

가우시안 차이와 반복 레이블링을 이용한 신형 차량번호판 검출

여재윤* · 김민하* · 차의영*

*부산대학교

A Detection of New Vehicle License Plates Using Difference of Gaussian and Iterative Labeling

Jae-yun Yeo* · Min-ha Kim* · Eui-young Cha*

*Pusan National University

E-mail : yjn870@pusan.ac.kr

요 약

본 논문에서는 차량 출입통제, 주정차 단속, 과속 차량 단속 등 다양한 분야에서 사용가능한 신형 차량번호판 검출 방법을 제안한다 먼저 가우시안 차이를 이용한 필터링을 사용하여 번호판의 연속적인 주요 숫자가 잘 나타나도록 이진화를 수행한다 이후 번호판의 형태학적 특징을 이용한 반복 레이블링 기법을 이용하여 번호판 영역을 결정한다 마지막으로 투영 변환을 통한 번호판의 정형화 과정을 거쳐 카메라나 차량의 위치에 따라 발생하는 기울어짐과 같은 왜곡을 보정한다

ABSTRACT

In this paper, we proposed the new vehicle license plates detection method which is available in a various fields, including vehicle access control, illegal parking and speeding vehicle crack down. First, we binarize an image by using difference of gaussian filter to find a sequence of numbers of plates. Second, we determine the plate region by labeling repeatedly using the morphological characteristics of the plates. Finally, we use a projective transformation for correcting the distortion that occurs because of the camera or the location of the vehicle.

키워드

번호판 검출, 가우시안 차이, 반복 레이블링, 투영 변환, 왜곡 보정

I. 서 론

현재 차량의 출입통제, 불법 주정차 단속, 과속 차량 단속과 같은 많은 분야에 차량 번호판 검출 시스템이 사용되고 있다 과거에는 인력을 통한 수작업으로도 해당 작업의 처리가 비교적 용이하였으나 현대 사회의 급격한 차량 증가 흐름과 IT 기술의 발전 때문에 이런 차량 번호판 검출 작업을 자동화하려는 연구들이 활발히 진행되고 있다 기존의 자동차 번호판 검출에 관한 연구로는 색상 모델 기반의 차량 번호판 추출[1], 에지 기반의 차량 번호판 인식패[2] 같은 방법들이 있다. 먼저 색상 모델 기반의 차량 번호판 인식 방법은 번호판의 배경색을 학습시킨 뒤 분류 결과를 사용하여 번호판 영역을 추출한다 하지만 조명 및

주위 밝기 환경에 따라서 번호판 인식 결과가 민감하게 반응하는 단점이 존재한다. 그리고 에지 기반의 차량 번호판 인식방법 내에 존재하는 차량 번호판 검출 방법은 먼저 수직 방향의 에지를 검출 한 후 번호판의 가장 가장자리의 수직 성분을 이용하여 전체적인 차량 번호판 영역을 검출한다.

본 논문에서는 가우시안 차이와 반복 레이블링 (labeling)을 이용한 신형 차량번호판 검출 방법을 제안하였으며 그 과정을 [그림 1]에 도시하였다. 제안하는 알고리즘은 크게 3가지 방법으로 진행된다. 먼저 입력된 차량 영상에 대해서 DoG(Difference of Gaussian Filtering)을 수행하여 번호판 영역 내에 존재하는 문자들의 선명도가 높은 이

진 영상을 생성한다. 그리고 Morphological Filtering을 수행하여 차량번호판 내의 문자가 가지는 형태학적 특징 이외의 잡음들을 제거한다 그리고 차량번호판 내의 문자 위치에 대한 형태학적 특징 정보를 사용한 반복 레이블링을 이용하여 번호판 영역을 검출한다. 마지막으로 투영변환을 이용한 정규화 과정을 거쳐 검출된 차량번호판의 왜곡을 보정한다.

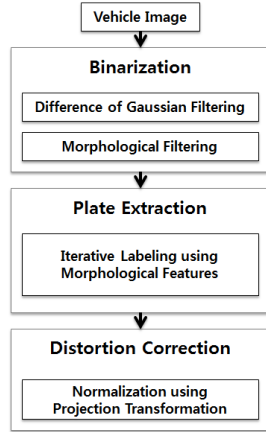


그림 1. 차량번호판 검출 흐름도

II. 번호판 영역 검출

2-1. 영상의 이진화

신형 차량번호판이 가지는 색상인 자가용의 흰 배경과 검은 문자와 사업용의 노란 배경과 검은 문자와 같은 특징에 주목하여 입력 영상을 YUV 컬러모델로 변환하여 생성된 밝기 정보에 해당하는 [그림 2]의 (b)와 같은 Y 채널 영상을 가지고 이후 과정을 수행한다. 그리고 Y 채널 영상에 대해 히스토그램 균등화를 수행하여 차량번호판의 배경과 문자의 경계가 강조된 [그림 2]의 (c)와 같은 영상을 생성한다.

