

동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구

정회원 김 광 백*, 노 영 욱**

A Study on Recognition of Car License Plate using Dynamical Thresholding Method and Kohonen Algorithm

Kwang-Baek KIM*, Young-Yhg Lho** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용하여 차량 번호판을 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 일반적으로 차량 영상에서 번호판 영역은 문자와 배경의 밝기가 뚜렷하게 구별되고, 일정한 크기 비율을 가지면서 다른 영역보다 밀집 비율이 높게 나타난다. 본 논문은 이런 차량 영상의 속성을 이용하여 차량 영상에 대해 동적인 임계화를 수행하였고 밀집 비율을 계산하여 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판에서 문자와 숫자를 포함하는 특징 영역을 추출하기 위해 코호넨 알고리즘을 적용한 윤패선 추적 방법을 이용하였다. 번호판의 문자와 숫자들은 코호넨 알고리즘을 이용하여 인식하였다. 코호넨 알고리즘은 윤패선에서 생성되는 잡음을 최대한으로 줄여주는 특성을 가진다. 다양한 환경에서 촬영된 80장의 영상에 대하여 인식 실험을 수행한 결과, 제안된 방법이 차량 번호판의 인식에 우수한 성능을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed the car license plate extraction and recognition algorithm using both the dynamical thresholding method and the kohonen algorithm. In general, the areas of car license plate in the car images have distinguishing characteristics, such as the differences in intensity between the areas of characters and the background of the plates, the fixed ratio of width to height of the plates, and the higher dynamical thresholded density rate than the other areas, etc. Taking advantage of the characteristics, the thresholded images were created from the original images, and also the density rates were computed. A candidate area was selected, whose density rate was corresponding to the properties of the car license plate obtained from the car license plate. The contour tracking method by utilizing the Kohonen algorithm was applied to extract the specific area which included characters and numbers from an extracted plate area. The characters and numbers of the license plate were recognized by using Kohonen algorithm. Kohonen algorithm was very effective on suppressing noises scattered around the contour. In this study, 80 car images were tested. The result indicate that we proposed is superior in performance.

1. 서 론

신진국에서는 ITS(Intelligent Transportation System)와 같은 동적인 교통량 처리 프로그램 개발과 시행

에 노력을 집중하고 있다. 우리나라도 ITS를 구축하기 위해 1997년 9월 정보화추진위원회에서 5개 분야에 14개 시스템을 구축하는 ITS 기본 계획을 확정하였다. 5개 분야 중에 첨단교통정보분야와 첨단

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부(gbkim@silla.ac.kr) ** 신라대학교 컴퓨터교육과(yulho@silla.ac.kr)
논문번호 :010165-0630, 접수일자: 2001년 6월 30일

단교통관리분야가 정상적으로 기능하기 위해서는 도로 소통, 주차, 사고 상황 등에 대한 다양한 정보를 체계적으로 수집하여 정보센터로 전달되고 지역 단위의 교통정보로 분석되어야 한다. 이러한 가공된 정보는 차량내 주행안내장치, 도로정보판, TV방송, 인터넷, 가변정보판(VMS), 자동응답전화(ARS) 등을 통한 통합 교통정보 안내 및 관계에 활용된다. 이 과정에서 사용되는 교통 검지기는 차량 속도, 차량 종류, 통행량, 차량 번호판 등을 감지하면서 다양한 첨단교통시스템을 구축하는데 중요한 역할을 하게 된다.

차량 영상의 추출에 관한 최근의 연구로는 Hough 변환을 이용한 번호판 추출 방법이 있다^[1-3]. Hough 변환은 차량 영상에서 에지(edge)를 검출한 후, Hough 변환을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 이 방법은 번호판의 테두리가 선명하지 못하거나 수직, 수평 에지가 많이 검출되는 차량에 대해서는 번호판 영역 추출이 어렵고 처리 시간이 길기 때문에 실제 적용하기가 어렵다. 다른 연구로는 영역분할 후 병합(merge)에 의한 방법, 번호판 영역의 명암값 변화 특성에 의한 방법, 임계화와 밀도를 이용한 방법 등이 있다^[4,5]. 영역분할 후 병합에 의한 방법은 전체 영상을 수많은 작은 직사각형 영역으로 구분하고 각 직사각형 내의 균일성을 측정하여 번호판이 있을 가능성이 있는 후보영역을 찾고, 후보 영역에 대해 차례로 Hough 변환을 이용하여 추출하는 방법이다. 이 경우 부적절한 초점의 동기화에 의해 번호판 테두리가 선명하지 않거나 빛의 반사와 형틀 변형에 따른 잡음이 있는 경우 번호판 영역 추출이 어렵다. 기존의 임계치를 이용한 차량 번호판 추출 방법은 차량 영상에 대해 전체 영상의 평균 밝기 값을 임계치로 설정하여 임계치 중심으로 두 개의 영역으로 구분하여 임계화된 영상에 대해 밀도 비율을 계산하여 밀도 비율이 높게 나타나는 영역을 번호판 영역으로 추출하는 방법이다. 그러나 차량 영상의 임계치를 전체 영상의 평균 밝기 값으로 설정하면 번호판의 글자 영역과 배경 영역을 명확히 구분할 수 없어서 번호판 추출에 실패하는 경우가 있다. 따라서 본 연구에서는 초기에는 임계치를 차량 영상의 평균 밝기 값으로 설정하고 번호판 영역 추출에 실패하면 동적으로 임계치를 조정하는 동적인 임계화 방법과 밀도 비율을 이용하여 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역은 코호넨(Kohonen) 알고리즘을 적용한 율곽선 추출 방법을 이용하여 개별 코드들을 추출하였다. 차

