

꼭짓점 정보를 이용한 자동차 번호판 검출

Vehicle Number Plate Detection using Corner Information

김진욱*, 박중조**
Jin-Uk Kim*, Joong-Jo Park**

요약

본 논문에서는 자동차 번호판을 검출하는 새로운 방법을 제시한다. 자동차 번호판은 사각형 모양이므로 우리의 방법은 기본적으로 입력 영상에서 사각형을 추출하는 방법이 된다. 번호판을 검출하기 위해, 먼저 입력영상의 콘트라스트를 향상시키고, 그 후 LSD(line segment detector) 기법을 사용하여 영상내의 선을 검출하고, 이 선 정보로부터 사각형들을 추출한다. 이 사각형들은 번호판 후보들이 되고, 이로부터 번호판이 검출된다. 이 중에서 본 연구가 제안하는 부분은 사각형 추출방법으로서, 이 방법은 3단계로 구성된다: (1) 먼저, LSD에 의해 얻어진 선으로부터 꼭짓점들을 추출한다; (2) 구해진 꼭짓점들을 사용하여 사각형의 대각선을 검출한다; (3) 그 후, 대각선 정보를 이용하여 사각형을 추출해 낸다. 최종적으로 번호판 특성과 사각형 내부 정보를 이용하여 이 사각형들로부터 번호판이 선택된다. 100장의 자동차 영상을 촬영하여 실험한 결과 94%의 검출율을 달성하였다.

Abstract

In this paper, we presents a new method for vehicle number plate detection. Our method is basically the method extracting a rectangles from a car image because the shape of a vehicle number plate is a rectangle. For detecting the vehicle number plate, firstly, the contrast of the input image is enhanced. Then, the lines in the image are obtained by using LSD(line segment detector), and rectangles in the image are detected from the line data. These rectangles are the candidates of the car plate, from which the car plate is selected. In this procedure, the method of detecting rectangles is our proposed method, which consists of three stages: (1) extracting corners from the line segments by LSD; (2) extracting diagonal lines from the corner data; and (3) detecting rectangles from diagonal line information. And finally the vehicle number plate is selected from these rectangles by using the feature of the vehicle number plate and the inside information of rectangles. In the experiments with the 100 images captured by our digital camera, we have achieved a detection rate of 94%.

Keywords : LSD, corner, diagonal line, rectangle, vehicle number plate detection

1. 서론

교통 체계의 운용을 과학화, 자동화하는 지능형 교통 시스템(ITS : Intelligent Transportation System)은 교통 시설의 이용을 극대화하고 교통 혼잡을 효율적으로 조정하며, 교통수단의 수송 효율과 안정성을 획기적으로 증가시킬 수 있는 연구 분야이다. 자동차 번호판 자동 인식은 이 ITS에 사용되는 기술 중에 중요한 한 요소로서, 관련 연구가 활발히 진행 중이다.

자동차 번호판 인식의 방법에는 크게 자동차 번호 문자를 직접 찾아 인식하는 방법과 자동차 번호판 영역을 먼저

찾고 그로부터 문자를 인식하는 방법으로 나눌 수 있는데, 이중 자동차 번호판 영역을 먼저 찾는 방법은 왜곡이 많이 된 이미지라도 보정이 가능해 최종적인 번호판 인식에서 더 정확한 결과를 얻어 낼 수 있다. 따라서 자동차 번호판의 정확한 검출은 번호판 인식 과정에 있어서 매우 중요한 부분에 속한다.

자동차 번호판 검출에 대한 기존의 연구로는, 칼라정보를 이용하는 방법[1,2,3,4,5], 신경회로망을 이용하는 방법[1,3,6,7], 템플릿 매칭을 이용하는 방법[8], 그리고 모폴로지 기법을 이용하는 방법[9,10,11,12] 등이 있다. 그러나 자동차 영상내에는 다양한 주변 상황이 존재하게 되고 영상 취득 시 영상 품질이 조명이나 주변 환경에 의해 크게 영향을 받게 되어 번호판의 정확한 검출은 쉬운 일이 아니며, 새로운 방법들이 지속적으로 연구되고 있다.