다음 단계로 식(1)의 DoG를 사용한 [그림 2]의 (d)와 같은 영상에 이진화를 수행함으로써 신형 차량번호판 내부의 문자 형태가 강조된 이진 영상을 생성하며 그 결과는 [그림 2]의 (e)와 같다.

$$DoG(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_1^2}\right) - \frac{1}{2\pi\sigma_2^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_2^2}\right) \quad (1)$$

마지막으로 이진화된 영상에 대해서 연결화소 (Connected Component)를 이용한 레이블링을 통하여 블롭(Blob)들을 추출 후 번호판 내부의 숫자에 해당하는 형태학적 특징에 관계된 식(2), (3)의

Morphological Filtering을 수행하여 차량번호판 내부 숫자들의 형태학적 특징과 다른 잡음들을 제거하여 [그림 2]의 (f)와 같은 개선된 이진 영상을 생성한다.

$$\begin{aligned} Height_{Blob(i)} / Width_{Blob(i)} < 4 \\ Height_{Blob(i)} > Width_{Blob(i)} \end{aligned} \quad (2)$$



그림 2. 차량 영상의 이진화 과정 단계에서 생성되는 영상들의 예

2-2. 반복 레이블링 및 형태학적 특징을 이용한 번호판 영역 검출

[그림 3]과 같이 신형 차량번호판은 두 가지 색상으로 구분된다. [그림 3]의 흰색 배경을 가지는 유형 1, 유형 2는 자가용에 해당하며 노란색 배경을 가지는 유형 3, 유형 4는 사업용에 해당한다. 또한 자가용 신형 차량번호판은 가로로 모든 숫자 및 문자가 포함되어 있으며 사업용 신형 차량번호판은 유형 3과 같은 두 줄 형태와 유형 4와 같은 한줄 형태의 두 가지 모양을 특성으로 가지고 있다.





(c) 유형 3 (d) 유형 4

그림 3. 신형 차량번호판의 4가지 유형

차량 번호판은 여러 형태의 특성을 가지고 있지만 내부에 포함되는 연속되는 4개의 큰 숫자라는 공통된 규칙성을 가지고 있음을 살펴볼 수 있다. 본 논문은 입력된 차량 영상에서 4개의 큰 숫자들을 먼저 찾은 뒤 형태학적 조건 검증을 통하여 각 유형에 해당하는 번호판 영역을 추정하고 검출하는 방법으로 알고리즘을 제안한다

2-2-1. 4개의 연속된 큰 숫자 검출

연결화소를 이용한 반복 레이블링을 수행하여 검출된 블롭들을 검출 후 식(3)~(5)의 과정을 거쳐 [그림 4]와 같은 차량 번호판 내에 존재하는 연속되는 4개의 큰 숫자들을 검출한다



그림 4. 연속된 4개의 큰 숫자 배치 형태

$$L_{Blob(i)} < W_{Blob(i-1)} * 1.2$$

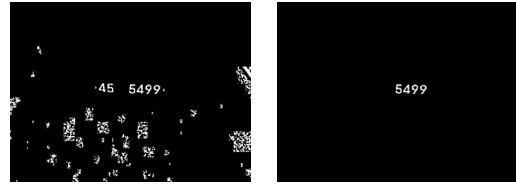
(L : 이전 Blob에서 현재 Blob까지의 거리) (3)

$$0.8 * H_{Blob(i-1)} < H_{Blob(i)}$$

$$H_{Blob(i)} < 1.18 * H_{Blob(i-1)}$$

(H : Blob의 Height) (4)

연속되는 4개의 큰 숫자로 판단되는 블롭들은 좌측에서 우측으로 블롭들을 해석하여 결정한다 우선 식 (3)을 사용하여 이전 블롭들의 너비를 이용하여 다음 검색될 연속된 블롭들간의 범위를 결정한다. 이후 식 (4)를 통하여 연속된 블롭들의 최대, 최소 높이를 결정하여 연속되는 4개의 큰 숫자로 사용될 블롭들의 후보군들을 결정한다 그리고 후보군 블롭들 간의 간격의 최대값이 식 (5)의 범위 내에 존재하며 후보군 내 블롭들의 최외곽 $Width/Height$ 비율이 최소인 후보군을 연속된 4개의 큰 숫자로 결정하며 그 결과는 [그림 5]와 같다.



(a) 이진 영상 (b) 검출 결과

그림 5. 개선된 이진 영상에서 연속된 4개의 큰 숫자 검출 결과

$$I_{max} < 1.3$$

(I : Blob들 사이의 간격) (5)

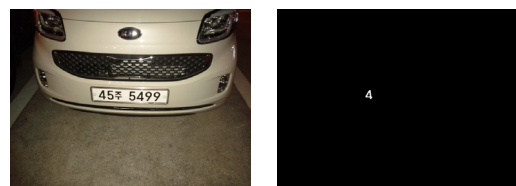
2-2-2. 차량번호판 검출

차량번호판 영역 및 유형을 결정하기 위해서는 차량 번호판 내부의 좌측 가장자리 숫자 정보가 필요하다. 만약 좌측 가장자리 숫자 위치가 연속된 4개의 큰 숫자 중 가장 왼쪽 숫자와 다르다면 차량번호판 유형의 후보군은 [그림 3]의 (a), (b), (d)이며 같다면 차량 번호판 유형의 후보군은 [그림 3]의 (c)이다.