량 번호판 인식에서는 코호넨 알고리즘을 이용하여 다양한 환경에서 촬영된 80장의 차량 영상에 대해 우수한 성능을 보였다.

II. 차량 번호판 영역 추출 및 개별 코드 추출

차량 영상에서 번호판이 갖는 특징을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출한다. 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 이용할 수 있는 특징들은 다음과 같다.

- ① 번호판 영역의 중형 비율은 약 2:1이다.
 - ② 번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상이 뚜렷하게 구별이 된다.
 - ③ 번호판 영역은 숫자와 글자들이 제한된 영역에 있으므로 다른 영역보다 밀도가 높다. 여기서 밀도는 픽셀 값의 변화를 나타내는 율곽선의 개수이다.
 - ④ 번호판 영역의 글자와 문자는 주어진 일정한 공간 영역에서 위치 정보를 가지고 있으며, 각 글자와 문자 사이에는 일정한 간격이 있다.
- 차량 번호판 영역을 추출하기 위해 위의 특징을 체계적으로 조건화하면 다음과 같이 표현된다.
- (조건 1) : 번호판의 중형 비율은 2 : 1이다.
 (조건 2) : 번호판 영역은 문자와 숫자의 표현으로 다른 영역에 비해서 밀도가 높다.
 (조건 3) : 번호판 내의 문자와 숫자는 일정한 위치 정보와 일정한 간격을 가진다.

본 연구에서는 주어진 차량 전면 영상에 대해 동적인 임계화 방식과 밀도 비율을 이용하여 번호판 영역을 추출한다.

1. 차량 번호판 추출

차량 번호판 추출 과정에서 번호판의 글자 영역과 배경 영역을 뚜렷이 구별하고 차량 영상의 밝기에 따른 영향을 최소화하기 위해서는 임계치가 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 본 연구에서는 식 (1)과 같이 전체 차량 영상의 평균 밝기 값을 기본적인 임계치로 설정하고 동적으로 변경하는 방법을 적용한다.

$$V_{threshold} = \frac{\sum_{x=0}^M \left(\sum_{y=0}^N I(x,y) \right)}{M*N} \quad (1)$$

$V_{threshold}$ 는 입력 영상의 임계치를 나타낸다. $I(x,y)$ 는 (x,y) 지점의 픽셀의 밝기 값이다. 그리

고 M 과 N 은 영상의 가로와 세로의 픽셀 수이다.

주어진 차량 영상에 대해 임계치를 전체 영상의 평균 밝기 값으로 설정하여도 번호판의 글자 영역과 배경 영역을 명확히 분리하지 못할 가능성이 있다. 차량 영상은 픽셀 값의 색상뿐만 아니라 주변 밝기에 많은 영향을 받게 된다. 따라서 식 (1)로 설정된 임계치로 번호판 영역 추출에 실패하면 평균 밝기 값에 표준편차(δ)을 적용하여 식 (2)와 (3)과 같이 임계치를 동적으로 조정한다.

$$V_{threshold}(t+1) = V_{threshold}(t) \pm \delta \quad (2)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_y \sum_x (V_{threshold}(t) - I(x, y))^2} \quad (3)$$

여기서 $V_{threshold}(t)$ 은 초기 임계치로 평균 밝기 값이고 $V_{threshold}(t+1)$ 은 조정된 임계치이다. 새로운 임계치는 차량 영상이 밝은 경우에는 δ 만큼 감소시키고 어두운 경우에는 δ 만큼 증가시킨다.

