

지능형 차량 번호판 인식 시스템

강무진^{*} · 강혜민^{**} · 우영운^{***} · 김광백^{**}

^{*}신라대학교 사학과
^{**}신라대학교 컴퓨터정보공학부
^{***}동의대학교 멀티미디어공학과

Intelligent Recognition System of Car License Plate

Moo-jin Kang^{*} · Hye-min Kang^{**} · Young Woon Woo^{***} · Kwang-baek Kim^{**}

^{*}Dept. of History, Silla University
^{**} Division of Computer and Information Engineering, Silla University
^{***}Dept. of Multimedia Eng., Donggeui University

E-mail : moojinkang@gmail.com, haemin1208@naver.com, ywwoo@deu.ac.kr, gbkim@silla.ac.kr

요 약

최근 들어 기존의 녹색 바탕 차량 번호판에서, 흰색 바탕의 신 차량 번호판으로 교체되고 있다. 하지만 아직 기존 차량 번호판이 신 차량 번호판으로 전면 교체 되지 않아 두 번호판 모두 사용되고 있다. 따라서 주차관리 시스템, 속도위반, 신호 위반 등 무인 카메라를 이용한 시스템에서, 기존 차량 번호판과 신 차량 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 차량 번호판과 신 차량 번호판을 통합한, 지능형 차량 번호판 인식 시스템을 제안한다. 무인 카메라에서 획득된 차량 영상에서 번호판의 색상 정보를 이용하여 기존 차량 번호판과 신 차량 번호판을 구분한다. 기존 차량 번호판인 경우에는 HSI 컬러 공간을 이용하여 이진화를 적용하며, 신 차량 번호판인 경우에는 블록 이진화를 적용한다. 이진화된 영상을 대상으로 차량의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거한 후, 차량 번호판 영역을 추출한다. 추출된 차량 번호판 영역에 대해 Labeling 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 추출한다. 추출된 개별 문자는 FCM 알고리즘을 적용하여 인식한다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 160장의 기존 차량 영상과 100장의 신 차량 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법이 실험을 통해서 효율적인 것을 확인하였다.

키워드

블록 이진화, FCM 알고리즘, Linear Time Labeling 알고리즘

1. 서 론

현대에 이르러 급속한 차량 증가로 교통체증, 도주차량 발생, 교통법규 위반 등의 문제가 사회 문제로까지 이어지고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 차량의 특징에 맞는 속도·신호 위반 단속 카메라,

주차 관리 시스템, 범죄 및 도주 차량 검거, 고속도로 톨게이트 통행료 자동 요금 징수 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 하지만 2006년 11월 이후 신 차량 번호판의 등장으로 기존 차량 번호판과 신 차량 번호판의 특징에 맞는 지능형 교통 시스템이 요구된다[1]. 따라서 본 논문에서는 지능형 교통 시스템의 핵심 기술인 번호판 인식 방법을 제안한다.

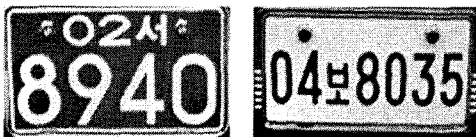
신·구 차량의 번호판은 각각 흰색과 녹색 영역의 영상으로 나타난다. 본 논문에서는 신·구 차량의 번호판 영역을 추출하기 위해 HSI 컬러 공간을 이용한 이진화 방법과 명암도 값을 이용한 블록 이진화 방법을 이용한다[2,3]. 이진화 된 영상에 Linear-Time Component-Labeling 알고리즘[4]을 적용하여 라벨링한 후, 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 최종적인 번호판 영역을 추출한다.

추출된 번호판 영역에서 개별 코드를 추출하기 위해서 번호판 영역 내의 번호판 고정 핀과 훼손에 의해 생긴 잡음을 제거한다. 번호판 영역 내의 잡음은 개별 코드의 크기 정보와 가로 및 세로 비율 등의 구조적 특징을 이용하여 잡음을 제거한다.

추출된 개별 코드를 인식 하기 위해 본 논문에서는 번호판과 같이 정형화된 문자 패턴 인식에 효과적인 홀 카운팅 방법을 이용하여 인식할 패턴들을 그룹화한 후에 FCM 알고리즘을 적용하여 차량 번호판의 인식률을 개선한다.

II. 신·구 차량 번호판 특징

신·구 차량 번호판 특징에 효과적인 알고리즘을 적용하기 위해 신·구 차량 번호판의 특징과 신·구 차량 번호판의 개별 코드 특징을 분석한다. 그림 1은 신·구 차량과 번호판을 나타낸 영상이다.



a. 녹색 번호판

b. 흰색 번호판

그림 1. 신·구 차량 번호판 영상

2.1 신·구 차량의 번호판 특징

본 논문에서는 서로 다른 특징을 가지는 신·구 차량의 번호판 영역을 추출하기 위해 다음과 같은 특징을 분석하여 추출한다.

