
차량 규격과 특징 패턴을 이용한 자동차번호판 추출

남기환* · 배철수*

Extracting Of Car License Plate Using
Motor Vehicle Regulation And Character Pattern Recognition

Kee-hwan Nam* · Cheol-soo Bae*

요 약

자동차의 번호판을 인식하는 것은 차량을 식별하는데 있어서 매우 중요하다. 어두운 조명에서나 날씨가 나쁠 경우 차량의 형상이 왜곡 될 수 있고, 번호판을 식별하는데 어려움이 있다. 본 논문은 차량의 규격을 이용하여 효율적으로 번호판을 추출하는 방법을 제안한다. 이 방법에서 색상이나 형태처럼 차량의 규격을 따르는 자동차 번호판의 특징들은 번호판의 후보영역으로 결정되고, 신경망에 의해 숫자나 문자의 패턴 갖는 영역이 번호판 영역으로 인식된다. 또한 특징패턴인식의 결과로서 번호판을 확정하였다. 70개 차량영상을 실험해 본 결과 번호판 추출률에서는 84.29 %, 인식률에서는 80.81 %의 결과를 나타내었다.

ABSTRACT

Extracting of car license plate is important for identifying the car. Since there are some problems such as poor ambient lighting problem, bad weather problem and so on, the car images are distorted and the car license plate is difficult to be extracted. This paper proposes a method of extracting car license plate using motor vehicle regulation. In this method, some features of car license plate according to motor vehicle regulation such as color information, shape are applied to determine the candidate of car license plates. For the result of recognition by neural network, the candidate which has characters and numbers patterns according to motor vehicle regulation is certified as license-plate region. The results of the experiments with 70 samples of real car images show the performance of car license-plate extraction by 84.29%, and the recognition rate is 80.81%.

키워드

번호판추출, 번호판인식, 특징패턴, 신경망

1. 서론

주차요금, 고속도로요금, 교통데이터의 기록, 범죄 예방 등의 이유로 차량을 확인하는 작업은 매우 중요한 일이다. 그러나 자동차의 수가 급증함에 따라 사람이 일일이 차량을 확인하는 작업이 어렵게 되었다. 따라서 각기 다른 번호판을 효율적으로 인식하기 위한 자동화 체계가 요구된다. 번호판을 효과적으로 포착하고 인식하는 연구방법으로 다음과 같은 방법들이 제안되었다. LOFUTO, MORGAN, JOHNSON^[1]은 광학문자인식방법을 제안하였고, JOHNSON과 BIRD^[2]는 자동화된 자동차 인식을 위해 템플릿매칭을 이용한 방법을 제안했다. 그리고 FAHMY^[3]는 숫자판 해독을 위해 BAM 신경망을 사용하여 번호판의 포착과 기호의 분류를 가능하게 했지만 이 방법은 적은 수의 차량을 인식하는데 적합하다. NIJHUIS, TER BRUGGE, 그리고 HELMHOLF^[4]는 번호판 형태를 추출하기 위하여 Discrete-Time Cellular Neural Networks (DTCNN'S)를 사용하였다. H.J.CHOI^[5]와 H.S.KIM^[6]은 Hough Transform(HT)를 사용한 수직 에지에 기초한 방법을 제안하였다. 이 방법은 번호판이 수직 에지가 있다고 가정한 방법인데 HT 사용은 번호판의 변형에 민감하고, 처리시간에 많이 소요된다. E.R.LEE, P.K.KIM, 그리고 H.J.KIM^[7]은 기호나 문자를 인식하기 위한 방법으로 신경망을 이용하였고, S.K.KIM, D.W.KIM, H.J.KIM^[8]은 번호판 추출을 위해 영역기반을 기본으로 한 유전 알고리즘을 사용하였다. H.J.KIM, D.W.KIM, S.K.KIM, J.V.KIM, J.K.LEE^[9]은 색상 분할을 기반으로 한 유전 알고리즘을 사용하여 번호판을 발체하는 방법을 제안하였다. 그러나 이 방법도 많은 시간이 요구되는 단점이 있다. 본 논문은 번호판 추출 방법으로 색상이나 모양등의 차량의 규격을 이용하여 기호와 번호판의 색상과 직사각형 모양을 추출하였다. 그리고 번호판을 인식하기 위한 방법으로 문자와 숫자의 패턴은 4계층 역전파 신경망(backpropagation neural network)에 의해 인식된다. 인식결과는 번호판의 위치를 결정할 뿐만 아니라 기호를 인식하여 차량을 검증 할 수 있다. 그림 1은 한국 번호판의 예이다.



