

## 색상정보와 행별 Red값 변화량을 이용한 자동차 번호판과 글자 추출

\*유송현 \*\*이도경 \*\*\*정제창

\*한양대학교 공과대학 융합전자공학부

\*3069song@naver.com \*\*dky1006@gmail.com \*\*\*ijeong@hanyang.ac.kr

## Extraction of Automobile License Plates and Letter Using Color Information and Red Value Change in Line-by-Line

\*SongHyun Yu \*\*Dokyung Lee \*\*\*Jechang Jeong

\*Department of Electronic Engineering, College of Engineering, Hanyang University

## 요약

본 논문에서는 색상 정보를 이용하여 배경 영역이 포함된 자동차의 전,후면 사진에서의 자동차 번호판 영역(녹색, 흰색) 추출과 추출된 번호판에서 글자를 분리해내는 방법을 제안한다. 기존의 색상 정보를 이용하여 번호판을 추출하는 방법은 흰색 번호판(신형 번호판)의 경우에는 배경 영역에서 흰색인 영역도 많고 국내 차량 중에 흰색 차량이 많기 때문에 번호판 영역과 배경 영역 사이의 명확한 구분에 어려움이 있었다. 따라서 행별 Red값 변화도를 조사하여 배경 영역과 번호판 영역 사이의 명확한 구분을 하게 하며, 흰색 번호판의 경우에 추출이 안되면 흰색의 기준을 더 낮추어서 다시 영역 추출을 할 수 있는 재추출 알고리즘을 추가해서 비교적 어두운 사진에서도 번호판영역을 추출할 수 있도록 한다. 추출된 번호판에서 글자를 추출해내는 과정에서도 이진화를 거치면 노이즈가 많이 생기기 때문에 이를 줄이고자 행별 Red값 변화도를 조사하여 번호판 영역에서 위아래 부분의 노이즈를 줄일 수 있도록 하였다.

## 1. 서론

고도의 경제성장은 제한된 도로에 비하여 차량과 운전 인구의 급격한 증가를 가져왔고 이로 인한 교통 혼잡이 심해지고 주차 공간이 부족하며 차량에 의한 사건, 사고가 사회문제로 대두되고 있다. 전국의 고속국도나 일반국도, 지방도 중에 하루 평균 교통량이 10만대가 넘는 도로가 약 80곳 정도가 되고 교통사고의 경우 하루 평균 700여건 이상이 발생하고 있으며 도난 차량의 경우에도 하루 평균 200여대씩의 사건이 발생하고 있다. 도난 차량에 의한 사고 등의 2차 피해도 심각한 문제이다. 때문에 차량인식 자동화 체계가 요구되고 주차관리, 교통 법규 위반 차량의 단속, 범죄 차량 수배 등의 여러 교통 관련 문제들을 효과적으로 해결하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 국내 모든 차량들은 각각의 번호판 정보를 가지고 있고 차량을 식별하는 정보로 번호판 정보가 이용된다. 따라서 번호판 인식은 차량 인식 자동화를 위한 수단으로 사용된다.[1,2]

번호판 인식 기술은 크게 번호판 영역의 검출과 검출된 영역에서 개별 글자 분리 그리고 분리된 글자를 인식하는 3가지 단계로 나누어진다.[3] 그 중에서도 본 논문에서는 번호판 영역의 추출과 추출된 영역에서 글자를 분리해내는 과정을 다룬다.

영역을 추출하는 과정은 색상 정보를 이용하는 방법[2], 명암도 특성을 이용하는 방법[4], 에지 정보를 이용하는 방법[5] 등이 있다. 명암

도 특성을 이용하는 방법은 흑백 영상에서 차량 번호판이 밝은 바탕에 어두운 글자 또는 어두운 바탕에 밝은 글자로 대조적인 명암 값을 가진다는 점을 이용해서 번호판 영역을 추출한다.[4] 그러나 수직, 수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오 인식 하거나 빛의 변화량과 명암 변화에 영향을 주는 물체가 있는 경우 영역 추출이 어렵다는 단점이 있다[6-8]. 에지 정보를 이용하는 방법은 차량 번호판 종류에 따라 명암도가 다르기 때문에 이에 상관없이 일정한 명암도 변화를 얻기 위해서 미분 오퍼레이터를 사용해서 에지 정보를 이용한다.[5] 이 방법은 번호판 영역이 명확히 구분되는 영상에서는 좋은 성능을 나타내지만 번호판 테두리 부분이 훼손되었거나 굴곡이 있는 경우, 또는 번호판 주변의 수직 윤곽 성분들이 많이 있는 경우에 추출 오류가 발생할 가능성이 높다[9-10].