차량 영상에서 그림 1(a)와 같이 구 번호판의 특징은 다음과 같다. 첫째, 차량 영상 내에서 흰색 문자에 녹색 바탕을 가진다. 둘째, 번호판은 직사각 형태로 나타나며 가로 및 세로 비율은 약 1 : 2 이다. 셋째, 번호판 내부에서 문자 보다 배경의 밀도가 높다.

그림 1(b)와 같은 신 번호판의 특징은 다음과 같다. 첫째, 차량 영상 내에서 검은색 문자에 흰색 바탕을 가진다. 둘째, 번호판은 직사각 형태로 나타나며 가로 및 세로 비율은 약 1 : 5 이다. 셋째, 번호판 내부에서 문자 보다 배경의 밀도가 높다.

2.2 신·구 차량 번호판의 개별 코드 특징

본 논문에서는 번호판에서 개별 코드들을 정확히 인식하기 위해 개별 코드의 위치 정보와 홀 카운팅 방법 적용하여 개별 코드들을 그룹화하고 FCM 알고리즘에 적용한다.

위치에 따른 개별 코드의 특징은 다음과 같다. 구 번호판의 경우에는 그림 1(a)와 같이 코드 부분이 두 줄로 구성되어 있다. 윗줄의 1~2번째 코드는 작은 숫자 형태로 3번째는 문자 코드, 나머지 아랫줄은 큰 숫자 형태로 구성된다. 신 번호판의 경우에는 그림 1(b)와 같이 코드 부분이 한 줄로 구성되어 있으며, 1~2 와 4~7 번째 코드는 큰 숫자 형태로, 3번째는 문자 코드로 구성되어 있다. 본 논문에서는 위치에 따라 나타나는 코드를 각각 작은 숫자 코드와 큰 숫자 코드 그리고 문자 코드로 구분한다.

홀 카운팅 방법을 이용하여 작은 숫자코드와 큰 숫자 코드를 그룹화 하여 FCM 알고리즘의 학습 패턴으로 적용한다. 홀 개수에 따라 그룹화 되는 숫자 패턴 코드는 표1과 같다.

표 1. 홀의 개수에 따른 숫자 패턴 분류

홀의 개수	숫자 코드
0	1, 2, 3, 5, 7
1	0, 4, 6, 9
2	8

III. 컬러 정보를 이용한 번호판 영역 추출

신·구 차량 번호판의 추출은 HSI 컬러 정보와 명암도를 이용한다. 그림 2는 본 논문에서 제안한 신·구 차량의 번호판 추출 과정이다.

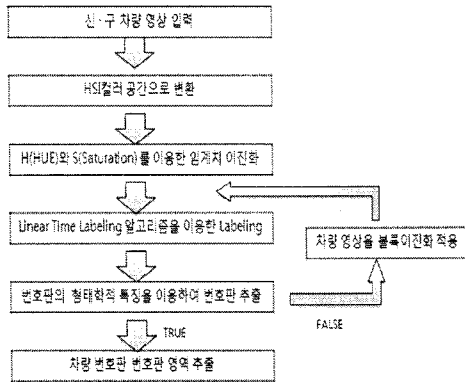


그림 2. 번호판 영역 추출 과정

번호판 추출 과정은 번호판의 특징을 이용하여 구 번호판 영역이 있는지를 먼저 검사 한 후, 구 번호판이 없으면 신 번호판 영역을 검사한다. 우선 차량 영상을 HSI 컬러 공간으로 변환하여 구 번호판의 특징인 녹색 바탕의 영역을 추출한다. 본 논문에서는 H(색상)가 75~103도로 S(채도)가 15~220로 분포하는 녹색 영역의 임계치를 이용하여 영상을 이진화 한다. 그림 3은 HSI 임계치를 이용하여 신·구 차량 번호판에 적용하여 이진화한 결과이다.



a. 구 번호판 차량 b. 신 번호판 차량

그림 3. HSI 임계치를 이용한 이진화

이진화 된 영상은 Linear-Time Component-Labeling 알고리즘을 이용하여 객체의 가로 및 세로 비율과 밀도 정보를 구하고 구 번호판이 가지는 가로 및 세로 비율과 밀도 특징과 비교하여 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출한다. 본 논문에서는 가로 및 세로 비율이 1 : 2이고 밀도가 번호판 내부의 문자 영역이 배경 영역보다 1.5배 보다 작으면 구 번호판 영역으로 추출한다.

