

이동 차량에서의 실시간 자동차 번호판 인식[†]

(Real-time Recognition of Car Licence Plate on a Moving Car)

박 창 석*, 김 병 만*, 서 병 훈*, 김 준 우*, 이 광 호**

(Chang Seok Park, Byeong Man Kim, Byung Hoon Seo, Jun Woo Kim, Kwang Ho Lee)

요 약 이동중인 차량에 카메라를 설치하여 주행 중에 정지 또는 주행중인 자동차의 영상을 획득하여, 이를 인식하는 시스템을 제안한다. 주행 중에 획득한 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위하여, 번호판 영역에서 나타나는 강한 수직 에지 성분을 이용하여 번호판 후보 영역들을 찾고 이진화 된 영상에서의 배경과 문자의 구성비를 따져 번호판 영역을 추출하는 방법을 사용한다. 자동차 번호판 인식을 위하여 다중 클래스 인식을 지원하는 SVM과 모듈라 신경망 인식 성능을 비교하였으며, 인식률을 높이기 위하여 SVM을 모듈라 신경망과 결합하여 다중 클래스 분류기로 확장하는 방법을 제안하고 실험하였다. 실험결과, 제안하는 분류기를 이용한 방법이 번호판 인식에 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

핵심주제어 : 모듈라 신경망, 서포트 벡터 머신, 번호판 인식

Abstract In this paper, a system which can effectively recognize the plate image extracted from camera set on a moving car is proposed. To extract car licence plate from moving vehicles, multiple candidates are maintained based on the strong vertical edges which are found in the region of car licence plate. A candidate region is selected among them based on the ratio of background and characters. We also make a comparative study of recognition performance between support vector machines and modular neural networks. The experimental results lead us to the conclusion that the former is superior to the latter. For a better recognition rate, a simple method combining the support vector machine with modular neural network where the output of the latter is used as the input of the former is suggested and evaluated. As we expected, the hybrid one shows the best result among those three methods we have mentioned.

Key Words : Modular Neural Network, Support Vector Machine, Licence Plate Recognition

1. 서 론

산업 사회의 발전과 교통수단의 발달로 차량의 수는 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 차량관

제 및 요금의 징수, 차량의 입출고 등의 작업은 인적자원에 의해 관리되어 효율성이 떨어진다. 이러한 업무를 자동화함으로써 효율적이고 경제적인 관리를 실현할 수 있다. 따라서 이러한 자동화 시스템을 구축하기 위하여 자동차 번호판 인식 연구는 필수적이라 할 정도로 중요한 연구 대상이 되고 있다. 기존의 사고방지 등의 목적으

[†] 본 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

* 금오공과대학교 컴퓨터공학부

** 목포대학교 컴퓨터교육과

로 도로상에 설치된 무인 단속 카메라나 차량단속 시스템등의 자동차 번호판 인식 시스템들은 고정대에 설치된 고화질의 디지털 카메라로부터 영상을 획득하여 중앙센터로 데이터를 송신하여 자동차 번호판을 인식한다[1].

그러나 도난 차량, 범죄 차량 등의 문제 차량의 운전자가 도로상에서 고정된 카메라의 위치를 알고 있다면 선회하여 갈 수 있기 때문에 차량검거 및 예방에 부정적이다. 또한 측정 장소와 검문소간 충분한 거리가 확보되어야 하며 해당 차량의 도주, 고속 주행 시 검거에 따르는 위험이 크다. 따라서 단속 카메라를 고정대에 설치하지 않고 순찰 차량에 설치된 번호판 인식시스템을 사용한다면 상당히 효율적일 것이다.

본 논문에서는 차량 영상을 획득하는 카메라를 고정대에 설치하여 고정시키는 것이 아니라 이동 중인 차량에 카메라를 설치하여 주행 중에 정지 또는 주행 중인 자동차의 영상을 획득하여 이를 인식하는 시스템을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 번호판 영역 추출과 문자 인식에 대한 기존 연구에 대해 고찰하고, 3장에서는 이동 중인 차량에 카메라를 설치하여 획득한 주행 중에 정지 또는 주행 중인 자동차의 영상으로부터 번호판 영역을 추출하는 방법, 개별 문자 영역을 추출하는 방법에 대해 제시한다. 4장에서는 번호판 인식을 위하여 다중 클래스 인식을 위한 SVM을 이용한 문자 인식, 그리고 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델의 문자 인식에 대해서 살펴본다. 5장에서는 실험을 통한 검증과 6장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 다룬다.

2. 관련 연구

자동차 번호판 문자 인식 시스템은 획득한 자동차 영상으로부터 번호판 영역을 추출하고 개별 문자 영역을 추출한 다음 특징 벡터를 생성 후 문자를 인식하는 방법을 사용한다.

2.1 자동차 영상 획득

기존 자동차 번호판 인식시스템은 고화질의 디

지탈 카메라로부터 획득한 영상을 중앙센터로 데이터를 송신하여 자동차 번호판을 인식한다. 주차관리 시스템, 톨게이트, 과속차량이나 위반 차량 단속 시스템, 도난 차량 검색 시스템 등과 같은 예가 그러하다. 이러한 시스템들은 특정 환경에 맞게 카메라가 설치가 되어 차량 영상을 획득하게 된다.

또한 역광, 조명, 그림자와 같은 주변 환경에 민감하여 최적의 번호판 인식을 위하여 고가의 장비를 사용한다. 예를 들면, 도로상 고정 설치대의 무인 단속 시스템의 경우 고속의 차량 번호판을 획득하기 위해 디지털 카메라, 조명장치, 적외선 감지센서 등이 필요하다. 그리고 번호판 인식 시스템을 이용하는 주차 관리 시스템은 차량 영상을 획득하기 위해서 제한된 거리 약 2.5m ~ 5m 사이에 차량 감지 센서를 설치하고 카메라의 각도 및 조명장치를 사용한다. 이와 같이 기존 차량 번호판 인식시스템은 특정 환경에 맞게 차량 영상을 획득하기 때문에 고가의 장비를 사용하는 단점이 있다.