그림 1. 한국 번호판의 예
Fig. 1 An example of Korea license Plate

II. 시스템의 구조

시스템의 구조는 소프트웨어와 하드웨어 시스템으로 구성되어 있다. 그림 2의 하드웨어 시스템에서 차량의 앞면이나 뒷면 영상이 카메라에 포착되면, A/D 변환기를 거쳐서 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환되어 컴퓨터 메모리에 저장되고, 결과를 모니터에 나타낸다.

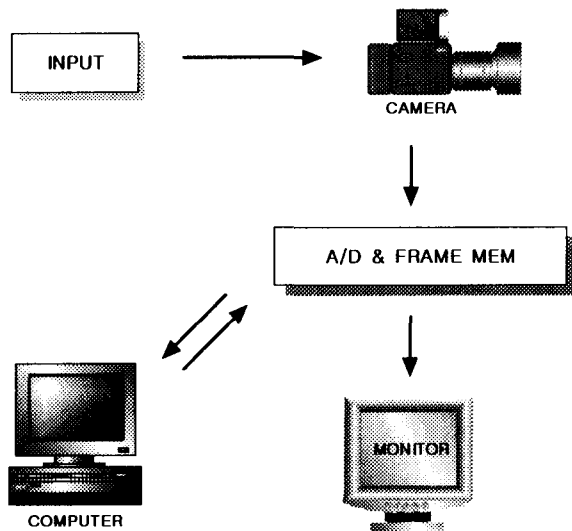


그림 2. 하드웨어 시스템
Fig. 2 Hardware System

그림 3은 스텝을 보여주는 것으로 소프트웨어의 처리과정은 다음의 5단계로 거친다. 먼저 카메라에 포착된 차량의 앞부분 또는 뒷부분의 영상이 입력되면, 전처리과정을 거쳐 번호판의 색상이나 모양과 같은 규격

에 의해 특징점을 추출하고, 추출된 번호판은 4계층의 backpropagation 신경망을 사용하여 다시 특징들을 분류한 다음, 마지막으로 번호판의 위치와 인식결과가 모니터에 출력된다.

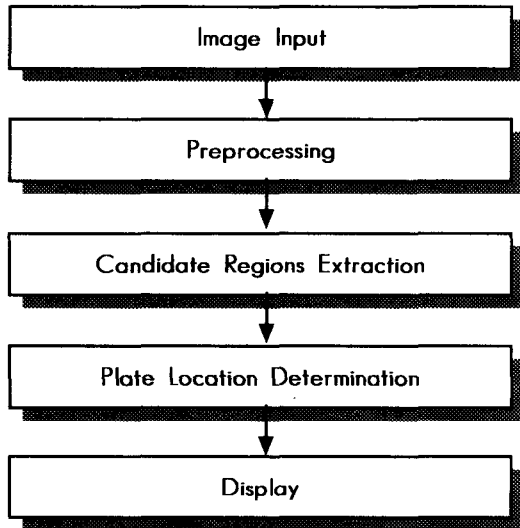
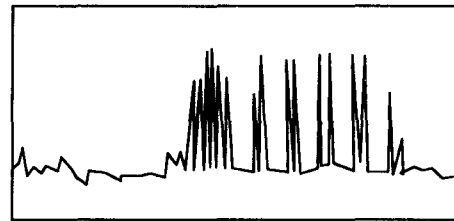


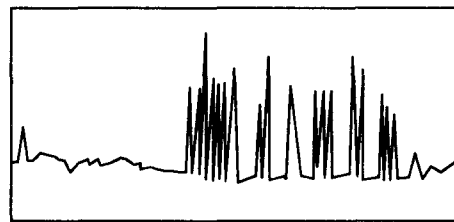
그림 3. 소프트웨어 시스템
Fig. 3 Software System

III. 번호판추출 알고리즘

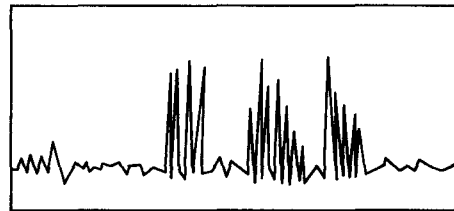
본 논문에서는 자동차영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 자동차영상의 아래에서 위로 일정한 간격으로 행을 이동하면서 명암도 변화를 조사한다. 영업용 자동차 번호판(황색 바탕, 군청색 문자)의 경우 배경 영역이 문자 영역보다 더 밝고, 자가용(초록색 바탕, 백색 문자)의 경우 문자 영역이 배경 영역보다 더 밝다. 이러한 영업용과 자가용의 번호판 영역의 특성 때문에 배경 영역과 문자 영역의 명암도 변화가 서로 상반되어 나타난다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 입력된 자동차 영상에 대하여 가로 방향을 따라 일정한 간격으로 미분 연산자를 적용하여 그림 4과 같이 번호판의 종류에 관계없이 일정한 에지 영상을 얻는다.