기존의 RGB 색상 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법은 입력된 컬러 사진으로부터 RGB정보를 이용하여 번호판 후보 영역들을 추출하게 되는데[2], 이 때 번호판의 색상과 차량의 색상이 비슷할 경우나 번호판 주변에 번호판과 동일한 색상을 가진 영역이 있을 경우에 번호판 영역과 배경 영역 사이의 구분이 명확하지 않다는 단점이 있으므로 본 논문에서는 RGB 정보를 이용하여 번호판 후보 영역을 추출 한 뒤, 행별로 Red값 변화도를 조사하여 번호판 영역을 명확히 구분하며 글자 분리 시에도 이를 이용하여 글자 영역과 배경 영역의 명확한 구분을 하는 방법을 제안한다. 번호판이 추출되지 않았을 경우

에 다시 처음으로 돌아가서 더 낮은 RGB색상 기준으로 번호판 영역을 추출하는 알고리즘을 적용하여서 어두운 영상에서도 번호판을 추출할 수 있도록 한다.

## 2. 기존의 방법

### 2.1 RGB색상정보를 이용한 번호판 추출

본 절에서는 기존의 RGB 색상 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법[2]을 소개한다. 방법은 첫째, 번호판 영역의 색상 특징을 분석하여 후보 화소들을 추출한다. 둘째, 후보 화소들 중 연결된 화소들을 각각 라벨링(labeling)하고 라벨링 된 각각의 영역들 중 번호판 가로 대 세로의 비율과 색상 변화량을 검사하여 번호판 후보 영역을 선택한다. 마지막으로, 후보 영역들 내에서 색상 정보로 군집화 하여 최종 번호판 영역을 검출한다. 각각의 내용을 아래에서 자세히 설명한다.

#### 2.1.1 번호판 후보 화소 추출

번호판의 색상 정보를 이용해 번호판의 후보에 해당하는 영역들을 추출한다. 한 픽셀의 RGB값을 각각 R,G,B라고 한다면 녹색 번호판의 후보화소는 G값이 다른 값들에 비해 크다는 점을 이용하여  $G > 20$ ,  $G - R > 15$ ,  $G - B > 5$  을 모두 만족하는 화소로 정하고 흰색 번호판의 화소는 R,G,B의 값이 모두 크고 각 성분 값들의 차이가 작다는 것을 이용하여  $R, G, B > 130$ ,  $|R - G| < 16$ ,  $|G - B| < 16$ ,  $|R - B| < 20$ 을 모두 만족하는 화소로 정한 후, 번호판 글자가 검정색이라는 사실을 이용하여 그 화소의 주변  $15 \times 15$  영역의 픽셀들 중 검정색 픽셀의 개수가 일정치 이하이면 후보에서 제거한다. 결과적으로 번호판 후보 영역은 255, 아닌 영역은 0으로 하는 이진 영상을 생성한다.

#### 2.1.2 영역 라벨링과 후보 영역 선택

생성된 이진 영상에서 255의 값으로 연결된 영역을 하나의 라벨 단위로 묶는 라벨링을 하고 번호판 내부 영역을 채우기 위해서 라벨별로 단기 연산을 한다. 그 다음 번호판 영역의 성질들을 이용해서 번호판 영역이 아닌 영역들을 제거한다. 첫 번째로 영역의 크기가 너무 작거나 너무 크면 번호판이 아닌 영역으로 인식하고 제거한다. 두 번째로 번호판이 가로대 세로의 비율이 규격으로 정해져 있다는 것을 이용하여 영역의 중심점에서 가로 길이를 세로 길이로 나눈 값을 각각 구해서 녹색 번호판은 1.5이상 2.7이하, 흰색 번호판은 1.5이상 6.1이하의 범위에 포함되지 않는 영역은 제거한다. 그 후 번호판 영역은 글자와 배경사이에 공통적으로 R값의 차이가 크고 R값의 변화의 빈도가 높다는 점을 이용하여 녹색 번호판은 R값의 차이의 임계치를 19, 흰색 번호판은 22로 설정하고 각 영역의 중심의 가로방향에서 이를 만족하는 인접한 화소의 개수가 특정 값보다 작은 영역은 후보 영역에서 제거한다.