현재 대부분의 국내 연구들은 번호판 인식에 사용할 차량 전면부 영상을 사용한다. 차량 후면부가 전면부 보다 문자영역에서와 유사한 명암변화를 갖는 장식이 많고, 차량마다 번호판의 위치가 다양하기 때문에 번호판 인식시스템의 성능이 떨어진다. 이러한 이유로 후면부 보다 쉽게 처리할 수 있는 전면부 영상을 사용한다. 또한 무인 단속 시스템이나 주차 관리 시스템과 같이 실제 환경에서는 차량의 전면부를 사용한다.

2.2 번호판 영역 추출

차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 기존의 연구 방법으로는 명암도 변화를 이용한 방법[2-6], 단일 색상 정보에 의한 방법[7-9], 복합 색상 정보에 의한 방법[10], Sobel 연산과 Hough 변환에 의한 방법[11,12] 등이 있다.

명암도 변화를 이용한 방법[2-6]은 차량 번호판 영역의 일반적인 특성들을 이용한다. 첫째, 번호판은 이진화 영상에서 문자와 배경 사이의 명암도 변화의 차이가 크고 변동 회수도 다른 영역보다 많다. 둘째, 문자와 문자 사이의 밀집도는 다른 영역보다 높다. 셋째, 번호판 이외의 수직

방향 성분은 거의 존재하지 않는 특성이 있다. 이 방법은 구현이 간단하고 처리 시간이 빠르며 잡음이 다소 첨가된 경우에도 추출이 가능하나 수직·수평 성분이 많은 부분을 번호판으로 오인식 하거나 빛 양의 변화량과 명암 변화에 영향을 주는 장식이 있는 경우 번호판 영역 추출이 어렵다는 단점을 가지고 있다.

단일 색상 정보에 의한 방법[7-9]은 명암 영상이 갖지 않는 추가적인 색상 정보를 활용하는 방법으로서 번호판 영역에서의 색상 정보가 다르다는 사전 지식을 이용한다. 첫째, 번호판 배경색과 그에 대응하는 문자 색상에 관한 사전 지식을 이용한 번호판 추출이 가능하다. 둘째, 차량 색상과 번호판의 명암 밝기 정도가 유사한 경우에도 색상 정보를 이용한 색상 구분으로 번호판 추출이 상대적으로 용이할 수 있다. 명암 정보만 사용하는 경우 보다 처리 시간이 더 길어 질 수 있으며, 번호판과 유사한 색상이나 주변 밝기에 따라 추출률 변화가 심하다는 단점이 있다.

복합 색상 정보에 의한 방법[10]은 RGB 컬러 모델을 HSI 컬러 모델과 YIQ 컬러 모델로 변환하여 결합된 색상 정보를 이용하는 방법이다. HSI 컬러 모델의 색상 성분(Hue)은 유사 녹색을 제거하는 데는 효과적이거나 강한 빛에는 색상의 혼동이 심하다는 단점을 가지고 있다. YIQ 컬러 모델의 두 색상 성분 I 와 Q에 대하여, 번호판의 바탕색인 녹색은 I 보다 Q 성분에 의해 더 효율적으로 찾아지므로 Q 성분을 이용한다. 그러나 Q 성분은 빛의 세기에 덜 민감하고 색상에만 반응한다는 장점은 있으나 유사 녹색의 분별력이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 두 컬러모델의 단점을 서로 보완하고 장점을 취하기 위하여 H 성분과 Q 성분을 논리적인 AND로 결합하여 번호판 영역을 추출한다. 이 방법은 단일 색상 정보에 의한 방법만 사용했을 때 보다 번호판과 유사한 색상이나 주변 밝기에 따른 영향을 덜 받는다.

Sobel 연산과 Hough 변환에 의한 방법[11,12]은 입력 영상에 대하여 Sobel 연산을 통한 수직·수평 에지 성분들을 구하여 이진화 후 번호판 형상 정보를 효율적으로 이용하여 번호판 영역을 검출한다. 검출된 영역을 Hough 변환을 사용해서 정확한 번호판 영역을 검출한다. 이 방법

에서는 차량의 전면부는 번호판을 제외하고는 대개 균일한 세기(intensity)의 영역으로 이루어진 점을 착안하여 작게 분할된 영역의 특성(균일한 정도)을 이용하여 번호판 후보영역을 먼저 구한 다음 각 후보영역에 대해서 번호판이 가지는 특성을 이용하여 번호판 영역임을 검증함으로써 차량 번호판을 찾는다. 일반적으로 차량의 번호판은 좌·우 끝에 수직 에지가 강하게 나타나는데 후보 영역으로 간주한 번호판의 최소 크기 정보와 수직 에지들과의 기하학적 위치관계 정보를 이용하여 두 개의 에지 쌍을 검출한다. 그리고 구한 수직 에지 쌍들의 사이에 수평 에지가 존재하는지 검사하고 번호판 영역을 구한다[13]. 구해진 번호판에서 Hough 변환을 사용해서 정확한 번호판 영역을 검출한다. 이 방법은 번호판의 배경과 글자가 뚜렷하게 구별되면 번호판은 후보영역에 거의 포함되므로 번호판 포착이 정확할 뿐 아니라 기존 방식에 비해 계산속도가 훨씬 빠른 것을 확인할 수 있다. 하지만 수평, 수직 성분을 정확히 추출하지 못하면 번호판 영역 추출이 불가능하다는 문제점을 가진다.

2.3 문자인식

번호판 문자 인식에 관한 선행된 연구로는 신경망을 이용한 방법[14-16]과 모듈라 신경망을 이용한 방법[26-28] 그리고 SVM(Support Vector Machines)을 이용한 방법[18-23]이 있다.

