

특징 색상 화소를 이용한 차량 번호판 영역 검출

황징호, 김민수*, 이송환*, 이해수**, 정찬수*
 숭실대학교 전기공학과*, 경기공업대 컴퓨터응용제이교**

The Certification of Number Plates Area using Particular Color Pixel

Jung-Ho Hwnag, Min-Soo Kim*, Seung-Whan Lee*, Lee Hae-Soo**, Chan-Soo Chung*
 Dept. of Electrical Eng. Soongsil Univ.*, Kyonggi Institute of Technology**

Abstract - 본 논문에서는 차량영상으로부터 분류된 화소정보를 이용하여 번호판 정보를 검증하는 방법을 제안한다. 차량 번호판의 구조는 정규화된 형태로 구조적인 특징을 가지고 있다. 기존의 검증방법은 배경화소가 변색된 경우에는 번호판 정보를 추출하는데 어려움이 있다. 또한, 전처리 과정을 포함한 처리과정은 복잡하고 처리시간이 길다는 단점을 가지고 있다. 제안된 방법은 특정색상으로 분류된 화소정보를 이용하고, 기존의 검증조건을 통합함으로써 성능을 개선하여 보다 정확한 번호판 정보를 추출하도록 하였다.

관측점을 지정하는 방법이다. 번호판 영역은 차량의 1/3 아래에 위치하고 있는 특징정보를 기초로, 이 부분에 일정한 간격으로 관측지점을 두고, 가로 및 세로의 부분에서 균일한 화소의 분포를 확인한다. 관측된 화소분포의 가로와 세로의 비가 2:1의 비율을 확인 후 번호판을 검증하고 추출하는 방법이다. 이 방법은 집중 화소 분포지점에서 연속된 특정화소분포와 길이 비율을 동시에 확인할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 단지 관측지점에서 나타나는 화소의 분포비율만을 가지고 처리하여 낮은 성공률을 가지고있다(5).

위 세 가지 방법은 전처리과정을 처친 후 처리하고 외형적인 형태를 이용하는 등 공통된 특징을 가지고 있다.

1. 서 론

영상처리는 영상의 압축, 개선, 복원, 인식, 이해 등의 분야로 나눌 수 있다. 그리고 영상의 인식분야는 한글인식, 지문인식, 얼굴인식, 도형인식, 물체인식 등이 있다. 차량의 번호판 인식도 영상인식의 한분야로 현재 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 번호판의 위치와 구조적인 특징, 화소의 분포, 및 특정색상을 이용하여 전처리 과정 없이 검증하는 방법을 제안한다. 이 방법은 특정색상으로 분류된 화소분포를 사용하여 전처리과정이 없고, 화소분포가 균일한 영역에 연속성을 적용하여 잡음으로 인한 오류를 제거하였다. 2절에서는 차량 번호판의 구조와 검증방법을, 3절에서는 시뮬레이션 및 결과를 다루었으며, 4절에서는 결론을 다루었다.

영상처리 기법을 사용하여 번호판을 자동인식 함으로써 도난차량의 추적, 통행료 징수의 자동화, 주차장 관리의 자동화, 방범차량 자동확인 등 생활의 편리를 줄 수 있다. 차량 번호판 인식은 영역 정보 추출, 검증과 차량 문자 위치 정보 추출, 인식으로 나눌 수 있다. 전과정인 번호판의 영역 정보 추출과 검증은 전체 시스템의 인식률에 영향을 미치는 중요한 과정으로 다양한 방법들이 연구되고 있다.

2. 차량 번호판의 구조 및 검증방법

2.1 차량 번호판의 구조

차량 번호판은 제조하는 회사나 제작된 때에 따라서 다소 차이는 있지만 건설교통부 고시에 의해서 색상과 구조가 지정되어있다(6). 그림1은 차량 번호판의 구조이다.