그림 3(b)와 같이 구 번호판의 특징에 만족하지 못하여 번호판 영역이 추출되지 않는 경우에는 신 번호판에 나타나는 문자와 배경의 명암도 차이가 크다는 특징을 이용하여 HSI 컬러 공간으로 변환 된 영상을 블록 이진화를 적용하여 이진화한다[5]. 그림 4는 블록 이진화를 적용한 영상이다.

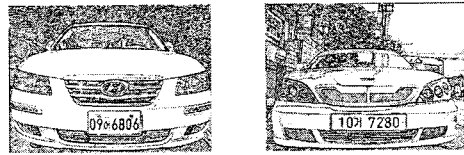
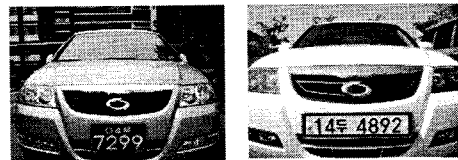


그림 4. 블록 이진화를 적용한 신차량 영상

이진화 된 영상은 Linear-Time Component-Labeling 알고리즘을 이용하여 객체의 가로 및 세로 비율과 밀도 정보를 구하고 신 번호판이 가지는 가로 및 세로 비율과 밀도 특징을 비교하여 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출한다. 본 논문에서는 가로 및 세로의 비율이 약 1 : 5이고 밀도가 번호판 내부의 문자 영역이 배경 영역보다 1.5배 보다 적으면 신 번호판 영역으로 추출한다. 그림 5는 제안한 방법으로 번호판 영역을 추출한 결과 영상이다.



a. 구 번호판 차량 b. 신 번호판 차량

그림 5. 번호판 영역이 추출된 차량 영상

IV. 번호판 영역의 개별 코드 추출

추출된 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한다. 변환된 영상에 반복 이진화 방법을 적용하여 신·구 번호판 영역을 이진화 한다. 반복 이진화는 임계값의 처음 추정치인 T를 선정하고, 추정 임계값 T를 이용하여 영상을 두 개의 영역 R1과 R2로 구분한 후, 두 영역의 평균 그레이 값 u1과 u2를 구한다. 그리고 식 (1)과 같이 임계치 T가 더 이상 변하지 않을 때까지 반복한다.

$$T = \frac{(u1 + u2)}{2} \quad (1)$$

반복 이진화를 적용시킨 영상을 Linear-Time Component-Labeling 알고리즘을 적용하여 개별 코드의 후보 영역을 추출한다. 추출된 개별 코드의 후보 영역 중에서 최종적인 코드 영역을 추출하기 위해 객체의 크기 정보와 개별 코드의 가로 및 세로 비율을 이용하여 잡음을 제거한다. 본 논문에서는 크기가 50 Pixel 이하이고 가로 및 세로 비율이 10배 이상 차이가 나는 객체를 잡음으로 간주하여 제거한

다. 그림 6은 개별 코드의 후부 영역에서 잡음을 제거하여 추출한 개별 코드 영역이다.

10주 3494 → **10주 3494**

그림 6. 개별 코드의 후부 영역에서 잡음을 제거한 결과

잡음이 제거된 개별 코드 영역에서 개별 코드의 위치 정보를 이용하여 개별 코드를 추출한다. 이 과정에서 한글 코드와 같이 자음과 모음으로 분리되어 추출되는 것을 방지하기 위하여 본 논문에서는 개별 코드의 위치 정보를 이용하여 한글 코드가 분리되지 않게 추출되도록 한다. 그림 7은 자음과 모음으로 구성되어 있는 한글 코드를 한 문자로 추출한 결과를 나타낸 것이다.

10주 3494 → **10주 3494**

그림 7. 한글 코드 결합

최종적으로 추출된 개별 코드는 FCM 알고리즘[6]의 입력 패턴으로 적용하기 위해 정규화 한다. 그림 8은 추출된 개별 코드를 정규화한 결과이다.

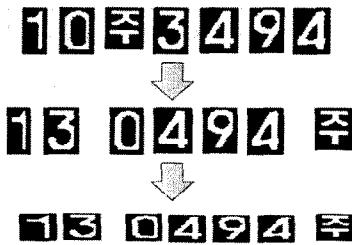


그림 8. 정규화 된 개별 코드

V. FCM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식

FCM 클러스터링은 하나의 클러스터에 속해져 있는 각각의 데이터 점을 소속 정도에 의해서 클러스터에 대한 데이터의 소속 정도를 일일이 열거한 데이터 분류 알고리즘이다. 클러스터링 방법은 n개의 벡터 $x_i, i=1, \dots, n$ 의 집합을 c개의 퍼지 그룹들로 분할하고, 비유사성 측정의 비용함수가 최소가 되는 것과 같은 각각의 그룹 안에서 클러스터의 중심을 찾는 것이다[7,8].

