

# HSI 정보와 신경망을 이용한 신 차량 번호판의 인식

이동민\* · 한아름\* · 윤경호\* · 박충식\*\* · 김광백\*

\*신라대학교 컴퓨터공학과

\*\*영동대학교 컴퓨터공학과

## Recognition of a New Car License Plates using HSI Information and Neural Networks

Dong-min Lee\* · Ah-reum Han\* · Kyeong-ho Yoon\* · Choong-Shik Park\*\* · Kwang-beak Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Silla University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Yongdong University

### 요 약

본 논문에서는 HSI 정보와 신경망의 비지도 학습 방법인 ART2 알고리즘을 이용하여 신 차량 번호판을 인식하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 차량의 영상에서 번호판 영역을 추출하는 부분과 추출된 번호판 영역의 문자를 인식하는 부분으로 구성된다. 본 논문에서는 차량 번호판 영역을 추출하기 위해 HSI 컬러 모형의 Hue 정보를 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하고 개선된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 추출된 차량 번호판 영역으로부터 문자를 포함한 특징 영역을 이치화 한 후에 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드를 인식하기 위해 잡음과 훼손에 비교적 강한 ART2 알고리즘을 적용한다. 제안된 방법의 차량 번호판 추출 및 인식 성능을 평가하기 위하여 실제 비영업용 차량 번호판에 적용한 결과, 기존의 차량 번호판의 추출 방법보다 번호판 영역의 추출률이 개선되었다. 또한 ART2 알고리즘을 적용하여 신 차량 번호판을 인식하는 것이 효율적임을 확인하였다.

### 키워드

HSI 컬러 모형, Hue 정보, 퍼지 이진화, 신 차량 번호판, 4방향 윤곽선 추적 알고리즘, ART2 알고리즘

### 1. 서 론

차량 번호판 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 단계와 추출한 번호판 영역에서 문자를 인식하는 단계로 나눌 수 있다. 지금까지 번호판 영역 추출 및 인식에 관한 많은 연구가 진행되어 왔으나 색상대비가 낮은 영상이나 번호판의 주위가 복잡한 영상에서는 번호판 영역을 추출할 수 없는 공통적인 문제점이 있다[1]. 기존 연구에서는 Hough 변환을 이용한 추출 방법과 그레이 명암도 변화, RGB(Red, Green, Blue) 컬러 모형, 그리고 HSI(Hue, Saturation, Intensity) 컬러 모형 등을 각각 이용하였다. Hough 변환은 차량 영상에서 에지를 검출한 후, Hough 변환을 이용하여 번호판 영역을 추출하였다[2]. 이 방법은 번호판의 테두리가 선명하지 못하거나 수직·수평 에지가 많이 검출되는 차량에 대해서는 번호판 영역 추출이 어렵고 처리 시간이 많이 소요되기 때문에 실제 적용하기가 어렵다. 그레이 명암도 변화를

이용한 추출 방법은 이전의 임계값에 만족되는 비번호판 영역이 존재하고 번호판과 비슷한 특징을 가질 경우에 그 영역을 번호판 영역으로 오인하여 더 이상 추출을 위한 검사를 시도하지 않는 문제점이 있다. 그리고 임계값을 재조정할 경우에 (번호판 전체 영역 처리 시간×임계값 재조정 횟수) 만큼의 처리 시간이 추가로 필요하므로 전체 추출 속도가 저하되는 문제점이 있다[3]. 기존의 RGB 컬러 값을 이용한 방법은 같은 컬러라고 해도 RGB 컬러가 주위 밝기 변화에 영향을 받는 문제점이 있다[4]. 승용차 및 승합차의 경우에 RGB 컬러 정보를 이용한 방법은 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판 영역으로 설정하여 추출하는 방법이다. 그러나 차량 영상이 전체적으로 녹색이거나 빛의 영향으로 인해 번호판의 녹색 영역이 전혀 나타나지 않는 경우에는 번호판을 추출하기 어렵다.