임계화 과정을 수행한 후에 밀도를 계산한다. 여기서 밀도는 픽셀 값의 변화를 나타내는 윤곽선의 개수를 의미한다. 임계화된 영상에서 세로축에 대한 픽셀 변화의 윤곽선 개수가 10개 이상이면 번호판의 세로 영역으로 정의하고 가로축으로 픽셀 변화의 윤곽선 개수가 6개 이상이면 번호판의 가로 영역으로 정의한다. 그러나 (조건 2)에 근거하여 번호판 영역을 추출하면 하나 이상의 번호판 영역을 추출하는 문제가 발생한다. 이는 (조건 2)의 '높은 밀도'가 잡음이 많은 영역에서도 나타날 수 있기 때문이다. 즉, 도로나 바닥이 빛의 영향을 받아 그림자를 발생시켜 높은 밀도로 나타나 번호판 영역으로 추출될 수 있다. 그러므로 일정한 크기의 마스크 안에 포함되는 경우는 잡음으로 간주하여 제거하는 과정이 필요하다. 그림 1은 노면과 같은 비 번호판 영역의 잡음을 제거하기 위하여 사용된 5×5 마스크로서 중간 지점의 픽셀이 다른 주변의 픽셀과 다른 색상인 경우에 잡음이라 간주하고 식(4)을 이용하여 중간 지점의 픽셀을 주변의 색상과 동일하게 바꾼다.

$$I(x, y) = \sum_{i=-2}^2 \sum_{j=-2}^2 \{I(x+i, y+j) * Mask(i, j)\} \quad (4)$$

여기서 $I(x, y)$ 는 (x, y) 지점의 픽셀의 밝기 값이고 i 와 j 는 마스크의 인덱스이다.

임계화 과정과 잡음 제거 과정을 수행한 후에, 밀

-1	-1	-1	-1	-1
-1	0	0	0	-1
-1	0	16	0	-1
-1	0	0	0	-1
-1	-1	-1	-1	-1

그림 1. 잡음을 제거하는 5×5 마스크

도를 계산하고 밀도의 비율이 큰 부분들을 후보영역으로 지정한다. 후보영역이 하나 이상이면 번호판 영역의 특징 (조건 1)을 이용하여 번호판 영역을 추출하고, 번호판 영역의 특징이 나타나지 않는 경우에는 임계값을 재조정하여 임계화 과정을 수행한다. 또한 후보영역이 하나도 나타나지 않는 경우에도 임계화 과정을 다시 수행한다. 제안된 차량 번호판 영역 추출 과정은 그림 2와 같다.

2. 코호넨 알고리즘을 적용한 윤곽선 추적에 의한 개별 코드 추출

차량 영상으로부터 추출된 번호판 영역에서 각 문자와 숫자를 추출하는 방법으로는 영상 처리 기술을 응용한 많은 기법들이 있다. 번호판 영역에 대해 (조건 3)을 이용하여 번호판의 문자나 숫자의 위치 정보를 미리 파악하여 추출된 번호판 영역에서 그 비율에 따라 분리하는 방법^[6,7], 문자와 숫자를 구분 짓는 윤곽선을 추적하여 추출하는 방법^[8,9], 히스토그램을 이용하여 추출하는 방법^[10] 등이 있다. 위치 정보를 이용한 추출 방법은 번호판 영역의 테두리를 정확하게 추출되어야만 적용이 가능하다. 그리고 윤곽선을 추적하여 추출하는 방법은 임계화 전처리가 필요하며 임계화 결과에서 문자와 배경이 정확히 구분되어야만 적용할 수 있다. 히스토그램 방법은 번호판 영역의 문자 분포에 대한 정보를 어

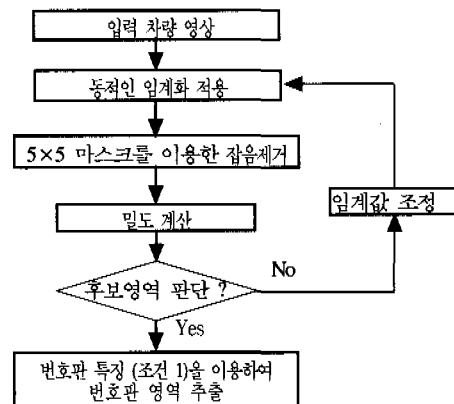


그림 2. 차량 번호판 추출 구성도



그림 3. 윤곽선 추출을 위한 2x2 마스크

는 정도는 제공하지만, 배경과 문자가 뚜렷이 구분되지 않을 경우에는 추출이 불가능하다.

본 연구에서는 개별 코드들을 추출하기 위해 번호판 영역을 히스토그램 방법을 이용하여 상위 영역과 하위 영역을 구분한다. 구분된 각 영역에 대해서 그림 3과 같은 2x2 마스크를 코호넨 알고리즘에 적용시켜 윤곽선을 추출하는 방법으로 각 문자와 숫자들을 추출한다.

