

주정차 단속을 위한 PDA 기반의 자동차번호판 인식 시스템

윤희주*, 조훈*, 구경모*, 차의영*

*부산대학교 컴퓨터공학과

Vehicle License Plate Recognition System on PDA for Illegal Parking Car Regulation

Hee-Joo Yoon*, Hoon Cho*, Kyung-Mo Koo*, Eui-Young Cha*

*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

E-mail : kidjulia@gmail.com

요 약

본 논문에서는 주정차 단속을 위해 PDA를 이용하여 자동차 번호판을 인식하는 방법을 제시한다. 현재까지 도입되어 사용 중인 세 종류의 자동차 번호판의 특징을 이용하여 번호판의 종류를 구분하고, 지역명, 지역코드, 용도문자 및 일련번호를 영역화하여 자동차번호판을 인식하였다. PDA를 이용해 영상을 획득하여 번호판 인식 시스템 실험 결과 88.7%의 인식률을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method of vehicle license plate recognition on PDA for illegal parking car regulation. we classified three kinds of vehicle license plates being used down to date since the introduction of each vehicle license plate using features of each one. And we recognized vehicle license plates segmentation the AreaName, the AreaCode, the TypeCharacter and the Numbers. A 88.7% recognition accuracy was obtained through the experiment of the proposed vehicle license plate recognition system using the obtained images of PDA.

키워드

자동차 번호판(Vehicle License Plate), PDA, 인식(Recognition), 주 정차 단속(Illegal Parking Car Regulation)

I. 서 론

경제의 발전과 더불어 생활의 편의를 증시하게 되면서 자동차의 수는 급격히 늘어나고 있지만 이를 모두 수용할 수 있는 공간이 많이 부족해 불법 주정차로 인한 불편함을 초래하고 있다[1,2]. 이를 해결하기 위한 방법으로 전국 주요도로에 고정식 무인단속카메라를 설치하여 자동차 번호판을 자동으로 인식해 범칙금을 부과하고 있지만, 불법 주정차 차량의 경우 불법 주정차 시간으로 인한 많은 논란이 제기되고 있다. 그로 인해, 불법 주정차 단속의 경우 주차단속요원이 투입되어 자동차 번호판 입력을 수작업으로 수행하고 있으며, 불법 주정차 차량의 증거 영상을 따로 저장해야 하는 등 주차단속에 많은 불편함이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 보급형

PDA를 이용하였다.

PDA의 경우 사람이 휴대하여 영상을 획득할 수 있으므로 제한적인 환경을 설정할 수 있다는 장점이 있으나, 개발환경이 제한적이며 일반 컴퓨터보다 처리능력이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 그러므로 보급형 PDA를 이용하여 자동차번호판 영상을 획득하여 현재까지 도입된 세 가지 종류의 자동차 번호판을 자동 분류하여 인식하는 방법과 자동차번호판 인식률을 높이면서 처리속도를 줄이기 위한 방법을 제안한다.

II. 전체 시스템 개요

전체 시스템 개요는 다음 그림 1과 같다. 먼저, PDA의 내장 카메라를 이용하여 자동차번호판 영

상을 획득한다. 획득한 영상을 HSI 컬러모델로 분리하여 PDA에 저장된 자동차번호판 색상 분포 정보를 불러와 자동차 번호판 영역을 추출한 후, 직선검출을 이용해 기울기 보정을 한다. 보정된 영상의 각 영역을 분할한 후, 자동차 번호판의 특징을 이용하여 종류를 구분한다. 분할된 영역별로 학습시켜 PDA에 저장해 둔 학습결과를 이용하여 자동차번호판을 인식결과를 획득한다.

그림 1은 제안하는 시스템의 구조를 도식화한 것이다.

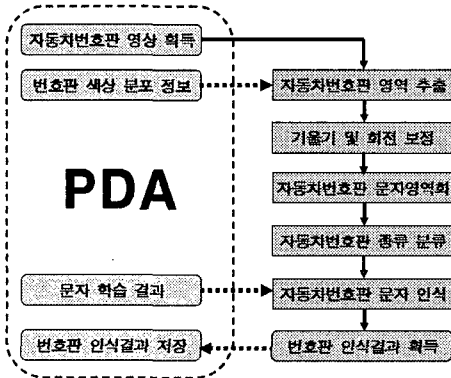


그림 4. 시스템 구조도

III. 자동차 번호판 영역 추출

3.1 HSI 컬러모델을 기반으로 한 영역 추출

색상정보를 이용하여 자동차번호판의 영역을 효과적으로 추출할 수 있다. 일반적인 RGB 컬러 모델은 빛에 의한 색상 범위의 변화가 심하므로 색상구간을 결정하기가 쉽지 않다. 반면, 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)로 구성되어 있는 HSI 컬러모델은 밝기에 민감한 I를 제외한 H와 S 성분으로 변환이 가능하므로, HSI 컬러모델을 사용하였다. 다음 식(1), (2), (3)과 같은 변환식을 이용하여 HSI 컬러모델로 변환하였다.

