

숫자를 둘러싸는 최소사각형에 기반을 둔 자동차 번호판 추출

김병수* · 송미영* · 조형제*

1. 서 론

오늘날 산업사회의 고도화와 함께 차량의 증가는 여러 방면에 영향을 주고있다. 도로의 교통상황, 차량의 이동상황은 이미 실생활에서 중요한 정보로 활용되고 있으며, 자동차 수의 증가에 따라 교통법규위반, 주차관리, 통행세 징수에 이르기까지 자동차의 제반관리를 위한 교통정보 자동 인식의 필요성은 점차 증가하고 있다. 뿐만 아니라, 차량의 도난사고 및 차량에 의한 범죄가 급격한 속도로 증가하고 있어 이에 대처하기 위한 자동 차량 정보 처리기술이 점점 더 절실하게 요구된다. 특히 자동 차량 식별 시스템은 도난차량이나 범죄차량을 교통경찰이 직접 검문할 필요성을 줄일 수 있으며, 톨게이트의 경우 정차한 차량을 일일이 식별하여 요금을 징수하는 방식이 아닌 자동 인식함으로써 교통의 흐름도 원활하게 할 수 있어 경제적인 측면에서도 유용하리라 본다.

기존의 번호판 추출 방법들은 번호판이 주로 차량의 정면으로 일정한 영역을 차지하고 있다는 제한을 두거나 특정 위치에 있는 경우에 대해 번호판 테두리가 사각형인 점을 고려하여 번호판을 추출한다.

그러나 이 논문에서는 조명의 밝기차이로 인한

번호판의 배경과 문자가 뚜렷하게 구별되지 않은 영상, 번호판 크기와 위치가 다양한 영상, 그리고 -10° 에서 $+10^{\circ}$ 정도 기울어져 있는 영상등 즉, 차종의 관계없이 다양한 위치와 각도에서 얻어진 640×480 크기의 gray-level 자동차 영상으로부터 자동차 번호판의 숫자와 유사한 크기를 추출하고 이들을 둘러싸는 최소사각형을 기반으로 한 자동차 번호판 추출방법을 제안한다.

그리고 처음부터 영상의 에지정보를 이용하지 않고 번호판 영역내에 숫자정보가 존재한다는 가정하에 번호판 숫자와 유사한 크기의 blob들을 추출하여 이 blob들이 수평으로 이웃해 있을 경우 번호판 후보 영역으로 선정한다. 또한 선정된 번호판 후보 영역의 윗부분에 지역명에 해당되는 blob들의 존재 여부를 통해 최종 번호판으로 판별한다.

이 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 기존의 번호판 영역을 추출하는 관련 연구 방법들에 대해 살펴보고, 3장에서는 일반 자동차 번호판의 구성 요소와 번호판 영역의 특성들에 대해 검토하고, 4장은 번호판 영역을 추출하기 위한 각 처리단계별 방법과 이에 따른 결과 영상에 대해 설명하고, 5장에서는 다양한 차량영상에 대해 이 논문에서 제안한 방법들을 적용하여 번호판 영역을 정확히 추출하는지 검토해 보고, 6장에서는 결론을 맺는다.

*동국대학교 컴퓨터공학과

2. 관련 연구 방법

대부분의 기존 자동차 번호판 연구 방법들을 살펴보면, 처음부터 영상에서 에지를 추출하고 번호판이 사각형인 점을 고려하여 번호판의 테두리 정보를 검출한다.

또한 번호판의 직선추출을 용이하게 하기 위해 번호판이 기울어지지 않고 일정한 위치에 있는 영상에 제한을 두는 경우도 있다. 이러한 방법은 번호판의 직선과 유사한 라디에이터 부분을 추출하는 오류가 발생하거나 번호판이 기울어진 경우 별도로 영상을 정규화하여 번호판을 추출하기 때문에 매우 많은 처리시간을 요하는 단점이 있다.

다음은 기존의 번호판 영역을 검출하는 방법들에 대해서 살펴본다.