차량 번호판에서 추출된 개별 코드를 인식하기 위해 적용된 FCM 알고리즘은 그림 9와 같다.

먼저 클러스터의 개수 $c(2 \leq c < n)$ 를 정하고 m은 소속 함수의 퍼지성의 정도에 대한 영향을 나타내는 지수의 가중 값이며, 범위는 $1 \leq m < \infty$ 이다. 초기 소속 함수 U값과 중심 값 V를 설정한다.

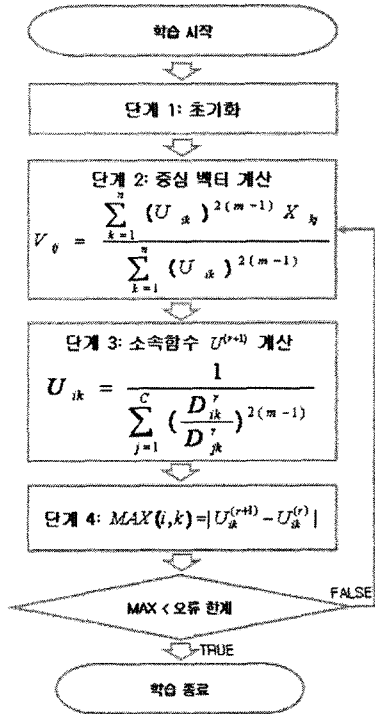


그림 9. FCM 알고리즘

각 클러스터에 대한 중심 벡터는 그림 8의 단계 2와 같이 계산한다. 중심 값을 계산한 후, 새로운 소속 함수 U를 단계 3과 같이 계산한다. 새로운 소속 함수 U를 구성하기 위해 각 데이터들과 클러스터 중심과의 거리 D_{ik} 를 식 (2)와 같이 계산한다.

$$D_{ik} = \left[\sum_{j=1}^1 (X_{kj} - V_{ij})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

소속 함수 U는 0과 1사이의 값으로 i번째 클러스터에 속해져 있는 X_k 의 k번째 데이터의 소속정도를 나타낸다. 소속 정도의 합은 항상 1이다.

단계 4와 같이 MAX 값을 계산하고 만일 MAX가 오류 한계보다 크거나 같으면 $r=r+1$ 로 정하고, 단계 2로 가서 다시 반복하여 중심 값 V와 U 값을 다시 계산한다. MAX가 오류 한계보다 적으면 종료한다.

VI. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 실험하였다. 640 X 480 크기의 비영업용 차량의 전면부 영상 260장(신 차량 영상 100장, 구 차량 영상 160장)을 대상으로 차량 번호판 추출 및 인식 성능을 평가하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 방법을 이용하여 260장의 차량 영상을 대상으로 번호판 영역을 추출한 결과, 표2와 같이 구 차량 번호판에서는 모두 차량 번호판 영역이 추출되었으나 신 차량 번호판에서는 100개 차량 영상 중에서 3개의 차량 영상에서 번호판 영역이 추출되지 않았다.

표 2. 신·구 번호판 추출 결과

	구 번호판	신 번호판
번호판 추출	160 / 160	97 / 100
개별 숫자	960 / 960	582 / 600
개별 문자	158 / 158	97 / 100

표 2와 같이 신 번호판 차량에서 제안된 번호판 추출 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우는 차량 번호판 주위에 나타나는 녹색 계통의 배경이 구 번호판 영역의 특징을 만족한 경우이다. 따라서 추출에 실패한 신 번호판 차량 3개를 제외한 모든 신·구 번호판 영역에서는 개별 코드가 모두 추출된 것을 표 2에서 확인할 수 있다. 표 2에서와 같이 97개의 신 번호판 영역에서 숫자 582 중에서 582개가 모두 추출되었고 문자 97개도 모두 추출되었다. 그림 10은 신 번호 차량에서 구 번호판의 특징을 만족하여 번호판 추출에 실패한 경우이다.



그림 10. 번호판 영역 추출 실패 영상

제안된 차량 번호판 인식에 적용된 FCM 알고리즘의 학습 및 인식 성능을 평가하기 위해 257개의 차량 영상에서 추출한 개별 숫자 코드 1554개 중에서 200개와 문자 코드 256개 중에서 93개를 학습 패턴

으로 사용하였다. FCM 알고리즘에서 학습에 사용된 파라미터는 표 3과 같다. 표 3에서 m은 지수의 가중 값이고, ε는 오류한계치의 값이다.

