컬러 정보와 오류역전파 신경망 알고리즘을 이용한 신차량 번호판 인식

이종희* · 김진환**

Recognition of a New Car Plate using Color Information and Error Back-propagation Neural Network Algorithms

Jong-hee Lee* · Jin-whan Kim**

요 약

본 논문에서는 RGB 컬러 정보와 오류 역전파 신경망 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식 방법을 제안한다. 먼저, 차량 영상에서 평균 Blue값을 이용하여 차량 영상을 보정하고 픽셀값의 차를 이용하여 Red 후보 영역과 Green 후보 영역으로 구분한 후 오류 역전파 알고리즘에 적용하여 최종 Green 영역을 찾는다. 둘째, 수평 및 수직 히스토그램의 빈도수를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 마지막으로, 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(Hue Saturation Intensity) 정보를 이용한 번호판 추출 방법보다 추출률이 개선되었고 제안된 차량 번호판 인식 방법이 효율적인 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an effective method that recognizes the vehicle license plate using RGB color information and back-propagation neural network algorithm. First, the image of the vehicle license plate is adjusted by the Mean of Blue values in the vehicle plate and two candidate areas of Red and Green region are classified by calculating the differences of pixel values and the final Green area is searched by back-propagation algorithm. Second, our method detects the area of the vehicle plate using the frequence of the horizontal and the vertical histogram. Finally, each of codes are detected by an edge detection algorithm and are recognized by error back-propagation algorithm. In order to evaluate the performance of our proposed extraction and recognition method, we have run experiments on a new car plates. Experimental results showed that the proposed license plate extraction is better than that of existing HSI information model and the overall recognition was effective.

키워드

color information, error back-propagation, edge detection, new car plate

Ⅰ. 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 수집 하고 관리하는 지능형 교통 정보 시스템(Intelligent Transports Systems : ITS)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

HSI 컬러 모형은 순수한 색상을 나타내는 색상(Hue), 흰색이 가미된 정도를 나타내는 채도(Saturation) 그리고 빛의 밝기 정도를 나타내는 명도(Intensity)라는 세가지 특성으로 구성된 컬러 모형이

*신라대학교 컴퓨터정보공학부 (jhlee@silla.ac.kr)
**교신저자 : 영산대학교 컴퓨터공학과 (kjw@ysu.ac.kr)
접수일자 : 2010. 09. 10 심사(수정)일자 : 2010. 10. 04 심사완료일자 : 2010. 10. 15

다[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 개선하가 위하여 HSI 컬러 모형을 이용하여 밝기 변화에 대한 강인성을 보장한 차량번호판 추출 방법이 제안되었다[4]. 그러나 HSI 컬러 모형을 이용한 방법은 번호판 영역 처리시 녹색의 색상을 완전히 잃어버린 차량의 경우에는 번호판의 추출에 실패하는 경우가 발생하고 RGB 정보를 HSI 정보로 변환하는데 많이 소요되는 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 이런 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 컬러정보에 의해 후보영역을 구분하고 윤곽선 추적알고리즘으로 개별코드를 추출 후 개별코드를 인식하는 방법을 나타내고자 한다.

II. 제안된 차량 번호판 인식 방법

2.1 RGB 컬러 정보와 오류 역전파 신경망 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. 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 2:1이다.

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 후보영역과 Green 후보 영역으로 구분한다.

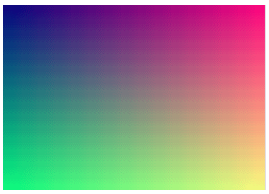
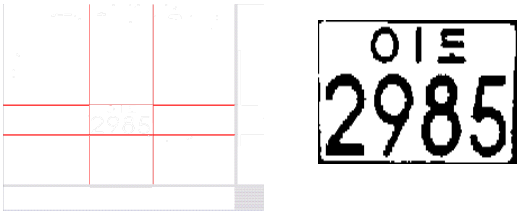


그림 1. Red 후보영역과 Green 후보영역
Fig. 1 The Red and the Green candidate area

2개의 후보영역을 오류 역전파 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
Fig. 2 The final Green area

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
Fig. 3 The detection and binarization of the license plate area

본 논문에서 제안된 차량 번호판 추출 과정은 다

음과 같다.

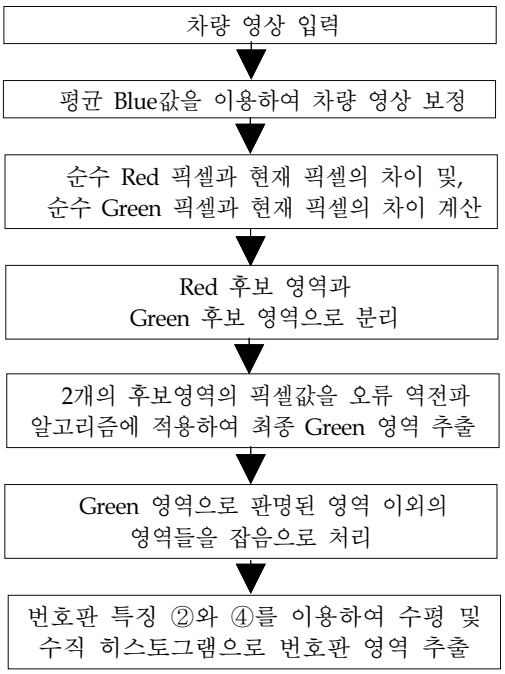


그림 4. 제안된 번호판 추출 과정
Fig. 4 The process of detecting the license plate

2.2 4 방향 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 이용하며, 음영이 들어간 경계 부분을 기준으로 반시계 방향으로 진행하면서 이미지에서 경계를 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로 위에서 아래로 스캔한다[7].