(1) 허프변환(Hough Transform)에 의한 방법

대부분의 자동차 번호판 연구에서 가장 많이 적용되는 방법으로 “차량의 전면부에는 수직선이 번호판의 테두리 외에는 거의 없다”는 가정하에 소벨(Sobel)[2] 연산자를 이용하여 에지를 추출한 후 허프변환에 의해 번호판 영역을 추출한다. 또한 속도향상을 위해 영상을 축소하여 에지 검출 범위를 줄이는 등의 방법이 제안되었으나 이는 일정한 검출 범위 이상을 벗어날 경우에는 추출하지 못하는 단점이 있다[2].

(2) Zoom In에 의한 방법

입력영상에서 번호판의 위치를 예측하고 영상을 확대(Zoom In)하여 번호판을 추출하고 정규화하는 방법으로 이는 번호판이 입력영상에서 일정한 크기로 고정된 위치에 있어야 한다는 제한 사항이 있다[3].

(3) 수리 형태론에 의한 방법

Morphology의 한 방법인 erosion과 dilation방

법을 이용하여 상대적으로 번호판의 밝은 부분인 문자부분과 어두운 배경부분을 축소시킴으로써 번호판을 추출한다. 이 방법은 번호판의 문자부분이 배경부분과 뚜렷한 차이가 있어야 분리추출이 용이하지만 빛의 의해 문자와 배경의 식별이 어려운 영상이나 번호판이 기울어진 영상등 배경이 복잡한 경우에 대해서는 정확한 번호판을 추출하지 못한다[8].

(4) 분할된 영역의 특성을 이용한 방법

번호판을 제외하고는 대체로 균일한 밝기의 영역으로 이루어져 있다는 사실에 착안하여 영상을 작게 분할하고 각 분할된 영역의 균일정도를 점검한 후 불균일 영역을 제거하고 남은 분할 영역에 대해 번호판 테두리를 찾기 위해 하프변환방법을 적용하여 번호판 영역을 추출한다. 이는 계산량은 적으나 번호판 테두리의 윤곽이 뚜렷하지 않은 차량영상인 경우에는 번호판 위치를 정확히 찾지 못하는 단점이 있다[4].

(5) 조명과 기울어짐을 고려한 방법

45도 이내의 기울어짐을 고려하고 자동차 번호판 테두리의 두 수직 성분을 검출하여 번호판 영역을 추출한다. 이 방법은 번호판이 기울어진 영상에 대해서 직선 성분을 이용하여 번호판 영역을 추출할 수 있으나 여러 각도의 직선 성분을 찾는 과정과 선분을 병합하는 과정에서 많은 시간을 소비한다[6].

(6) run-length를 이용한 방법

4- 이웃방향의 기울기를 이용하여 이진영상을 얻은 다음 임의의 각도인 θ 로 투영하고 이때 투영되는 직선은 run-length방법을 적용하여 번호판 후보영역을 찾는다. 이 방법은 자동차의 전면부에서 직선 성분이 번호판 영역에 많다는 점을 이용하여 수직을 이루는 두 직선의 비가 2:1인 위

치를 검출하여 이를 번호판 영역으로 인식한다. 또한 번호판이 차지하는 비율을 일정하게 유지하여 번호판 영역을 추출할 수 있지만 번호판이 기울어지거나 잡음요소가 있을 경우 경계선 추출이 어렵다[9].

(7) 투영에 의한 방법

차량영상에서 에지를 구한 후, x축과 y축으로 투영하여 번호판의 가로·세로 테두리를 찾는다. 이 방법은 구현하기가 쉽고 빠른 시간내에 번호판 영역을 찾을 수 있지만 번호판 테두리가 선명하지 못하거나 번호판이 기울어진 경우 추출이 어렵다 [17].

3. 번호판의 일반적인 특성

3.1 번호판의 구성요소

국내의 일반적인 차량 번호판의 형태는 그림 1과 같이 4가지 영역으로 구성되어 있다. 첫번째 영역은 상단부의 지역명이고, 두번째 영역은 차종별 기호표시, 세번째 영역은 용도표시, 네번째 영역은 하단부의 등록번호를 나타낸다.