따라서 본 논문에서는 기존의 차량 번호판 추출 방법을 개선하기 위하여 HSI 컬러 모형의

Hue 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하고 추출된 번호판 영역에 대해 개선된 퍼지 이진화 방법을 적용 후, 4방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 차량 번호판의 코드들을 추출한다. 추출된 번호판 코드들을 ART2 알고리즘을 이용하여 인식한다.

## II. 제안된 신 차량 번호판 문자 추출

### 1. 번호판 영역의 구성과 특징

차량 번호판은 현재 규정에 의거 상당부는 최초 등록지역 코드인 두 개의 작은 숫자와 용도를 나타내는 작은 문자 부분으로 구성되고, 하단부는 일련번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성된다. 차량 번호판의 구성은 그림 1과 같다.



그림 1. 번호판의 구성

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

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

### 2. HSI 정보를 이용한 번호판 추출

HSI 컬러 모형은 순수한 색을 나타내는 색상(Hue), 흰색이 가미된 정도를 나타내는 채도(Saturation) 그리고 빛의 밝기 정도를 나타내는 명도(Intensity)라는 세 가지 특성을 가진 컬러 모형이다[5]. 색상(H)은 0° 에서 360° 의 범위를 가진 각도로 표현한다. 0° 와 360° 에서는 빨강색을 나타내고 120°에서는 녹색을, 그리고 240°에서는 파랑색을 나타낸다. 채도(S)는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당한다. 명도(I)는 0일 때 검정색을, 1일 때는 흰색을 나타낸다. HSI 컬러 모형은 그림 2와 같다.

RGB 공간에서 HSI로 변환은 다음과 같다.

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$

색상 :

$$H = \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - G)(G - B)}} \right]$$

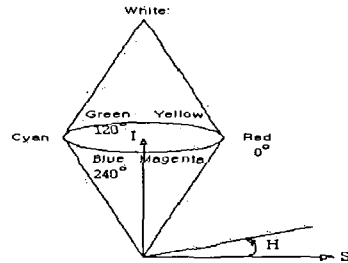


그림 2. HSI 컬러 모형

그레이 영상을 사용할 경우에는 주위의 밝기 변화에 대하여 상당히 의존적이고 RGB 컬러 정보를 사용할 경우에는 RGB 각 성분이 명암도와 밀접한 관련을 가지고 있으므로, 주위 밝기 변화에 대해서 같은 칼라라도 RGB 각 값이 모두 변하게 되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 HSI 컬러 모형을 적용하여 밝기 변화에 대한 강인성을 보장한다.

제안된 번호판 추출 방법은 밝기값과 색상(H)을 주로 이용한다. 차량 번호판은 번호판 주위의 화소들과는 다른 밝기를 가지므로 먼저 밝기 값으로 임계값을 구한다. 비슷한 밝기를 가진 경우 번호판 아래 부분과 번호판이 가진 색상은 차이가 난다. 이를 구분하기 위해 검은색에서의 거리 값을 기준으로 하여 최종적으로 번호판 후보 영역을 찾아낸다. 유안으로는 녹색으로 구분이 되나 명암이나 채도에 의해 번호판의 녹색 바탕의 색상이 바르게 인식되지 않는 경우가 있으므로 샤프닝 마스크를 사용하여 영역 처리를 한다. 밝기 값으로 찾아낸 번호판의 후보 영역을 더 선명한 녹색 컬러로 나타내 주기 위해 회선 기법을 사용하여 이웃한 화소들 각각에 가중치를 곱한 합을 원시 화소의 값으로 준다. 회선 기법은 컬러 이미지 프로세싱의 가장 기본적인 지역 연산자를 사용한다. 지역 연산이란 이웃하는 픽셀들의 명도 성분(그레이 성분과 유사한)을 강조하거나 억제하는 처리를 말하는 것으로 일반적으로 N×N 마스크(혹은 윈도우)를 취하여 컨벌루션 연산을 수행한다.

