

# 모듈라 신경망이 결합된 다중 SVM 분류기를

## 이용한 번호판 인식

\*박창석<sup>0</sup> \*김병만 \*김준우 \*\*이광호  
\*금오공과대학교 일반대학원 소프트웨어공학과  
\*\*국립목포대학교 컴퓨터공학교육과

{icis1<sup>0</sup>, bmkim, yami}@se.kumoh.ac.kr \*\*klee@ai.mokpo.ac.kr

### Licence Plate Recognition Using a Multiple SVM Classifier Combined with Modular Neural Network

\*Chang Seok Park<sup>0</sup> \*Byeong Man Kim \*Jun woo Kim \*\*Kwang Ho Lee  
\*Dept. of Software Engineering, Kumoh National Institute of Technology  
\*\*Dept. of Computer Education, Mokpo National University

#### 요 약

기존의 번호판 인식 시스템에서는 대부분 카메라가 고정 상태에서 차량의 전면부를 찍어 영상을 획득하고, 이로부터 번호판을 추출하고 인식한다. 그러나 본 연구에서는 기존 연구들과 달리 이동 중인 자동차에 카메라를 설치하여 움직이는 자동차의 영상을 획득하여 번호판을 추출하고 인식한다. 인식하고자 하는 영상이 잡음이나 왜곡 없이 깨끗하다면 인식 과정은 간단하게 수행될 것이다. 그러나, 실제로 얻어진 영상은 간단한 방법으로 인식하기에는 어려울 정도로 왜곡이나 변형이 심한 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 SVM 전단에 모듈라 신경망을 결합하여 인식하는 방법을 사용함으로써 잡음과 같은 변형에 덜 민감하도록 하고자 하였다. 실험결과, 제안하는 분류기를 이용한 방법이 번호판 인식에 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

#### 1. 서 론

자동차 보급의 대중화에 따라 자동차에 관련된 사건, 사고가 급속히 늘어나고 있으며, 또한 산업 사회의 발전과 교통수단의 발달로 차량의 수는 지속적으로 증가하고 있다. 도난 차량의 경우만 하더라도 하루 평균 200여대씩 사건이 발생하고 있고, 도난 차량에 의한 이차적인 강력 범죄와 교통사고 등은 심각한 사회 문제로 제기되고 있다. 이러한 업무를 자동화함으로써 경찰 인력의 낭비를 최소화시키고 장비 현대화에 부응하는 과학 경찰의 이미지를 부각시키며 고속 주행과 신호 위반 시 발생하는 교통사고 재난을 미연에 방지하는데 기여하는 자동화 시스템이 필요하다. 따라서 이러한 자동화 시스템을 구축하기 위하여 자동차 번호판 인식 연구는 필수적이라 할 정도로 중요한 연구 대상이 되고 있다. 기존의 효율적 관리와 사고방지 등의 목적으로 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, 범칙 차량 등의 문제 차량의 운전자가 도로상에서 고정된 카메라의 위치를 알고 있다면 선회하여 갈 수 있기 때문에 차량 검거 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 설치하여 사용

한다면 상당히 효율적일 것이다. 이러한 맥락에서 본 논문에서는 이동 중인 차량에 부착된 카메라로부터 획득된 번호판 문자를 인식하는 방법을 제안하였다.

본 논문에서는, 번호판 인식을 위하여 다중 클래스 인식을 지원하는 SVM(Support Vector Machines)과 모듈라 신경망을 비교 실험하였으며, 그리고 좀 더 인식률을 높이기 위하여 SVM을 모듈라 신경망과 결합하여 다중 클래스 분류기로 확장하는 방법을 제안하고 성능을 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 다중 클래스 SVM을 이용한 번호판 문자 인식, 그리고 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델의 문자 인식에 대해서 살펴본다. 3장에서는 실험을 통한 검증, 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 다룬다.

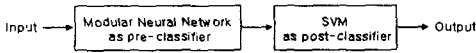
#### 2 모듈라 신경망 결합을 통한 다중 SVM

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 그룹 1처럼 이동 중인 자동차에 카메라를 설치하여 움직이는 자동차 후면의 영상을 획득하여 번호판을 추출하고 인식한다.



[그림 1] 본 연구에서의 차량 영상 획득

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 기술기 보정이나 잡음 제거 등 전처리를 확실하게 하였다 하더라도 번호판 자체에 훼손이 심한 경우는 간단한 방법의 알고리즘으로는 인식률이 좋지 않다. 따라서 본 논문에서는 SVM 분류기에 모듈라 신경망[11-14]을 결합한 모델로 인식을 하고자 하였다.