또한 번호판의 색상을 살펴보면, 가장 많은 비중을 차지하는 일반자가용은 녹색바탕에 흰색문자로 지정된다. 영업용 택시의 경우는 노란색바탕에 남색문자이고, 외교관용은 노란색바탕에 검정색, 화물차 및 관광버스 차량은 황색바탕에 흰색 문자이다. 기타 임시 번호판은 흰색바탕에 검정색 문자로 다른 차량의 번호판 구성과는 다르다.



그림 1. 차량 번호판의 예

3.2 번호판 영역의 특징

번호판 영역내의 구성요소들은 다음과 같은 일반적인 특성을 가지고 있다.

- ① 자동차 번호판의 가로·세로길이 비는 2:1이다.
- ② 번호판 영역의 배경영역과 문자영역의 비는 7:3이다.
- ③ 번호판 영역의 문자영역과 배경영역의 색상은 뚜렷하게 구별된다.
- ④ 번호판은 주변영역과 뚜렷하게 구별되는 테두리를 갖는다.
- ⑤ 번호판 영역의 문자와 문자사이의 밀집도는 다른 영역보다 높다.
- ⑥ 번호판 영역은 일정한 문자폭과 명암도 변화를 보인다.
- ⑦ 번호판 영역의 각 문자는 상대적인 위치정보를 가지고 있다.

4. 숫자정보를 기반으로 한 번호판 추출

4.1 처리과정

이 논문에서 제안하는 방법은 번호판 영역의 일정한 폭과 상대적인 위치를 가지고 있는 번호판내의 숫자들을 둘러싸는 최소사각형(MBR)을 기반으로 자동차 번호판을 추출한다.

자동차 번호판 추출과정의 전체 흐름도를 살펴보면 그림 2와 같다.

입력영상은 조명과 차종에 무관하게 다양한 위치와 각도에서 얻어진 영상으로 차량의 정면이나 후면등의 일정한 위치에 제한하지 않은 640×480 크기의 그레이레벨(Gray-Level)영상이다.

전체적인 단계별 처리 과정을 보면, 입력영상에서 불필요한 잡음을 제거하기 위한 미디언필터(median filter)와 영상의 빛의 세기나 방향에 따라

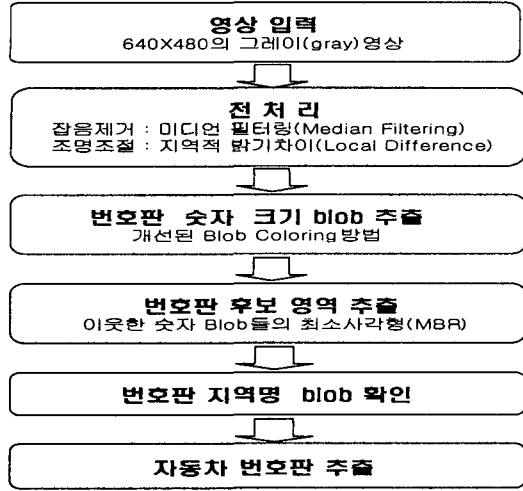


그림 2. 자동차 번호판 추출과정

지역적인 밝기 분포 차이를 줄이기 위해 지역적 밝기차이(local difference)를 전처리 과정으로 적용한다. 그리고 번호판의 각 숫자들을 추출하기 위해, 불필요한 긴 가로선들을 제거한 후 기존의 blob coloring방법의 문제점을 개선하여 번호판 숫자 크기와 유사한 blob들만을 검출한다. 이렇게 추출된 숫자 blob들이 수평방향으로 이웃해 있을 경우 이들의 최소사각형을 번호판 후보 영역으로 선정하고, 이 번호판 후보 영역들의 윗부분에 자동차의 지역명에 해당되는 blob들이 존재하는가를 분석하여 최종 자동차 번호판으로 판별한다.

4.2 전처리

4.2.1 잡음 제거

잡음은 차량영상에서 번호판내의 문자들을 분할하여 추출하기 어렵게 하고 특징정보들을 변화시켜 오인식을 유발한다. 대부분 잡음 성분은 입력장치의 성능, 주위여건, 입력시 사용하는 파라미터등으로 차량영상의 입력시에 삽입된다.