지역적인 점이나 선에 대한 정보를 얻기 위해서 전체 이미지에 대해 3 \* 3 마스크와 연산하는 픽셀 Z를 중심으로 이웃하는 이미지 SET을

정의하면 다음과 같다.

$$Z_i = \begin{bmatrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 \\ Z_4 & Z_5 & Z_6 \\ Z_7 & Z_8 & Z_9 \end{bmatrix}$$

여기에 일종의 가중치 SET을 구성하는 마스크를 적용함으로써 쉽게 출력 결과를 얻을 수 있다. 이 마스크는 다음과 같다.

$$W_i = \begin{bmatrix} W_1 & W_2 & W_3 \\ W_4 & W_5 & W_6 \\ W_7 & W_8 & W_9 \end{bmatrix}$$

따라서 영상의 어떤 점에서 마스크에 대한 응답을 계산하면 다음과 같다.

$$R = \sum_{i=1}^9 W_i Z_i \quad (1)$$

( $Z_i$  :  $3 \times 3$  의 이웃한 화소,  $W_i$  :  $3 \times 3$  의 회선 마스크)

식 1을 사용하여 예리화(sharpening)을 하면 번호판의 바탕색에 녹색의 색상이 더 선명해진다. 녹색 색상이 선명한 번호판인 경우에는 영역 처리를 하지 않으며, 녹색 색상이 선명하지 않은 경우에 영역 처리를 해 줌으로써 속도 측면에서도 효과적이고 녹색 색상에 대한 임계값 하나로 모든 영상의 번호판을 추출할 수 있다. 예외적으로 전체적으로 밝기가 어두운 영상에서 자동차와 번호판의 채도가 거의 같은 경우에는 기준이 되는 밝기 기준 값을 낮추어 주어 좀더 큰 범위 안에서 영역 처리가 이루어지게 한다.

녹색과 흰색 색상에 대한 범위를 구한 다음, 그 범위에 해당하는 화소에 순수한 녹색과 흰색의 칼라 값을 나타낸다. 녹색 바탕에 흰색 문자인 번호판의 특징을 이용하도록 하기 위하여 먼저 녹색 색상을 찾는다. 찾아진 녹색 색상 인접한 곳에 흰색 색상이 존재하는지 조사하여 흰색 색상이 존재할 경우 히스토그램을 나타낸다. 아래에서 먼저 하위 경계선을 찾은 다음 하위 경계선을 기준으로 해서 위쪽으로 다시 상위 경계선을 찾아간다. 밝기와 색상의 조건에 해당하는 부분만 영역 처리가 되므로 영상의 위쪽에서는 히

스토그램이 일정하게 나타나는 경우가 드물다. 따라서 하위 경계선과 일정한 크기 이상 떨어진 상위 경계선이 찾아지면 다시 하위 경계선을 찾아 번호판의 후보 영역을 추출한다.

찾아진 번호판 후보영역을 검증하는 과정에서 기존의 방법들은 번호판의 가로 세로 비가 2 : 1이라는 특징을 이용한다. 그러나 번호판 크기의 비율만으로 검증할 경우 명암도 변화가 두드러진 바닥 영상이나 차량의 장식 영상과 같은 비번호판 영역을 추출하는 경우가 발생한다. 그러므로 본 논문에서는 번호판 영역의 검증과정에  $H$ 가  $60^\circ < Hue < 180^\circ$  인 픽셀의 밀집도를 조사하여 번호판 영역에 해당하는지를 검사한다. 그리고 번호판 영역은 녹색 배경에 백색 문자로 되어 있다는 특징에서 흰색의 밀집도를 조사한다.