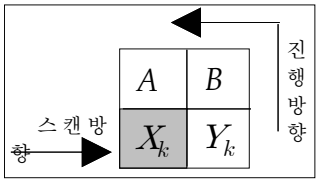


그림 5. 윤곽선 추출을 위한 2x2 마스크
Fig. 5 2x2 mask for edge detection

경계 지점을 만나면 경계점을 X_k로 두고 A와 B에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크 진행 방향을 결정하게 되며, X_k가 지나간 자리가 영상의 윤곽선이 된다. 마스크 진행방향은 A와 B가 모두 배경일 경우에는 X_k를 기준으로 진행 방향으로 회전하고, A가 경계일 경우에는 X_k가 A로 이동하면서 마스크는 한 픽셀 앞으로 전진한다. 또한 B가 경계일 경우에는 마스크를 Y_k를 기준으로 시계 방향으로 이동하고 X_k는 경계점인 B로 이동한다. A와 B가 모두 경계일 경우는 X_k는 가까운 A로 이동하고 B 또한 이동해야할 경계이므로 Y_k는 B를 피해 X_k로 이동한다. 표 1은 A와 B의 값에 따른 X_k와 Y_k의 진행방향인 X_{k+1}와 Y_{k+1}을 나타내었다. 여기서 A와 B의 값은 0과 1을 가지며 0은 배경 픽셀이고 1은 경계 픽셀이다.

표 1. 2x2 마스크의 A, B에 따른 진행 방향
Table 1. The direction of A and B of 2x2 mask

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

4방향 윤곽선 추적 알고리즘에 의해 추출된 개별 코드는 그림 6과 같다. 그림 6에서 한글은 자음과 모음으로 분리하여 추출한 경우이다.

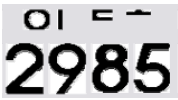


그림 6. 추출된 개별 코드
Fig. 6 the detected codes

2.3 오류역전파 신경망 알고리즘에 의한 개별코드 인식

인공 신경망에서 문자 인식을 위한 다층 신경망을 학습시키기 위해 오류 역전파 신경망 알고리즘이 널리 사용되고 있다. 다층 퍼셉트론은 단층 퍼셉트론과 유사한 구조를 가지고 있지만 은닉층과 각 입력 노드의 입출력 특성을 비선형으로 함으로써 네트워크의 능력을 향상시

킬 수 있다[8]. 본 논문에서는 추출된 개별 코드를 인식하기 위하여 오류 역전파 알고리즘을 적용한다. 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 코드를 각각 추출한 후, 추출된 개별 코드들을 정규화한다. 정규화된 각 개별 코드들을 오류 역전파 알고리즘에 적용하여 학습한 후에 차량 번호판의 개별 코드 인식에 적용한다. 따라서 개별 코드들을 인식하기 위한 오류 역전파 학습 알고리즘은 그림 7과 같다.

III. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-Ⅳ PC상에서 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 4 방향 윤곽선 추적에 의해서 추출된 개수를 나타내었고 개별 코드 인식은 오류 역전파 알고리즘에 의해 인식된 개수를 나타내었다. 표 2는 기존의 HSI 컬러 모형을 이용한 방법과 제안된 번호판 추출 방법간의 번호판 영역 추출 결과를 비교한 것이다.

표 2. 영역 추출 결과 비교
Table 2. The comparison of the area detection

	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.

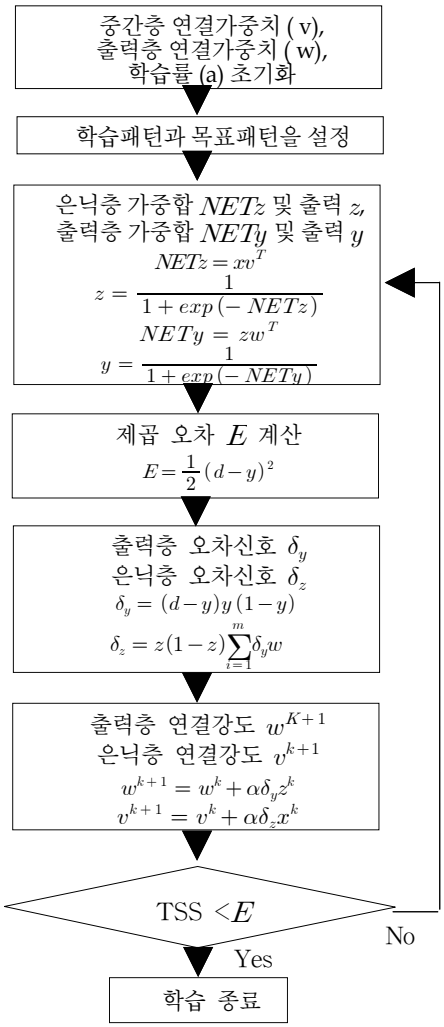
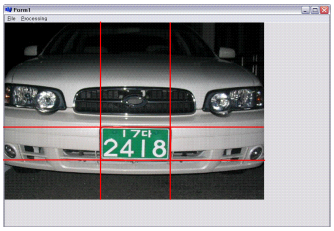