기존의 번호판 영역 검증방법을 살펴보면 다음과 같다. 첫째로 사각모서리를 이용한 방법이다. 이진영상에서 Sobel마스크를 사용하여 경계선을 구하고, 번호판의 형태가 직사각형인 점을 기초하여 사각모서리를 찾는다. 사각모서리로 이루어진 사각형안에서 균일성 여부를 조사하기 위해서 경계를 이루는 화소를 차례로 Hough 변환을 통하여 화소간의 연속성을 조사한다. 이 방법은 Hough변환의 방향에 따른 연속성을 조사하여 번호판 정보를 추출이 가능하지만, 번호판에 먼지 등이 묻어있는 경우 전처리 과정에서 이진화 할 경우 잡음을 발생시켜 번호판 검증에 오류가 발생할 수 있다 [1][2]. 둘째로 히스토그램을 이용한 방법이다. 후보 번호판으로 분류된 화소공간에서 문자영역의 공간은 전체 영역의 30%를 차지한다. 이진영상 번호판은 문자부분이 흰색으로, 배경이 검은 색으로 구성되어 있다. 번호판의 양쪽 세로 경계부분은 문자를 포함하지 않는 부분으로 검정색 분포가 강하고, 중앙부분은 대부분이 문자로 구성되어 강한 분포가 강한 공간을 가지고있다. 이러한 공간적인 특징을 이용하여 처음부분과 중앙부분을 따로 3개의 공간으로 나누어 히스토그램을 작성한 후 검증한다. 이 방법은 잡음에 강한 장점을 지니고 있지만 번호판이 심하게 기울어진 경우 화소 공간의 구분이 정확하지 않아서 검증에 오류가 발생할 수 있다 [3][4]. 셋째로 차량영상에서 후보 번호판 영역을 추출시

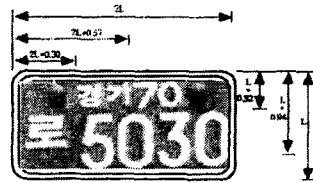


그림1. 차량 번호판의 구조

그림1은 차량 번호판은 다음과 같은 4가지 구조적인 특징을 가지고 있다.

첫째 차량 번호판은 기능에 따라서 특정색상을 갖고 있다. 비영업용 차량의 경우 녹색배경에 백색문자, 영업용차량의 경우 황색배경에 청색문자로 구성되어 있고, 기타 외교관의 차량은 녹색배경에 흰색 글자로 구성되어 있지만 문자의 구성이 다르다. 중장비 차량의 경우 전세 차량은 청색배경에 백색문자, 개인용 사업자인 경우 주황 배경에 흰색문자로 구성되어있다.

둘째로 번호판은 세로로 1/3지점에 문자간의 경계구간이 존재한다. 이 구간은 문자간을 구분하는 공간으로 특정색상이 연속적으로 존재하는 구간이다.

셋째 번호판의 위치는 건설교통부 고시에 따라서 차량의 아랫부분 범퍼에 부착하도록 되어있으며, 범퍼의 중앙에 위치한다.

마지막으로 번호판은 직사각형 모양으로 가로와 세로 비율이 2:1로 크기와 형태가 정규화 되어있다.

본 논문에서는 4가지 특징을 이용하여 기존의 검증방법을 개선하고 성능을 향상할 수 있는 방법을 제시한다.

2.2 차량 번호판의 검증방법

차량 번호판은 외부에 노출되어 있어 오염에 쉽게 노출된다. 기존의 검증방법들은 잡음으로 인한 문제점을 피하기 위해 대부분의 경우에는 검증과정에서 분류된 화소의 구조적인 크기를 대상으로 검증한다. 하지만 변색으로 인한 화소 분류가 어려운 경우 크기측정이 불가능한 단점을 가지고 있다. 번호판의 특정색상을 이용한 화소분류를 함으로서 변색된 경우에서도 화소의 크기를 측정할 수 있고, 기존의 검증조건을 개선하여 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 그림2와 같이 제안한다.

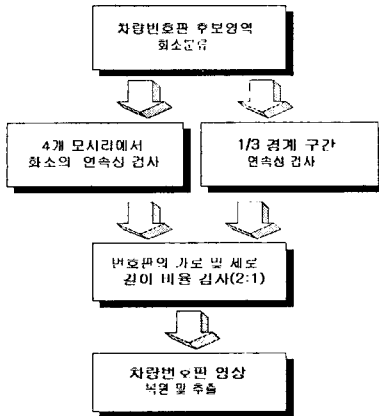


그림2. 차량 번호판 검증

전체 차량영상에서 번호판 위치 특징을 이용하여 검색 구간을 영상의 1/2아래 부분으로 한다. 특정색상으로 분류된 화소를 번호판의 배경색상으로 추정하고, 후보 번호판으로 분류한다[7][8]. 분류된 화소정보를 이용하여 연속성 검사와 가로와 세로 크기를 비교하여 검증과정을 수행한 후 번호판으로 검증한다.