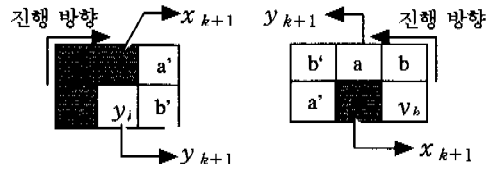
2x2 마스크 알고리즘은 영역의 경계 픽셀 중의 하나를 시작점으로 선택하여 마스크의 x_k 를 그림 3과 같이 시작점에 위치시키고, a와 b에 대응되는 두 픽셀을 고려하여 마스크의 다음 진행 방향을 결정한다. 윤곽선 추적은 역시계 방향으로 진행한다. a가 경계 픽셀이고 b가 배경 픽셀이면 현재의 상태를 유지하면서 진행한다. a, b가 경계 픽셀이거나 a가 배경 픽셀이고 b가 경계 픽셀이면 그림 4(a)처럼 회전하고 a, b가 배경 픽셀이면 그림 4(b)처럼 왼쪽으로 회전하여 진행방향을 변경한다. 표 1은 2x2 마스크의 진행방향을 도표로 보여주고 있고 이 진행방향을 코호넨 알고리즘을 이용하여 구현한다. 표 1에서 a와 b의 값으로 0과 1이 있는데, 0은 배경 픽셀을 의미하고, 1은 경계 픽셀을 의미한다. 번호판 영역에서 히스토그램 방법과 코호넨 학습 알고리즘을 이용한 윤곽선 추적에 의한 개별 코드들을 추출하기 위한 과정은 그림 5와 같다.

III. 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 인식

코호넨 알고리즘은 자율학습의 한 형태로 자기조직화(self-organizing)하여 경쟁 구조를 가진다 [11,12]. 자기 조직화란 주어진 입력패턴에 대하여 정확한 해답을 미리 주지 않고 자기 스스로 학습할 수 있는 능력을 말한다. 코호넨은 계층적인 시스템

표 1. 2x2 마스크의 a, b에 따른 마스크의 진행 방향

	a	b	x_{k+1}	y_{k+1}
전진	1	0	a	b
우측	0	1	b	y_k
우측	1	1	a	$\sim x_k$
좌측	0	0	x_k	a



(a) a, b가 경계 픽셀일 경우의 진행 방향
(b) a, b가 배경 픽셀일 경우의 진행방향

그림 4. 윤곽선 추제의 진행 방향

이 아니라 두개의 층으로 이루어져 있다. 이 네트워크의 첫 번째 층은 입력층을 의미하고, 윤곽선 추출 단계에서 추출한 개별 코드들의 값들이 입력층에 입력된다. 두 번째 층은 경쟁층(competitive layer)인데 2차원의 격자 또는 1차원의 격자로 이루어져 있다. 모든 연결들은 첫 번째 층에서 두 번째 층으로의 연결되고 완전연결 구조를 가진다.

코호넨의 학습 방법은 “승자-독점”이다. 승자만이 출력을 낼 수 있으며 승자와 그 이웃들만이 그들의 연결강도를 조정할 수 있기 때문이다. 따라서 각 뉴런들은 연결강도 벡터와 입력벡터가 얼마나 가까운

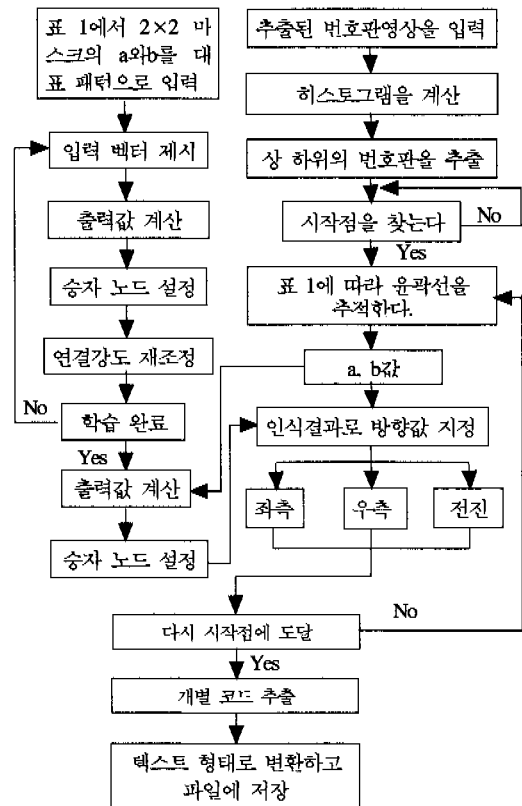


그림 5. 번호판 영역에서의 개별 코드 추출 과정

가를 계산하고, 각 뉴런들은 학습할 수 있는 특권을 부여받기 위해 경쟁하는데, 입력층과 경쟁층 사이의 거리가 가장 가까운 뉴런이 승리하게 된다. 이 승자 뉴런이 출력신호를 보낼 수 있는 유일한 뉴런이 된다. 승자 뉴런을 결정하고 난 후에는 코호넨의 학습 규칙에 따라 뉴런의 연결강도를 조정한다. 이 규칙은 식 (5)와 같다.