신경망을 이용한 방법[14-16]은 주어진 패턴을 가장 잘 표현할 수 있는 특징을 추출한 후 특징 벡터를 만들고, 만들어진 특징 벡터를 신경회로망 모델의 입력으로 사용하여 인식하는 특징 기반(Feature-based) 방법을 많이 사용한다. 스스로 분류하는 자기 조직적인 ART2 네트워크는 기존의 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는(self-consistent) 방법으로 통합한다[17]. 자동학습시스템의 구조에 아주 적합하므로 자동차 번호판 문자인식에 많이 사용한다. 그러나 ART2 또한 번호판 문자 인식에 적용하기 위해서는 경험적으로 경계 변수 값을 설정해야하므로 어려운 점이 많다. 특히 유사한 특징을 갖는 서로 다른 패턴들이 많을 경우에

는 경계 변수 값을 설정하는 것이 매우 어렵다.

다층퍼셉트론을 자동차 번호판 문자인식에 사용할 경우 자동차 번호판에서 올 수 있는 패턴의 수가 상당히 많아지는데 이 때문에 백프로퍼게이션 학습 알고리즘의 문제인 지역 최소값에 빠지거나 제대로 학습이 되지 않아 인식률 저하를 초래한다. 이런 문제를 해결하기 위하여 분할 및 합병 개념에 바탕을 둔 모듈라 신경망을 사용한 연구가 있었다 [26-28]. 번호판에서의 전체 패턴을 클러스터링 방법에 따라 모듈라 신경망을 구성하여 각 서브네트워크 별로 학습을 하며, 추출된 개별 문자의 특징 벡터가 입력층에 제시되며 국부층에서 각각 인식을 통하여 결정층 구성 방법에 따라 인식된 결과를 종합하여 결정층에서 인식된다. 단일 신경망을 사용하였을 경우 보다 좋은 인식률 뿐만 아니라 학습 속도 면에서도 상당한 이득이 있었다.

최근 기계학습 분야에서 커널머신을 이용한 대표적 학습기로서 Support Vector Machine(SVM)이 주목받고 있다. SVM은 1995년 Vapnik이 제안한 2-클래스 분류기로서, 선형 분리 가능한 샘플들에 대하여 Optimal Hyperplane을 만들어 줌으로서 뛰어난 성능을 보여준다. 각 분야에서 SVM을 적용한 논문들이 이를 증명해준다[18-23]. 하지만, 국내·외적으로 SVM을 번호판 문자 인식에 적용한 사례는 찾아보기 힘들다. SVM은 two-class 분류기이므로 일반적인 다중 클래스 패턴인식 문제에는 적용할 수 없다. 번호판 문자 인식에 사용하기 위해서는 다중 클래스 인식을 지원하는 확장된 SVM 분류기가 필요하다. 다중 클래스 인식을 위한 방법으로서 One to Others method, Decision Tree method 등이 있다.

지금까지 번호판 영역 추출 및 인식을 위한 많은 연구에 대해서 살펴보았다. 하지만, 대부분의 연구들은 제한된 촬영환경에서 얻어진 영상을 대상으로 실험하였기 때문에 번호판 상태, 환경 변화가 심한 경우에 인식률과 인식 성능의 안정성 문제가 있었다. 따라서 본 연구에서는 이미지의 변화가 많은 후면부 영상을 이용하여 번호판을 인식할 경우의 문제점을 파악하고 이의 해결책을 제시하고자 하였다. 그리고 제안된 방법의 유용성을 보이기 위해 기존 방법과의 성능 비교도 하였다.

3. 이동중인 카메라에서 움직이는 피사체의 실시간 번호판 인식

기존의 번호판 인식 시스템에서는 대부분 카메라가 고정대에 설치되어 있고 출입을 하거나 달려오는 차량의 전면부를 찍어 영상을 획득하여 번호판을 추출하고 인식한다. 그러나 본 연구에서는 기존 연구들과 달리 이동중인 자동차에 카메라를 설치하여 움직이는 자동차의 영상을 획득하여 번호판을 추출하고 인식한다.

3.1 자동차 영상 획득

그림 1에서와 같이 사용자에게 의하여 또는 고정된 카메라로부터 특정 위치의 차량을 찍어 차량 이미지를 획득하는 것이 아니라 그림 2처럼 주행 중인 자동차에 설치된 카메라가 자동으로 움직이면서 주행 중인 차량의 영상을 획득한다.

기존의 번호판 인식시스템은 고가의 장비인 고해상도 CCD 카메라를 사용하나 본 실험에서는 1/4인치의 41만 화소 CCD를 채용한 줌 렌즈 일체형 카메라로 최대 220배 Zoom(광학: ×22, 디지털 ×10) 등 기능을 가진 카메라와 Pan Tilter를 사용한다.



(a) 무인단속시스템 (b) 주차관리시스템
[그림 1] 기존 번호판 인식 시스템의 영상 획득의 예



[그림 2] 본 연구에서의 차량 영상 획득

주행 중인 자동차에 카메라가 부착되어 있어 획득한 영상이 심하게 떨리거나 촬영 장소나 시간

에 따라 그림자나 역광 등이 발생한다. 그림 3은 획득한 영상의 예를 보여준다.



[그림 3] 획득한 영상의 예

본 실험에서는 시속 60km, 즉 피사체와의 거리가 10m이내에 있는 차량을 대상으로 영상을 획득하였다. 실험 초기에는 자동 추적 알고리즘을 사용하여 번호판을 획득하는 방법을 사용하였다. 자동 추적 알고리즘을 사용할 경우 실제 영상을 촬영하지 못하고 추적하는데 대부분의 시간을 소비하는 문제점이 있었다. 그 대안으로 고정된 tilt와 zoom을 사용하는 방법을 사용하였다. 역시 이 방법도 유효한 번호판을 얻는 데에는 문제가 많았다. 그래서 본 연구의 실험에서는 고정적인 tilt나 zoom 대신에 피사체와의 거리에 따라 zoom 및 tilt level을 달리하는 방법을 사용하였다. 또한 주행 중 획득한 영상은 상·하로 심하게 떨려 번호판의 개별 문자들이 그림 9처럼 겹쳐 보일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 떨림으로 인한 노이즈를 해결하고자 획득한 전체이미지(full image)에서 세로 길이의 반, 즉 홀수 행 또는 짝수 행만 사용하는 절반이미지(half image)를 획득한 영상으로 사용한다.