(a) 승합차



(b) 승용차



(c) 트럭

그림 4. 에지영상의 명암도 변화
Fig. 4 Change of edge images

그리고 차량 영상의 아래에서 위로 미분 연산자를 적용한 그 간격으로 식(1)에 의해 구한 임계값(T)을 이용하여 번호판 문자의 존재와 관련 있는 명암도 변화점의 개수와 위치를 알아낸다. 다음으로 번호판 영역의 최소 변화점 개수와 최대 변화점 개수의 조건에 만족되는 지를 조사하여 만족되지 않는 행은 무시하고, 만족되는 행에 대하여 변화점과 변화점의 위치를 병합하여 번호판의 최소 크기와 최대 크기를 만족하는 지 조사한다. 병합된 크기가 번호판의 크기와 만족되면 위에서 제시한 조건들을 만족하는 일정한 간격을 가지는 연속하는 행을 찾아 번호판 영역으로 추출한다.

$$T = \alpha \cdot \mu$$

$$\mu = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N f(i, j) \quad \text{식(1)}$$

$$M = M/\tau$$

여기서 T는 임계값, α 는 임의의 상수, μ 는 미분 연산자에 의해 처리된 $f(i, j)$ 영상의 평균, $N \cdot M$ 은 입력된 영상의 크기, τ 는 미분 연산자를 적용한 일정한 간격, 그리고 M 는 τ 로 M 을 나눈 영상의 세로 크기이다.

본 연구는 번호판 영역을 결정하기 위하여 차량의 색상이나 모양과 같은 인지결과를 사용하여 픽셀의 연결점으로 번호판영역을 분류하였다. 다음으로 숫자와 기호를 인식하기 위해 번호판을 수평, 수직 구도로 나눈다음, 최종적으로 4계층의 신경망을 사용하여 숫자와 기호를 분류하여 확정된 번호판이 모니터에 출력된다. 4계층 신경망의 구조를 그림 5에 나타내었다.

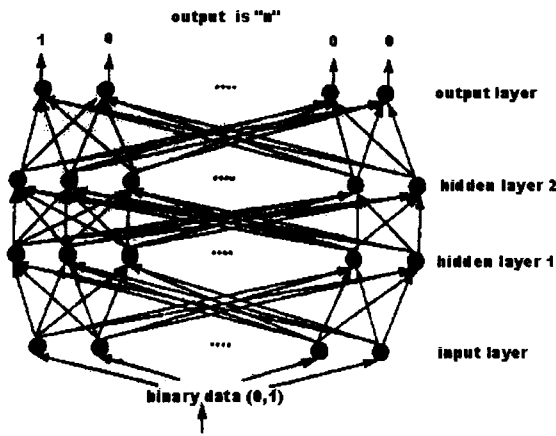


그림 5. 신경망의 구성
Fig. 5 Neural Network Configuration

신경망은 완전하게 연결되어 있어 식(2)의 시그모이드 함수에 따라 각 노드들이 학습하게 된다.

$$f(net) = O = \frac{1}{1 + e^{-(\sum WX + bias)}} \quad \text{식(2)}$$

$$f'(net) = O' = f(net)(1 - f(net)) \quad \text{식(3)}$$

식(3)에서 O는 비선형 출력함수의 출력값이고, W는 무게, X는 단위의 입력값이다. W와 bias는 처음의 상태에서 무작위로 선택되었고, 학습과정 동안 변경된다.

$$\Delta W_{ji}(t) = \eta \frac{\partial E}{\partial W_{ji}(t)} + \alpha \Delta W_{ji}(t-1) \quad \text{식(4)}$$

식(4)에서 $\Delta W_{ji}(t)$ 는 j계층과 i계층 사이의 지수t에서 변하는 중량이고, η 는 비율계수를 학습한다. 그리고 α 는 탄성계수이고, E는 중심점 i와 출력값의 중심점 j를 연결하는 출력값의 중량에서 유도된 오류이다.