#### 2.1.3 색상 군집화를 통한 최종 번호판 영역 검출

검출된 번호판 후보 영역들 중 색상 군집화를 이용하여 최종 영역

을 추출한다. 영역 내 R값의 평균을 구하고, 평균보다 큰 화소들과 작은 화소들을 두 군집으로 나눈다. 두 군집의 Red 평균값의 차이가 녹색의 경우 43, 흰색의 경우 65 이하인 영역들을 제거한다. 또, 번호판 영역에서는 두 군집의 화소수의 비율(R성분이 작은 군집의 화소 개수를 R성분이 큰 군집의 화소 개수로 나눈 값)이 일정하기 때문에 이 비율이 녹색의 경우 1.5이하, 흰색의 경우 0.37이상인 영역들을 제거해서 최종 번호판 영역을 선택한다.

### 2.2 글자 분리

본 절에서는 추출된 번호판 영역에서 글자를 분리해내는 기존의 방법[3]을 소개한다. 글자를 분리하기 위해서는 먼저 추출된 번호판 사진을 이진화 하고 이진화된 영상을 전처리 과정을 거쳐서 잡음을 제거하고 라벨링을 통해 개별 문자들을 분리하게 된다.

#### 2.2.1 Otsu 이진화

이진화 과정에서는 Otsu 이진화를 사용한다. Otsu 이진화는 고정 임계치에 의해 영상 전체를 단일 임계값으로 이진화하는 전역적 이진화 기법의 한 종류로, 집단 내 분산을 최소화하도록 임계값을 설정하기 때문에 특정 응용과 무관하게 안정적인 이진화 결과를 생성하는 것으로 알려져 있다.

#### 2.2.2 잡음제거와 개별 글자 분리

잡음제거와 글자 분리를 위해 CLNF (CCLUF Connected Component Labeling by Union Find with NFPP Neighbor Foreground Pixel Propagation) 방법을 사용한다. NFPP는 주변 전경 픽셀 전파라고 하며 이진화된 영상에서 내부 구멍을 메우고 빠져나온 부분이나 고립된 소수 픽셀을 제거하는 과정이다. 다음과 같이 이루어진다.

$$I(X) = \begin{cases} 1; & P(X) = \frac{\text{화소값이 1인 화소의 개수}}{\text{주변 화소의 개수}(8)} \geq \frac{1}{2} \\ 0; & \text{Oterwise} \end{cases}$$

여기서 I는 이진영상이고, P(X)는 해당픽셀 X의 주변픽셀(8개) 중 화소값이 1인 픽셀의 개수로 정의한다. CCLUF는 가로,세로,대각선 방향으로 연결된 화소들을 하나의 라벨로 묶는 라벨링 과정을 의미한다. 따라서 NFPP와 CCLUF를 하나의 과정으로 하는 CLNF는 1단계에서 NFPP를 통해 주변 픽셀을 점검하여 이진영상을 정정하고, 2단계에서 정정된 영상을 라벨링을 통해 각 문자를 분리해 내는 알고리즘이다.

## 3. 제안하는 방법

### 3.1 번호판 추출 방법

기존의 RGB 색상 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법은 다음과 같은 단점이 있음을 알았다. 첫째, 번호판의 색상과 차량의 색상이 비슷하거나 번호판 주변에 번호판과 비슷한 색상이 있는 경우, 그리고 번호판 테두리에 빛이 반사되는 경우에 번호판 후보 화소를 추

출하여 라벨링 하는 과정에서 번호판 영역과 외부 영역이 하나의 영역으로 라벨링되는 문제점이 있다. 둘째, 어두운 실내의 경우나 그림자가 지는 등의 이유로 사진이 어둡게 나온 경우 번호판 후보 화소가 제대로 추출되지 않는 문제점이 있다. 본 논문에서는 다음의 몇 가지 알고리즘을 기존의 방법에 추가하여 이러한 문제점들을 해결하는 방법을 제시하고자 한다.