그림 7. 오류 역전파 학습 알고리즘
Fig. 7 Back-propagation Learning algorithm

그림 8의 (a)는 HSI 컬러 모형을 이용한 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우이고 그림 8의 (b)는 HSI 컬러 모형 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우에 대해서 제안된 번호판 추출 방법으로 번호판 추출에 성공한 경우이다.

(a) HSI 추출 방법



(b) 제안된 추출 방법

그림 8. 번호판 추출 결과 화면

Fig. 8 The result screen of license plate detection

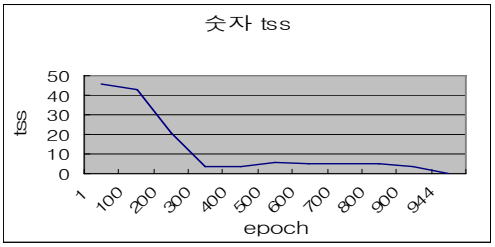
제안된 번호판 추출 방법에 의해 추출된 49개의 번호판 영역에서 윤곽선 추적 방법과 오류 역전파 알고리즘으로 추출 및 인식한 결과를 표 3으로 나타내었다.

표 3. 개별 코드 추출 및 인식 결과

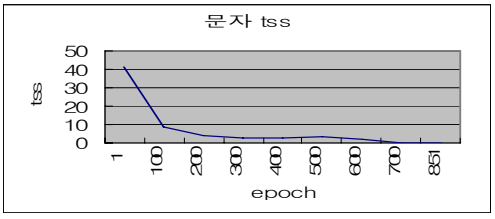
Table 3. The detection and recognition result of each of codes

	숫자 (294)	문자 (49)
개별 코드 추출 개수	290	48
개별코드 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 문자들을 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 연결 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 에 의한 Tss 변화과정

Fig. 9 The process of Tss by Epoch

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 비영업용 신 차량 번호판 영상에서 컬러 정보와 오류 역전파 신경망 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식 방법을 제안하였다.

본 논문에서는 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 1개의 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 역전파 알고리즘을 적용하여 추출된 338개의 개별 코드를 인식한 결과, 331개가 인식되었다. 그 원인은 오류 역전파 알고리즘의 학습 구조는 완전 연결 구조로 학습이 진행되기 때문에 책임 분담 조정에 의해 학습 패턴들의 특징이 감소하여 인식 성능이 저하되기 때문이다. 향후 연구 과제는 추출된 번호판 영역에서 배경 영역과 코드 영역을 명확히 구분할 수 있는 이진화 알고리즘과 개별 코드의 인식률을 개선하기 위한 퍼지 신경망에 대해 연구할 예정이다.

참고 문헌

[1] 시스템 공학 연구소, "차량 자동인식 시스템의 개발에 관한 연구", '90특정연구개발사업 첨단 연구과제의 세부과제보고서, 1990.

[2] K. N. Plataniotis, A. N. Venetsanopoulos, Color Imgae Processing and Application, Springer, 2000.

[3] 이응주, "명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호판 인식", 정보처리학회논문지, 9-B권, 3호, pp.369-374, 2002.

[4] 이화진, "HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출", 정보처리학회논문지, 7권, 12호, pp.3995-4003, 2000.

[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, "개선된 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 식별자 추출", 한국해양정보통신학회논문지, 9권, 2호, pp.462-466, 2005.

[8] Dayhoff and Judith E., Neural Network Architectures : An Introduction, V. N. Reinhold, N. Y. 1990.

저자 소개

이종희(Jong-hee Lee)

1984년 경북대학교 전자공학과 전산공학졸업(공학석사)
1990년 경북대학교 전자공학과 전산공학전공(공학박사)
1979년 ~ 1987년 : 경남정보대학 전자계산과 교수
1988년 ~ 현재: 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
※ 관심분야 : 신경회로망, 영상처리, 의료정보

김진환(Jin-whan Kim)

1989년 : 부산대학교 전산통계학과 (이학사)
1992년 : 연세대학교 컴퓨터과학과 (이학석사)
2006년 : 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
1992년 ~ 1997년 : LG종합기술원, LG소프트 선임연구원
1997년 ~ 2002년 : 성심외국어대학 멀티미디어전공 전임강사
2003년 ~ 현재 : 영산대학교 컴퓨터공학과 부교수
2001년 ~ 현재 : (주)마이그룹 대표이사
※ 관심분야 : 동적 서명인증, 필기체 문자인식, 다중 생체인식, 유비쿼터스 컴퓨팅, 영상처리