어두운 환경에 강인한 번호판 추출을 위한 레이블링 Hough Transform 과 GLCM 기반의 탐색 기법

*박태준
한양대학교 전자컴퓨터통신공학부
e-mail : sympa@hanyang.ac.kr

The Method Based on Labeled Hough Transform and GLCM for License Plate Detection

*Tae-Joon Park
Dept. of Electronics and Computer Engineering, Han-Yang University

Abstract

In this paper, I propose the novel method based on Labeled Hough transform and GLCM(Grey-Level Co-occurrence Matrix) for license plate detection. A lot of conventional methods have been proposed to detect the license plate, but those are useless in order to detect the license plate well in case of dark or unstable images. Histogram equalization is preprocessed to each image before applying this method. As a result, the license plate is detected accurately.

1. 서론

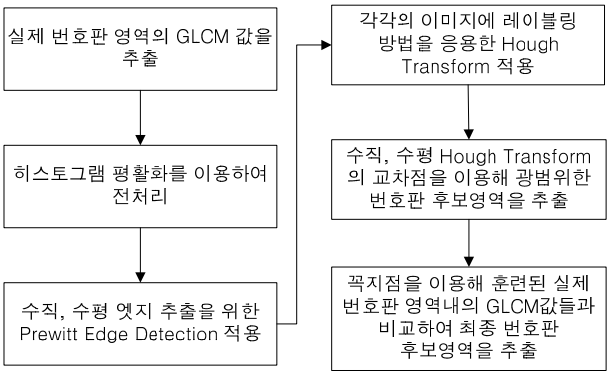
비전을 이용한 차량 번호판 추출은 실생활에서 많이 쓰이는 분야이다. 하지만 지금까지 제안된 여러 추출방법들은 어두운 영상(그림 1)에서 취약하다는 단점을 갖고 있다. 때문에 본 논문에서는 Histogram Equalization[1]으로 평활화된 영상에 레이블링 방법을 응용한 Hough Transform 과 물체의 질감을 표현할 수 있는 GLCM 기법[2]을 이용하여 어둡거나 조명의 왜곡이 심한 영상 내에서 번호판 영역을 효과적으로 추출하는 방법을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 논문의 전체적인 흐름도를 제시하고 각각의 과정과 중요 이론들에 대해서 설명한다. 3 장에서는 실험 결과를 보여주고, 4 장에서 결론을 내린다.

(그림 1) 다양한 각도, 조명에서 촬영된 실험 영상

2. 본론

아래 (그림 2)에 어두운 환경에 강인한 번호판 추출을 목표로 하는 본 논문에 대한 흐름도를 나타내었다.



(그림 2) 전체 시스템 흐름도

첫째로 훈련 영상들 내의 실제 번호판 영역의 GLCM 값(신형, 구형 번호판 각각)을 추출하여 평균값을 저장한다. 둘째로 히스토그램 평활화를 이용하여 전처리된 영상에 Prewitt Edge Detection 방법으로 수직, 수평 엣지가 추출된 각각의 이미지에 레이블링 방법을 응용한 Hough Transform 을 적용한다. 셋째로 Hough Transform 이 적용된 각각의 두 이미지(수직, 수평)를 하나로 병합하고 선들의 교차점을 이용해 광범위한 번호판 후보영역을 추출한다. 마지막으로 광범위한 번호판 후보영역내의 꼭지점들을 이용해 일정 크기 이상의 사각형 또는 평행사변형을 만들어 만들어진 도형과 훈련된 실제 번호판 영역내의 GLCM 특징값들을 Euclidean Distance 로 비교하여 가장 근사한 값을 갖는 도형을 찾음으로써 최종 후보영역을 추출한다.(그림 3)

2.1 GLCM(Grey Level Co-occurrence Matrix)

번호판 영역의 질감 특성을 추출, 비교하기 위해 총 20 개의 대표적인 GLCM 의 특징값(4 방향(↓, ↘, →, ↗), 5 유형(Contrast, Energy, Entropy, Homogeneity, Dissimilarity))을 사용하였다.

$$\begin{aligned} \text{Constrast} &= \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}\,(i-j)^2 \\ \text{Energy} &= \sqrt{\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}{}^2} \\ \text{Entropy} &= \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}\left(-\ln P_{i,j}\right) \\ \text{Homogenity} &= \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1+(i-j)^2} \\ \text{Dissimilarity} &= \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}\,|i-j| \end{aligned} \qquad (1)$$

식 (1) 에서 i, j 는 각각 GLCM 행렬의 가로, 세로 픽셀의 위치를 의미하고 $P_{i,j}$는 GLCM 행렬내의 픽셀 값을 나타낸다.