HSI 컬러 정보를 이용하여 찾은 번호판 영역과 원 영상의 번호판 영역을 각각 이진화한 후에 두 이진화 영상에 대해 침산 연산을 수행하여 최종 번호판 영역을 추출한다. 본 논문에서 침산 연산을 사용한 이유는 추출된 번호판 주위에 잡음을 처리하기 위해 사용하였고 침산 연산식은 다음과 같다.

$$A \ominus B = \chi(B) \chi_d A \quad (2)$$

그림 3의 (a)는 침산 연산을 수행한 번호판 결과이고 (b)는 최종적으로 추출된 번호판이다.



(a) 침식 연산을 수행한 후의 번호판 영역



(b) 추출된 번호판 영역

그림 3. 제안된 번호판 추출 과정

### 3. 개선된 퍼지 이진화 방법

일반적으로 영상에 대해 임계값은 원영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균값으로 설정한다. 그러나 픽셀의 평균값을 설정하여도 물체 영역과 배경 영역을 명확히 분리하지 못할 가능성이 있다. 이는 영상의 픽셀 값이 색상뿐만 아니라 주변 밝기 영향을 받게 되므로 정확한 임계치를 구하는 것은 어렵다. 그리고 한 영상 안에는 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 다양한 유형의 물체가 포함되어 있

으므로 특징점 유무를 판별하는 임계치의 결정에는 애매 모호함이 존재한다[6]. 따라서 본 논문에서는 개선된 퍼지 이진화 방법을 이용하여 추출된 번호판 영역에 적용한다. 영상의 전체 평균 밝기 값을  $I_{Mid}$ 로 정의 한다. 전체 평균 밝기 값인  $I_{Mid}$ 는 각 밝기 값과 밝기의 빈도수를 곱하여 전체 번호판 픽셀의 개수로 나눈 값으로 식 3과 같이 계산한다.

$$I_{Mid} = \sum_{j=0}^H \sum_{i=0}^W P_{ij} / H * W \quad (3)$$

$$P = \sum_{i=0}^{255} (h_i * i)$$

여기서 H는 추출된 번호판의 수직 길이이고 W는 추출된 번호판의 수평 길이이다. 그리고 추출된 번호판 영역에서 가장 어두운 값을  $I_{Mid}$ 로 정의하고 가장 밝은 값을  $I_{Max}$ 로 정의 하여 퍼지 이진화의 소속 함수 구간  $[I_{Min}^{new}, I_{Max}^{new}]$ 을 결정하는데 적용한다. 개선된 퍼지 이진화 방법에서 소속 함수의 구간을 결정하는 알고리즘은 다음과 같다.

단계 1.  $I_{Min}^F = I_{Mid} - I_{Min}$   
 $I_{Max}^F = I_{Max} - I_{Mid}$

단계 2. If  $I_{Mid} > 128$  Then  $I_{Mid}^F = I_{Mid}$   
 Else  $I_{Min}^F = I_{Mid}$

단계 3. If  $I_{Mid}^F > I_{Max}^F$  Then  
 If  $I_{Min}^F > I_{Mid}^F$  Then  
 Result =  $I_{Mid}^F$   
 Else Result =  $I_{Min}^F$   
 Else If  $I_{Max}^F > I_{Mid}^F$  Then  
 Result =  $I_{Mid}^F$   
 Else Result =  $I_{Max}^F$

단계 4. 정규된  $I_{Min}^{new}$ 과  $I_{Max}^{new}$ 를 구한다.

$$I_{Min}^{new} = I_{Mid} - Result$$

$$I_{Max}^{new} = I_{Mid} + Result$$

일반적으로 번호판 영역의 개별 문자는 양각화 되어 있기 때문에 그림자로 인해서 문자와 배경사이에 잡음이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 이진화를 적용하여 그림자로 인해서 문자와 배경사이에 존재하는 그림자를 제거한다. 개선된 퍼지 이진화 방법의 소속 함수는 그림 4와 같다.