본 논문에서는 선 영상으로부터 사각형의 특성을 파악하여 사각형을 추출해 내고 그로부터 번호판을 검출하는 방

* 경상대학교 제어계측공학과 비전연구실
** 경상대학교 제어계측공학과, ERI (교신저자)
투고일자 : 2012. 9. 2. 수정완료일자 : 2012. 10. 30.
계재확정일자 : 2012. 11. 3.

법을 제시한다. 이 방법은 다음의 순서로 시행된다. 먼저 입력 계조치 영상의 콘트라스트를 향상시키고[13], 그 결과인 계조치 영상에 LSD(Line Segment Detector)[14]를 적용하여 직선 선분들을 검출한다. 검출된 직선 선분들은 두 끝점의 위치와 각도로 그 정보가 보존되며, 이를 영상으로 표현한다면 이치영상이 될 것이다. 그 후 검출된 직선 선분들로부터 사각형의 꼭짓점을 이루는 부분을 검출하고 대각선을 검출하며 이로부터 사각형을 추출해 낸다. 이렇게 구해진 사각형들은 번호판의 후보들이 되며, 이 사각형들의 위치에 대해 계조치 원영상으로부터 사각형내부 정보를 조사하여 최종적으로 자동차 번호판을 찾아낸다.

사각형을 검출하는 기존의 방법으로는 Hough 변환을 이용하는 방법[15,16,17]이 있다. 이는 파라미터 공간에서 직선 정보를 추출하고 직선들의 분포로부터 사각형을 찾아내는데 비해, 본 연구에서 제시하는 방법은 영상 공간에서 형태정보를 이용하여 사각형을 찾아내는 차별성이 있다.

본 논문의 구성은 1장의 서론에 이어, 2장에서는 본 연구에서 제안하는 번호판 검출 알고리즘을 기술한다. 3장에서는 제시된 기법을 자동차 영상에 적용하여 실험을 통해 그 효용성을 검사하고, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 직선 선분들로부터 번호판 검출

본 절에서는 콘트라스트가 향상된 자동차 정면 영상에 LSD 기법을 적용하여 구해진 직선 선분들로부터 사각형을 검출하고 이로부터 자동차 번호판을 찾아내는 방법을 기술한다.



그림 1. 사각형 검출과정의 흐름도
Fig. 1. Flowchart of detecting rectangles

직선 선분들로부터 사각형을 검출하기 위해 사각형의 4개 꼭짓점과 두 대각선 정보를 이용한다. 여기서는 직선, 꼭짓점, 대각선 및 사각형의 연속적인 상호 연관 관계가 이용된다. 즉, 두 개의 직선 선분이 모여 꼭짓점을 형성하고, 두 개의 꼭짓점이 모여 대각선을 형성하며, 두 개의 대각선이 모여 사각형을 형성한다. 따라서 다음의 순서로 사각형이 검출될 수 있다. 먼저, 두 선분의 교차점을 찾아 이를 꼭짓점으로 취한다. 그 후, 특정한 조건을 만족하면서 한 쌍의 꼭짓점들을 잇는 대각선을 구한다. 이때 구해진 대각선의 중심점과 각도 및 길이를 대각선 정보로 저장한다. 그

후 구해진 대각선 쌍들의 중심거리와 길이 및 각도등을 고려하여 사각형을 검출한다. 이렇게 구해진 사각형들은 자동차 번호판의 후보들이 되고, 이 후보들에 대해 사각형 내부 검사를 수행하여 자동차 번호판을 검출하게 된다. 그림 1은 직선 선분을 이용하여 자동차 번호판 후보들을 구하기까지의 흐름을 나타낸다.

2.1 꼭짓점 검출

LSD를 이용하여 구해진 직선 선분을 사용하여 꼭짓점을 검출한다. 꼭짓점은 기본적으로 두개의 선분으로 부터 형성되는데, 이 두 개의 선분은 일정한 조건을 만족해야 한다. 즉, 두 선분이 충분히 가까워야 하고, 되도록 직각을 이루어야 한다.

