화소 전체개수, n_i 는 특정색상의 크기를 갖는 화소의 개수, M 은 전체 총 화소값의 개수를 각각 나타낸다. 이때 히스토그램은 0에서 $M-1$ 까지 범위에서 특정색상의 분포를 나타낸다.

그러나 히스토그램은 단순히 화소의 분포를 나타낸 것에 불과하므로 특정화소의 위치정보를 추출할 수가 없게 된다. 즉, 특정화소의 분포를 확인할 수 있지만 영상이 가지고 있는 공간 정보를 알 수는 없다. 따라서 BM법을 사용하여 특정화소에 대한 위치정보를 추출해야 하는 것이다.

이렇게 얻어진 히스토그램 분포를 분석하면, 한쪽으로 치우치거나 균일하지 못한 경우가 발생한다. 특히, 조명에 의한 외란은 화소의 분포를 불균형하게 분포시킨다. 이렇듯 외란의 영향을 포함하는 영상에 HE법을 적용함으로써 화소의 분포를 정규화시켜 외란에 강인하게 할 수 있다.

HE법의 목적은 히스토그램이 정규화 된 분포를 가지게 하는 것이다. 즉, 어두운 영상은 밝게 하고, 너무 밝은 영상은 조금 어두워지게 하므로 적당한 밝기를 유지할 수 있게 된다.

축척된 히스토그램의 정규화는 식(3)과 같이 표현되는데 k_i 는 정규화된 값을 갖도록 변형된 영상값이다.

$$k_i = \frac{g_{\max}}{n_i} H(i) \quad (3)$$

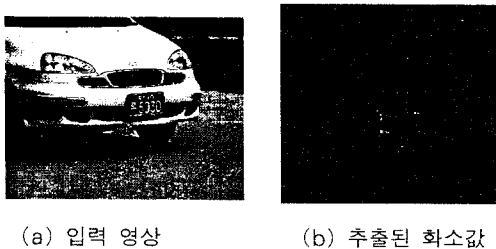
$$H(i) = \sum_{i=0}^{M-1} h(i) \quad (4)$$

여기에서 n_i 는 영상의 총화소수, g_{\max} 는 밝기의 최대값이며, $h(i)$ 는 식(2)에서와 같이 i 의 범위에서 히스토그램이다. 그리고 $H(i)$ 는 축척 히스토그램으로서 식(4)로 표현된다.

2.2 BM법의 사용 예

차량의 번호판을 차종에 따라, 비업무용은 녹색으로, 업무용은 노란색으로, 중장비는 자주색으로, 그리고 임시차량은 흰색으로 구분된다.

그림 2는 입력된 차량영상의 예로서 비업무용 흰색 차량을 보여주고 있다. 번호판 영상을 추출하기 위해 녹색을 특정색상으로 설정하고 BM법을 사용하여 번호판을 추출한다.



(a) 입력 영상 (b) 추출된 화소값

그림 2. BM법의 적용 예

그림 2-(a)는 640×480 화소크기를 갖는 영상이며, 각 화소는 256레벨 RGB로 구성된 영상으로서 BM법

을 적용하여 번호판을 추출하게 된다. 특정색상을 녹색으로 설정하고 BM법을 수행하면, 녹색계열(G)의 화소들만을 추출되어 255값이 표시되고, 녹색계열의 화소가 아닌 경우에는 0값을 주게 되어 검정색으로 표시된다. 이러한 과정은 식(1)에 따라 수행되고, 그 결과를 그림 2-(b)에 나타내었다.

대부분 번호판을 인식하기 위한 장비들이 고정되어 있는 점을 착안하여 차량영상의 중심좌표를 초기위치로 설정한 후에 화소값이 1인 점의 위치를 찾아나감으로서 번호판 영상의 위치를 추적한다. 예를들어, 그림 2-(a)의 경우 번호판 영상은 차량영상의 중심좌표 근처에 녹색이 존재하므로 쉽게 번호판 영상을 찾을 수 있다.