3.2 번호판 영역 추출

본 연구에서는 번호판 영역을 추출하기 위해 먼저 다음과 같은 방법을 적용하여 보았다. 먼저 명암도 변화 횟수가 최소 6번에서 12번 정도 나타나는 사전 지식을 가지고 그레이 스케일 이미지로 변환하여 이진화 후 명암도 변화를 검사한다. 임계값 이상의 명암도 변화가 나타나는 번호

판 영역의 세로 영역을 검출한다. 그 다음 검출된 세로 영역 내에서 수직 명암도 변화 빈도수를 이용하여 세로 영역을 검출 할 때와 같은 과정으로 가로 영역을 검출한다. 명암 변화가 일정한 횟수 이상으로 나타나고 번호판의 크기 정보 조건에 맞는 모든 경우를 후보 영역으로 둔다. 추출된 번호판 후보영역에 대하여 입력 영상의 후보 영역에 대한 YIQ 모델의 Q 성분의 조건을 검사하여 번호판 영역인지 판단한다.

실험 결과 주행중인 차량에 부착된 카메라에서 획득한 영상에 대해서는 좋은 결과를 얻을 수 없었다. 빛에 의해 영상의 밝기가 다양하여 색상 정보를 이용하는 방법은 성능이 좋지 않았다. 따라서 색상을 배제한 방법이 요구되는데 본 논문에서는 번호판 영역에서 나타나는 강한 수직 에지 성분을 이용하여 번호판 후보 영역들을 찾고 이진화 된 영상에서의 배경과 문자의 구성비를 따져 번호판 영역을 추출하는 방법을 사용한다 [5,13].

차량의 번호판에서 좌·우 끝에 수직 에지가 강하게 나타나는 특성을 이용하여 일정 크기 이상의 수직 에지 성분을 가진 모든 경우에 대해 번호판 크기 정보를 검사 후 조건에 맞는 대상을 번호판 후보 영역으로 둔다. 번호판 후보 영역으로 간주된 대상에 대하여 이진화를 하고 잡음 제거와 경계선 제거를 한다. 번호판 후보 영역에 대하여 배경색과 문자색의 면적 구성비율을 만족하는 경우에 이를 번호판 영역으로 추출한다.

3.3 기울기 보정

추출된 번호판 영역으로부터 개별 문자를 추출하기 위해 일반적인 방법은 수평히스토그램을 이용하여 번호판 상·하단부 영역을 분리하고 수직히스토그램에 의해 각각의 영역의 문자를 추출한다. 그러나 기울어진 차량의 영상에서 추출된 번호판 영역을 수평히스토그램으로 상·하단부 영역을 분리할 경우 영역 분리가 안되거나 개별 문자 영역을 추출할 경우 왜곡된 정보가 많이 포함되어 인식 과정에 영향을 미친다. 따라서 추출된 번호판 영역에 대해 기울어진 정도를 따져 주어진 임계값보다 클 경우 기울기 보정을 한다.

임계값 이상의 기울어진 윤곽선(번호판의 테두

리 선)을 찾는다면 기울기는 회전변환에 의해 쉽게 보정할 수 있다. 윤곽은 농담치가 급격히 변하는 부분이기 때문에 함수의 변화분을 취하는 미분 연산이 윤곽선 추출에 사용될 수 있다. 1차 미분과 2차 미분을 통해 에지를 검출하고 세선화를 한다. 세선화 후, 연속되는 “1”의 값이 임계값 이상이면 번호판의 테두리로 본다. 출력 영상의 값이 처음 “1”이었던 좌표와 임계값 조건의 좌표를 가지고 회전 변환한다.

3.4 개별 문자 영역 추출

일반적인 방법은 추출된 번호판 영역에서 개별 문자를 추출하기 위해 번호판의 상단부와 하단부를 분리하고 분리된 각각 영역에서 수평·수직 투영에 의해 개별 문자를 추출한다. 기존 연구에서 사용한 일반적인 문자 배열 특성을 가지고 번호판의 문자를 추출할 경우 소수의 번호판에서 문자 추출이 제대로 이루어지지 않았다. 이유는 건설교통부 자동차 등록 번호판 등의 제식에 관한 고시에 따라 각 시·도 자치에서 허가받은 사업장에서 번호판을 만들기 때문에 번호판마다 어느 정도의 차이가 있었다. 또한, 신번호판(95년 11월 10일 개정)과 구번호판(95년 11월 이전)의 차종별 분류 기호의 숫자가 각각 2자리, 1자리로 다르다. 번호판의 종류에 따라 각 번호판에 맞는 특성을 고려하여 문자를 추출하여야 한다.

개별 문자를 추출하기 위하여 먼저 추출된 번호판 영역으로부터 수평 히스토그램으로 상·하단부 영역을 분리한다. 상단부 영역의 관할관청 기호와 차종별 기호를 분리하는 것 보다 하단부의 용도별 기호와 일련번호를 분리하는 것이 더 쉽다. 왜냐하면, 상단부에서 신번호판과 구번호판에 따라 나타나는 개별 문자의 수가 다르며 특히 구번호판에서 상단부의 문자영역 마다 비율이 조금씩 다름이 보였다. 따라서 본 논문에서는 먼저 수평히스토그램에 의해 상·하단부 영역을 분리하고 하단부 영역을 수직히스토그램에 의해 개별문자를 추출한 다음 사용자 정의에 의해 하단부 문자를 기준으로 상단부 문자를 추출한다. 신번호판에서 개별 문자 영역을 찾을 때는 다음의 방법을 이용하였다.

첫째, 그림 4에서 상단부 첫 번째 글자의 시작점 (a)은 하단부 첫 번째 글자의 right(b) 값을 이용한다.

둘째, 상단부 첫 번째 글자의 끝점(c)은 하단부 두 번째 글자의 가운데(d) 값을 이용한다.

셋째, 상단부 두 번째 글자의 시작점은 상단부 첫 번째 글자의 right +1 값을 이용한다.