특정색상화소는 조밀하게 밀집되어 직사각형 형태를 이루고 있다. 식(1)은 각 모서리의 화소를 $f(x, y)$ 라고 했을 때 각 화소에서 이웃하는 화소의 존재를 조사하는 방법이다.

$$f(x, y) \& f(x_1, y) \& f(x, y_1) = true \quad (1)$$

단, $f(x, y)$ 는 모서리화소, $f(x_1, y)$ 는 x 축으로 이웃한 화소, 그리고 $f(x, y_1)$ 는 y 축으로 이웃한 화소이다.

4개의 모서리에서 연속성이 모두 만족할 경우 동일한 화소로 구성된 번호판 외각선이 존재하는 것으로 인정한다.

번호판은 세로 방향으로 1/3지역에서 문자를 기준으로 상하로 나누는 경계구간이 존재하는 특징이 있다. 대상화소분포에서도 이 경계구간이 특정색상으로 분류된 화소정보가 가로 방향으로 경계를 이루고 있는지를 다음식으로 조사한다.

$$f(x, y) \& f(x_1, y) \& f(x_2, y) \& \dots \& f(x_n, y) = true \quad (2)$$

단 x 는 경계구간에서 존재하는 화소의 가로위치를, y 는 경계간의 세로위치를 각각 나타낸다.

식(2)를 만족 할 경우 번호판의 가로의 방향으로 연속된 특정색상의 화소가 분포하므로 경계구간이 존재함을 알 수 있다.

마지막으로 가로와 세로의 길이 비를 검사한다. 번호판의 가로와 세로의 길이의 비가 2:1이므로 다음식이 성립된다.

$$\sum_{i=0}^{n-1} x_i = 2 \sum_{j=0}^{m-1} y_j \quad (3)$$

단 n 은 가로방향의 화소 수, m 은 세로방향의 화소 수, x_i 가로 방향 화소의 위치, y_j 세로방향 화소의 위치를 나타낸다.

식(3)은 화소의 연속성을 기반으로 번호판의 길이에 따른 비율을 검증할 수 있다.

2.2.1 검증방법 적용 예

차량 번호판 검증은 배경색상의 화소를 기초로 수행하고 다음과 같이 분류된 화소분포를 이용하여 3가지 단계를 수행한다.

가. 1 단계: 화소분류

그림 3은 번호판 검증의 전처리 과정으로 차량영상에서 배경화소의 특징 값을 분류하는 예이다. 대상차량은 비영업용 차량으로 번호판 배경의 특정색상은 녹색이다.



그림3. 검색결과와 분류된 특정색상화소

차량 번호판의 위치 특성을 기반으로 1/2지점을 검색하여 특정색상화소를 분류한다. 번호판의 녹색 분포를 강조하여 나타내기 위해서 녹색의 명도를 최고값인 255레벨로 표시하고 분류한다. 그림 3은 전처리 과정을 거친 검색결과로 특정색상으로 표시된 화소분포를 나타내고 있다.

나. 2 단계: 특징에 따른 연속성 검사

분류된 화소분포를 이용하여 화소의 연속성을 검사한다. 번호판은 직사각형 모양으로 4개의 모서리를 가지고 있다. 그리고 문자 배열의 상하를 구분하는 경계부분이 존재한다.



(a) 4개 모서리에서 연속성 검사 (b) 1/3지점에서 연속성검사

그림4. 특징에 따른 연속성 검사

그림4-(a)는 4개의 모서리로 추정되는 화소를 중심으로 화소의 연속성을 검사하여 적색으로 나타내었다. 그림 4-(b)는 번호판의 1/3지점에서 경계지역으로 추정되는 화소의 분포의 연속성을 검사하여 검정색으로 각 화소를 표시한다.

다. 3 단계: 가로와 세로 비검사
 번호판의 구조적인 특징 중하나인 가로와 세로는 2:1의 길이비를 검사한다. 위의 검증과정에서 검증된 화소를 기반으로 가로와 세로의 길이 비를 계산한다.

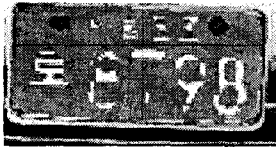


그림5. 가로와 세로 비율검사

그림5는 4개의 모서리연속성검사와 1/3지점의 경계선 검사에서 획득한 값을 이용하여 가로와 세로의 길이를 나타내었다.

라. 4 단계: 번호판 복원
 위의 검증과정을 성공적으로 수행한 경우 번호판으로 인정하고 번호판 정보를 복원하고 추출한다.