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \dots\dots\dots (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R,G,B)] \dots\dots\dots (2)$$

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-B)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \dots\dots\dots (3)$$

3.2 Hough 변환을 이용한 기울기 보정

3.1절에서 추출된 자동차번호판 영상은 비틀림 현상이 발생할 수 있다. 이를 보정하기 위하여

Hough 변환을 이용하여 직선을 검출하였다.

Hough 변환은 영상의 윤곽이나 곡선 또는 선이 매개변수로 표현될 수 있는 경우 그것을 검출해 내는데 좋은 효과를 보이는 방법이다[2].

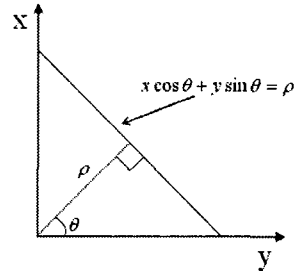


그림 5. 직선의 극좌표식 표현

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \dots\dots\dots (4)$$

$$\begin{cases} y = \tan\left(\frac{\pi}{2} \times x + \frac{\rho}{\sin \theta}\right), \theta \neq 0 \\ x = \rho, \theta = 0 \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

Hough 변환을 위하여 식 (4)를 이용하여 그림 2의 xy평면 위의 한 점 (x, y)를 rho평면 위로 변환시킨다. 만일 xy평면 위에서 동일 선상에 놓인 점들이 있다면 이 점들은 파라미터 평면 위에서 동일한 어떤 한 점을 통과하는 궤적을 그린다. 이 한 점을 나타내는 rho, theta를 구하고, 식 (5)를 이용하여 xy평면 위의 직선을 구할 수 있다. Hough 변환을 이용하여 직선을 추출한 후 회전보정을 수행하였다.

IV. 자동차 번호판 영역화

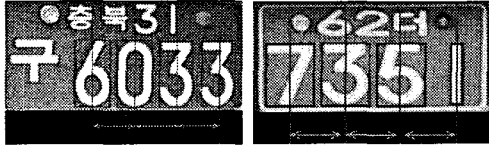
추출된 번호판 영상을 인식하기 위해서는 지역 명, 지역코드, 용도문자, 일련번호 영역을 분할해야 한다. 먼저, 수평 투영 히스토그램을 이용하여 상단과 하단의 구분선을 찾는다. 전체 영상의 히스토그램을 이용할 경우, 처리시간이 오래 걸리기 때문에 그림 3과 같이 추출된 영상의 일부분만을 사용하여 수평 투영 히스토그램을 구하여 상단과 하단을 구분한다.



그림 6. 상·하단 구분을 위한 히스토그램

자동차 번호판의 종류를 구분하기 위하여 상단과 하단을 구분한 뒤, 하단부분을 반복적으로 Labeling을 수행하여 일련번호영역을 찾는다.

자동차번호판은 그림 4(가)와 같은 2004년 이전 번호판과 그림 4(나)와 같은 2004년 이후 번호판, 그리고 2004년 이전의 번호판 중 지역코드가 한 자리수인 1996년 이전의 번호판으로 나눌 수 있다.



(가) 2004년 이전 (나) 2004년 이후
 그림 7. 자동차번호판의 종류 구분

2004년 이후 번호판은 지역코드가 상단부분에 있고, 하단부분에 일련번호만 존재한다. 그러므로 그림 4와 같이 2004년 이전 번호판에 비해 각 일련번호간의 간격이 더 넓은 것을 알 수 있다. 이러한 특징을 이용하여 2004년 이전 번호판과 2004년 이후 번호판의 구분이 가능하다.

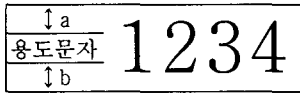


그림 5. 일련번호와 용도문자의 구조적 관계

그림 5는 자동차번호판의 하단부분이며, a와 b는 각각 용도문자와 상단선 사이의 거리, 용도문자와 하단선 사이의 거리를 나타낸다. 1996년 이전 번호판은 a와 b가 거의 동일한 값이지만, 2004년 이후 번호판은 b에 비해 a가 상대적으로 작은 값을 가지므로 a와 b의 비를 이용하여 1996년 이전 번호판과 2004년 이전 번호판의 구분이 가능하다. 세 가지 종류로 분류된 번호판은 각각의 특징을 가지고 있으므로, 그러한 특징을 이용하여 자동차번호판의 영역을 분할할 수 있다.

V. LVQ에 의한 문자인식

자동차번호판의 문자인식은 지역명, 지역코드, 용도문자, 일련번호로 나눌 수 있다. 또한 세 종류의 번호판은 각각 폰트가 조금씩 다르므로 11개의 인식모듈로 나누어 4절에서 분류된 자동차번호판의 종류와 영역에 따라 인식을 따로 수행할 수 있다.

