

적응적 템플릿 마스킹과 패턴 벡터 기법을 이용한 일본 차량 번호판 인식

김미진, 김국성, 이용주
동명정보대학교 정보통신공학과

Japanese License Plate Recognition Using Adaptive Template Masking and Pattern Vector Method

Mi-Jin Kim, Kook-Sung Kim and Eung-Joo Lee

Dept. of Information Communication Eng., TongMyong Univ. of Information Technology
E-Mail : ejlee@tit.ac.kr

요 약

본 논문에서는 일본 차량 번호판 인식에 적응적 템플릿 마스킹 방법을 이용하여 번호판 문자, 숫자를 분할하고 패턴벡터 기법을 이용하여 인식하는 방법을 제안하였다. 주, 야간과 거리에 따른 일본 차량 번호판 영상을 입력 받아 전처리 과정을 수행한 후 에지 정보와 명도값 변화의 빈도수를 이용하여 번호판 영역을 검출하였다. 검출된 번호판 영역에서 각 문자 및 숫자의 위치정보와 적응적 템플릿을 이용하여 분할하고 번호판의 지역문자를 무게중심 패턴으로 분류 한 다음 크기와 이동에 무관한 특성을 가지는 패턴 벡터를 적용하여 문자를 인식하였으며, 숫자는 Four Segment Pattern을 이용하여 인식하도록 하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 실제 일본 차량 번호판 인식에 적용한 결과 98.8% 추출율과 96.6%의 인식율을 나타내었다.

1. 서론

현재 국제화시대에 자동차 관련 산업의 발달은 자동차 운전 인구의 급속한 증가를 가져왔고, 이에 따라 주차관리, 교통법규위반, 차량과금, 도난차량 등 차량 관련 문제가 심각한 수준에 도달하고 있다. 자동차 도난 사고의 경우에는 하루 평균 200여대씩 발생하고 있으며, 고속도로, 도시화도로 등에서 자동차자동과금과 교통정보의 제반관리를 위한 차량 자동 인식에 대한 연구 필요성이 점차 늘어나고 있다.

일반적으로 차량 번호판 인식 과정은 영상획득, 번호판 영역 추출, 문자영역의 분할, 분할된 문자의 인식으로 이루어진다. 대부분 자동차 번호판 인식 시스템은 국지적인 번호판 인식에 치중되어 왔고 주, 야 외부환경 변화에 따른 인식율 저하와 번호판 인식 시스템에 제약 문제들이 있다. 기존의 번호판 추출에 관한 연구들은 학습 알고리즘의신경망을 이용한 문자를 인식하는 방법[1], 번호판의 윤곽선 정보를 이용하여 허프 변환(hough transform)으로 번호판을

추출하는 방법[2], 문자인식에서 문자의 크기, 이동 및 회전에 무관한 원형패턴을 사용하여 문자를 인식하는 방법[3]등이 있다. 신경망을 이용한 문자인식 방법은 현재 많이 사용하고 있는 방법으로 각 문자의 학습 시간과 히스토그램 기법으로 실시간 처리와 잡음에 대한 오인식이 높아지는 단점과 처리 소요 시간등 문제점을 가져온다. 허프 변환으로 번호판 추출하는 방법은 계산량이 많으며 테두리 부분이 선명하지 못한 영상의 경우는 인식율이 저하되는 문제점이 있다. 원형 패턴을 사용한 경우는 복잡한 문자의 경우와 저하되는 단점이 있다. 번호판의 주위에 잡음이 많거나 영상의 명암도 대비가 낮은 영상에서는 번호판 추출과 인식을 저하 문제점이 있다.

본 논문에서 제안한 일본 차량 번호판 인식 알고리즘은 입력 영상에서 명암값 변화의 빈도수 정보를 통해

차량 번호판 영역을 추출한 후 적응적 템플릿 방법을 이용해 번호판 문자 및 숫자를 분할한다. 또한, 무게중심을 적용하여 패턴을 분류한 후 자동차 번호판을 Hybrid 패턴벡터로 인식하고, 숫자는 Four Segment를 각각 적용하여 인식하였다.

