

# RGB 컬러 정보와 오류 역전파 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식

허정민\* · 이상수\* · 한아름\* · 김정민\* · 김광백\*  
\*신라대학교 컴퓨터공학과

## Recognition of a New Car Plate using RGB Color Information and Backpropagation

Jung-min Heo\* · Sang-soo Lee\* · Ah-reum Han\* · Jung-min Kim\* · Kwang-baek Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : hanagl811@korea.com, gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 RGB 컬러 정보와 오류 역전파 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식 방법을 제안한다. 차량 영상에서 평균 Blue값을 이용하여 차량 영상을 보정한다. 보정된 차량 영상에서 순수 Red 픽셀과 현재 픽셀의 차이와 순수 Green 픽셀과 현재의 픽셀의 차이를 각각 구하여 Red 후보 영역과 Green 후보 영역으로 구분한다. 구분된 2개의 후보 영역의 픽셀 값을 오류 역전파 알고리즘에 적용하여 최종 Green 영역을 찾는다. 그리고 오류 역전파 알고리즘에 의해서 Green 영역으로 판명된 영역을 제외한 영역들은 잡음으로 처리한다. 잡음이 제거된 영역에 대해 수평 및 수직 히스토그램의 빈도수를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에서 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드들을 추출하고, 오류 역전파 알고리즘을 적용하여 개별 코드들을 인식한다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 비영업용 신 차량 번호판에 적용한 결과, 제안된 번호판 추출 방법이 기존의 HSI 정보를 이용한 번호판 추출 방법보다 추출률이 개선되었고 제안된 차량 번호판 인식 방법이 효율적인 것을 확인하였다.

### 키워드

RGB 컬러 정보, 오류 역전파, 윤곽선 추적, 신 차량 번호판

## 1. 서 론

현재 사회가 발전함에 따라 차량 수가 지속적으로 증가하고 이로 인해 교통 사건, 사고 발생률이 증가되었다. 이러한 문제들을 효과적으로 해결하기 위하여 차량 정보를 효과적으로 수집하고 관리하는 지능형 교통 정보 시스템(Intelligent Transport Systems : ITS)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

지능형 교통 정보 시스템 사업 분야는 총 7개로 구성되어 있고, 그 중 한 분야로서 교통 관리의 최적화를 위한 불법 주차, 속도위반, 신호 위반 차량 단속 연구가 활발히 진행된다. 차량 번호판 추출 및 인식은 이를 위한 필수적인 연구이다.

지금까지 차량 번호판 영역 추출 기술에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그중에 대표적인 연구들로는 HSI 컬러 모형을 이용한 번호판 영역 추출 방법, RGB 컬러 정보를 이용한 번호판 영역 추출 방법 등이 있다. HSI 컬러 모형은 순수한 색상을 나타내는 색상(Hue), 흰색이 가미된 정도

를 나타내는 채도(Saturation) 그리고 빛의 밝기 정도를 나타내는 명도(Intensity)라는 세가지 특성으로 구성된 컬러 모형이다. 색상(H)은 0도에서 360도의 범위를 가진 각도로 표현된다. 0도와 360도에서는 빨강색을 나타내고, 120도에서는 녹색을, 그리고 240도에서는 파랑색을 나타낸다. 채도(S)는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당된다. 명도(I)는 0일 때 검정색과 1일 때 흰색을 나타낸다[2]. 그레이 레벨 영상을 사용할 경우에는 주위의 밝기 변화에 대하여 상당히 의존적이며 RGB 컬러를 사용할 경우에는 RGB 각 성분이 명암도와 밀접한 관련을 가지므로 주위 밝기 변화에 대해서 같은 컬러라도 RGB 각 성분이 모두 변환하게 되는 문제점을 가진다[3]. 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위하여 HSI 컬러 모형을 이용하여 밝기 변화에 대한 강인성을 보장한 차량 번호판 추출 방법이 제안되었다[4]. 그러나 HSI 컬러 모형을 이용한 방법은 번호판 영역 처리시 녹색의 색상을 완전히 잃어버린 차량의 경우에는 번호판의 추출에 실패하는 경우가 발생하

고 RGB 정보를 HSI 정보로 변환하는데 많이 사용되는 단점이 있다[5]. RGB 컬러 정보를 이용한 번호판 추출 방법은 RGB 컬러 값이 주위의 밝기 변화에 따라 많은 영향을 받은 경우에는 번호판의 추출에 실패하는 경우가 발생한다[6].