$$W(t+1) = W(t) + \alpha(X - W(t)) \quad (5)$$

여기서 $W(t)$ 는 조정되기 이전의 연결강도 벡터이며, $W(t+1)$ 는 조정된 후의 새로운 연결강도 벡터이다. 그리고 X 는 입력패턴 벡터이고, α 는 학습 상수이다. 승자 연결강도 벡터는 기하학적으로 입력패턴 벡터에 가장 가깝다. 코호넨의 학습은 단순히 연결 강도 벡터와 입력패턴 벡터의 차이를 구한 다음 그것의 일정한 비율을 원래의 연결강도 벡터에 더하는 것이다. 이 때 승자 뉴런만이 그것과 관련된 연결 강도 벡터를 조정하는 것이 아니라 그의 이웃 반경안에 드는 모든 뉴런들도 유사한 조정을 하게 된다. 승자 뉴런은 +1을 출력으로 내며, 승자 뉴런과 그것의 이웃 뉴런들은 각자의 연결강도 벡터를 입력 벡터에 접근하게 된다. 그리고 α 는 0과 1사이의 값을 가지는 학습 상수로서 시간이 경과함에 따라 점차 작아진다. 그러므로 번호판 인식에서 윌콕슨 추출과 문자의 정합(matching)에 사용된 코호넨 알고리즘의 구성도는 그림 6과 같다.

IV. 실험 및 결과 분석

차량 번호판 인식 실험에 사용된 입력 영상은 자가용과 승합용 차량을 대상으로 하였으며, 영상 획득에는 DC265 Zoom 디지털 카메라를 이용하였다. 번호판이 포함된 256 켈라의 640×480 픽셀의 차량 영상 50개의 번호판을 추출하여 학습에 사용하였으며 인식 실험에는 30개를 사용하였다. 차량 번호판 인식 실험은 Intel Pentium II 550Hz CPU와 64 MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC에서 C++ Builder로 구현하였다. 번호판 영역 추출 방법에 대한 성능 평가는 평균 밝기를 적용한 차량 번호판 추출 방법과 본 연구의 동적인 임계값을 적용한 방법간의 번호판 영역 추출 개수를 비교하였다. 그리고 개별 코드 추출 방법에서는 코호넨 알고리즘을 적용한 윌콕슨 추적 방법을 사용하여 개별 코드들을 추출하였고 코호넨 알고리즘을 이용하여 차량

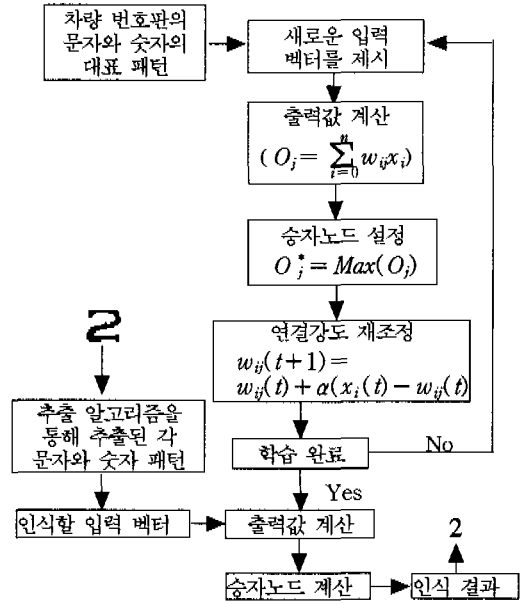


그림 6. 윌콕슨 추출과 문자의 정합에 사용된 코호넨 알고리즘 구성도

번호판을 인식하였다. 기존의 임계치를 이용한 차량 번호판 추출 방법과 제안된 차량 추출 방법간의 실험 결과는 표 2와 같다.

표 2에 대한 결과를 분석하면 차량 영상의 밝기가 어두운 경우에 밝기 평균값을 적용한 추출 방법은 문자 영역과 배경 영역이 명확히 구분되지 않았다. 따라서 번호판 영역이 다른 영역에 비해 밀도 비율의 차이가 없어 번호판 영역의 추출에 실패하였다. 그러나 제안된 방법은 차체의 영상이 어두운 경우에는 임계치가 동적으로 조정되어 문자 영역과 배경 영역이 명확히 구분되었고 이치화된 차량 영상에서는 차량 번호판 영역이 다른 영역에 비해 밀도 비율의 차이가 크게 나타나서 번호판 영역을 모두 추출할 수 있었다. 그림 7(a)의 차량 영상에 대해 평균 밝기를 이용하여 이치화된 영상은 그림 7(b)이고 임계치는 43이다. 제안된 방법에 의해 이치화된 영상은 그림 7(c)이며 최종적인 임계치는 37로 조정되었다.