2. 일본 차량번호판 특성과 문자의 구조적 특성

우선 입력된 차량 영상으로부터 정확하게 번호판을 추출하고 문자 및 숫자 분할과 인식을 위해서는 일본 차량 번호판의 특성과 위치정보를 분석하는 것이 필요하다. 일본 차량 번호판은 그림 2와 같이 지역 문자와 지역 숫자, 분류 문자와 일련번호 4자리로 구성되어 있고, 가로대 세로비가 2:1이다 그림 3은 일본 번호판의 색상정보를 나타내는 것으로서 일반적으로 차량번호판의 바탕색과 글자색은 황색바탕에 흑색 문자, 흑색 바탕에 황색 문자, 녹색 바탕에 백색 문자, 백색 바탕에 녹색 문자로 4개의 번호판으로 구성되어 있어 바탕색과 글자색이 뚜렷하게 구별되는 특성이 있다.

또한 번호판의 지역문자는 2, 3, 4로 구성되어 있다. 2자리 지역문자는 72종류의 한자로 구성되어 있고, 3자리 지역문자 14개로 한자와 히라가나, 4자리 지역문자는 1개로 한자로 구성되어 있다. 지역 숫자는 1, 2, 3자리 숫자로 구성되어 있고, 분류문자는 히라가나 문자, 일련번호는 한국 번호판과 다르게 숫자와 dash(-), dot (•)와 구성되어 있다. 일본 번호판의 전체 크기는 가로비대 세로비가 약 2:1이고 각 문자와 숫자는 번호판 영역 내에 상대적인 위치에 있는 위치정보와 특성을 가지고 있다.

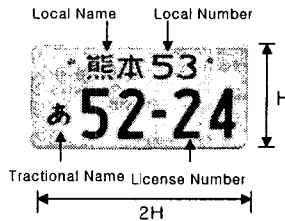


그림 2 일본 번호판의 각 명칭.

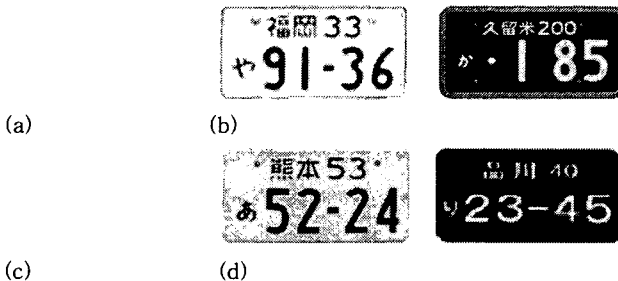


그림 3 일본 번호판의 종류와 특성; (a) 흰색바탕, 녹색문자, 지역명 2문자, (b) 녹색바탕, 흰색문자, 지역명 3 문자, (c) 노랑색바탕, 검정색문자, 지역숫자 2자리, (d) 검정색바탕, 노랑색문자.

3. 일본 차량 번호판 추출

일본 차량 번호판 영역 추출 단계는 차량인식을 위한 중요한 단계지만 획득 영상의 주, 야간에서 밝기변화, 잡음 등 여러 가지 외부 요인들에 의해 안정적인 번호판 추출이 어렵다.

본 논문에서는 번호판의 수직 에지 연결성을 찾아 번호판 세로영역을 정하고 가로의 명도값 빈도수를 이용하여 번호판 가로 영역을 구한다. 가로의 명도값 빈도수의 이용은 가로 소벨 연산 후 에지 누적비와 명암값 빈도수를 수평 누적 후 컨벌루션 연산을 수행하고 번호판 영역 내 좌표값을 구한다. 수평 누적과 컨벌루션과정은 다음 식에 나타내었다.

$$Ac(y) = \sum_{i=0}^{N-1} Eg(x, y), \text{ if } Eg(x, y) \neq 0 \quad (1) \quad M(y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (0 \leq y \leq LL, LS) \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$G(y) = Ac(y) * M(y) \quad (3) \quad \text{여기}$$

서, $Eg(x, y)$ 는 수평 에지 영상이고, LL, LS 는 입력 차량에서 번호판이 큰 경우, 작은 경우에 따라 $M(y)$ 의 마스크길이가 달라진다. $G(y)$ 는 에지 명암값의 빈도수와 번호판의 크기의 마스크를 컨볼루션한 연산이다.

추출의 최종 검증 단계로 일본 번호판의 특징 중에 번호판의 가로대 세로비가 2:1이면 차량 번호판으로 인정하며, 번호판 영역 내에서 평균 명암값을 구한 다음 이진화를 한다. 그림 4에 번호판 추출 과정을 나타 내었다.