이 방법은 차량 영상에 존재하는 모든 녹색화소를 찾으므로 녹색차량의 경우 흰색을 특정색으로 지정하여 BM법을 다시 수행해야만 번호판의 위치를 오류없이 찾을 수 있게 된다. 이러한 반복적인 BM법의 수행은 차량의 색상과 번호판의 색상이 동일한 경우에 나타나는 BM법의 단점을 보완할 수 있도록 해준다.

그림 2-(b) 이후의 처리 과정에 대해 살펴보면, 전체 영상 중에서 값이 존재하는 곳은 번호판 부분이므로 값이 존재하는 부분의 위치 중 좌측상단과 우측하단의 좌표를 이용하면 번호판을 추출할 수게 된다. 위치 검출 후 영상의 손상을 고려하여 이전의 RGB값으로 복원하여 준다. 추출된 번호판 영상을 그림 3에 나타내었다.

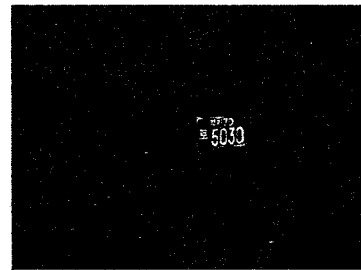
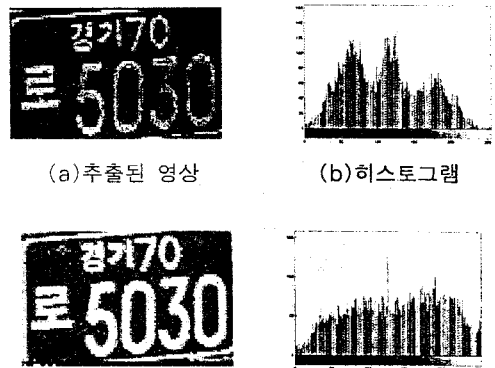


그림 3. 복원된 번호판 영상(분리 전)

번호판 영상만을 분리하기 위한 좌표 지정 및 영상의 복원작업을 통해 번호판 영상을 분리하면 BM법에 의한 번호판 영상의 추출 작업이 끝나게 된다.



(a)추출된 영상 (b)히스토그램

(c)HE 후의 영상 (d)HE 후의 히스토그램

그림 4. HE를 수행한 결과 영상

그림 4는 영상에서 추출된 번호판 영상으로서 (a)는 차량 전체 영상에서 번호판만을 추출한 영상을, (b)는 (a)영상의 히스토그램으로서 화소의 분포를 나타낸다. 그리고 그림 4-(c)는 추출된 번호판영상에 HE법을 수행한 후의 결과 영상을 보여주고 있으며, (d)는 (c)영상의 히스토그램으로 영상의 정규화가 이루어졌음을 확인할 수 있다.

그림 4-(a)와 같은 번호판 영상인 경우에는 HE과정 없이도 인식이 가능하지만, 조명에 의해 영상의 손상된 경우에는 추출 후에 바로 인식이 불가능하므로 HE법을 수행함으로써 영상의 밝기를 조절하여 손상을 복원 시켜야 한다(6).

HE법은 식 (2)에 따라 수행되는데, 최대 밝기값 g_{max} 은 255, 화소의 총수 n_i 는 선택된 영역의 크기에 따라서 다르게 설정된다. $h(i)$ 를 구한 후에 축적 히스토그램인 $H(i)$ 를 구하여 정규화하면 그림 4에서 히스토그램 영상을 얻게 된다.

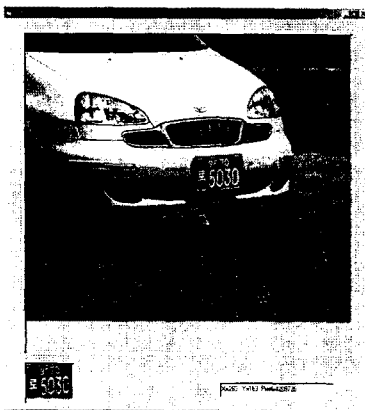


그림 5. 복원된 RGB 영상

BM법의 특징은 번호판의 위치를 먼저 찾은 후에 HE법을 사용하여 조명 등에 의해 왜곡된 번호판 영상을 복원하여 선명한 영상으로 구현이 가능하다는 점이다. 그림 5는 BM법을 사용하여 번호판을 추출하여 복원한 RGB 영상이다.