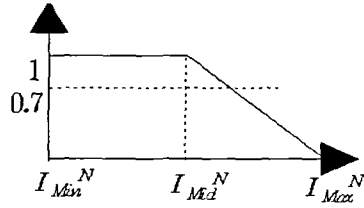


그림 4. 퍼지 소속 함수

개선된 퍼지 이진화 방법에서 소속구간  $[I_{Min}^{new}, I_{Max}^{new}]$ 에 대한 소속도는 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} & \text{if}(I_{Min}^{new} \leq I < I_{Mid}^{new}) \text{ Then } u(I) = 1 \\ & \text{if}(I_{Mid}^{new} < I \leq I_{Max}^{new}) \text{ Then} \\ & = u(I) = \frac{1}{I_{Max}^{new} - I_{Mid}^{new}} (I - I_{Mid}^{new}) + 1 \end{aligned}$$

소속함수에서 구해진  $u(I)$ 를  $a\_cut(a=0.7)$ 을 적용하여 그림 5와 같이 차량 번호판 영상을 이진화 한다.

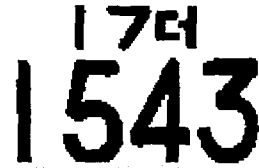


그림 5. 이진화된 번호판 영상

4. 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 개별 문자 추출

4방향 윤곽선 추적 알고리즘은 그림 6의 2x2 마스크를 이용하며, 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 진전한다. 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 이동해야할 경계이므로  $Y_k$ 는 b를 피해  $X_k$ 로 이동한다. 표 1은 a와 b의 값에 따른  $X_k$ 와  $Y_k$ 의 진행방향인  $X_k$ 와  $Y_k$ 을 나

타내었다. 여기서 a와 b의 값은 0과 1을 가지며 0은 배경 픽셀이고 1은 경계 픽셀이다.

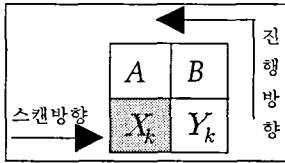


그림 6. 윤곽선 추적을 위한 2x2 마스크

표 1. 2x2 마스크에 의한 a와 b의 진행방향

	a	b	$X_k$	$Y_k$
전진	1	0	a	b
우측	0	1	b	$Y_k$
우측	1	1	a	$X_k$
좌측	0	0	$X_k$	a

그림 7은 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 각 문자들을 추출한 결과이다..

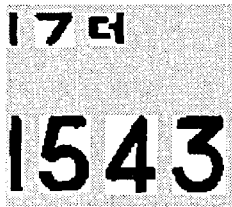


그림 7. 윤곽선 추적에 의한 개별 문자 추출 결과

5. ART2 알고리즘을 이용한 개별 문자 인식

ART2 신경망은 임의의 입력 패턴에 대해 이미 학습된 패턴을 잊지 않고 새로운 학습 패턴을 학습할 수 있는 안정성(stability)과 적응성(plasticity)을 가지면서 실시간 학습이 가능하여 저속 및 고속 학습을 지원할 뿐만 아니라 지역 최소화(local minima)문제가 발생하지 않는 장점을 갖는다[8][9]. ART2 신경망 알고리즘은 F1레이어, F2레이어, orienting mechanism의 3개의 메인 컴포넌트로 구성 되어 있는 self-organizing 신경망이다. ART2신경망 알고리즘은 복잡한 템플릿 저장과 계속적으로 학습하기 위해 디자인된 복잡한 구조를 가진다. ART2 학습 프로세스를 통해, 각각의 출력 노드는 입력 패턴의 특별한 카테고리에 들어간다. 특히, 각각의 출력 노드는 입력 패턴의 그룹과 함께 정의된 요소들을 공유하는 템플릿 패턴을 저장된다. 우선, 네트워크는 F1 레이어안에 입력 패턴을 받는다. 그 다음에 네트워크는 F2레이어 안에 있는 저장된 모든 템플릿을 비교하고, 하나의 템플릿은 입력 패

턴과 가장 공통된 요소와 함께 선택되어진다. 그리고 orienting-mechanism을 경유한 입력 패턴과 선택된 템플릿은 더 가깝게 얼마나 잘 매치되는지를 결정하기 위해 비교된다. 마지막으로, 만약 템플릿이 잘 매치 되었다면 이것은 입력 패턴을 더 잘 받아들이기 위해 수정되고, 네트워크는 이것의 입력을 카테고리화 한다. 템플릿이 매치되지 않으면 두번째 단계가 고려사항이나 reset으로부터 제한된 현재의 템플릿과 함께 반복된다. ART2 구조도는 그림 8과 같고 ART2 알고리즘은 다음과 같다.