[그림 2] 모듈라 신경망과 SVM 결합

그림 2에서처럼 전처리기인 모듈라 신경망과 후처리기인 SVM을 결합한 형태로 구성된다. 모듈라 신경망에서 학습된 결과를 이용하여 각자의 결과를 출력하게 되는데, 이를 후처리기의 학습데이터 및 인식 과정에서 입력 패턴으로 사용하게 된다. 각 신경망에서 출력되는 결과를 종합하여 사용함으로써 SVM 분류기에서 출력하는 값에 대한 신뢰를 높여 SVM 분류기가 좀더 명확한 인식 결과를 얻게 한다.

### 2.1 학습

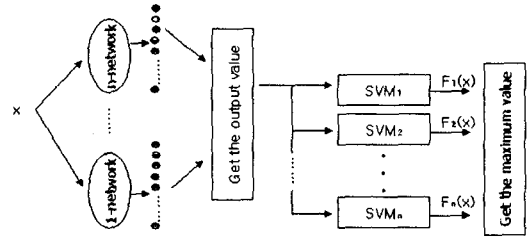
모듈라 신경망에서 사용할 표준 패턴들에 대한 학습과 SVM 분류기에서 사용할 모듈라 신경망의 출력값들을 종합한 패턴들을 학습한다. 전처리 분류기로서 모듈라 신경망은 [11-14]에서 소개한 신경망 구조로 구성된다. 전체 표준 패턴을 K-means 클러스터링 알고리즘을 이용하여 유사하지 않은 특징 벡터간의 그룹핑 방법을 이용하여 표준 벡터들을 클러스터링 한다. 사전에 결정된 그룹의 수 k에 기초하여 전체 데이터를 k개의 그룹으로 구분, 이를 다중퍼셉트론들로 구성한다. 소개된 극부층에 있는 모듈, 즉 서브네트워크별로 해당 학습 데이터를 다중퍼셉트론을 통하여 학습한다.

두 번째 학습은 SVM 분류기에서 사용할 학습 패턴으로서 전처리기에서 출력한 모듈라 신경망의 출력값들을 종합하여 학습한다.

### 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. 자세한 내용은 [11]을 참고하기 바란다.

출력된 결과를 종합하여 후처리기의 입력 데이터로 사용되며, n개의 SVM 분류기로 입력된다. 학습된 모델 파일의 결과를 이용하여 각 분류기의 결과를 출력하여 최대값을 찾는다.



[그림 3] 모듈라 신경망을 결합한 SVM 분류기 인식

### 3. 실험 및 결과

실험에서 사용한 학습 데이터의 수는 Photoshop 6.0에서 차량번호와 가장 유사한 hygodic-extra 폰트를 조작해서 만든 크기 60x60 샘플 데이터 108개, 주행 중에 획득한 영상 106개 그리고 디지털 카메라로 획득한 정지 영상 632개이며, 테스트 데이터 영상의 수는 총 300개이다. 모듈라 신경망과 SVM 그리고 모듈라 신경망과 SVM을 결합한 방법에 대한 인식률 비교에서는 번호판 영역 추출이 가능한 217개의 영상 중 용도별 문자 테스트를 위하여 217개 개별 문자를, 전체 개별 문자의 인식률을 테스트하기 위해 885개의 개별문자를 사용하였다. 이와 같이, 학습 데이터의 수와 테스트 데이터의 수가 실험마다 다른 이유는 연구 방법에 대한 비교와 테스트 방법에 따라 다르기 때문이다.

아래 표 1은 인식 방법에 따른 하단부 용도별 문자에 대한 인식률을 보여준다.

[표 1] 모듈라 신경망, SVM 과 결합한 방법과의 인식률 비교

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

주행 중 획득한 영상으로 실험을 한 모듈라 신경망을 이용한 인식에서는 재학습 없이 73%의 인식률을 보였으며, 동일한 실험 방법으로 One to Others method SVM에서는 86.17%의 인식률을, 제안한 방법인 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 방법에서는 88.47%의 인식률을 보였다.

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 나옴을 알 수 있었다. 또한 하나의 인식 모델을 사용하는 것 보다 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 모델의 성능이 좋았다.

표 2는 인식 방법에 따른 번호판 개별 문자에 대한 인식 성능을 보여준다.