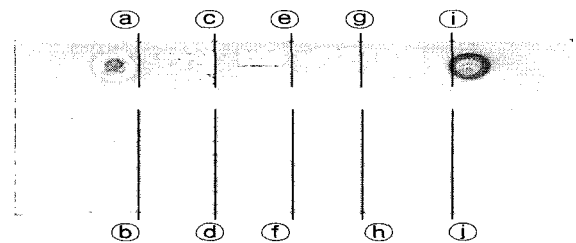
넷째, 상단부 두 번째 글자의 끝점(e)은 하단부 세 번째 글자의 1/4 지점(f)의 값 이용한다.

다섯째, 상단부 세 번째 글자의 시작점은 상단부 두 번째 글자의 right +1 값을 이용한다.

여섯째, 상단부 세 번째 글자의 끝점(g)은 하단부 세 번째 글자와 네 번째 글자 사이의 3/4 (h) 값을 이용한다.

일곱째, 상단부 네 번째 글자의 시작점은 상단부 세 번째 글자의 right +1 값을 이용한다.

여덟째, 상단부 네 번째 글자의 끝점(i)은 하단부 네 번째 글자와 다섯 번째 글자사이의 간격의 2/5(j)값을 이용한다.



[그림 4] 사용자 정의에 따른 신 번호판 상단부 문자 추출

구 번호판에서 개별 문자 영역을 찾을 때는 다음의 방법을 이용하였다.

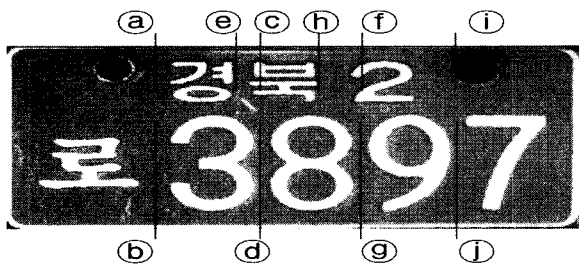
첫째, 그림 5에서 상단부 첫 번째 글자의 시작점 (a)은 하단부 첫 번째 글자와 두 번째 글자의 사이의 가운데(b) 값을 이용한다.

둘째, 상단부 첫 번째 글자의 끝점(c)은 하단부 두 번째 글자와 세 번째 글자의 사이의 가운데 (d) 값을 이용한다.

셋째, 상단부 두 번째 글자의 시작점(e)은 상단부 첫 번째 글자의 right+1 값을 이용한다.

넷째, 상단부 두 번째 글자의 끝점(f)은 하단부 세 번째 글자와 네 번째 글자 사이의 가운데 (g) 값을 이용한다.

다섯째, 상단부 세 번째 글자의 시작점(㉑)은 상단부 두 번째 글자의 right+1값을 이용한다.
 여섯째, 상단부 세 번째 글자의 끝점(㉒)은 하단부 네 번째 글자와 다섯 번째 글자 사이의 가운데(㉓) 값을 이용한다.



[그림 5] 사용자 정의에 따른 구 번호판 상단부 문자 추출

3.5 특징 벡터 구성

일반적으로 패턴을 가장 잘 표현할 수 있는 특징을 추출하여 특징 벡터를 만들어야 번호판 인식에서 좋은 인식률을 볼 수 있다. 본 연구에서는 문자 영상을 이진화 한 후 1의 개수가 같도록 가변 그물눈을 생성한 후 각 블록 내에서의 1의 비율을 계산한 값을 특징 벡터로 사용하였다. 즉, 추출된 개별 문자 영역에 대하여 수평·수직 방향으로 1의 개수가 같도록 8분할하여 그물눈을 생성한 후 수평 방향과 수직 방향이 겹치는 영역에 대하여 1의 개수 대 0과 1의 전체 개수의 비를 각각 매핑한다. 매핑된 특징벡터는 64차원 (8×8)이며 각 차원은 0과 1 사이의 값을 갖는다.

4. 문자인식

자동차 번호판에서 올 수 있는 패턴의 종류는 관할관청(지역별) 분류기호 32개, 용도별 기호 84개 일련번호 인 숫자 10개로서 중복되는 패턴 18개를 제외하면 총 108개이다. 인식하고자 하는 패턴이 잡음이나 왜곡 없이 깨끗하다면 인식 과정은 간단하게 수행될 것이다. 그러나, 실제로 본 논문에서 사용하는 방법으로 얻어진 영상은 간단한 방법으로 인식하기에는 어려울 정도로 왜곡이나 변형이 심한 경우가 많다. 앞서 기울기 보정이나 잡음 제거 등 전처리를 확실히 하였다 하더

라도 번호판 자체에 훼손이 심한 경우는 간단한 방법의 알고리즘으로는 인식률이 좋지 않다. 따라서 본 논문에서는 다중 클래스 인식을 위한 SVM(Support Vector Machines)을 이용한 방법, SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델로 인식을 하고자 하였다.

4.1 Support Vector Machines을 이용한 방법

SVM은 two-class 분류기로서, 일반적인 다중 클래스 패턴인식 문제에는 적용할 수 없다. 번호판 문자 인식에 사용하기 위해서는 다중 클래스 인식을 지원하는 확장된 SVM 분류기가 필요하다. 본 논문에서는 다중 클래스 인식을 위해 One to Others method를 사용하여 번호판 문자 인식을 한다. 다른 방법들도 있으나, [22]에서 인식률 및 속도면에서 One to Others method 방법이 좋음을 알 수 있다. 사용한 SVM 소프트웨어는 Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin에 의해 제작된 LIBSVM이다[24].