따라서 본 논문에서는 RGB 컬러 정보에서 주위 밝기 변화에 따른 문제점을 개선하기 위하여 차량 영상의 평균 Blue값을 이용하여 차량 영상을 보정한다. 보정된 차량 영상에서 순수 Red 픽셀과 현재 픽셀의 차이와 순수 Green 픽셀과 현재의 픽셀의 차이를 각각 구하여 Red 후보 영역과 Green 후보 영역의 픽셀 값을 오류 역전과 알고리즘에 적용하여 최종 Green 영역을 찾는다. 그리고 오류 역전과 알고리즘에 의해서 Green 영역으로 판명된 영역을 제외한 영역들은 잡음으로 처리하고 잡음이 제거된 영역에 대해 번호판 특징을 기반으로 수평 및 수직 히스토그램의 빈도수를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에 대해 평균 이진화를 적용한 후 4방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드들을 추출한다. 추출된 개별 코드들을 인식하기 위해 오류 역전과 알고리즘을 적용한다.

## II. 제안된 차량 번호판 인식 방법

### 2.1 RGB 컬러 정보와 오류 역전과 알고리즘을 이용한 차량 번호판 영역 추출

차량 번호판은 관할 지역 코드와 일련번호 등의 두 가지 정보로 이루어져 있으며 상단부와 하단부로 구분된다. 상단부는 관할 지역 코드인 두 개의 작은 문자와 작은 숫자부분으로 구성되고, 하단부는 일련번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성되어 있다. 차량번호판의 구성은 그림 1과 같다.

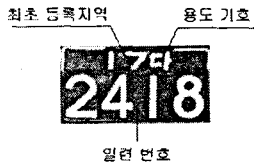


그림 1. 번호판의 구성

영상 인식 시스템이 높은 인식률을 갖기 위해서는 인식 대상의 공통적인 특징을 찾아야 한다. 비영업용 차량의 번호판의 구성 요소 및 번호판 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 번호판 영역은 녹색의 분포율이 높다.
- ② 번호판 영역에는 녹색과 흰색계통의 컬러로 구성되어 있다.
- ③ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.
- ④ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이

다.

비영업용 차량에서 번호판 영역 이외의 영역들을 제거하기 위해 차량 영상에서 평균 Blue값을 구하여 영상을 보정한다. 보정된 차량 영상에서 순수 Red 픽셀과 현재 픽셀의 차이와 순수 Green 픽셀과 현재의 픽셀의 차이를 각각 구하여 그림 1과 같이 Red 후보 영역과 Green 후보 영역으로 구분한다.

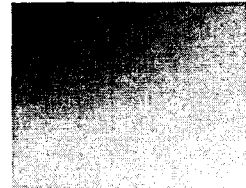


그림 1. Red 후보영역과 Green 후보영역

2개의 후보영역을 오류 역전과 알고리즘에 적용하여 최종 Green 영역을 찾는다. 그리고 최종 Green 영역 이외의 영역에 대해서는 잡음으로 처리한다. 잡음이 처리된 최종 Green 영역은 그림 2와 같다.