표 2. 각 방법에 대한 번호판 영역 추출 결과 비교 (실험 차량 이미지 수 : 50)

	추출 성공	추출 실패
평균밝기를 이용한 임계치 방법	47	3
제안된 방법	50	0

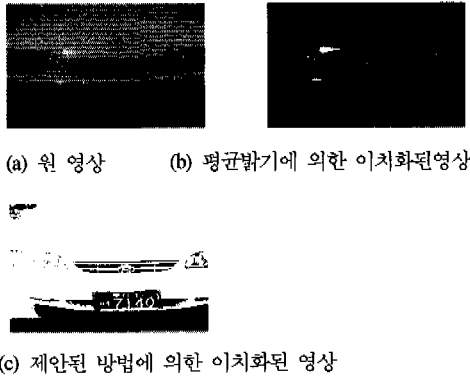


그림 7. 원영상과 이치화된 영상 예

그림 7(b)의 이치화된 영상은 번호판 영역이 다른 영역에 비해 밀집도가 거의 없어 번호판 영역의 추출에 실패하였다. 그러나 그림 7(c)의 이치화된 영상에서는 번호판 영역이 다른 영역에 비해 밀집도가 뚜렷하게 나타나서 번호판 영역의 추출에 성공하였다.

동적인 임계치에 의해 이치화된 영상에서 밀도를 계산하여 번호판 영역을 추출한 결과는 그림 8과 같다. 그림 8(a)의 차량 영상에 대해 동적인 임계치를 적용하여 이치화된 차량 영상의 결과는 그림 8(b)이고 임계치는 127이다. 그림 8(c)는 이치화된 차량 영상에서 세로축으로 픽셀 변화의 윤곽선 개수가 10개 이상 나타난 세로축 후보 영역과 가로축에서 픽셀 변화의 윤곽선 개수가 6이상 나타난 가로축 후보 영역에서 가로와 세로의 비율이 2:1인 영역을 번호판 영역으로 추출한 결과이다.

개별 코드들을 추출할 때 히스토그램 방법만을 사용하여 개별 문자를 추출하면 번호판 영역에서 배경과 코드들이 명확히 구분되지 않는 경우가 발생하여 개별 문자들을 추출하기가 어렵다. 따라서 개별 코드 추출은 추출된 번호판 영역을 히스토그램 방법을 사용하여 상하위 영역으로 구분하고 각 구분된 영역에 대해 코호넨 알고리즘을 적용한 윤

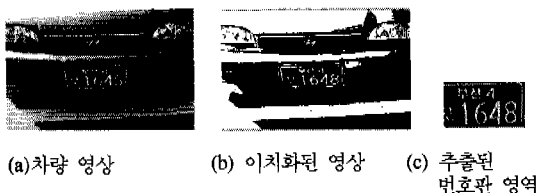


그림 8. 번호판 영역의 추출 과정과 결과

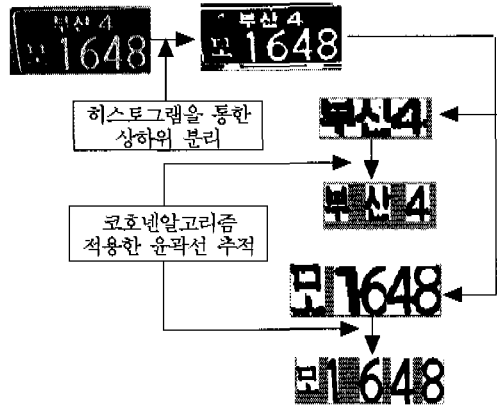


그림 9. 단계별 개별 코드 추출 결과

곽선 추적 방법으로 개별 코드를 추출하였다. 그림 9은 추출된 차량 번호판 영역에서 개별 코드들을 추출하는 단계별 결과이다.

표 3의 번호판 추출 개수는 차량 영상에서 동적인 임계화 방법과 밀집도를 이용하여 번호판이 추출된 개수를 의미하고 50개의 차량 영상에 대해 50개 모두가 추출되었다. 개별 코드의 추출 개수는 코호넨 알고리즘을 적용한 윤곽선 추적 방법으로 추출된 개별 코드들의 추출 개수이다. 표 3에서 인식 결과는 코호넨 알고리즘으로 학습된 50개의 차량 영상에 대한 인식 결과이다.