2.2 레이블링 방법을 응용한 Hough Transform

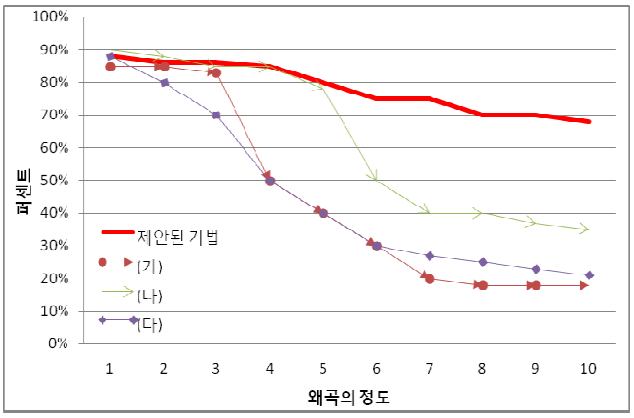
Hough Transform은 영상의 직선이 매개변수로 표현될 수 있는 경우 그것을 검출하는데 널리 쓰이는 방법이다. 하지만 전통적인 Hough Transform만을 사용하면 찾기 원하는 직선 주위에 있는 원치 않는 직선들까지도 검출이 되는 문제점이 있다. 따라서 검출되는 선의 개수를 줄이기 위해 Hough Transform을 적용시킨 결과로 생성되는 두 파라미터, 각도 θ 와 거리 ρ 로 2차원 행렬을 만들어 그 행렬에 4-이웃 또는 8-이웃하는 레이블링 방법을 적용시킨 후 θ 와 ρ 가 유사한 선들에 대해서 평균값으로 생성되는 직선만을 검출하는 방법을 사용하였다. (레이블링을 위한 θ 와 ρ 의 범위는 경험적으로 선택한다.)

3. 실험결과

제안된 기법을 평가하기 위해 각도와 조명이 다양한 상황에서 촬영된 자체 실험 영상을 사용하였다.

(그림 3) 원본 영상(좌측상단), Histogram Equalization 처리 후 영상(우측상단), 레이블링 된 세로축 Hough Transform 영상(좌측중앙), 레이블링 된 가로축 Hough Transform 영상(우측 중앙), 광범위한 번호판 후보영역 영상(좌측하단), 최종 결과 영상(우측하단)

(그림 4) 는 기존의 번호판 추출 기법인 문자간 위상관계와 외각에지를 이용한 차량번호판 추출기법[3]-(가)와 퍼지원리에 기반한 차량 번호판 추출 방법[4]-(나), 그리고 레이블링 방법을 응용하지 않은 GLCM 기반의 전통적인 Hough Transform-(다) 와 본 논문을 비교한 인식률 실험 결과이다.



(그림 4) 다른 번호판 추출 기법들과의 인식률 비교

(그림 4)에서 왜곡의 정도에 따른 인식률 측정값은 신, 구 번호판 추출 확률의 평균값을 나타낸 것으로서 영상의 왜곡의 정도가 크면 클수록 제안된 기법의 인식률이 높음을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서 제안된 번호판 추출 기법은 지금까지 제안되었던 여러 추출 기법들보다 왜곡의 정도가 심한 어두운 차량영상에서 높은 인식률을 나타내었다. 따라서 제안된 기법이 다양한 조명, 각도에서 촬영된 영상에서 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Rafael C. Gonzalez et al. Digital Image Processing, Prentice Hall, 2002

[2] R. Jain, R. Kasturi, and B. Schunck. Machine Vision. McGraw-Hill, Inc., 1995

[3] 김재도, 한영준, 한헌수, “문자간 위상관계와 외각에지를 이용한 차량번호판 추출기법”, 대한전자공학회 하계종합학술대회논문집, 제 31 권, 제 1 호, 2008.

[4] 권선진, 김경환, “퍼지원리에 기반한 차량 번호판 추출 방법”, 한국컴퓨터종합학술대회논문집, 제 32 권, 제 1 호, 2005.