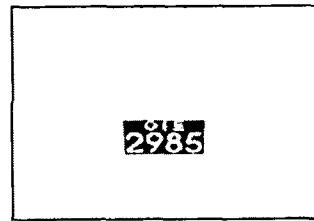
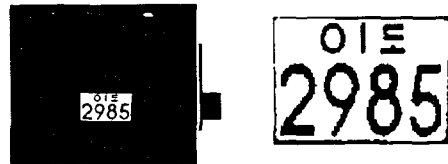


그림 2. 최종 Green 영역

잡음이 처리된 최종 Green 영역에 대해 번호판 특징 ②와 ④를 이용하여 수평 및 수직 히스토그램 방법으로 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역을 평균 이진화 방법을 적용하여 이진화한다. 그림 3의 (a)는 최종 Green 영역에서 번호판 특징 ②와 ④를 이용하여 추출한 결과이고 그림 3의 (b)는 평균 이진화 방법에 의해 이진화된 번호판 영역이다.



(a) 번호판 영역 추출 (b)번호판 영역 이진화  
그림 3. 번호판 영역 추출 및 이진화

본 논문에서 제안된 차량 번호판 추출 과정은 다음과 같다.

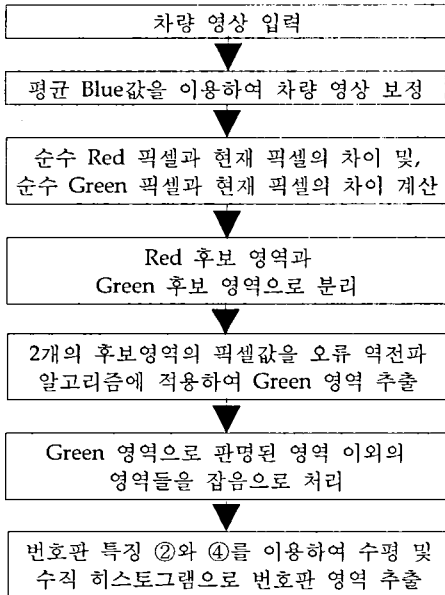


그림 4. 제안된 번호판 추출 과정

2.2 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 개별 코드 추출

본 논문에서는 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 코드를 추출한다. 4방향 윤곽선 추적 알고리즘은 그림 5의 2x2 마스크를 이용하여, 음영이 들어간 경계 부분을 기준으로 반시계 방향으로 진행하면서 이미지에서 경계를 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로 위에서 아래로 스캔한다[7]. 경계 지점을 만나면 경계점을  $X_k$ 로 두고 A와 B에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크 진행 방향을 결정하게 되며,  $X_k$ 가 지나간 자리가 영상의 윤곽선이 된다. 마스크 진행방향은 A와 B가 모두 배경일 경우에는  $X_k$ 를 기준으로 진행 방향으로 회전하고, A가 경계일 경우에는  $X_k$ 가 A로 이동하면서 마스크는 한 픽셀 앞으로 전진한다. 또한 B가 경계일 경우에는 마스크를  $Y_k$ 를 기준으로 시계 방향으로 이동하고  $X_k$ 는 경계점인 B로 이동한다. A와 B가 모두 경계일 경우는  $X_k$ 는 가까운 A로 이동하고 B 또한 이동해야 할 경계이므로  $Y_k$ 는 B를 피해  $X_k$ 로 이동한다. 표 1은 A와 B의 값에 따른  $X_{k+1}$ 와  $Y_{k+1}$ 의 진행 방향인  $X_{k+1}$ 와  $Y_{k+1}$ 을 나타내었다. 여기서 A와 B의 값은 0과 1을 가지며 0은 배경 픽셀이고 1은 경계 픽셀이다. 4방향 윤곽선 추적 알고리즘에 의해 추출된 개별 코드는 그림 6과 같다. 그림 6에서 한글은 자음과 모음으로 분리하여 추출한 경우이다.