차량 번호판을 인식하기 위해 50개의 차량 영상에 대해 표 3에서 추출된 개별 코드들을 코호넨 알고리즘을 이용하여 학습하였다. 그림 10은 50개의 차량 영상에서 추출된 개별 코드들을 코호넨 알고리즘 이용하여 학습한 결과를 나타내었다. 코호넨 알고리즘에서 학습 상수 α 값을 0.7로 설정하였다. 학습 상수 α 값을 임의로 설정하여 실험한 결과, 0.7로 설정하였을 때 인식이 가장 높았고, 클러스터의 개수가 가장 많이 생성되었다.

표 3. 학습에 사용된 차량 번호판 추출 및 인식 결과 (성확히 추출(인식)된 개수/실험 대상 수)

	번호판 영역 추출 개수	개별 코드 추출 개수	인식 개수
관할 지역 코드	50/50	98/100	98/100
용도별 분류 코드		50/50	50/50
차종별 코드		84/85	84/85
일련번호		200/200	200/200

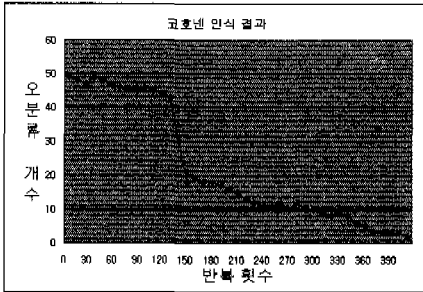


그림 10. 코호넨 인식 결과 - 반복 횟수와 오분류 개수 사이의 관계

그림 11은 코호넨 알고리즘에서 생성되는 클러스터에 대한 승자 노드의 개수를 나타내었다. 클러스터에 대한 승자 노드는 패턴의 분류성을 의미한다. 패턴의 분류에서 클러스터에 대한 승자 노드의 개수는 중요한 의미를 가지는데, 클러스터에 대한 승자 노드의 개수가 많으면 특징이 분산되어서 패턴들을 분류하기 위해 많은 시간이 소요되고 클러스터의 수가 증가하게 된다. 그리고 클러스터에 대한 승자 노드의 개수가 적으면 패턴들의 특징이 중복되어서 패턴들을 정확히 분류할 수 없게 된다. 따라서 그림 11은 코호넨 알고리즘의 학습 과정에서 반복횟수에 따라 클러스터에 대한 승자 노드의 개수가 증가하는 것을 나타내었다.

추가적으로 30개의 차량 전면 영상을 인식 실험에 사용한 결과는 표 4와 같다. 표 4는 30개의 차량 전면 영상에 대하여 차량 번호판 영역 및 개별 코드의 추출 개수와 인식된 개수를 나타내었다.

그림 12은 자동차 번호판 추출 및 인식을 구현한 프로그램의 전체 화면이다.

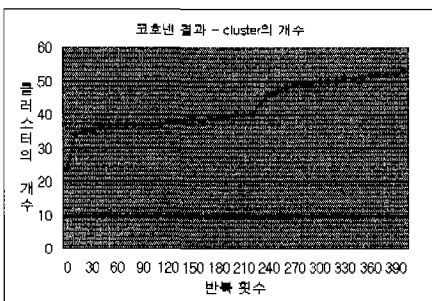


그림 11. 코호넨 학습 결과 - 반복 횟수와 클러스터의 개수 사이의 관계

VI. 결론

본 논문에서는 차량 영상에 대해 동적인 임계화 방법과 밀집 비율을 이용하여 차량 번호판의 영역

표 4. 차량 번호판 추출 및 인식 결과 (정확히 추출(인식)된 개수/실험 대상 수)

	번호판 영역 추출 개수	개별 코드 추출 개수	번호판 인식 개수
관할 지역 코드	30/30	59/60	58/60
용도별분류 코드		30/30	30/30
차종별 코드		45/45	44/45
일련번호		120/120	120/120

을 추출하였다. 개별 코드 추출은 코호넨 알고리즘을 적용한 윤탁선 추적 방법으로 추출하였으며 개별코드들의 인식은 코호넨 알고리즘을 이용하여 인식하였다.

번호판 영역 추출 방법은 번호판 영역의 문자와 배경이 뚜렷하게 구별되고, 번호판 영역의 밀도가 다른 영역보다 높다는 특성을 이용하여 동적인 임계화 방식과 밀집도를 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하였다. 80개의 차량 전면 영상에 대하여 번호판 추출 실험을 수행한 결과, 번호판 영역이 모두 추출되었다.