두 개의 선분이 꼭짓점을 형성한다면 그림 2와 같이 1개, 2개, 4개의 꼭짓점이 생성될 수 있다. LSD에 의한 선검출 결과를 사용하는 우리의 경우에는 4개의 꼭짓점이 생성되는 그림 (c)의 상황은 발생하지 않는다.

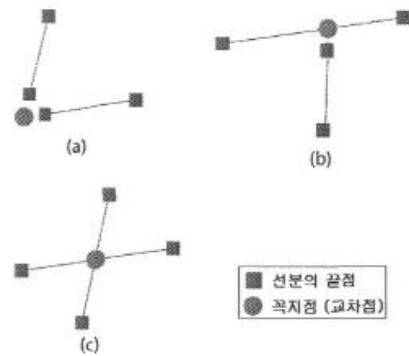


그림 2. 직선 선분의 배치에 따른 꼭짓점의 개수.
(a) 1개 (b) 2개 (c) 4개

Fig. 2. The number of corners according to the line distribution. (a) 1 (b) 2 (c) 4

두 개의 직선 선분들은 그림 3에서 보이듯이 1개 또는 2개의 꼭짓점을 형성한다. 이때 꼭짓점은 두 선분의 교차점으로 정의된다. 실제의 경우에는 두 선분이 가까이 있지만 직접 교차하지는 않는 경우도 나타날 수 있는데 이때에는 두 선분의 연장선의 교차점을 이용한다.

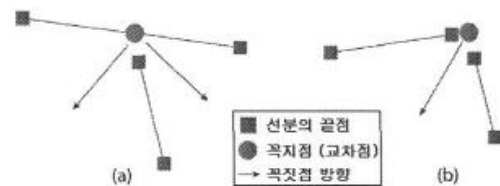


그림 3. 꼭짓점을 형성하는 두 직선의 배치

Fig. 3. The distribution of two lines which form the corner(s)

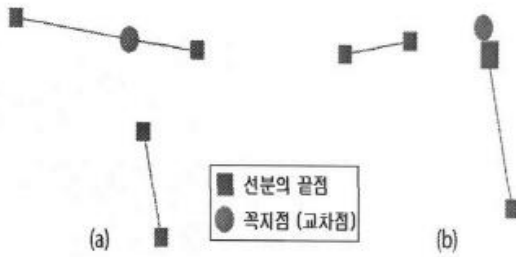


그림 4. 꼭짓점을 형성하지 못하는 두 직선의 배치
Fig. 4. The distribution of two lines which do not form the corner(s)

두 선분이 꼭짓점을 형성하려면 상호 적절하게 배치되어 있어야 한다. 즉, 두 선분의 끝점들이 서로 가까이 있거나, 하나의 선분이 다른 선분의 끝점과 가까이 있어야 꼭짓점을 형성할 수 있다. 그림 3은 꼭짓점이 형성되는 경우이고, 그림 4는 꼭짓점이 형성되지 않는 경우를 보인다. 이 두 그림으로부터 꼭짓점을 구하는 방법을 제시한다면, 그림 3에서 보이듯이, 일단 두 직선 성분의 교차점을 구하고 이 교차점이 직선의 끝점 한 개 또는 두 개와 가까이 위치하면 이 교차점은 꼭짓점으로 판정될 수 있다.

하나의 꼭짓점은 그 속성으로서 자신의 위치, 방향, 그리고 이 꼭짓점을 이루는 두 직선 선분의 정보를 갖는다.