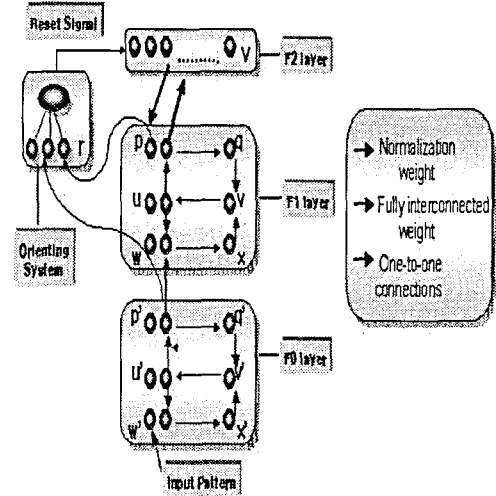


그림 8. ART2 구조도

- Step 1.  $k$ 번째 입력 벡터를  $x_k$ , 신경회로망의  $i$  번째 클러스터의 중심 벡터를  $w_i$ 라 정한다.
- Step 2. 새로운 입력 벡터  $x_k$ 에 대해 최소 거리 (minimum distance)를 가지는 클러스터  $j^*$ 을 승자 클러스터로 선택한다. 일반적으로 입력 벡터와 클러스터 중심 벡터 사이의 거리는 유클리디안 거리로 계산한다.

$$\|x_k - w_{j^*}\| = \min \|x_k - w_i\| \quad (4)$$

- Step 3. 입력 벡터에 대한 Vigilance Test를 수행한다. 만약 입력 벡터와 승자 클러스터의 중심 벡터 사이의 거리가 반경  $\rho$ (vigilance parameter) 이내에 들어오면 이 입력 패턴은 승자 클러스터와 유사한 패턴임을 의미하여 이 입력 벡터를 승자 클러스터에 포함시키고 그 클러스터의 중심 벡터를 수정한다.

$$w_{j^*}^{t+1} = \frac{x_k + w_{j^*}^t \cdot n_{j^*}}{n_{j^*} + 1} \quad (5)$$

여기서,  $n_j$ 는  $j$ 번째 클러스터에 포함된 입력 벡터의 개수이다. 만약 입력 벡터와 승자 클러스터의 중심 벡터 사이의 거리가 반경  $\rho$  보다 크면 이 입력 패턴은 기존의 클러스터와는 상이한 패턴임을 의미하며 이 입력 벡터로 새로운 클러스터를 생성한다.

Step 4. 모든 입력이 제시될 때까지 Step 1에서부터 Step 3의 과정을 반복 수행한다.

Step 5. 지정된 회수의 학습을 반복 수행하거나 신경망의 클러스터 중심 벡터가 각각 변함이 없으면 학습을 종료한다.

### III. 실험 및 결과 분석

실험에 사용된 차량 영상은 일반 비사업용 신 차량 번호판을 대상으로 하였으며, 디지털 카메라로 획득한 640\*480 크기의 전면부 영상 50개를 대상으로 실험하였다. 실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IV PC상에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 번호판 영역 추출은 기존의 RGB 칼라 정보 이용한 번호판 추출 방법과 HSI 정보를 이용한 제안된 번호판 추출 방법 간의 번호판 추출 개수를 비교하였다. 표 2는 기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 방법과 제안된 HSI 컬러정보를 이용한 방법 간의 번호판 영역 추출 결과를 나타내었다.