개별 코드들의 추출은 히스토그램 방법을 이용하여 번호판의 상위 영역과 하위 영역으로 구분하고 구분된 영역에 대해서 2x2 마스크를 코호넨 알고리즘에 적용시켜 윤탁선을 추적하는 방법으로 개별 코드들을 추출하였다. 개별 코드 추출은 히스토그램 방법이나 윤탁선 추적 알고리즘 등의 한 가지 방법만을 사용하는 경우보다 추출률이 향상되었다. 또한 코호넨 알고리즘을 윤탁선 추적 방법에 적용하여 개별 코드들의 윤탁선에 나타나는 잡음을 제거하였다. 그리고 코호넨 알고리즘을 이용하여 잡음이 제거된 개별 코드들의 인식에 적용하여 인식률을 개선하였다.

향후 연구 과제로는 원거리 외부 카메라로 들어오는 영상 데이터는 통신상의 오버헤드를 줄이기 위하여 압축되어 차량 영상이 전송된다. 주차장을

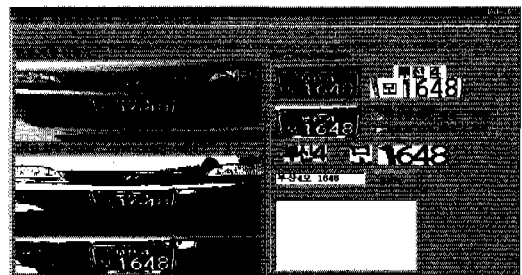


그림 12. 차량 번호판 추출 및 인식 프로그램의 화면

대상으로 차량 번호판을 인식하는 경우와는 다르게 압축된 차량 영상에는 잡음이 많이 분포되어 있으므로 압축된 차량 영상에 제안된 번호판 인식 방법을 적용할 것이다.

참 고 문 헌

[1] H. A. Hegt, et.al, "A High Performance License Plate Recognition System," *Proceedings of IEEE SMC*, Vol.1.5, pp. 4357-4362, 1998.

[2] 이현석, "차량 번호판 인식 알고리즘 개발에 관한 연구," *한국외국어대학교석사학위논문*, 2월, 1997..

[3] 김경민, 이병진, 류경, 박귀혜, "상관계수와 하프 변환을 이용한 차량 번호판 자동인식," *제어자동화시스템공학회논문지*, Vol.3, No.3, pp.511~519, 1997.

[4] R. Taktak, M. Dufaut, and R. Husson, "Road Modeling and Vehicle Detection By Using Image Processing," *Proceedings of IEEE SMC*, pp.2153-2158, Oct. 1994.

[5] 임은경, 김광백, "새로운 인공 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식에 관한 연구," *제11회영상처리및이해에관한워크샵논문집*, pp.243~245, 2월, 1999.

[6] Milan Sonka, Vaclav Havac and Roger Boyle, *Image Processing, Analysis and Machine Vision*, Cambridge University Press, pp.113~121, 1993.

[7] 김희석, 이평원, 김영재, "차종, 번호판 위치 및 자동차 번호판 인식을 위한 영상 처리 알고리즘 개발," *한국자동차제어학술회의논문집*, Vol.2, pp.1718~1721, 1997.10.

[8] 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬세선화 알고리즘", *한국정보처리학회논문지*, 제2권, 제5호, pp.701-710, 1995.

[9] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," *한국멀티미디어학회춘계학술 발표논문집*, pp.356~361, 1999.

[10] Y. K. Lim, K. C. kim and K. B. Kim, "Recognition System of a Car Plate using a Fuzzy Networks." *Proceedings of AFSS'2000*, Vol.2, pp.1003-1008, 2000.

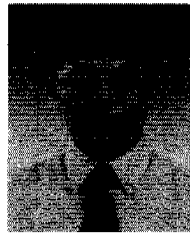
[11] A. James and Freeman, *Neural Networks* :

Algorithm, Application and Programming Techniques, Addison-Wesley, 1991.

[12] Abhijit S. Pandya, Robert B. Macy, *Pattern Recognition with Neural Networks in C++*, CRC Press, 1996.

김 광 백(Kwang-Baek Kim)

정회원



부산대학교 전자계산학과에서 이학 석사와 이학 박사학위를 취득하였으며 1997년 3월부터 현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 컴퓨터공학전공에서 조교수로 재직 중이다.

<주관심 분야> 신경회로망, 영상처리및의료영상인식, 퍼지시스템, 디지털위터마킹

노 영 옥(Young-Uhg Lho)

정회원



1985년 2월 : 부산대학교
계산통계학과 졸업
1989년 2월 : 부산대학교
계산통계학과 석사
1998년 2월 : 부산대학교
전자계산학과 박사

1989년~1996년 한국전자통신연구원 연구원
1996년~현재 신라대학교 컴퓨터교육과 조교수
<주관심 분야> 멀티미디어, 운영체제, 병렬/분산시스템, 지능시스템, 컴퓨터교육