상기와 같이 상호 직접 교차하거나 교차하지 않는 형태로 배치된 두 직선 선분으로부터 그 교차점 즉 꼭짓점의 위치 좌표 (x,y)를 구하는 방법은 다음과 같다. 직선 선분을 Hough 변환에서 사용하는 직선의 식 $\rho = x \cos\theta + y \sin\theta$ 을 이용하여 나타낼 경우, 두 선분을 이루는 직선은 각각 식 (1), (2)로 표현될 수 있고, 이 두 식을 연립 방정식으로 풀면 두 직선의 교차점의 좌표 (x,y)는 각각 식 (3), (4)로 구해진다. 이 식에서 ρ_1 과 θ_1 및 ρ_2 와 θ_2 는 각각 직선 A와 직선 B의 좌표원점으로서의 수직거리 및 좌표원점으로부터의 직교선 각도를 나타낸다.

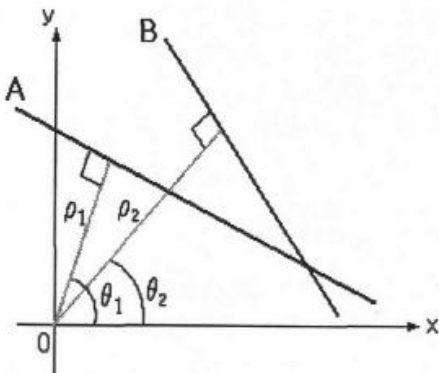


그림 5. 파라미터 ρ, θ 에 의한 직선의 표현
Fig. 5. Representation of the line by parameter ρ, θ

$$\rho_1 = x \cdot \cos\theta_1 + y \cdot \sin\theta_1 \quad (1)$$

$$\rho_2 = x \cdot \cos\theta_2 + y \cdot \sin\theta_2 \quad (2)$$

$$x = \frac{\rho_2 \cdot \sin\theta_1 - \rho_1 \cdot \sin\theta_2}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \quad (3)$$

$$y = \frac{\rho_1 \cdot \cos\theta_2 - \rho_2 \cdot \cos\theta_1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \quad (4)$$

여기서, ρ_i, θ_i 는 i 번째 직선의 ρ 와 θ 값이며, 위 식에서 $\rho_1 \neq \rho_2$ 이고 θ_1 과 θ_2 가 평행일 경우에는 교차점 형성될 수 없다.

한편, 이 꼭짓점의 방향은 꼭짓각의 이등분선의 방향으로 정의하며, 이 꼭짓점의 방향 각도는 이 꼭짓점을 이루는 두 직선의 방향 각도들의 평균값으로 구해진다. 즉, 두 직선의 방향 각도가 θ_1, θ_2 라면 꼭짓점의 방향 각도 θ 는 식 (5)로 구해진다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sin(\theta_1) + \sin(\theta_2)}{\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2)} \right) \quad (5)$$

본 연구에서 우리가 검출하고자 하는 것은 사각형이므로 꼭짓각이 90도에 가까운 꼭짓점만을 검출하면 된다. 물론 꼭짓각의 허용 범위를 크게 잡으면 보다 다양한 모양의 사각형을 찾아 낼 수도 있을 것이다.

이러한 방식으로 구해진 꼭짓점들은 매우 중복적으로 검출될 수 있다. 따라서 일단 전체 영상에서 꼭짓점들이 검출되고 나면 이에 클러스터링을 적용하여 비슷한 위치에 중복적으로 검출된 꼭짓점들을 하나의 대표 꼭짓점으로 단일화한다. 이때 대표 꼭짓점의 속성은 해당 클러스터의 평균 속성값으로 취한다.

2.2 대각선 찾기

위에서 찾아진 꼭짓점들을 사용하여 사각형의 대각선이 될 수 있는 다음의 조건을 가진 꼭짓점 쌍들을 찾아내고, 그로부터 사각형의 대각선 정보를 구한다.

- (조건 1) 사각형의 대각선을 이루는 두 꼭짓점은 위치상으로 자동차 번호판 크기에 준하는 범위내에 있어야 한다.
- (조건 2) 사각형의 대각선이 되려면 대각을 이루는 꼭짓점들의 위치는 그림 6과 같이 서로 상대방의 꼭짓각 범위안에 들어가야 한다.