표 2. 차량 번호판 추출 개수

	추출 성공	추출 실패
RGB를 이용한 방법	46	4
제안된 HSI를 이용한 방법	49	1

표 2에서 50개의 차량 영상에 대해 RGB 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 추출 방법은 46개가 추출되었고, HSI를 이용한 제안된 차량 번호판 추출 방법은 49개가 추출되었다. RGB 컬러 정보를 이용한 번호판 추출 방법은 번호판 영역에 녹색이 많이 분포된 차량 영상에서는 번호판 영역이 모두 추출되었으나 녹색의 분포가 거의 나타나지 않거나 녹색의 분포가 넓게 퍼져있는 차량 영상에서는 번호판 영역의 추출에 실패하였다. 제안된 HSI 정보를 이용한 번호판 추출 방법은 RGB 컬러 정보에서 녹색의 분포가 넓게 퍼져 있는 2대의 차량 영상에서는 모두 추출되었으나 번호판 영역 처리 시에 녹색의 색상을 완전히 잃어버린 1대의 차량에 대해서는 번호판 추출에 실패하였다. 그림 9는 RGB 컬러 정보를 이용하여 번호판 추출에 실패한 경우를 나타내었고 그림 10은 RGB 컬러 정보를 이용하여 번호판 추출에 실패한 경우를 제안된 번호판 추출 방법으로 번호판 추출에 성공한 경우를 나타내었다.

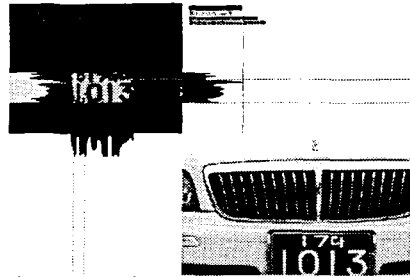


그림 9. RGB 정보를 이용하여 번호판 영역 추출에 실패한 경우



그림 10 제안된 HSI 정보를 이용하여 번호판 추출에 성공한 경우



(A)퍼지 이진화 (B)개선된 퍼지 이진화  
그림 11. 번호판 이진화 결과

그림 11(A)에서와 같이 기존의 퍼지 이진화 방법은 개별 코드의 주위에 잡음이 포함되어 개별 코드를 추출할 수 없는 문제점이 발생하는 것을 확인할 수 있고 개선된 퍼지 이진화 방법은 그림 11(B)와 같이 번호판 영역에서 코드 영역과 배경 영역이 명확하게 이진화 되어 4방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드를 추출하였다. 이 실험을 통해 기존의 퍼지 이진화 방법보다 개선된 퍼지 이진화 방법이 더 효율적이라는 것을 확인할 수 있었다.

추출된 49개의 번호판 영역에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용한 결과, 294개의 숫자 코드 중 290개의 숫자 코드가 추출되었고, 49개의 문자 코드에서 46개의 문자 코드를 추출하였다. 문자 코드는 자음과 모음으로 구분하여 98개의 자음과 모음 중에서 92개의 자음과 모음이 추출되었다. 개별 코드를 추출한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 개별 문자의 추출 결과

	숫자	문자 (자음 및 모음)
추출 개수	290/294	92/98
추출률	98.6%	93.8%

제안된 방법에 의해서 추출된 개별 코드들을 ART2 알고리즘을 적용하여 인식한 결과는 표 4와 같다.