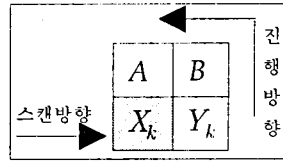


그림 5. 윤곽선 추출을 위한 2x2 마스크

표 1. 2x2 마스크의 A, B에 따른 진행 방향

	A	B	$X_{k+1}$	$Y_{k+1}$
진진	1	0	A	B
우측	0	1	B	$Y_k$
우측	1	1	A	$X_k$
좌측	0	0	$X_k$	A

이 = -  
2985

그림 6. 추출된 개별 코드

2.3 오류 역전과 알고리즘을 이용한 개별 코드 인식

문자 인식을 위한 다층 신경망을 학습시키기 위해 오류 역전과 알고리즘이 널리 사용되고 있다. 다층 퍼셉트론은 단층 퍼셉트론과 유사한 구조를 가지고 있지만 은닉층과 각 입력 노드의 입력력 특성을 비선형으로 함으로써 네트워크의 능력을 향상시킬 수 있다[8]. 그러나 오류 역전과 알고리즘은 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 학습이 완료되기까지 많은 횟수의 반복이 필요하다. 둘째, 응용분야에 따라 학습 파라미터 조절이 필요하다. 위의 문제점을 해결하고 시간 속도와 인식률의 최적의 조건을 찾기 위해서는 실험을 통해서 경험적으로 설정한다. 본 논문에서는 추출된 개별 코드를 인식하기 위하여 오류 역전과 알고리즘을 적용한다. 개별 코드들을 인식하기 위한 오류 역전과 학습 알고리즘은 그림 7과 같다.

III. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IVPC상에서 C++Builder 6.0으로 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 640x480 크기의 비영업용 신 차량을 대상으로 하였으며, 디지털 카메라로 획득한 차량의 전면부 영상 50개를 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 평가 실험에 적용하였다. 번호판 영역 추출은 HSI 컬러 모형을 이용한 방법과 제안된 번호판 추출 방법간의 번호판 영역 추출 개수를 비교하였다. 개별 코드 추출은 4방향 윤곽선 추적에 의해서 추출된 개수를 나타내었고 개별 코드 인식은 오류 역전과 알고리즘에 의해 인식된 개수

를 나타내었다. 표 2는 기존의 HSI 컬러 모형을

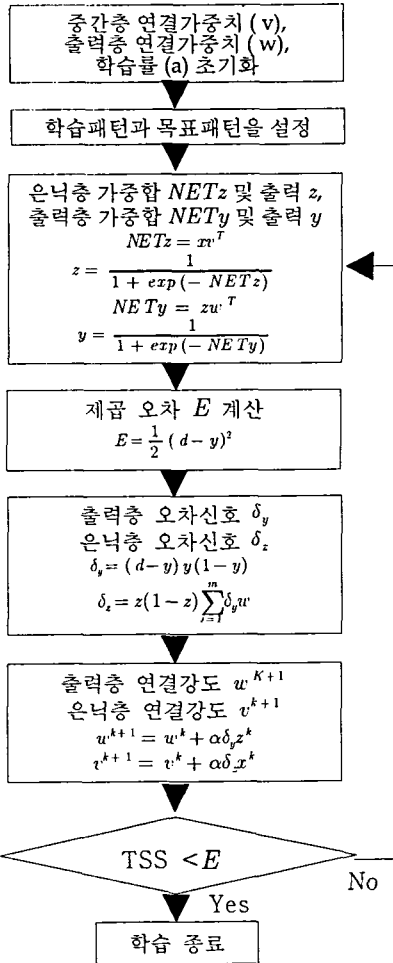


그림 7. 오류 역전파 학습 알고리즘

이용한 방법과 제안된 번호판 추출 방법간의 번호판 영역 추출 결과를 비교한 것이다.