### 3.1.1 행별 Red값 변화량

첫 번째 문제점을 해결하기 위해서 다음과 같은 방법을 제안한다. 번호판 영역은 글자와 배경사이에 공통적으로 R값의 차이가 크고 글자 영역을 지나는 가로선에서 R값의 변화빈도가 높다는 점을 알고, 이를 활용해서 행 단위의 R값의 변화빈도를 이용한다. 번호판 후보 화소를 추출하여 이진 영상을 얻은 후 인접한 화소간의 R값의 차이가 녹색의 경우 19, 흰색의 경우 22보다 큰 화소들의 개수를 행별로 조사한 뒤 개수가 녹색인 경우 5, 흰색인 경우 7개 미만인 행은 후보 화소에서 행별로 제거한다. 이 알고리즘을 기존의 방법에 추가하면, 배경 부분과의 구분을 명확히 하고 번호판 영역을 훨씬 더 깔끔하게 분리 해 낼 수 있다. 다음 그림 1은 제안하는 방법을 사용하여 번호판을 추출하는 과정을 보여준다.

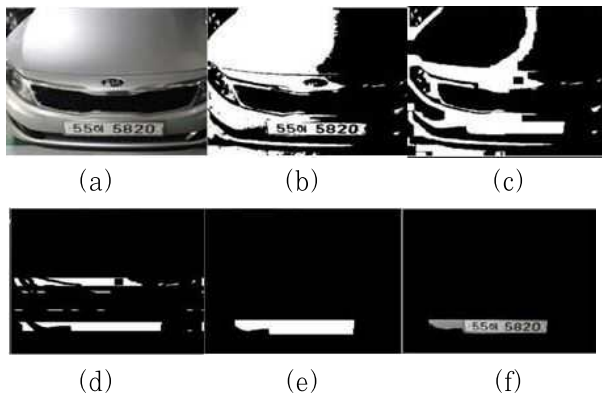


그림 1. 제안하는 방법을 사용한 번호판 추출 과정

그림 1-(a)를 보면 회색인 차량이 흰색 번호판을 가지고 있는데, 외부 빛이 반사되어 차량에서 흰색처럼 판단되는 부분이 많이 보인다. 그림 1-(b)는 1-(a)의 사진에서 번호판 후보인 화소들을 추출한 이진영상인데 이를 보면 번호판 영역과 테두리를 포함한 주변 차량 영역이 하나의 영역으로 연결 되어 있다. 1-(d)는 1-(c)에서 Red값 변화(녹색:19, 흰색:22)빈도가 임계치(녹색:5, 흰색:7) 미만인 행을 제거한 과정을 나타낸 것으로, 여기서는 번호판 글자의 위, 아래 부분이 제거됨으로써 번호판 영역이 배경 영역과 확실히 구분되는 것을 볼 수 있다.

### 3.1.2 재추출 알고리즘

본 논문에서는 앞서 언급했던 두 번째 문제점을 해결하기 위해서 흰색 번호판 영역이 추출되지 않았을 경우 다시 처음으로 돌아가서 더 어두운 부분까지 추출하는 재추출 알고리즘을 제안한다. 처음에  $R,G,B>130, |R-G|<16, |G-B|<16, |R-B|<20$ 을 만족하는 화소를 번호판 영역 후보 화소로 추출하고, 번호판이 추출되지 않았을 경우

$R,G,B>95, |R-G|<10, |G-B|<15, |R-B|<18$  로 값을 조정하여 재추출한다. 재추출 시 기준값은 실험을 통해 결정하였다. 녹색 번호판의 경우는 녹색의 특성상 어두워도 다른 색상과 구분이 확연하게 되기 때문에 재추출을 하지 않아도 번호판을 추출하는 데에 문제가 없었다. 다음 그림은 재추출 알고리즘을 사용한 흰색 번호판의 추출을 나타낸다.