표 3. FCM알고리즘의 파라미터

	m		ε	
	숫자	문자	숫자	문자
FCM	30	23	0.01	0.01

표 4는 홀 카운팅 방법을 적용하여 개별 숫자 코드를 그룹화 한 후에 FCM 알고리즘을 적용하여 학습 및 인식한 결과이다. 표 4는 97장의 신 번호판에서 추출된 679개의 개별 코드와 160장의 구 번호판에서 추출된 1118개의 개별 코드에 대한 인식 결과이다.

표 4. 개별 코드 인식 결과 비교

	개별 숫자 코드		개별 문자 코드	
	신번호판 (582)	구번호판 (960)	신번호판 (97)	구번호판 (159)
인식 갯수	582	960	97	154

표 4에서와 같이 홀 개수에 따라 그룹화하여 숫자 코드를 인식하는 것이 효율적인 것을 확인할 수 있었다. 하지만 개별 코드의 인식에 실패한 문자는 추출된 번호판에서 코드와 배경 간의 명암도의 차이가 미세하게 이진화 하는 과정에서 코드의 정보가 그림 11과 같이 손실된 경우이다.



그림 11. 개별 코드 인식 실패 영상

VII. 결론

본 논문에서는 지능형 교통 시스템 분야 중에 핵심 기술인 차량의 번호판을 인식하는 방법을 제안하였다. 신·구 번호판의 판별을 위하여 HSI 컬러 정보를 이용하였다. HSI 임계치를 이용한 이진화와 불록 이진화를 적용 한 후, Linear-Time Component-Labeling 알고리즘을 적용하여 객체를 라벨링하였다. 라벨링 된 객체들의 형태학적 특징을 분석하여

번호판의 특징에 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출하였다.

추출된 번호판 영역에서 개별 코드를 추출하기 위해서 반복 이진화와 Linear-Time Component-Labeling 알고리즘을 적용하여 개별 코드의 후보 영역을 추출하였다. 추출된 개별 코드의 후보 영역의 크기가 50 Pixel 이하이고 가로 및 세로의 비율이 10배 이상 차이나는 객체를 잡음으로 간주하여 제거한 후에 최종적으로 개별 코드를 추출하였다. 개별 코드는 효과적인 학습 패턴으로 적용하기 위해 홀의 개수와 위치 정보를 이용하여 그룹화 시켜 학습에 적용하였다. 본 논문에서 제안한 기법을 통해 신·구 차량의 번호판 추출 및 인식에 적용할 결과, 숫자 코드 인식과 문자 코드 인식에 있어서 각각 100% 와 95%의 인식 결과를 보였으며 기존 차량 번호판과 신 차량 번호판을 통합한 차량 번호판 인식 시스템으로의 가능성을 확인 할 수 있었다.

향후 연구 과제는 신·구 번호판 영역의 추출 방법을 HSI 컬러 정보와 명암도 뿐만 아니라 번호판의 특징인 수직 에지 정보 등을 분석하여 번호판 영역의 추출률을 개선할 것이고 숫자 코드에 비해 다소 복잡하게 나타나는 문자 코드에 대해서도 정확히 인식할 수 있도록 개선할 것이다.

참고문헌

[1] 김광백, "SOM알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회논문지, Vol.7, No.5, pp.1052- 1061, 2003.

[2] 남미영, 이종희, 김광백, "개선된 HSI 컬러 정보를 이용한 자동차 번호판 추출," 멀티미디어학회 논문지, 제3권 5호, pp.433-444. 2000.

[3] 허남숙, 조희정, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 멀티미디어 학회 추계학술발표 논문집, pp1353-1356, 1998

[4] F. Chang, C-J. Chen, and C-J. Lu, "A Linear-Time Component-Labeling Algorithm Using Contour Tracing Technique," Computer Vision and Image Understanding, vol. 93, no. 2, pp. 206-220, 2004.

[5] 김광백, "개선된 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 식별자 추출," 한국해양정보통신학회논문지, Vol.9, No.2, pp.462-466, 2004.

[6] Arun D, K., Computer Vision and Fuzzy-Neural

Systems, Prentice Hall PTR, 2001.

[7] K. B. Kim, J. H. Cho, C. K. Kim, "Recognition of Passports Using FCM Based RBF Network," Lecture Notes in Artificial Intelligence, LNAI 3809, Springer, pp.1241-1245, 2005.

[8] R. Babuska, Fuzzy Modeling for Control, Kluwer Academic Publishers, 1997.