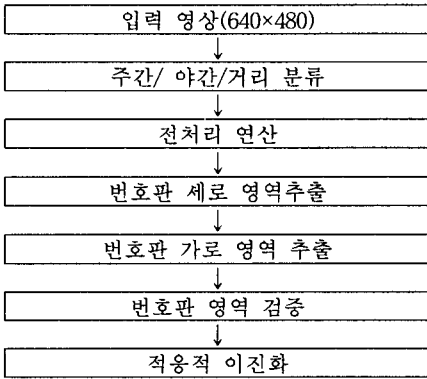
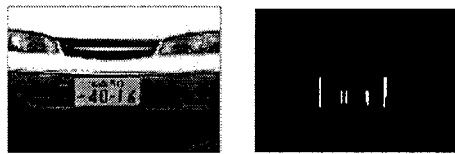


그림 4 일본번호판 추출 알고리즘 구성도.

그림5에 일본 차량 번호판 영역 검출 결과를 나타내었다.



(a)

(b)



(c)

(d)

(e)

그림 5 일본 차량 번호판 영역 검출; (a) 원 영상, (b) 수직 에지 연결성 추출, (c) 명암값 빈도수를 이용해 가로 누적 영상, (d) 검출한 번호판, (e) 검출 차량 번호판 이진화 영상.

4. Adaptive Template을 이용한 번호판 문자 및 숫자 분할

검출된 번호판 영역에서 문자와 숫자를 분할하기 위해서는 번호판 영역내의 문자와 숫자의 상대적인 위치 정보[3]로 각 문자와 숫자로 분할한다. 검출된 번호판 영상에서 수평 누적하여 수평 프로파일을 구한 후 차량 번호판의 위치 정보를 이용하여 지역명, 지역숫자와 분류문자, 일련번호로 분리한다. 그림 6에 차량 번호판의 문자 분할 과정을 나타내었다.

지역문자와 지역숫자의 시작점과 끝점은 각 문자와 숫자의 위치 정보로 좌표를 구한 다음 무게중심을 이용해 가벼운 쪽으로 픽셀이동을 해서 좌표를 구한다. 지역문자와 지역숫자의 시작점과 끝점의 좌표를 구하여 수평 누적해서 적응적 템플릿을 이용한다. 차량번호판 지역문자의 1/2에 누적 픽셀이 적으면 지역문자를 2자리로 인식하고, 1/2지점에 누적픽셀이 많고 1/3, 2/3지점에 누적픽셀이 적으면 지역문자를 3자리로 인식한다. 지역문자가 4자리인 경우는 1개의 지명만 있으므로 2자리로 인식한다. 각각의 수평 누적해서 나머지 좌표들을

구하고, 분류문자와 일련번호의 경우도 차량 번호판의 특성과 위치 정보를 이용해 각각을 분할한다.



(a)



(b)



(c)

그림 6 차량 번호판의 문자 영역 분할 결과; (a) 문자 수평 영역 분할 영상, (b) 2자리인 지역문자의 분할 영상, (c) 3자리인 지역문자의 분할 영상.

5. Pattern Vector Machine을 적용한 인식 알고리즘

기존의 차량 번호판 문자 인식에는 원형 패턴벡터를 적용해 인식하였다. 그러나 분할된 번호판의 문자는 복잡한 한자로 되어 있어 오인식률이 높은 뿐만아니라, 숫자는 약간이라도 흐트러지면 7자의 경우 2자로 오인식 되는 단점이 있다. 지역문자는 문자의 수와 종류가 한정되어 있으므로 무게중심의 패턴으로 분류하여 Hybrid Pattern Vector 를 적용하였고, 숫자는 Four Segment Pattern를 적용하였다.

차량 번호판 지역문자는 2 혹은 3자리로 구분하여(지역문자 4자리는 2자리에 포함) 2자리 73개, 3자리 14개 총 87개로 분류를 하고, 2자리에서 福井(후쿠이), 神戸(고베), 福山(후쿠야마), 熊本(구마모토)등과 같이 무게중심이 첫 번째 문자에 기울어진 경우와 宮城(미야기), 三河(미카와), 山梨(야마나시), 大阪(오사카)등과 같이 무게중심이 두 번째 문자에 기울어진 경우, 그 값이 新潟(니이가타), 浜松(하마마쓰)등과 같이 모호한 경우 3가지 패턴을 무게중심의 패턴으로 분류하여 패턴벡터를 적용하여 인식 하였다.