잡음제거방법은 영상에서 임의의 임계치를 설

정하여 잡음 성분이라고 판단되는 화소를 제거하거나 이웃하는 화소들과의 상관 관계를 고려하여 잡음화소들을 제거하는 등의 방법을 사용한다.

따라서, 3×3 윈도우내의 중심화소값은 주변화소들 중에서 중간에 해당하는 값을 취하는 미디언 필터(median filter)를 적용하여 불필요한 성분인 잡음화소들을 제거한다[그림 4].

4.2.2 밝기 차이 보정

조명의 밝기나 위치가 다르면 차량영상에 매우 영향을 미친다. 차량영상에서 각 화소들의 밝기차이가 균일하게 변한다면 이는 고주파 필터를 통해 쉽게 영상의 밝기차이를 보정할 수 있다. 그러나 대부분의 영상은 빛의 세기나 방향에 따라 그림자 부분의 위치가 변하여 지역적으로 밝기분포가 불균일하게 변한다.

따라서, 영상의 밝기차이를 보정하기 위해 5×5 윈도우내의 지역적 밝기차이(local difference)를 적용한다[그림 5]. 지역적 밝기차이란 일정한 크기의 윈도우내에서 중심화소의 밝기와 윈도우 전체화소들의 밝기평균과의 차이를 의미한다. 윈도우의 크기가 (2n+1)×(2n+1)일때, 새로운 중심화소(x,y)의 밝기 I'(x,y)는 식(1)과 같다.

$$I(x, y) = \max \left\{ I_{new}(x, y) - \frac{\sum_{i=-n}^n \sum_{j=-n}^n I_{new}(x+i, y+j)}{(2n+1)^2}, 0 \right\}$$

$$I_{new}(x, y) = \begin{cases} I(x, y) : (x, y) \text{가 윈도우 영역에 포함되는 경우} \\ 0 : (x, y) \text{가 윈도우 영역에 포함되지 않을 경우} \end{cases}$$

식(1)

$$I = \sum_{i=1}^{i=5} \sum_{j=1}^{j=5} W_{i,j} \cdot C_{i,j}$$

식(2)

이 논문에서 지역적 밝기차이에 적용된 연산자는 5×5 크기의 윈도우로 표 1과 같다.

표 1. Local Difference를 위한 연산자

-1/25	-1/25	-1/25	-1/25	-1/25
-1/25	-1/25	-1/25	-1/25	-1/25
-1/25	-1/25	24/25	-1/25	-1/25
-1/25	-1/25	-1/25	-1/25	-1/25
-1/25	-1/25	-1/25	-1/25	-1/25

4.2.3 이진화(Binarization)

번호판 영역내의 문자들을 분할추출하기 위해 밝기차이가 보정된 영상을 이진화영상으로 변환한다. 이때 이진화영상 변환시 중요한 특징정보들이 손실될 수 있다.

따라서, 영상의 특징정보를 최대한 유지하기 위해 임의의 화소에 대하여 32×32 윈도우내의 이웃 화소들의 평균값을 임계치로 하는 지역적 임계치(local threshold)방법을 적용하여 이진화영상으로 변환한다[그림 6].



그림 3. 원 영상



그림 4. 미디언 필터링 결과

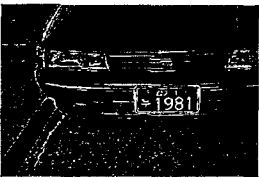


그림 5. Local Difference처리영상

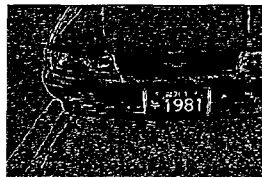


그림 6. Local Threshold 적용한 결과

4.3 숫자크기 후보 blob추출

4.3.1 긴 가로선 제거

번호판내의 숫자크기에 해당되는 영역들로 분

할하기 위해 blob coloring을 적용하기 전에 불필요한 긴 가로선을 제거한다. 이는 이진화영상에서 번호판의 테두리 가로선과 번호판내의 숫자가 연결되어 있을 경우, blob coloring을 처리하면 하나의 blob으로 통합되어 번호판내의 숫자 blob을 추출하지 못할 뿐만 아니라 처리시간을 소요하게 된다.