$$\delta_j = f'(net_j)(d_j - o_j) \quad \text{식(5)}$$

$$\delta_j = f'(net_j) \sum (\delta_k W_{kj}) \quad \text{식(6)}$$

식(5)는 출력계층과 은닉층 사이의 중량변화를 나타낸 식이고, 식(6)은 은닉층과 입력계층 사이의 중량변화를 나타낸 수식이다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 디지털 카메라를 이용하여 자가용, 트럭, 승합차를 차량이 많은 오후시간대에 70개의 영상을 획득하였고 C언어를 이용하여 알고리즘을 구현하였다. 획득된 자동차 영상은 320×240 픽셀(Pixel)크기의 256 칼라 영상이다. 번호판에서 문자 영역을 추출한 후 효과적인 인식을 위하여 <표1>과 같이 크기를 정규화 하였다. 또한 번호판 영역의 각 문자에 대하여 학습 및 인식을 각각 나누어 시켰다.

표 1. 정규화

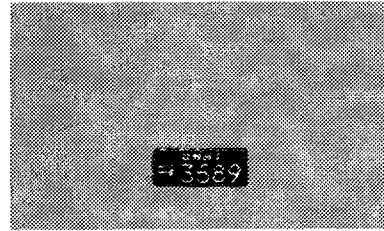
구분	관할관청 기호	용도별 기호	차종별 기호	등록번호
크기 (Pixel)	35×15	25×25	18×20	18×36

또한 <표2>는 각 단계별 처리 시간이다.

표 2. 단계별 처리시간

구분 (sec)	번호판영역 추출시간	문자영역 추출시간	문자인식 시간	전체
처리 시간	1.0	0.5	0.1	1.6

실험결과 번호판 추출률에서는 84.29%, 인식률에서는 80.81 %의 비교적 높은 결과를 나타내었다. 그림 6, 그림 7은 성공된 형태이고, 그림[8]은 실패한 예를 보여준다. 실패한 이유는 자동차가 오래되어 콘트라스가 낮은 번호판이나, 훼손이 심한 번호판은 기존의 방법으로서는 문자를 추출하기 위하여 이치화한 경우로서 문자 추출에 많은 어려움과 또한 범퍼 부분의 색상이 번호판의 색상과 유사해서 오류를 만들었기 때문이다.



(d)

그림 6. 테스트된 영상 (앞부분)

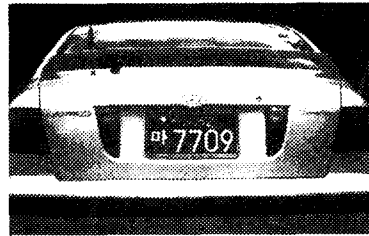
- (a) 원 영상(512*512)
- (b) 전처리 영상
- (c) 후보영역에서 추출된 문자
- (d) 번호판 인식

Fig. 6 Tested image

- (a) original image
- (b) preprocessing image
- (c) characters image extracted from candidate region
- (d) detected license plate region



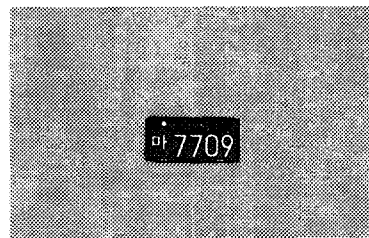
(a)



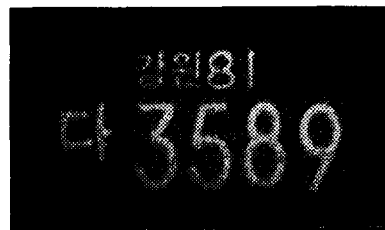
(a)



(b)



(b)



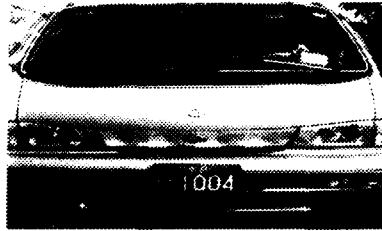
(c)

그림 7. 테스트된 영상 (뒷부분)

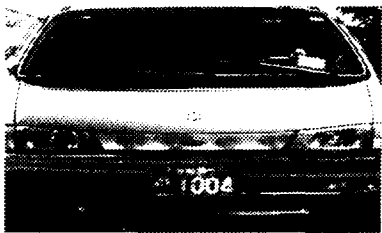
- (a) 원 영상(512*512)
- (b) 번호판 인식

Fig. 7 Tested image

- (a) original image
- (b) detected license plate region



(a)



(b)