3. 시뮬레이션 및 결과

실험을 위해 사용된 영상은 SONY mvc-FD95 디지털 카메라를 이용하였다. 각 영상의 크기는 640×480 인 칼라영상으로서 각 영상은 JPG 압축형식으로 저장된다. 또한, 실험에 이용된 차량 번호판 영상은 60개의 표본 영상으로서 차량번호판을 추출하는데 이용하였다.

실험결과를 표 1과 표 2에 각각 나타내었다. 표 1에서 같이 실험에 사용된 60개의 영상 중에서 승용차 혹은 비업무용차량인 경우에는 거의 대부분의 차량 번호판을 인식 할 수가 있었다. 그러나, 차량의 색상이 녹색인 경우에는 차량 전체를 검색구간으로 설정하게 되면 BM법을 사용할 수가 없게 되어 검출할 수가 없지만, 차량 번호판의 글자가 흰색인 점을 고려하여 특정색을 흰색으로 설정하고 BM법을 사용하면 색상이 녹색인 차량일 경우도 검출 할 수 있게 된다.

표 1. 비업무용 승용차 차량의 추출결과

구분 (비업무용, 승용차)	차량 색상	흰색	검정	녹색	빨강	남색
	번호판 색상	녹색	녹색	녹색	녹색	녹색
수량(T)	40	20	10	6	2	2
검출대수(V)	31	18	9	0	2	2
검출율(V/T)	77.5%	90%	90%	0%	100%	100%

표 2. 업무용 승용차 차량의 추출결과

구분 (업무용, 중장비)	차량 색상	회색	노랑	자주	남색	녹색
	번호판 색상	노랑	노랑	자주	노랑	노랑
수량(T)	20	8	4	4	1	3
검출대수(V)	12	8	0	0	1	3
검출율(V/T)	60%	100%	0	0	100%	100%

표 2의 검출결과를 살펴보면, 업무용 차량 중에서 택시인 경우에 차량의 색상이 노란색인 경우와 중장비 덤프트럭인 경우에 색상이 자주색인 경우에도 표 1 처럼 BM법을 통해 추출할 수 없었지만, 특정색을 각각의 색상에 맞도록 설정하고 BM법을 적용한다면 추출이 가능할 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 실시간으로 번호판을 인식하기 위한 시스템에서 차량의 번호판 영상만을 추출하기 위한 방법으로 BM법을 제안하였다. 제안한 방법은 기존에 사용되는 방법과 달리 값의 이진화나 경계선 추출 등을 고려하지 않고 번호판의 색상만으로 번호판을 추출함으로써 영상의 손상이나 계산의 복잡성을 피할 수 있도록 해준다. 제안한 방법을 색상별로 주어지는 여러가지 차량에 적용하여 성능을 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- 김경민, 문윤식, "에지 기반 히스토그램 평활화를 이용한 의료영상의 개선," 전자공학회, 32권, 12호, pp.59~69, 1995
- 박진우, "자동차 번호판 자동 인식 시스템의 개발," 대한전기학회 하계학술대회논문집, pp. 1002~1005, 1995
- 김재광, "자동차번호판 자동인식을 위한 문자추출에 관한 연구," 대한전기학회 하계학술대회논문집, pp.965~967, 1995
- 조보호, "특정 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템," 정보처리논문지, v6.n6, pp.1686~1692, 1999
- Rafael C. Gonzalez, "Digital Image Processing," Addison Wesley Publishing Compay, 1992
- 장동현, "디지털영상처리의 구현," PC 어드밴스, 1999
- "자동차 번호판 등의 제식에 관한고시," 건설교통부, 제 98-375호, 1998