따라서 최대가로선(25화소)길이보다 긴 모든 가로선들을 제거한다.

4.3.2 숫자크기영역 blob 추출

영상내의 형상분할은 영상을 분석하는데 있어서 가장 기본이고 영상을 동질영역들의 집합이나 구성성분으로 분할하는 기법이다.

이 논문에서는 번호판 숫자크기 영역의 blob들로 분할하기 위해 다음과 같은 blob coloring 처리방법을 적용한다.

- ① 오른쪽으로 주사하면서 coloring되지 않은 화소A를 찾아 새로운 번호(color값)을 붙인다.
- ② 화소 A와 연결되어 있는 화소에 같은 번호를 붙인다.
- ③ 번호를 붙여야 할 화소가 없을 때까지 작업을 계속하며, 번호를 붙인 화소와 연결되어 있는 모든 화소에 동일 번호를 붙인다.
- ④ 아래쪽으로 주사하면서 ①과 같이 아직 번호가 붙어있지 않은 화소가 있을 경우 새로운 번호를 붙이고 ② ~ ③의 처리를 한다.
- ⑤ 영상전체의 주사가 끝나고 난 후 color merge를 통해 동일한 영역으로 연결한다.

표 2. 숫자크기 영역범위

숫자크기 후보blob의 최소크기 : Min_width = 5
Min_height = 20
숫자크기 후보blob의 최대크기 : Max_width = 25
Max_height = 65

입력영상의 차량크기는 일정하지 않으므로 번호판의 등록번호에 해당되는 숫자크기와 유사한 영역범위를 표 2와 같이 정의한다. 그리고 blob coloring처리 후 분할된 blob들의 최소사각형이 숫자크기 영역범위[표 2]에 속하는 blob사각형들만을 추출하여 숫자크기 후보 blob으로 간주한다.

4.3.3 개선된 Blob Coloring 기법

다양한 입력영상에 대해 4.3.2의 blob coloring 방법을 적용하면, 앞에서 긴 가로선을 제거함에도 불구하고 번호판의 테두리선과 번호판내의 숫자가 연결되어 숫자크기 영역범위[표 2]에 벗어나 숫자크기 후보 blob으로 추출하지 못하는 문제가 발생한다.

그림 7은 영상에서 등록번호에 해당되는 4개 숫자중에서 하나의 숫자를 추출하지 못한 예이다. 즉, 이진화영상에서 번호판 영역을 확대하여 살펴보면 등록번호인 4개의 숫자중 세번째 숫자인 "7"은 번호판 테두리선과 연결되어 숫자크기 영역범위[표 2]를 벗어나 추출하지 못함을 알 수 있다.



원 영상 숫자 크기 후보 blob 추출

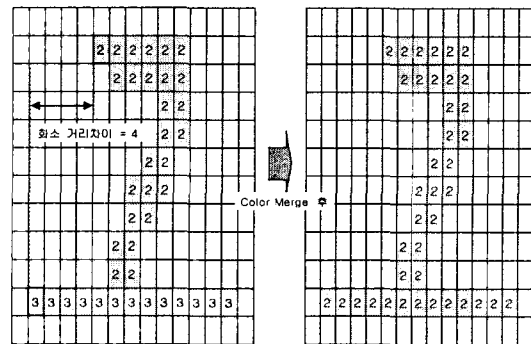


번호판 영역내 확대

그림 7. 기존 blob coloring방법 처리 결과

이는 blob coloring 방법에서 color merge를 할때 가로·세로 길이의 제한없이 blob들이 서로 연결되어 있으면 동일영역으로 통합하기 때문이다.

따라서, 위의 문제를 해결하기 위한 방법은 coloring 값이 서로 다른 두 blob이 서로 연결되어 동일영역으로 통합할 때, 두 blob의 최좌측 화소의 거리차이가 10이하인 경우만 동일영역으로 통합하고 그 외에는 각각 다른 영역의 blob으로 간주한다. 그림 8은 coloring값이 다른 두 blob을 하나의 blob으로 통합하는 예이다. 그림 8(a)는 coloring값이 각각 2와 3인 두 blob이 서로 연결되어 있어 coloring값이 2인 blob의 최좌측과 coloring 값이 3인 blob의 최좌측의 거리 차이가 4로 이는 10보다 작으므로 그림 8(b)와 같이 coloring 값이 2인 하나의 blob으로 통합한다.