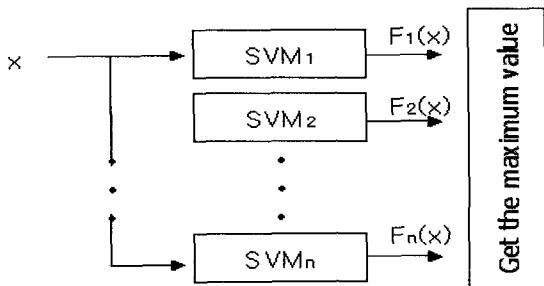
4.1.1 학습

LIBSVM은 학습 데이터가 실수의 벡터로 표현되는 것을 요구한다. 각 학습 데이터 파일은 positive 데이터와 negative 데이터로 구성된다. positive 데이터는 학습하고자 하는 파일의 특징 벡터들로 목표 값이 1로 표현되고, negative 데이터는 학습하고자 하는 파일을 제외한 모든 패턴들의 positive 데이터로서 -1로 표현된다. 이렇게 구성되어진 학습 데이터 파일들은 각각의 SVM 분류기에 의해 학습되어진다.

4.1.2 인식

인식은 개별 문자로부터 얻어진 특징 벡터가 n개의 SVM 분류기로 입력된다. 학습된 모델 파일의 결과를 이용하여 각 분류기의 결과를 출력하여 최대값을 찾는다. 그림 6은 인식 방법을 보여준다.

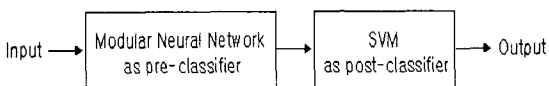
각 분류기의 결과를 비교하여 최대값을 선택하는 것이기 때문에 해당하는 SVM 분류기에서 낮은 결과값을 출력한다면 잘못된 분류를 하게된다. 즉, 해당 클래스를 구분하는 개별 분류기의 성능에 매우 의존적이라는 것이 단점이다.



[그림 6] One to Others method를 이용한 인식

4.2 신경망 결합을 통한 다중 SVM

다중 클래스 인식을 위한 One to Others method에서 SVM의 성능은 해당 클래스를 구분하는 개별 SVM 분류기의 성능에 매우 의존적이라는 것이 문제이다. 따라서 이 문제를 해결하기 위하여 해당 클래스를 구분하는 분류기에 대한 의존도를 낮추고자 SVM에 기존의 모듈라 신경망[26-28]을 결합한 방법을 제안한다.



[그림 7] 모듈라 신경망과 SVM 결합

그림 7에서처럼 전처리기인 모듈라 신경망과 후처리기인 SVM을 결합한 형태로 구성된다. 모듈라 신경망에서 학습된 결과를 이용하여 각자의 결과를 출력하게 되는데, 이를 후처리기의 학습 데이터 및 인식 과정에서 입력 패턴으로 사용하게 된다. 각 신경망에서 출력되는 결과를 종합하여 사용함으로써 SVM 분류기에서 출력하는 값에 대한 신뢰를 높여 SVM 분류기가 조금 더 명확한 인식 결과를 얻게 한다.

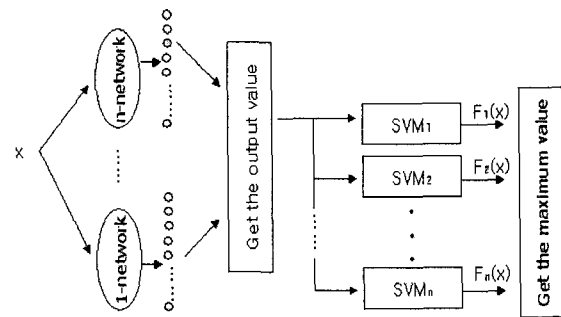
4.2.1 학습

모듈라 신경망에서 사용할 표준 패턴들에 대한 학습과 SVM 분류기에서 사용할 모듈라 신경망의 출력값들을 종합한 패턴들을 학습한다. 전처리 분류기로서 모듈라 신경망은 [26-28]에서 소개한 신경망 구조로 구성된다. 전체 표준 패턴을

K-means 클러스터링 알고리즘을 이용하여 유사하지 않은 특징 벡터간의 그룹핑 방법을 이용하여 표준 벡터들을 클러스터링 한다. 사전에 결정된 그룹의 수 k에 기초하여 전체 데이터를 k개의 그룹으로 구분, 이를 다층퍼셉트론들로 구성한다. 소개된 국부층에 있는 모듈, 즉 서브네트워크별로 해당 학습데이터를 다층퍼셉트론을 통하여 학습한다. 두 번째 학습은 SVM 분류기에서 사용할 학습 패턴으로서 전처리기에서 출력한 모듈라 신경망의 출력값들을 종합하여 학습한다.

4.2.2 인식

추출된 개별 문자의 특징 벡터(x)가 전처리기로 입력되면 각 모듈라 신경망은 학습된 결과를 이용하여 각자의 결과를 출력하게 된다. 입력 패턴은 64차원의 실수 값이며 각 모듈라 신경망의 출력값은 각 모듈라 신경망이 담당하는 학습패턴과의 유사도이다. 출력된 결과를 종합하여 후처리기의 입력 데이터로 사용되며, n개의 SVM 분류기로 입력된다. 학습된 모델 파일의 결과를 이용하여 각 분류기의 결과를 출력하여 최대값을 찾는다.



[그림 8] 모듈라 신경망을 결합한 SVM 분류기 인식

5. 실험 및 결과

본 논문에서의 실험 환경은 차량 영상을 획득하는 카메라를 이동중인 차량에 카메라를 설치하여 주행 중에 정지 또는 주행중인 자동차의 영상을 획득하여 인식하는 것이다. 주어진 환경에서 시스템의 인식률을 높이기 위하여 3장과 4장에서 여러 방법들을 제안하였는데, 기존의 번호판 인식 방법과 제안한 방법의 성능을 비교, 평가하였다.

5.1 실험 데이터

실험에서 사용한 학습 데이터의 수는 Photoshop 6.0에서 차량번호와 가장 유사한 hygodic-extra 폰트를 조작해서 만든 크기 60×60 샘플 데이터 108개, 주행 중에 획득한 영상 106개 그리고 디지털 카메라로 획득한 정지 영상 632개이며, 테스트 데이터 영상의 수는 총 300개이다. 번호판 영역 추출에 대한 실험(5.2절)에서는 전체 영상을 테스트 데이터로 사용하였으며, 또한 모듈라 신경망과 SVM 그리고 모듈라 신경망과 SVM을 결합한 방법에 대한 인식률 비교(5.3절)에서는 번호판 영역 추출이 가능한 217개의 영상 중 용도별 문자 테스트를 위하여 217개 개별 문자를 사용하였다.