표 2. 차량 번호판 영역 추출 결과 비교

	추출 성공	추출 실패
제안된 차량 번호판 추출 방법	49	1
HSI 컬러 모형을 이용한 방법	47	3

표 2에서 알 수 있듯이 HSI 컬러 모형을 이용한 방법은 HSI 컬러로 변환하는 시간이 제안된 방법보다 많이 소요되었고 어둡거나 밝은 차량 영상의 경우에 대해서는 컬러 정보가 많이 손실되어 제안된 방법보다 번호판의 추출률이 낮았다. 그림 7의 (a)는 HSI 컬러 모형을 이용한 방법으로 번

호판 추출에 실패한 경우이고 그림 7의 (b)는 HSI 컬러 모형 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우에 대해서 제안된 번호판 추출 방법으로 번호판 추출에 성공한 경우이다. 그림 8은 제안된 번호판 추출 방법으로 추출에 실패한 경우이다.

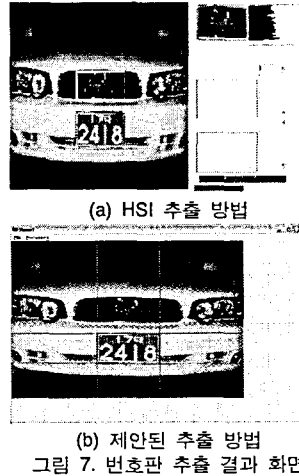


그림 7. 번호판 추출 결과 화면

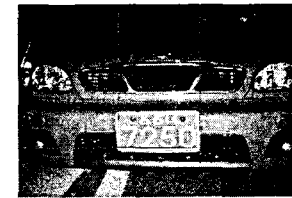


그림 8. 제안된 번호판 추출 방법에 의해 추출에 실패한 경우

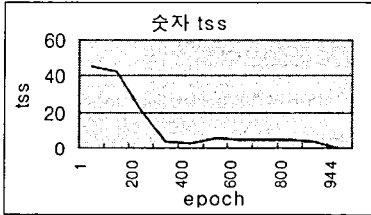
제안된 번호판 추출 방법에 의해 추출된 49개의 번호판 영역에서 윤곽선 추적 방법과 오류 역전파 알고리즘으로 추출 및 인식한 결과를 표 3으로 나타내었다.

표 3. 개별 코드 추출 및 인식 결과

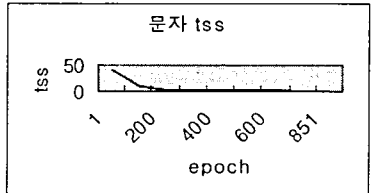
	숫자 (294)	문자 (49)
개별 코드 추출 개수	290	48
개별 코드 인식 개수	284	47

표 3에서 개별 코드 추출에 실패한 경우는 추출된 차량 번호판의 밝기가 어두워서 배경 영역과 코드 영역을 구별할 수 있는 임계값이 정확히 설정되지 못한 경우이다. 이 경우에는 윤곽선 추적 방법으로 개별 코드들이 추출되지 않았다. 개별 숫자와 문자들이 오류 역전파 알고리즘으로 학습할 때, 학습률은 0.9로 설정하였고 은닉층의 노드 수는 13개로 설정하였다. 오류 역전파 알고리즘으로 개별 코드의 인식에 실패한 원인은 다음과 같다. 오류 역전파 알고리즘의 학습 구조는 완전 연

결 구조로 학습 패턴들을 학습한다. 따라서 책임 분담 조정에 의해 학습 패턴들의 특징이 감소하는 경우가 발생하기 때문에 인식 성능이 저하되어 표 3에서와 같이 개별 코드 인식에 실패한 경우가 발생하였다. 숫자와 문자 패턴에 대해 Epoch 수에 따른 TSS 변화 과정을 그림 9로 나타내었다.



(a) 숫자 학습 패턴에 대한 학습 과정



(b) 문자 학습 패턴에 대한 학습 과정  
그림 9. Epoch 수에 따른 TSS 변화 과정

#### IV. 결론

본 논문에서는 비영역용 신 차량 번호판 영상에서 RGB 컬러 정보와 오류 역전과 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식 방법을 제안하였다.