(a) (b)

그림 8. 개선된 blob coloring 방법 예

그림 9는 개선된 blob coloring방법을 적용하여 그림 7에서 번호판내의 숫자크기후보로 추출되지 않은 문제점을 해결한 결과이다.

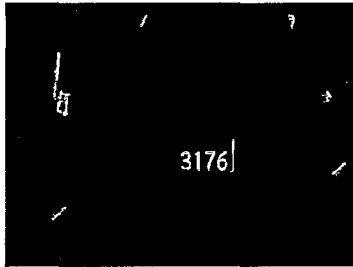


그림 9. 개선된 blob coloring 적용 결과

4.4 번호판 후보 영역 검출

4.4.1 후보영역내의 숫자크기후보 blob선정

표 2에 정의된 숫자크기 적정범위에 의해 검출된 숫자크기 후보 blob들이 서로 수평방향으로 이웃해 있는지 확인한다. 만약 수평방향으로 이웃해 있다면 숫자크기 후보 blob들을 포함하는 최소사각형을 설정하고 이를 일반 번호판 영역으로 정규화하여 번호판 후보 영역으로 선정한다.

다음은 번호판 후보 영역으로 검출하기 위한 숫자크기 후보 blob들이 수평방향으로 이웃해 있는지를 검토하기 위한 과정이다.

- ① 검출된 숫자크기 후보 blob들의 최소사각형을 구한다.
- ② 추출된 각 숫자크기 후보 blob사각형들에 대해 왼쪽 x축 좌표값이 작은 순서대로 나열한다.
- ③ 숫자크기 후보 blob사각형이 두 개 이상 수평으로 이웃하면 번호판 후보 영역으로 간주한다.
- ④ 숫자크기 후보 blob의 왼쪽 x축 좌표값에 대해 blob의 y축 좌표 위치가 각각 다르기 때문에 오른쪽으로 현재 blob의 일정거리에 다른 숫자크기 후보 blob이 있는지 확인한다.
- ⑤ 오른쪽에서 검출된 숫자크기 후보 blob사각형 간의 높이차이가 5화소보다 작고, 상하차이

가 현재 blob의 세로길이보다 1/4작은지 검사한다.

- ⑥ ⑤에서 선정된 숫자크기 후보 blob사각형들이 수평으로 3개에서 5개일 경우 번호판 후보 영역으로 검출한다.

검출방법 ⑥에서 숫자크기 후보 blob사각형이 수평방향으로 5개 이웃해 있을 경우, 최종으로 정확한 번호판 후보 영역을 판별하기 위해 5개의 숫자크기 후보 blob사각형들 중에서 최대높이와 최소높이를 가진 blob을 제외한 나머지 3개의 blob들에 대해 평균높이를 산출한 후 모든 blob들에 대해

$$\text{평균높이} - 5 < \text{Blob_Height} < \text{평균높이} + 5$$

의 범위를 벗어난 blob들을 제거하여 번호판내의 숫자 크기 후보 blob을 선정한다.

4.4.2 후보영역내의 숫자크기후보 blob들의 최소사각형 설정

검출된 최종 숫자크기 후보 blob들은 번호판 구조에서 등록번호에 해당된다. 따라서 검출된 숫자크기 후보 blob사각형들의 위치정보와 길이정보를 이용하여 숫자크기 후보 blob들을 둘러싸고 있는 최소사각형(MBR:Minimum Bounding Rectangle)을 산출한다. 각 숫자크기 후보 blob들을 둘러싸는 최소사각형을 구한 후, 번호판의 특징에 의해 최소사각형을 정규화하여 최종 자동차 번호판 후보 영역으로 선정한다[그림 11].

4.4.3 번호판 후보 영역의 정규화

정규화는 3.2에서 제시한 번호판 구성의 특징을 고려하여 번호판 후보 영역내의 숫자크기 후보 blob들의 최소사각형을 확장하여 최종 번호판 후보 영역으로 추출한다.