5.2 번호판 영역 추출 방법에 대한 비교

번호판 영역 추출은 명암도 변화와 색상 정보를 이용한 방법, 에지 기반 번호판 영역 검출 방법에 대하여 주행 중에 획득한 영상 300개를 실험하였다.

[표 1] 번호판 영역 추출 방법에 대한 비교

	명암도 변화와 색상 정보를 이용한 방법	에지 기반 번호판 영역 검출 방법
테스트 데이터 수	300	300
오추출	105	46
추출율(%)	65%	84.66%

표 1에서 보는 바와 같이 본 실험 환경에서는 명암도 변화와 색상 정보를 이용한 방법 보다 에지 기반 번호판 영역 검출 방법이 성능이 좋았다. 이는 주행중인 자동차에 설치된 카메라가 자동으로 움직이면서 주행중인 차량의 영상을 획득하므로, 획득한 영상이 심하게 떨리거나 촬영 장소나 시간에 따라 그림자나 역광 등이 발생한다. 색상 정보를 이용할 경우에는 빛에 아주 민감하기 때문에 제대로 번호판 영역을 추출할 수 없음을 알 수 있다.

5.3 모듈라 신경망, SVM, 모듈라 신경망을 결합한 SVM 비교

모듈라 신경망, SVM, 모듈라 신경망을 결합한 SVM 분류기의 성능을 평가하기 위해서, 디지털 카메라로 정지 차량으로부터 획득한 번호판 632개를 학습 데이터로 사용하였으며, 주행중인 자동차에 설치된 카메라로부터 획득한 번호판 217개를 테스트 데이터로 사용하였다. 인식은 전체 문자에 대해서 수행하지 않고 하단부 용도별 문자에 대해서만 적용하였다. 이유는 용도별 문자의 패턴 수가 가장 다양하여 모듈라 신경망을 구성하기에 적당하기 때문이다. 아래 표 2은 인식 부분에서 사용한 방법에 따라 하단부 용도별 문자에 대한 인식률을 보여준다.

표에서 보는 바와 같이 테스트 데이터가 깨끗한 영상뿐만 아니라 심하게 떨리거나 그림자 또는 역광 등 질이 좋지 않은 영상에서의 실험은 충분한 학습을 하더라도 신경망의 성능보다는 SVM의 성능이 조금 더 나음을 알 수 있었다. 또한 하나의 인식 모델을 사용하는 것 보다 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델의 성능이 좋았다. 위 표에서 각 인식 모델에서 인식 오류는 번호판 개별 문자 영역 검출 오류와 획득한 영상의 심한 떨림으로 인한 개별 문자에 잡음이 첨가된 인식 오류, 그리고 그림자에 의한 이진화 오류가 있다.

[표 2] 모듈라 신경망, SVM 과 결합한 방법과의 인식률 비교

	모듈라 신경망	SVM	모듈라 신경망을 결합한 SVM	비고
총 테스트 수	217	217	217	주행 중 획득한 영상
인식실패	58	30	25	
인식률	73.0%	86.17%	88.47%	

개별 문자 영역 검출 오류는 번호판에 물리적인 네온 램프나 자동차 회사 브랜드에 의한 개별 문자 영역 분리 오류를 일으킨다. 심한 떨림으로 인한 개별 문자에 잡음이 첨가된 인식 오류는 카메라가 부착된 자동차가 손상과 노후가 심한 도

로 노면에서 자동차 영상을 획득하였을 경우 번호판의 문자가 겹침 현상이 나타나 개별 문자의 영역에 잡음의 영향으로 유사한 형태의 다른 문자로 인식하는 오류를 일으킨다. 그림 9는 비록 떨림 현상이 있는 화면이나 정상적으로 번호판을 인식하는 예이다.



[그림 9] 번호판 인식 예

그림자에 의한 잘못된 이진화 오류는 차량 후면부 영상에서 많이 나타난다. 이는 대부분 번호판이 위치적으로 트렁크나 범퍼 내에 있어 낮 시간대에 촬영한 영상에서는 그림자가 심하게 드리워져 있어 특징 벡터를 추출 할 때 잘못된 이진화로 입력 벡터가 충분하지 못하여 인식이 잘 못 되는 경우가 있다.

6. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 실제 도로 영상에서 주행 중인 차량에 카메라를 설치하고 정지 또는 움직이는 차량의 영상을 획득하여 번호판 영역을 추출하고 번호판 문자를 인식하는 보다 안정성 있고 정확한 성능을 가진 방법을 제시하고자 하였다.

차량 번호판 인식에 있어 번호판 영역 추출은 전체 시스템의 성능을 좌우하는 부분으로 본 연구에서는 에지 기반 번호판 영역 검출 방법을 사용하였다. 번호판 문자 인식을 위하여 본 논문에서는 획득된 차량 영상에서 개별 문자를 추출하고 특징 벡터를 구한 다음 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델을 제안하였으며, 실험을 통하여 제안하는 기법이 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다.

실용적인 시스템을 구축하기 위해서는 번호판 추적 알고리즘, 보다 빠른 번호판 영역 검출 방

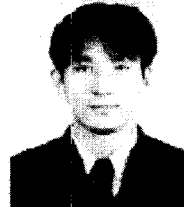
법, 그림자에 의한 잘못된 이진화 오류, 개별 문자 영역 검출 오류 등 해결해야 할 과제가 남아 있다.