일단 위의 두 조건이 만족되는 대각선이 검출되면, 이 대각선의 위치로서 두 꼭짓점의 중간지점을 취한다. 그리고 이 대각선의 속성은 자신의 위치와 자신을 이루는 두 꼭짓점의 모든 속성을 포함한다.

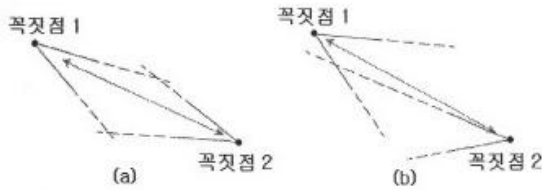


그림 6. 대각이 될 수 있는 조건.
(a) 대각 가능 (b) 대각 불가능

Fig. 6. The Conditions of forming the opposite angles.
(a) acceptable (b) unacceptable

2.3 사각형 찾기

위에서 찾아진 대각선들을 사용하여 사각형이 될 수 있을 다음의 조건을 가진 대각선 쌍들을 찾아내고, 그로부터 사각형을 검출한다.

- (조건 1) 두 대각선의 위치는 상호 일정거리 이내에 있어야 한다.
- (조건 2) 두 대각선은 교차해야 한다.
- (조건 3) 두 대각선에 관련된 꼭짓점을 구성하는 직선 선분의 방향 각도는 사각형의 외곽선 방향 각도와 일정 범위 이내로 일치해야 한다. 그림 7은 이 조건의 예를 보인다.

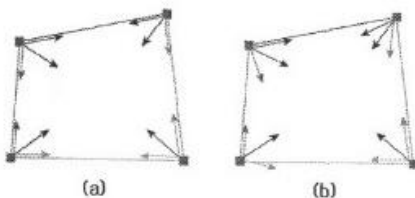


그림 7. 사각형이 될 수 있는 조건.
(a) 조건 만족 (b) 조건 위배

Fig. 7. The condition fo forming the rectangle.
(a) acceptable (b) unacceptable

사각형이 검출되면 그것의 위치와 가로 세로 크기를 사각형 데이터로 저장한다. 일단 전체 영상에서 모든 사각형들이 검출되고 나면, 이 사각형 데이터를 클러스터링하여 중복된 사각형들을 한 개의 대표 사각형으로 만든다.

2.4 번호판 검출

상기의 방법으로 구해진 사각형들은 자동차 번호판의 후보들이 되고, 이 후보들에 대해 사각형 찌그러짐을 보정하고, 직사각형 내부를 조사 분석하여 실제로 자동차 번호판인가를 판정한다. 정면 사진이 아닌 경우, 약간 왜곡된 사각형이 검출되는데, 투시변환(perspective transform)[18]을 이용하여 왜곡을 보정한다. 그 후 Otsu 기법[19]을 이용하여 계조치 영상을 이치 영상으로 변환하고, 사각형 내부의 글자들을 추출하여 이로부터 번호판 여부를 판정한다. 그림

8은 투시변환에 의한 영상보정의 예를 보인다.

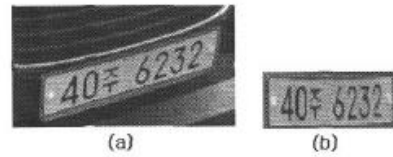


그림 8. 투시변환에 의한 영상 보정.
(a) 원영상 (b) 변환된 영상

Fig. 8. Image revision by the perspective transform.
(a) original image (b) transformed image

그림 9는 보정이 완료된 번호판 후보영상과 그의 이치영상이다. 숫자가 두 줄로 되어 있는 335mm×170mm의 번호판에서는 4글자, 숫자가 한 줄로 되어 있는 520mm×110mm의 번호판은 6글자 또는 7글자가 추출된다. Projection 기법을 이용하여 이치영상으로부터 문자들의 배치 및 개수 정보를 찾아내고 이를 이용하여 번호판 여부를 판정한다. 사각형이 번호판으로 판정이 되면 번호판의 가로 세로 비율에 맞게 영상을 변환시켜 실제의 형태를 얻을 수도 있다. 그림 10은 표준 크기로 변환된 번호판을 보인다.