그림6. 검증 후 추출된 번호판 정보

그림6은 검증과정을 수행한 후 번호판 정보를 추출한 것으로 중앙부분은 차량영상을, 좌측하단은 제안된 방법으로 추출된 번호판 정보이다.

3. 시뮬레이션 및 결과

실험대상으로 수집된 영상은 640 × 480 × 24bits 크기로 JPG 형식의 영상을 사용하였다. 사용된 영상의 총 개수는 60개로 번호판의 훼손정도를 기준으로 검증하였다. 번호판은 비영양용 차량의 배경색상인 녹색을 특정화소로 사용하였다. 검증과정에서 번호판이 심하게 외형이 변형된 경우와 번호판 배경 색상이 변색된 경우에서 모서리화소를 잘못 인식하는 경우가 발생하였지만, 문자상하 경계구간에서 연속성 구간의 검사로 검증을 성공적으로 할 수 있었다. 그리고 위의 검증 방법을 기반으로 번호판의 가로와 세로의 길이 비를 구하여 번호판의 외형적인 특징을 검증하였다. 표1과 그림7은 검증된 화소분포를 번호판으로 인정하고 추출한 결과다.

표1. 후보번호판 검증성공률

	전체	외형적으로 변형된 경우	변색된 경우	정상인 경우
차량대수(T)	60	20	10	30
검증성공대수(V)	45	8	7	27
검증성공률(V/T)	75%	40%	70%	90%

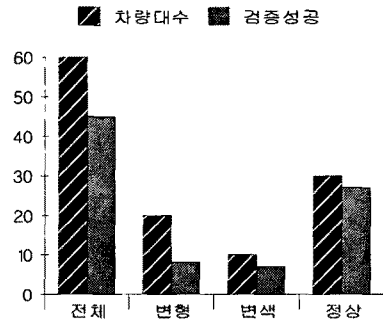


그림7. 번호판 검증결과

표1은 번호판이 외형적으로 변형된 경우, 배경이 변색된 경우, 그리고 정상인 경우로 구분하여 각각 적용한 결과이다. 약 70%의 검증성공률을 나타내고 있으며, 변색된 경우에서도 검증이 가능하였다. 외형적으로 손상된 차량의 경우에서도 대부분 배경 색상화소가 대상위치에 존재하지 못하여 번호판의 일부분만을 추출하는 결과를 가져왔다. 그러나 번호판의 외형적인 특징을 적용하여 추출 성공률의 향상을 기하였다. 정상인 경우 대부분의 번호판을 검증하고 추출할 수 있었다. 그림7은 표1을 기반으로 번호판의 검증결과를 그림으로 나타내고 있다. 가로는 번호판 형태를 나타내고, 세로는 차량대수를, 적색은 대상 차량 대수를, 그리고 녹색은 검증된 번호판을 나타낸다.

4. 결 론

본 논문에서는 차량 번호판의 특정색상화소를 이용하여 번호판을 검증하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 기존의 전처리과정 없이 특정색상화소를 분류하여 잡음에 강인하고 방법상의 복잡성을 피할 수 있도록 하였다. 제안된 방법을 번호판에 훼손정도에 따라 적용하고 성능을 확인하였다.

[참고 문헌]

- (1) 이운석 "HSI 컬러모델에 기반한 자동차 번호판 영역추출", 서울시립대학교 산업기술연구소논문집, vol6, pp57~63, 1998.
- (2) 이진배, "조명과 기물에 강한 차량 번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사학위논문, pp25~pp28, 1995. 6.
- (3) 황정호, 김민수, 이승환, 정찬수 "명도특성을 이용한 차량 번호판 정보 추출", 대한전기학회 춘계학술대회논문집, 2002. 4.
- (4) 이운석, "동적 색채 분포 정보에 기반한 자동차 번호판 영역 추출", 서울시립대학교 석사학위논문, pp22~pp23, 1999
- (5) 이평원, "차량의 종류와 자동차번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘개발", 서울시립대학교 석사학위논문, pp29~pp31, 2000.2.
- (6) "자동차 번호판 등의 제식에 관한고시", 건설교통부, 제98-375호.
- (7) 장동혁, "디지털영상처리의 구현", PC 어드밴스, 1999 논문 제목, 논문지명, 권호, 페이지, 출판년도
- (8) Rafael C. Gonzalez, "Digital Image Processing," Addison Wesley Publishing Company, 1992.