차량번호판 내부의 좌측 가장자리 숫자를 검출하는 방법은 다음과 같다. 먼저 4개의 연속된 큰 숫자 중에서 가장 왼쪽의 숫자부터 식 (6)의 범위 내에서 왼쪽 방향으로 가장 바깥쪽 바로 이전 숫자 위치를 탐색한다. 이 후 다음 왼쪽 방향에 존재하는 숫자 검색 범위를 식 (3)의 범위로 설정하여 번호판 내부의 가장 왼쪽 숫자를 검출하며 그 결과는 [그림 6]과 같다.

$$L_{Blob(i)} < W_{Blob(i-1)} * 3$$

(L : 이전 Blob에서 현재 Blob까지의 거리) (6)



(a) 차량 영상 (b) 검출 결과

그림 6. 번호판 내부의 좌측 가장자리 숫자 검출

차량번호판의 영역 설정은 차량번호판의 유형에 따라서 결정된다.

본 논문에서는 차량번호판의 영역 설정을 [그림 7]의 2가지 규칙에 따라 수행하며 차량 영상에서 차량번호판 영역 설정 규칙을 통하여 검출된 차량번호판 영역 결과는 [그림 8]과 같다.

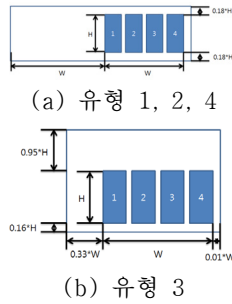


그림 7. 차량번호판 영역 설정 규칙



그림 8. 차량번호판 검출 결과

[그림 8]의 차량번호판 검출 결과(d)를 살펴보면 카메라나 차량의 위치에 따라 발생하는 기울어짐과 같은 왜곡이 발생함을 살펴볼 수 있다 이러한 왜곡은 투영 변환을 이용한 정형화 과정을 거쳐 보정한다.

III. 왜곡 보정

3-1. 투영 변환을 이용한 정형화

기울어짐과 같은 영상의 왜곡은 정형화 과정을 수행하여 원하는 형태로 변환할 수 있다. 우선 차량번호판 내의 좌측 가장자리 숫자와 우측 가장자리 숫자를 이용하여 [그림 9]의 P1 ~ 4에 해당하는 좌표와 변환 대상의 꼭지점 좌표 P5 ~ 8를 설정한다. 이후 투영 변환[3]을 통하여 구해진 변환행렬을 이용하여 왜곡을 수행하면 [그림 10]의 (b)와 같은 정형화된 차량번호판 영역을 얻을 수 있다.

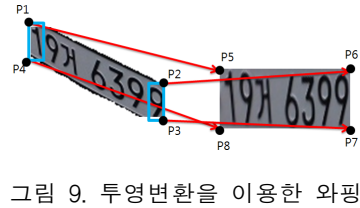


그림 9. 투영변환을 이용한 왜곡



그림 10. 투영변환을 통한 왜곡된 번호판 보정

IV. 실험 결과

본 논문이 제안한 신형 차량번호판 검출 알고리즘을 실험하기 위한 실험 데이터는 조명 각도, 거리가 각기 다른 640x480 해상도를 가지는 110개의 차량 이미지로 구성되어 있다

실험 결과 약 97.3%의 차량 영상에 대해서 차량번호판 영역을 올바르게 검출하였으며 평균적인 처리시간은 29ms 측정 되었다. 연속된 4개의 숫자 근처에 분포하는 번호판의 훼손이나 심한 그림자가 나타난 경우에는 검출이 실패하였다

V. 결 론

본 논문은 가우시안 차이 및 신형 차량번호판의 형태학적 특징을 적용한 반복 레이블링을 이용하여 신형 차량번호판을 검출하는 방법을 제안한다. 투영 변환을 통한 정형화 과정을 수행하여 기울어짐과 같은 왜곡을 보정할 수 있으며 빠른 처리시간의 이점으로 실시간 검출에도 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 권태호, 김광인, 김진형, “칼라와 텍스처 특성을 이용한 영상내의 번호판 추출 방법, 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, Vol. 14, 2002
- [2] 오형철, 최종호, “에지 투영 및 방향성 벡터를 이용한 차량 번호판 인식 알고리즘, 한국정보기술학회논문지, Vol.7, No.1, pp. 83-92, 2009
- [3] Radke R and Ramadge P and Echigo T, “Efficiently estimating projective transformations”, IEEE Int. Conf. on Image Processing, Vol. 1, pp. 232-235, 2001