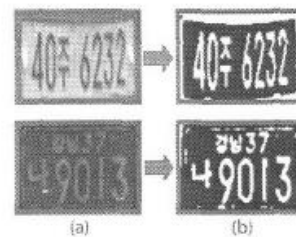


그림 9. 보정이 완료된 영상과 그의 이치영상

Fig. 9. Transformed Images and their binary images



그림 10. 표준 크기로 변환된 번호판 영상

Fig. 10. Revision of the vehicle number plate image by standard size

III. 실험 및 결과

본 연구에서 제시된 기법의 성능 테스트를 위해 인텔 i7 2.93GHz PC상에서, 콘트라스트 향상, LSD에 의한 선 검출, Otsu 이진화, 사각형 검출, projection 알고리즘 등 모든 처리를 C 언어로 프로그래밍하여 실험하였다. 실험에 사용된 영상은 800 × 600 크기의 자동차 정면 영상으로서, 총 100장을 촬영하여 사용하였다.

다음의 그림 11과 그림 12는 실험에서 자동차 번호판이 검출되는 과정을 보인다. 그림에서 보이듯이 처리 과정중에 사각형으로 될 수 있는 상황은 매우 많이 존재하며, 이중

번호판에 해당될 수 있는 사각형만을 골라내야한다.

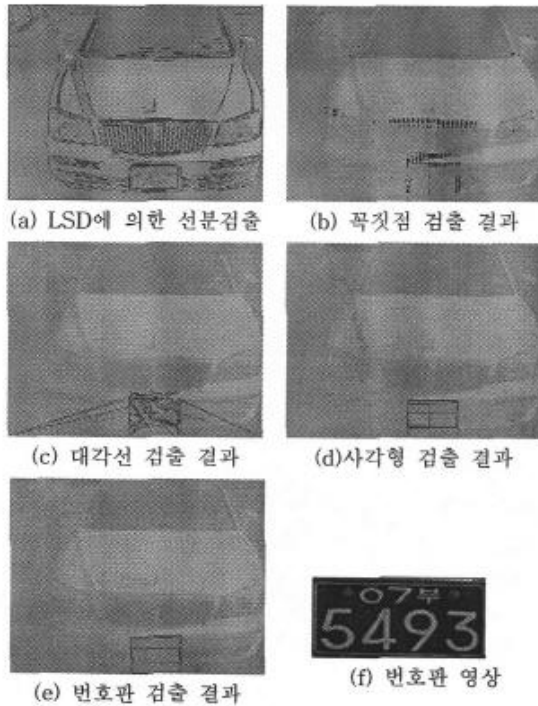


그림 11. 자동차 번호판 검출 과정 예 1
Fig 11. Example 1 of the vehicle number plate detection procedure

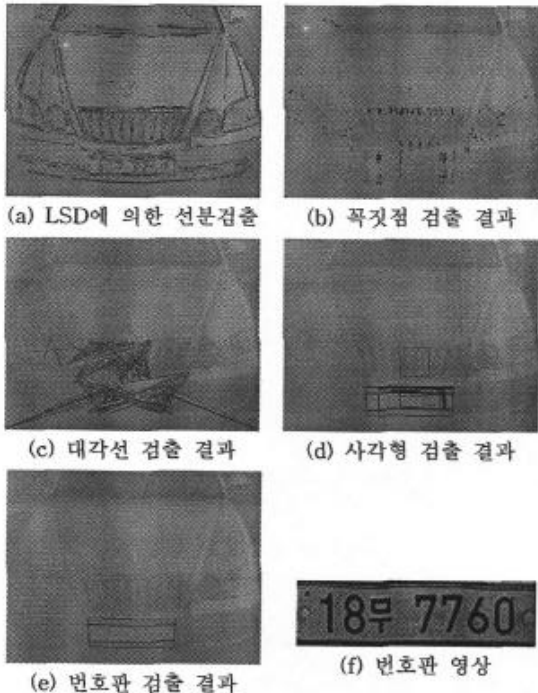


그림 12. 자동차 번호판 검출 과정 예 2
Fig 12. Example 2 of the vehicle number plate detection procedure

표 1에 본 알고리즘에 의해 얻어진 실험 결과를 보인다. 이 결과에 따르면, LSD에 의한 직선 선분 검출에서, 자동차 번호판의 네 변이 올바르게 선으로 검출된 경우는 98%로 나타났으며, 이로부터 구해진 사각형들로부터 최종적으로 번호판이 성공적으로 검출된 경우는 94%로 얻어졌다.