[표 2] 인식 방법에 따른 번호판 개별 문자 인식 비교

	모듈라 신경망	SVM	모듈라 신경망을 결합한 SVM	비고
테스트 수	885	885	885	전체 개별 문자
인식실패	53	46	29	
인식률	94.01%	94.80%	96.72%	

표 1에서는 번호판에서 나타나는 전체 패턴에 대하여 모듈라 신경망을 구성하고 실험하였으나, 표 2에서는 하단부 용도별 패턴에 대해서만 2개의 서브네트워크로 모듈라 신경망을 구성하고, 상단부 지역별 패턴과 숫자 패턴은 각각 단일 신경망으로 구성하였다. 주행 중 획득한 영상으로 실험을 한 모듈라 신경망을 이용한 인식에서는 94.01%의 인식률을 보였으며, 동일한 실험 방법으로 One to Others method SVM에서는 94.80%의 인식률을, 제안한 방법인 SVM 분류기에 모듈라 신경망을 결합한 방법에서는 96.72%의 인식률을 보였다. 표 2에서 보듯이 하단부 용도별 문자에 대한 실험을 전체 개별문자로 확장 할 경우에도 제안한 방법이 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.

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 오류 등이 있었다. 개별 문자 영역 검출 오류는 번호판에 물리적인 네온 램프나 자동차 회사 브랜드에 의한 오 판단으로 발생하였으며 심한 떨림으로 인한 개별 문자에 잡음이 첨가된 인식 오류는, 카메라가 부착된 자동차가 손상과 노후가 심한 도로 노면에서 자동차 영상을 획득하였을 경우, 번호판의 문자가 겹칠 현상이 나타나 개별 문자의 영역에 잡음이 첨가되어 발생하였다. 그림자에 의한 잘못된 이진화 오류는 차량 후면부 영상에서 많이 나타났다. 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 잘못되는 경우가 있었다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문은 실제 도로 영상에서 주행 중인 차량에 카메라를 설치하고 정지 또는 움직이는 차량의 영상을 획득하여 문자를 인식하는 환경이었다. 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 확인할 수 있었다.

실용적인 시스템을 구축하기 위해서는 번호판 추적 알고리즘, 보다 빠른 번호판 영역 검출 방법, 그림자에 의한 잘못된 이진화 오류, 개별 문자 영역 검출 오류 등 해결해야 할 과제가 남아있다.

[참고 문헌]

[1] [http://www.keona.co.kr/product\\_its1.html](http://www.keona.co.kr/product_its1.html) (건아정보기술)

[2] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식," 한국정보과학회, '97 가을 학술 발표 논문집(2), pp. 455-458, 1997, 10.

[3] 김도형, 이선화, 김미숙, 차의영, "자동차 번호판 영역의 문자추출과 인식에 관한 연구,"정보과학회 2000년 추계학술대회, Vol. 27, No. 02, pp. 0338-0340, 2000.

[4] 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.

[5] Colin Campbell,, An Introduction to Kernel Methods, Radial Basis Function Networks: Design and Applications, Springer Verlag, Berlin, 2000

[6] Vladimir N. Vapnik, An Overview of Statistical Learning Theory, IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 10, No. 5, pp.988-999, 1999. 9.

[7] Simon Haykin, Neural Networks Comprehensive Foundation 2nd Edition, Prentice Hall, pp.318-348, 1999

[8] 고재필, 김승태, 김은주, 변해란, "신경망을 결합한 다중 SVM 분류기," 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.02, pp.0163-0165, 2001. 10.

[9] 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.

[10] Hyeran Byun and Seong-Whan Lee, "Applications of Support Vector Machines for Pattern Recognition: A Survey," SVM 2002, LNCS 2388, pp. 213-236, 2002.

[11] 박창석, 김병만, 이광호, 최조천, 오득환, "모듈라 신경망을 이용한 자동차 번호판 문자인식," 한국정보과학회, 가을학술발표 논문집, Vol. 29, No. 2, pp. 568-570, 2002, 10.

[12] 박창석, 김병만, 서병훈, 이광호, "모듈라 신경망에 기반한 번호판 인식시스템의 특징벡터 클러스터링 방법에 따른 성능 평가," 한국정보과학회 춘계학술대회, VOL. 30 NO. 01 pp. 313 ~ 315, 2003. 04

[13] 박창석, 김병만, 서병훈, 이광호, "모듈라 신경망을 이용한 자동차 번호판 문자인식," 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 13, No. 4, pp. 409 ~ 415, 2003

[14] 박창석, 이동 차량에서의 실시간 자동차 번호판 인식, 금오공과대학교 대학원 소프트웨어공학과 공학석사 학위 논문, 2003