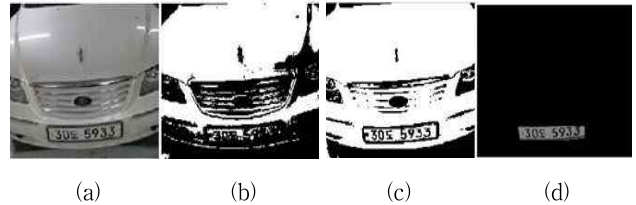


그림 2. 재추출 알고리즘을 통한 번호판 추출

그림 2-(a)는 실내에서 촬영한 사진으로, 번호판 영역이 어둡기 때문에 처음의 색상 기준으로 번호판 영역 후보 화소를 추출하게 되면 2-(b)와 같이 번호판 부분이 제대로 추출되지 않는다. 이럴 경우, 재조정된 값으로 후보 화소를 재추출 하면 2-(c)와같이 어두운 부분까지 추출이 되고, 3-(d)처럼 추출에 성공할 수 있다.

### 3.1.3 제안하는 번호판 추출 방법의 순서도

본 논문에서 제안하는 번호판 추출의 순서도는 다음과 같다.

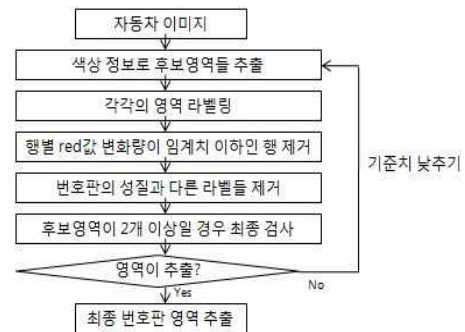


그림 3. 제안하는 번호판 추출 순서도

2절에서 설명한 기존의 방법에 Red값 변화량을 조사하여 행별로 제거하는 부분과 추출에 실패했을 경우 재추출 하는 부분을 추가하였다.

### 3.2 글자 분리

기존에는 글자 분리를 할 때 영상 이진화 후 주변 전경 픽셀 전파(NFPP) 방법을 이용하여 잡영 제거를 했다. 그러나 이 방법을 사용해도 글자 영역과 번호판 테두리 부분이 연결되어 이진화가 되었을 경우 이 연결된 부분을 제거하는 데에는 한계가 있다. 따라서 이진화를 거친 후 인접한 화소간의 R값의 차이가 녹색의 경우 19, 흰색의 경우 22보다 큰 화소들의 개수를 행별로 조사한 뒤 개수가 7개 미만인 행은 후보 화소에서 제거하는 과정을 추가한다. 이 과정을 거친 후 NFPP 알고리즘을 사용해서 이진영상을 정정하고, 라벨링을 통해 글자를 분리한다. 아래 그림들은 번호판 이진화와 잡영제거 과정을 보여준다.



그림 4.

추출된 번호판



그림 5. 그림4를 이진화 후 NFPP를 통해

잡영제거 한 것



그림 6. 제안하는 방법

그림 5는 기존의 방법대로 Otsu 이진화와 NFPP를 통해 잡영을 제거한 그림이다. 그러나 위쪽의 글자가 테두리와 연결된 부분은 여전히 제거되지 않고 남아있음을 볼 수 있다. 이렇게 되면 글자와 테두리가 하나의 영역으로 인식되어 개별 글자 분리를 하기 힘들다. 그림 6은 제안하는 방법을 사용해서 잡영 제거를 한 것인데, 글자와 테두리간의 구분을 확실하게 하여 잡영을 모두 제거할 수 있으며 개별 글자 분리가 가능하다.

#### 4. 실험 결과

녹색 번호판 28개, 흰색 번호판 45개에 대해서 실험을 하였으며, 입력 영상들은 실내 주차장과 외부에서 배경 영역을 충분히 포함하는 사진이 다수 있도록 촬영하였다. 결과는 다음과 같다.