표 1. 실험 결과

Table. 1. The result of experiment

영상 개수	LSD 검출율	번호판 검출율
100개	98%	94%

상기 실험에서 번호판 검출에 실패한 경우를 살펴보면, 기존의 번호판의 규격은 세로 길이가 길어서 쉽게 추출되었지만, 현행의 새로운 한 줄로 된 번호판 규격은 세로 길이가 짧아서 입력 영상의 콘트라스트가 나쁠 경우 번호판의 양변이 나타나지 않는 경우가 많아 실패의 원인이 되었다. 특히, 최종 번호판 검출율(94%)과 LSD 검출율(98%)의 차이인 4%는 번호판이 오염되거나 그늘이나 햇빛에 반사되어 번호판 내의 번호들의 구성을 제대로 분석해내지 못한 경우가 대부분이다. 그림 13에 그 예를 보인다.

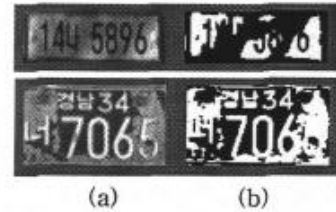


그림 13. 검출에 실패한 번호판 후보의 예
(a) 원영상 (b) 이치영상

Fig. 13. The example of unaccepted candidates
(a) original image (b) binary image

IV. 결 론

본 연구에서는 자동차 번호판 검출을 위한 새로운 사각형 추출 기법을 제시하였다. 먼저 입력 영상의 콘트라스트를 향상시키고, 그 후 LSD를 적용하여 영상내의 직선 선분을 검출하였다. 이렇게 구해진 선들로부터 사각형을 이루는 꼭짓점들을 찾아내고, 이 꼭짓점들로부터 대각선들을 찾아내며, 그 후 이 대각선들 정보로부터 사각형을 찾아낸다. 찾아진 사각형들은 자동차 번호판의 후보가 되며, 이 사각형들의 내부를 조사하여 번호판의 문자 배치와 일치하는가를 검사함으로써 번호판임을 확정하였다.

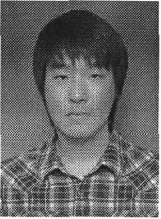
제시된 기법의 성능 테스트를 위해 100장의 자동차 영상을 사용하였으며, 실험 결과 94%의 번호판 검출율을 얻을 수 있었다.

실험에 따르면, LSD에 의한 직선 선분 검출은 입력영상의 콘트라스트 상태에 의해 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 향후 콘트라스트 향상 기법의 추가 연구를 통