표 4. 개별 문자의 인식 결과

	숫자	문자
클러스터의 수	12	18
인식 수	287/290	87/92
인식률	98.9%	94.5%

추출된 개별 코드들을 ART2 알고리즘을 적용하여 인식한 결과, 숫자 코드의 경우에는 290개 중에서 287개가 인식되었다. ART2 알고리즘을 학습하여 생성된 클러스터의 수는 12개이다. 문자의 경우에는 "ㄱ"~"ㅈ"와 "ㅊ", "ㅋ", "ㆁ", "ㄷ"으로 구성된 92개의 자음과 모음을 ART2 알고리즘으로 학습하여 18개의 클러스터가 생성되었고 92 중에서 87개의 자음과 모음이 인식되었다. 문자 코드가 숫자 코드 보다 인식률이 낮은 이유는 문자 코드를 추출하는 과정에서 문자 정보가 손실된 경우이다. 그리고 ART2 알고리즘은 경계 변수의 설정에 따라 인식률이 달라진다. 표 4의 결과는 ART2 알고리즘의 경계 변수를 0.1로 설정하여 학습 및 인식한 결과이다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 HSI 컬러 모형의 Hue 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하였고 추출된 번호판 영역에 대해 개선된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 4방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 코드를 추출하고 ART2 알고리즘으로 추출된 개별 코드를 인식하였다.

비영역용 신 차량 영상을 대상으로 HSI의 Hue 정보와 번호판의 특징을 이용하여 번호판을 추출하였다. 제안된 번호판 추출 방법에서는  $H \in [60^\circ, 180^\circ]$  인 픽셀의 밀집도를 조사하여 번호판 영역에 해당하는지를 검사하였고 비영역용 번호판의 특징인 녹색 배경에 백색 문자로 되어 있다는 특징에서 흰색의 밀집도를 조사하여 번호판 영역을 최종 검증하였다. 또한 번호판 영역의 잡음을 제거하기 위하여 HSI 컬러 정보를 이용하여 찾은 번호판 영역과 원 영상의 번호판 영역을 각각 이진화한 후에 두 이진화 영상에 대해 침산 연산을 수행하여 번호판 영역의 잡음을 제거하여 최종 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판은 개선된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 이진화한 후에 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 번호판의 개별 코드를 추출하였다. 제안된 방법을 비영역용 신 차량 번호판에 적용한 결과, RGB 정보를 이용한 방법보다

보다 HSI의 Hue 정보와 침산연산을 이용한 방법이 번호판 추출에 효율적인 것을 확인하였다. 개선된 퍼지 이진화 방법과 4방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 개별 문자들을 추출한 결과, 392개의 개별 코드 중에서 382개가 추출되었으며, 추출된 개별 코드를 ART2 알고리즘을 적용하여 인식한 결과, 추출된 382개 중에서 374의 개별 코드가 인식되었다.

따라서 향후 연구 과제는 개별 코드의 추출률을 개선하기 위하여 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드의 추출률을 개선할 것이고 ART2 알고리즘의 문제점인 경계 변수의 설정에 따라 인식률이 저하되는 부분을 개선하기 위하여 경계 변수를 동적으로 조정하는 방법에 대해 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 김광백, "SOM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차 관리 시스템 개발," 한국 해양 정보 통신 학회 논문지, 제 7 권, 5 호, pp.1052-1061, 2003.
- [2] 정효식, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착," 동국대학교 석사 학위 논문, 12월, 1992.
- [3] Y.K.Lim, K.C. Kim, K. B. Kim, "Recognition System of a Car Plate using Fuzzy Networks," Processing of AFSS, Vol.2, pp. 1003-1006, 2000.
- [4] 김광백, 노영욱, "동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 한국통신학회논문지, 제26권, 12A호, pp.2019-1026, 2001.
- [5] ohn C. Russ, The Image Processing Handbook, 3th Edition, CRC Press LLC, 1999.
- [6] 김광백, 김영주, "퍼지 소속 함수를 이용한 개선된 이진화 방법," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제10권, 1호, pp.67-72, 2005.
- [7] 김광백, 김정원, 김철기, "윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회 논문지, 제8권, 2호, pp.105-116, 2002.
- [8] G. A. Carpenter, S. Grossberg, "The ART of Adaptive Pattern Recognition," Journal of IEEE Computer, Vol.21, No.3, pp.66-75, 1998.
- [9] 김광백, "효율적인 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식을 위한 개선된 퍼지 ART 알고리즘," 한국통신학회논문지, 제28권, 5C호, pp.486-492, 2003.