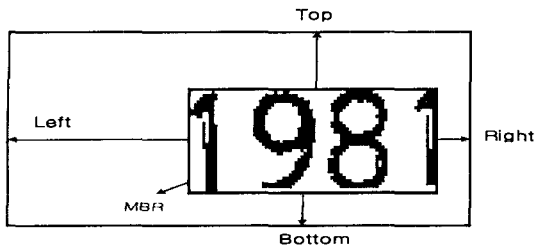


그림 10. 번호판 후보 영역 정규화 방법

- Left : MBR의 Width / 2 확장
- Right : MBR의 height / 8 확장
- Top : MBR의 Width × 3/4 확장
- Bottom : MBR의 Width / 8 확장

최소사각형을 번호판 영역으로 정규화하기 위한 방법은 그림 10에 제시한 방법으로 최소사각형 내에 있는 숫자크기 후보 blob들의 비율과 blob들의 정보를 이용한다[그림 12].



그림 11. 숫자 blob들의 최소사각형
그림 12. 최소사각형 정규화

4.5 번호판 후보영역내의 지역명 확인

위의 과정을 통해 번호판내의 등록번호인 4개 숫자크기 정보를 기반으로 자동차 번호판 후보영역을 선정한다. 그러나 숫자크기 후보 blob들을 둘러싸고 있는 최소사각형을 산출하여 정규화하더라도 그림 13과 같이 실제 번호판 영역외에 다른 후보영역도 추출된다. 따라서 최종 자동차 번호판영역으로 판별하기 위해 검출된 번호판 후보영역내의 윗부분에 자동차 지역명에 해당되는

blob들이 3개이상 존재하는지 확인한다.

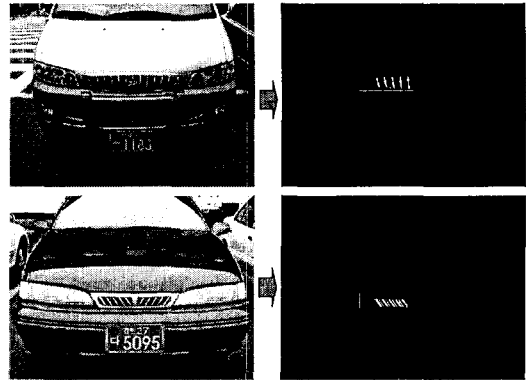


그림 13. 실제 번호판 후보 영역외에 추출된 예

번호판내에서 문자정보인 지역명에 해당되는 blob들이 존재하는지 확인하기 위해 그림 14와 같이 상하범위와 좌우범위를 확인한다.

입력차량 영상크기가 일정하지 않기 때문에 지역명에 해당하는 blob들의 크기가 각각 다르다. 따라서, 지역명에 해당되는 blob의 크기는 추출된 등록번호인 4개 숫자 정보를 이용하여 지역명의 영역범위를 정한다. 등록번호 4개 숫자의 평균높이와 평균가로길이를 각각 Ave_height와 Ave_width라고 하였을 경우 지역명의 영역범위는 표 3과 같이 정의한다.

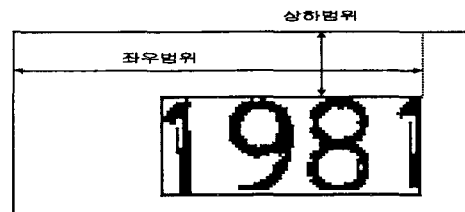


그림 14. 지역명 확인 범위

표 3에 정의한 지역명 확인방법을 적용함으로 그림 15와 같이 최종 자동차 번호판 영역을 정확

히 추출한다.

표 3. 지역명에 해당되는 blob의 범위

<ul style="list-style-type: none"> ■ 지역명 blob의 높이 : blob_height ■ 지역명 blob의 폭 : blob_width $2 < \text{blob_height} < (\text{Ave_height} / 2) + 6$ $2 < \text{blob_width} < \text{Ave_height} + 6$
--

5. 실험결과 및 분석

본 논문의 시스템 환경은 IBM호환 Pentium II-350 시스템을 기본으로 하여 Microsoft Visual C++ 6.0으로 구현하였다.