해 LSD에 의한 선 검출 성능을 향상시킬 필요가 있으며, 제시된 기법의 세부적인 개선을 통해 보다 향상된 사각형 검출 기법을 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] E. R. Lee, P. K. Kim and H. J. Kim. "Automatic Recognition of a Car License Plate Using Color Image Processing", *Proceeding of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'94)*, VOL.2, pp. 301-305, 1994.
- [2] Thanongsak Sirithinaphong and Kosin Chamnongthai, "The Recognition of Car License Plate for Automatic Parking System", *Proceedings of the Fifth International Symposium on Signal Processing and Its Applications (ISSPA '99)*, pp. 455-457, 1999.
- [3] Jian-Feng Xu, Shao-Fa Li and Mian-Shui Yu, "Car License Plate Extraction using Color and Edge Information", *Proceedings of the Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, pp.3904-3907, Shanghai, 26-29 August 2004
- [4] W. Jia, H. Zhang, X. He and M. Piccardi, "Mean Shift for Accurate License Plate Localization", *Proceedings of International Conference on Intelligent Transportation Systems*, Vienna, Austria, pp.566-571, 2005.
- [5] Kaushik Deb, Hyun-Uk Chae and Kang-Hyun Jo, "Vehicle License Plate Detection Method Based on Sliding Concentric Windows and Histogram", *Journal of Computers*, Vol. 4, No. 8, pp. 771-777, August 2009
- [6] S. H. Park, K. I. Kim, K. Jung and H. J. Kim, "Locating Car License Plates using Neural Network", *IEE Electronics Letters*, vol.35, no. 17, pp. 1475-1477, 1999.
- [7] J. Matas and K. Zimmermann, "Unconstrained Licence Plate and Text Localization and Recognition", *Proceedings of 2005 IEEE Intelligent Transportation Systems*, pp. 225-230, 2005.
- [8] S. H. Kim, D. C. Kim, Y. B. Ryu and G. H. Kim. "A Robust License plate Extraction Method under Complex Image Conditions". *Proceedings of 16th International Conference on Pattern Recognition*, pp. 216-219 vol.3, 2002.
- [9] P. V. Suryanarayana, Suman K. Mitra and Asim Baneree and Anil K. Roy, "A Morphology Based Approach for Car License Plate Extraction", *IEEE Indicon 2005 Conference*, pp.24-27, India, 2005.
- [10] Serkan Ozbay, and Ergun Ercelebi, "Automatic Vehicle Identification by Plate Recognition", *World Academy of Science, Engineering and Technology* 9, pp.222-225, 2005
- [11] Vahid Abolghasemi and Alireza Ahmadyfard, "Local Enhancement of Car Image for License Plate Detection", *15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007)*, Poznan, Poland, pp.2179-2183, September 3-7, 2007
- [12] Chirag N. Paunwala, Suprava Patnaik, and Manoj Chaudhary, "Multiple License Plate Extraction Based on Mathematical Morphology and Component Filtering in Indian Traffic Condition", *2010 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing*, pp.249-242, 2010.
- [13] A. Beghdadi and A. Le Negrate, "Contrast enhancement technique based on local detection of edges", *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, Vol. 46, pp. 162-174, 1989.
- [14] R. Grompone von Gioi, J. Jakubowicz, J.M. Morel, and G. Randall, "LSD: A Fast Line Segment Detector with a False Detection Control", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 32, No. 4, pp. 722-732, April 2010.
- [15] Yasuharu Yabanyra, Masahiro Goto, Diasuke Nishiyama. "Extraction and Tracking of the License Plate Using Hough Transform and Voted Block Matching", *IEEE Intelligent Vehicles Symposium Conference*, pp. 243-246, 2003.
- [16] Cláudio Rosito Jung and Rodrigo Schramm, "Rectangle Detection based on a Windowed Hough Transform", *Proceedings of Computer Graphics and Image Processing, 17th Brazilian Symposium*, pp. 113-120, Oct. 2004
- [17] Zi-qiang Li, "Generalized Hough Transform: Fast Detection for Hybrid Multi-Circle and Multi-Rectangle", *Intelligent Control and Automation, WCICA 2006*, pp. 10130-10134, 2006
- [18] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital image processing*, Addison-Wesley, 1992.
- [19] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histogram", *IEEE Transactions on System, Man, Cybernetics*, Vol. SMC-9, No. 1, pp 62-66, January 1979.



김 진 옥 (Jin-Uk Kim)

2009년 2월 경상대 전자공학과(공학사)
2012년 2월 경상대 제어계측공학과(공학석사)
※주관심분야 : 영상처리, 물체검출



박 중 조 (Joong-Jo Park)

正會員

1981년 2월 고려대 전기공학과(공학사)
1983년 2월 고려대 전기공학과(공학석사)
1995년 8월 고려대 전기공학과(공학박사)
1996년~현재 경상대학교 전기전자공학부 교수
※주관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 생체인식.