그림 8. 실패한 영상

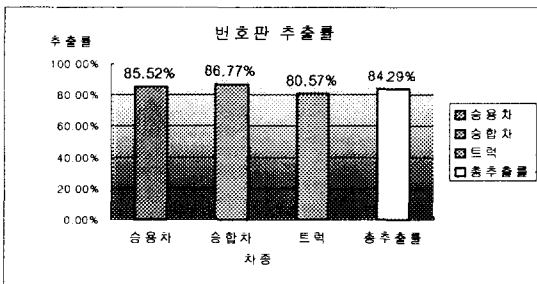
(a)원 영상(512*512)

Fig. 8 Failed image

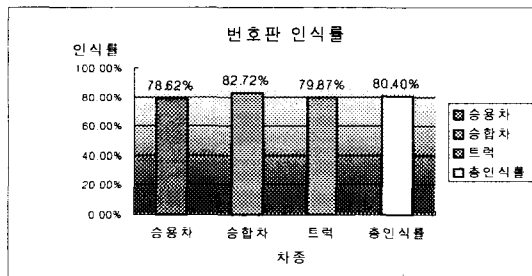
(a)original image

(d)전처리 영상

(b)preprocessing image



(a)



(b)

그림 9. 실험결과

(a) 번호판 추출률

(b) 번호판 인식률

Fig. 9 The result of the experiment

(a)License_plate extraction (b)License_plate recognition

V. 결론

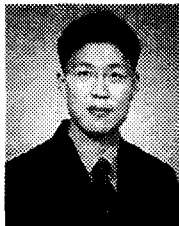
본 논문에서는 차량의 규격과 번호판의 특징패턴을 이용하여 자동차 번호판을 추출하기 위한 방법으로 각 차량의 색상, 모양, 기호형식과 같은 차량의 규격을 이용하여 자동차 번호판을 추출하는 방법을 제안하였다. 또한 다양한 오후 시간대에 자동차 영상을 획득하여 실험한 결과 84.29%의 추출율, 그리고 80.81%의 인식률을 보였으며, 평균처리시간은 1.6초의 시간을 보였다. 또한 테두리가 선명하지 않은 번호판과 훼손이 심한 번호판에서도 효과적으로 번호판을 추출해서 인식할 수 있었다. 향후 연구과제로서 볼트모양이 특이한 경우나 번호판이 손상된 경우의 번호판 추출방법과 저조도의 경우에 있어서도 효과적으로 번호판 영역을 추출할 수 있도록 하는 연구와 실험이 요구된다.

참고문헌

- [1] R.A. Lotufo, A.D. Morgan, and A.S. Johnson, 1990, "Automatic Number-Plate Recognition," Proceedings of the IEE Colloquium on Image analysis for Transport Applications, Vol.035, pp.6/1-6/6, February 16, 1990
- [2] M.M.M. Fahmy, 1994, "Automatic Number-plate Recognition : Neural Network Approach," Proceedings of VNIS'94 Vehicle Navigation and Information System Conference, 31 Aug-2 Sept, 1994
- [3] H.J. Choi, 1987, "A Study on the Extraction and Recognition of a Car Number Plate by Image Processing," Journal of the Korea Institute of Telematics and Electronics, Vol.24, pp. 309-315, 1987
- [4] H.J. Kim, K.W. Kim, S.K. Kim, J. V. Lee, J.K. Lee, 1997, "Automatic Recognition of Car License Plates Using Color Image Processing,"

- Engineering Design&Automation, 3(2), pp.215-225, 1997
- [5] 임은경, 김광백, "새로운 인공 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식에 관한 연구," 제11회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, pp. 243-245, 1999. 2
- [6] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구," 숭실대학교 석사 학위논문, 1995. 6.
- [7] R. Tanktak, M. Dufaut, and R. Husson, "Road Modeling and Vehicle Detection By Using Image Processing," IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, pp.2153-2158, Oct. 1994.
- [8] 허남숙, 조희정, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, pp.1353-1356, 1998.
- [9] A. James and Freeman, Neural Networks : Algorithm, Application and programming Techniques, Addison-Wesley. 1991.

저 자 소 개



남기환(Kee-Hwan Nam)

1995. 2 관동대학교 전자통신공학과 졸업(공학사)

2000. 2 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학석사)

2001. 3~현재 관동대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 재학중

※관심분야 : 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축



배철수(Cheol-Soo Bae)

1979. 2 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1981. 2 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1988. 8 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1991~현재 관동대학교 전자정보통신공학부 교수

※관심분야 : 디지털신호처리, 영상처리, 신경회로망