기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 번호판 추출 방법을 개선하기 위하여 차량 영상의 평균 Blue값을 이용하여 차량 영상을 보정하였다. 보정된 차량 영상에서 순수 Red 픽셀과 현재 픽셀의 차이와 순수 Green 픽셀과 현재의 픽셀의 차이를 각각 구하여 Red 후보 영역과 Green 후보 영역으로 구분하였고 구분된 2개의 후보 영역의 픽셀 값을 오류 역전과 알고리즘에 적용하여 최종 Green 영역을 추출하였다. 그리고 오류 역전과 알고리즘에 의해서 Green 영역으로 판명된 영역을 제외한 영역들은 잡음으로 처리하고 잡음이 제거된 영역에 대해 번호판 특징을 기반으로 수평 및 수직 히스토그램의 빈도수를 이용하여 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역에 대해 평균 이진화를 적용한 후 4방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드들을 추출하였고 추출된 개별 코드들을 인식하기 위해 오류 역전과 알고리즘을 적용하였다. 본 논문에서는 자가용 차량 중심으로 성능을 실험하였다. 50대의 차량 영상에 대해서 49대의 번호판 영역이 추출되었고 기존의 HSI 컬러 모형을 이용한 차량 번호판 추출 방법보다 추출률이 개선되었다. 그러나 차량 영상의 밝기가 매우 밝게 촬영된 1개

의 차량은 번호판의 추출에 실패하였다. 이는, 촬영된 차량 영상의 밝기가 과도하게 불량한 경우로서 번호판의 내부와 외부간의 색상 차이가 명확하게 구분되지 않아서 녹색의 경계 지점 실정에 실패한 경우이다. 4방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 개별 코드를 추출한 결과, 343개의 코드 중에서 338개가 추출되었다. 개별 코드 추출에 실패한 경우는 추출된 번호판 영역에서 코드 부분의 색상과 배경 부분의 색상이 뚜렷하게 구별되지 않아서 정확히 이진화가 되지 않은 경우이다. 오류 역전과 알고리즘을 적용하여 추출된 338개의 개별 코드를 인식한 결과, 331개가 인식되었다. 그 원인은 오류 역전과 알고리즘의 학습 구조는 완전 연결 구조로 학습이 진행되기 때문에 책임 분담 조정에 의해 학습 패턴들의 특징이 감소하여 인식 성능이 저하되기 때문이다.

따라서 향후 연구 과제는 추출된 번호판 영역에서 배경 영역과 코드 영역을 명확히 구분할 수 있는 이진화 알고리즘에 대해 연구할 것이고 개별 코드의 인식률을 개선하기 위한 퍼지 신경망에 대해 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 시스템 공학 연구소, "차량 자동인식 시스템의 개발에 관한 연구," '90특정연구개발사업 첨단 연구과제의 세부과제보고서, 1990.
- [2] K. N. Plataniotis, A. N. Venetsanopoulos, Color Image Processing and Application, Springer, 2000.
- [3] 허남숙, 조희정, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, pp.1353-1356, 1998.
- [4] 남미영, 이종희, 김광백, "개선된 HSI 컬러 정보를 이용한 자동차 번호판 추출 시스템," 멀티미디어학회 춘계 학술발표논문집, pp.345~349, 1999.
- [5] 김광백, "SOM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차 관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회논문지, 제7권 5호, pp.1052-1061, 2003.
- [6] 김광백, 김문환, 노영욱, "RGB 컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판의 개별 문자 추출," 한국해양정보통신학회논문지, 제9권 1호, pp.80-87, 2004.
- [7] 김광백, 김철기, 김정원, "윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1 알고리즘을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회논문지, 제8권 2호, pp.105-116, 2002.
- [8] Dayhoff and Judith E., Neural Network Architectures : An Introduction, V. N. Reinhold, N. Y. 1990.