숫자인 경우는 Four Segment Pattern을 적용하여 1~4사분면에 각각 수평 Projection 한 후 적어도 한개 라도 수평 누적된 값이 없다면 해당된 분면의 패턴으로 분류한다. 3사분면이 엷는 경우는 9, 1~2사분면의 경우는 6, 1~3사분면의 경우는 5, 2~3분면의 경우는 3, 4이고, 2~4분면에 적용한 경우는 2, 7, 1~4사분면에 적용한 경우는 0, 2, 8로 각각 분류한다.



(a)



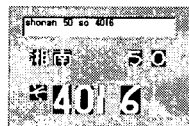
(b)

그림 7 (a) Hybrid Pattern Vector, (b) Four Segment Vector.

그 다음 1, 2사분면과 3, 4분면 중에 누적값이 최대를 가지는 분면을 분류한다. 위의 경우는 5, 7, 9 아래의 경우는 2, 4, 6으로 분류한 다음 인식한다. 그림 7에 문자와 숫자에 적용해 Hybrid Pattern Vector와 Four Segment Vector를 보여 주고 있다. 그림 8은 Hybrid Pattern Vector와 Four Segment Vector를 적용해 번호판 인식한 결과이다.



(a)



(b)

그림 8 번호판 인식한 결과; (a)원영상, (b) 분할, 인식된 번호판 결과 영상.

6. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 번호판 인식 방법에 대한 인식률 및 성능 평가를 위해 Pentium 4 1.7GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 PC상에서 Visual C++로 자동차 번호판 인식 시스템을 구현하였다. 실험에 사용된 차량 영상은 적외선 CCD 카메라를 사용하여 데이터를 처리 하도록 되어 있으나, 실험의 편의를 위해 디지털 카메라로부터 480 × 640화소의 크기를 가진 900장의 영상의 다양한 이미지 정보를 가지고 성능 평가 실험에 적용하였다. 다음 표1은 시간대별 추출률, 인식률의 실험 결과를 보여 주고 있다.

표 1. 900개 영상의 시간대별 번호판 인식률

시간별 차량인식 시스템 성능 평가			
시간별	새벽	낮	밤
번호판 추출률	98.3	99	98.8
문자영역 분할	96	98.2	97.1
인식률	95.9	97.5	96.6
전체	96.7	98.2	97.5



그림 8 차량 거리와 시간대별 획득 영상; (a) 오전 3.2m, (b) 낮 2.75m, (c) 밤 2.75m, (d) 새벽 3.2m.

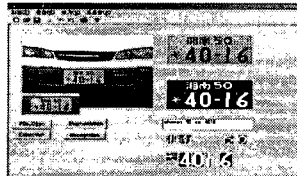


그림 9 제안된 일본 차량 번호판 인식 GUI.

7. 결론

본 논문은 자동차 번호판 인식을 위한 번호판 추출 알고리즘을 명암값 빈도수를 적용하여, 적응적 템플릿을 이용한 분할, 그리고 일본 지역 문자 87개를 문자의 분류와 패턴 벡터를 통해 차량 번호판 인식 단계를 강화시켰으며 주, 야간에도 높은 인식률을 보였다. 향후 연구 과제로는 번호판의 좌우상하 회전시 기울기 보정, 번호판의 추출과 인식 알고리즘을 연구하여 개선 할 것이다.

[참고 문헌]

[1] 김광백, 김영주 “ 동적인 임계화 방법과 개선된 알고리즘의 신경망을 이용한 차량 번호판 인식”, 정보처리학회 논문지, 제9-B권 제1호, pp.119-128 2002.02
 [2] 이한성, 한준희 “허프 변환(Hough Transform)을 이용한 사각형 검출”, 한국정보과학회 2001 CVPR 추계 워크샵 2001.11
 [3] 석영수, 이용주 “한, 일 통합 차량 번호판 인식 시스템”, 신호처리 시스템 학회 제3권 1호, pp.201-204, 2002.5

[4] 장승주 “적용 알고리즘을 이용한 자동차 번호판

인식 시스템 개방에 대한 연구”, 한국정보처리학회 논문지 A, pp.3155-3163 2000.10

[5] R. J .Blissett, C. Stennett, and R. M. Day, “New Techniques for Digital CCTV processing in Automatic Traffic Monitoring” Ottawa-VNIS '93, pp.137-140, Oct. 1993.