자동차번호판의 문자를 인식하기 위해 LVQ 학습 알고리즘을 사용하였다. LVQ는 입력패턴 X를 c개의 출력층으로 클러스터링 하는 네트워크로 지도학습 유형의 군집화 방법이다. 즉, 각각의 참조 패턴이 어떤 클래스인지 미리 결정되어 있으므로 학습 방법에 있어서 입력패턴과 참조패턴에

대하여 군집의 유사성 여부를 결정하여 그에 맞게 참조패턴을 갱신한다. LVQ 알고리즘을 요약하면 다음 표 1과 같다.

표 1. LVQ 학습 알고리즘

[단계 1]	입력패턴 집합 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, 참조패턴 집합 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_c\}$, N : 입력패턴 수, c : 클러스터 수, T : 총 반복횟수, θ : 허용 오차값 설정
[단계 2]	$V_0 = \{v_{1,0}, v_{2,0}, \dots, v_{c,0}\}$: 0과 1사이 값으로 초기 연결강도 설정 학습률 α_0 : 0과 1 사이의 값 또는 지정된 값으로 초기 학습률 설정
[단계 3]	For $t = 1, 2, \dots, T$ For $k = 1, 2, \dots, N$ a. 승자 참조패턴 선택 $x_k - v_{p,t} = \min\{x_k - v_{i,t}\}, (1 \leq j \leq c)$ b. 승자 참조패턴 수정 x_k 와 $v_{p,t}$ 가 같은 부류일 때, $v_{p,t+1} = v_{p,t} + \alpha_t(x_k + v_{p,t})$ ($\alpha_t > 0$) x_k 와 $v_{p,t}$ 가 다른 부류일 때, $v_{p,t+1} = v_{p,t} - \alpha_t(x_k + v_{p,t})$ ($\alpha_t > 0$) c. next k
[단계 4]	반복에 따른 오차 계산 $E_t = V_t - V_{t-1} = \sum \sum v_{k,t} - v_{k,t-1}$
[단계 5]	만약, $E_t < \theta \leq \Theta$ 이면 학습 중단 아니면 학습률 조정, next t

VI. 실험결과 및 결론

본 논문에서 제안된 방법은 Intel PXA270 520Mhz, 64MB SDRAM의 모바일 환경에서, Microsoft Pocket PC 2002 SDK 기반에서 eMbedded Visual C++3.0으로 구현하였으며, PDA에 탑재된 110만 화소의 내장 카메라를 통해 300장의 자동차 번호판 영상을 획득하여 실험에 사용하였다.

표 2. 자동차번호판 문자 영역화 결과 (총 300장)

영역화 단계	실험결과	성공률
상·하 영역구분	295/300	98.3%
일련번호 영역화	293/295	99.3%
용도문자 영역화	287/293	98.0%
지역명 및 지역코드 영역화	272/287	94.8%

자동차번호판 영역 추출시, 표 2와 같은 결과를 나타내었다. 상·하 영역구분의 경우 98.3%의 높은 성공률을 보였고, 일련번호의 경우 전체 영상에서 차지하는 범위가 넓고 배경과 확연히 구별되므로 높은 성공률을 보임을 알 수 있다. 그러나 차량 후면부 번호판 영상을 획득하였을 경우 지역명 및 지역코드가 차량 트렁크 그림자의 영향으로 영역화의 결과가 상대적으로 좋지 못한 것을 알 수 있다.

표 3. 자동차번호판 인식 결과 (총 300장)

		실험결과	인식률
인식		266	88.7%
오인식	지역명	14	4.7%
	지역코드	4	1.3%
	용도문자	11	3.7%
	일련번호	0	0%
미인식		15	5.0%

PDA 기반의 자동차번호판 인식 시스템의 전체 결과는 표 3과 같다. 자동차번호판을 잘못 인식한 경우를 오인식이라 하고, 인식하지 못한 경우를 미인식이라 하였다. 오인식과 미인식은 표 2의 영역화 실패가 원인으로 크게 작용하였으나 전체적으로 88.7%의 인식률을 보임을 알 수 있다.

향후, 전체 인식률을 높이기 위해 자동차 번호판 후면부의 그림자로 인한 지역명 및 지역코드 영역화 처리에 대한 연구가 필요하다. 또한, PDA의 경우 처리능력이 떨어지므로 Hough 변환 등의 속도 개선이 요구되며, 2007년 적용될 번호판에 대한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 구경모, 정호영, 윤희주, 차의영, “반복레이블링기법을 이용한 통합차량번호판의 문자영역화에 관한 연구”, 한국정보처리학회 추계학술 발표대회 논문집, 제 11권 제2호, 2004.11 정형화 기법”, 한국정보처리학회 추계학술 발표대회 논문집, 제 11권 제 2호, 2004. 11
- [2] 정호영, 김하영, 윤희주, 차의영, “개선된 허프 변환을 이용한 기울어진 자동차 번호판의 정형화 기법”, 한국정보처리학회 추계학술 발표대회 논문집, 제 11권 제 2호, 2004. 11
- [3] 이화진, 박형철, 전병환, “HSI와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출”, 한국정보처리학회 논문지, 제7권 제2호, 2000.12