참고 문헌

- [1] http://www.keona.co.kr/product_its1.html (건
아정보기술)
- [2] N. A. Khan et. al., "A License Plate Recognition System," Proc. Intl. Conf. on Applications of Digital Image Processing XXI, pp.14-24, 1998.
- [3] J. R. Cowell, "Syntactic Pattern Recognizer for Vehicle License Plates," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.4, No.4, pp.790-799, 1995.
- [4] H. A. Hrgt, et. al., "A High Performance License Plate Recognition System," Proc. IEEE Intl. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Vol.5, pp.4357-4362, 1998.
- [5] 김병기, "명암변화와 칼라정보를 이용한 차량 번호판 인식," 한국정보처리학회 논문지(A), 제6권 제12호, pp 3683-3693, 1999. 12.
- [6] 김숙, 조형기, "명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘," 정보과학회논문지(B), 제25권 제4호, pp676-684, 1998.
- [7] M. R. Fairchild, Color Appearance Model, Wesley, 1998.
- [8] Fafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1993.
- [9] 이병모, 차의영, "HSI 컬러 정보와 레이블링을 통한 차량 번호판 추출," 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.02, pp.442-444, 2001. 10.
- [10] 이화진, 박형철, 전병환, "HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출," 한국정보처리학회 논문지 A, Vol.07, No.12, pp.3995-4003, 2000. 12.
- [11] D.H. Ballard, Computer Vision, Prentice-Hall, Inc. pp76-79, 1991.
- [12] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이

- 용한 차량 번호판 포착”, 한국정보과학회 논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.
- [13] M.Yu, Y.D.Kim, “An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching,” IEEE International Conference on Systems, Man and Cyvernetics, Vol. 4, 2000.
- [14] 조보호, 정성환, “ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식,” 한국정보과학회, '97 가을 학술 발표 논문집(2), pp. 455-458, 1997, 10.
- [15] 김도형, 이선화, 김미숙, 차의영, “자동차 번호판 영역의 문자추출과 인식에 관한 연구,” 정보과학회 2000년 추계학술대회, Vol. 27, No. 02, pp. 0338-0340, 2000. 10.
- [16] 강동구, 김도현, 최선아, 차의영, “모폴로지와 ART2를 이용한 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구,” 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol. 28, No. 02, pp. 0328-0330, 2001. 10.
- [17] 김대수, 신경망 이론과 응용(I), 하이테크정보, 1992.
- [18] Colin Campbell,, An Introduction to Kernel Methods, Radial Basis Function Networks: Design and Applications, Springer Verlag, Berlin, 2000
- [19] Vladimir N. Vapnik, An Overview of Statistical Learning Theory, IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 10, No. 5, pp.988-999, 1999. 9.
- [20] Simon Haykin, Neural Networks Comprehensive Foundation 2nd Edition, Prentice Hall, pp.318-348, 1999
- [21] 고재필, 김승태, 김은주, 변혜란, “신경망을 결합한 다중 SVM 분류기,” 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.02, pp.0163-0165, 2001. 10.
- [22] B. Zhao, Y. Liu, and S.W. Xia, “Support Vector Machines and its Application in Handwritten Numerical Recognition,” In Proceedings of 15th Int. Conference on Pattern Recognition, vol. 2, pp.720-723, 2000.
- [23] Hyeran Byun and Seong-Whan Lee, “Applications of Support Vector Machines for Pattern Recognition: A Survey,” SVM 2002, LNCS 2388, pp. 213-236, 2002.
- [24] <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>
- [25] K. P. Bennett and J. A. Blue. “A Support Vector Machine Approach to Decision Trees,” Department of Mathematical Sciences Math Report No. 97-100, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY 12180, 1997.
- [26] 박창석, 김병만, 이광호, 최조천, 오득환, “모듈라 신경망을 이용한 자동차 번호판 문자 인식,” 한국정보과학회, 가을학술발표 논문집, Vol. 29, No. 2, pp. 568~570, 2002, 10.
- [27] 박창석, 김병만, 서병훈, 이광호, “모듈라 신경망에 기반한 번호판 인식시스템의 특징벡터 클러스터링 방법에 따른 성능평가,” 한국정보과학회 추계학술대회, VOL. 30 NO. 01 pp. 313 ~ 315, 2003 . 04
- [28] 박창석, 김병만, 서병훈, 이광호, “모듈라 신경망을 이용한 자동차 번호판 문자인식,” 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 13, No. 4, pp. 409 ~ 415, 2003

박 창 석 (Chang Seok Park)



2002년 대구대학교 컴퓨터정보
공학부 공학사
2004년 금오공과대학교 소프트
웨어공학과 공학석사

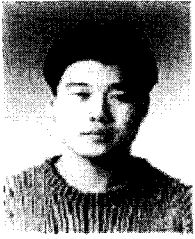
2004 ~ 현재 : Engineer, ibizlink, California
(관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 인공지능)

김 병 만 (Byeong Man Kim)



1987년 서울대학교 컴퓨터공학과
학사
1989년 한국과학기술원 전산학과
공학석사

1992년 한국과학기술원 전산학과 컴퓨터공학 박사
1992년~ 현재 금오공과대학교 컴퓨터 교수
1998년~1999년 미국 Univ. of California, Irvine
Post Doc.
(관심분야 : 인공지능, 정보검색, 소프트웨어 검증)

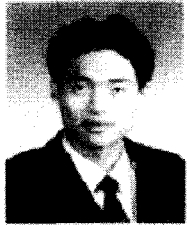


서 병 훈 (Byung Hoon Seo)

2003년 금오공과대학교 컴퓨터
공학부 소프트웨어공학전공
공학사

2003년~ 현재 금오공과대학교
소프트웨어공학과 석사과정

(관심분야 : 패턴인식, 인공지능)



김 준 우 (Jun Woo Kim)

2003년 금오공과대학교 컴퓨터
공학부 소프트웨어공학전공
공학사

2003년~현재 금오공과대학교
소프트웨어공학과 석사과정

(관심분야 : 패턴인식, 인공지능)



이 광 호 (Kwang Ho Lee)

1987년 서울대학교 컴퓨터공학과
학사

1989년 한국과학기술원 전산학과
공학석사

1996년 한국과학기술원 전산학과 컴퓨터 공학박사

1996년~현재 : 목포대학교 컴퓨터교육과 부교수

(관심분야 : 영상처리, 인공지능)