	전체(개)	검출(개)	오검출(개)	추출율(%)
녹색	28	23	5	89.3
흰색	45	38	7	84.4

표 1. 기존의 방법을 사용한 번호판 추출 실험 결과

	전체(개)	검출(개)	오검출(개)	추출율(%)
녹색	28	26	2	92.8
흰색	45	43	2	95.5

표 2. 제안하는 방법을 사용한 번호판 추출 실험 결과

	전체(개)	분리(개)	오분리(개)	분리율(%)
녹색	23	19	4	82.6
흰색	38	34	4	89.5

표 3. 기존의 방법을 사용한 글자 분리 실험 결과

	전체(개)	분리(개)	오분리(개)	분리율(%)
녹색	26	25	1	96.1
흰색	43	41	2	95.3

표 4. 제안하는 방법을 사용한 글자 분리 실험 결과

여기서 글자 분리는 추출된 번호판에 대한 실험값을 나타낸다. 표1과 표2를 보면 번호판 추출을 할 때 제안하는 방법을 사용했을 경우 추출율의 증가를 볼 수 있다. 특히 흰색의 경우 84.4%에서 95.5%로 큰 증가가 있는데 이는 기존의 방법에서 추출이 잘 되지 않았던 흰색 차량에 있는 흰색 번호판의 경우와 어두운 사진의 경우를 제안하는 방법으로 해결하여 추출율을 높였기 때문이다. 표3과 표4를 보면 제안하는 방법을 사용했을 경우 글자 분리율이 높아진 것을 알 수 있다. 녹색 번호판의 분리율이 82.6%에서 96.1%로 크게 증가되었는데, 이는 녹색

번호판의 경우 글자와 테두리사이의 간격이 좁아서 글자와 테두리가 같은 라벨로 묶이기 쉬운데 이 문제점을 제안하는 방법으로 보완했기 때문이다.

#### 5. 결론

자동차 번호판 영역 추출과 글자 분리는 정확한 번호판 인식에 있어서 선행되어야 하는 매우 중요한 과정이다[2]. 본 논문에서는 인식 전단계인 글자 분리까지 다루었다. 행렬 Red값 변화량 조사를 통해 번호판 영역과 배경 영역, 글자 영역과 배경 영역사이의 구분을 명확히 하여 기존의 방법에서의 문제점들을 해결하였으며, 영역이 추출되지 않았을 경우 색 기준을 재조정하여 다시 한 번 번호판을 추출하는 알고리즘을 추가하여 어두운 사진에서 번호판 추출이 잘 되지 않았던 기존의 색상 정보를 이용한 번호판 인식의 단점을 보완하였다. 실험 결과 번호판 추출과 글자 분리 실험에서 녹색과 흰색 모두 90%이상의 검출율과 분리율을 나타냈다.

#### 참고 문헌

[1] 양선옥, 전영민, 정지상, 류상환, “디지털 신호 분석 기법을 이용한 다양한 번호판 추출 방법”, 2008년 5월 전자공학회 논문지 제 45권 SC 편 제 3 호, 2008.

[2] 박영길, “색상정보를 이용한 효율적인 자동차 번호판 영역 검출 기법”, 한밭대학교 정보통신전문대학원: 멀티미디어 공학과 석사 학위 논문, 2009.

[3] 박승현, “차량 번호판 인식 시스템에 관한 연구”, 홍익대학교 대학원 석사 학위 논문, 2012.

[4] 김숙, 조형기, 민준영, 최중욱, “명암벡터를 이용한 차량번호판 추출 알고리즘”, 정보과학회논문지(B) 제 25권 제 4호(98.4), 1998.

[5] 조보호, 정성환, “칼라 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출”, 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol. 25. No. 1, 1998.

[6] N.A.Khan, “A LicensePlateRecognition System,” Proc.Intl.Conf. onApplicationsofDigitalImageProcessing,pp.14-24, 1998.

[7] J.R.Cowell, “SyntacticPattern RecognizerforVehicleLicensePlates”, IEEE Transactions on Vehicular Technology,Vol4,No 4,pp.790-799, 1995.

[8] H.A.Hrgt, “A HighPerformanceLicensePlateRecognitionSystem”, Proc. IEEE Intl. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Vol 5, pp.4357-4362, 1998.

[9] MeiYu,Yong Deak Kim, “An approach to Korean license plate recognitionbasedonverticaledgematching”,Systems,Man,andCybernetics, 2000 IEEE International Conference on, Volume 4, pp.2975-2980, 2000.

[10] G.D.Lee,K. S.Kim,D.S.Jeong,“Rough edgedetection oflow contrastimagesusingconsequentiallocalvariancemaxima”, TENCON 99. Proceedings ofthe IEEE Region 10 Conference,Volume 1,pp.734-737, 1999.