그림 15. 지역명 유무 확인후 최종 번호판 추출 결과

자동차 영상은 차량의 정면, 측면 그리고 후면 등 다양한 위치와 각도에서 얻어진 영상과 빛의 반사로 인해 번호판의 배경과 글자의 구별이 어려운 영상을 포함하여 640×480 크기의 그레이레벨(Gray-Level)영상으로부터 자동차 번호판내의 숫자들을 둘러싸는 최소사각형(MBR)을 기반으로 한 자동차 번호판을 추출하였다.

그림 16의 실험결과1은 자동차 번호판이 기울어진 영상에 대해 그림2의 처리단계별 과정을 적용하여 자동차 번호판 영역을 추출한 것이다. 그림 16(b)는 원영상(그림 16(a))에서 잡음을 제거하기 위해 3×3 윈도우크기의 미디언 필터를

적용한 것이고 그림 16(c)는 입력되는 영상의 조명차이를 줄이기 위한 5×5 윈도우크기의 local difference를 적용한 결과이다. 그리고 번호판의 숫자크기 영역 blob을 추출하기 위해 그레이 영상을 32×32 윈도우 크기의 local threshold를 적용하여 이진화영상으로 변환한 결과가 그림 16(d)이고, 그림 16(e)는 blob coloring을 적용하기 전에 그림 16(d)의 이진화영상에서 불필요한 긴 가로선들을 제거한 결과이다. 이렇게 긴 가로선이 제거한 후 기존의 blob coloring방법을 개선하여 적용하여 숫자크기 후보 blob들을 추출한 결과가 그림 16(f)이다. 그림 16(g)는 번호판 후보 영역내의 숫자 blob을 추출한 결과이고 마지막 그림 16(h)는 최종 자동차 번호판으로 판별된 영상을 보여준다.

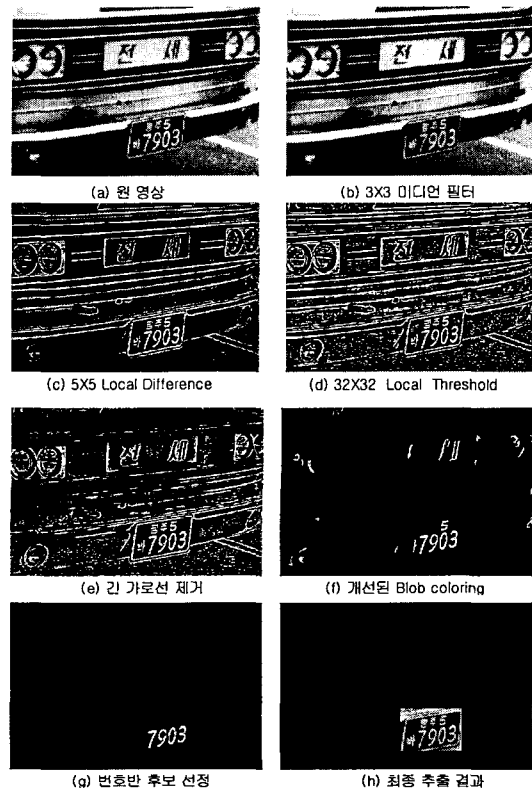


그림 16. 실험결과1

그림 17의 실험결과2는 일반적인 차량영상과 자동차 번호판의 위치가 영상의 가운데가 아닌 다른 곳에 위치해 있는 경우 그리고 빛에 의해 자동차 번호판의 숫자가 식별이 어렵고 번호판이 기울어진 영상에 대해 자동차 번호판 영역 추출 결과를 보여준다.

따라서, 다양한 위치와 각도에서 얻어진 영상과 조명으로 인한 번호판내의 숫자 식별이 어려운 영상등을 포함하여 이 논문에서 제안한 방법을 적용한 결과는 총 210개의 영상에 대해 98.1%에 해당되는 206개의 영상에서 정확한 자동차 번호판 영역을 추출하였다[표 4]. 또한 그림 16와 그림 17에서 살펴보았듯이, 이 논문에서 제시한 처리과정은 영상의 번호판 위치나 기울어진 각도, 조명등의 관계없이 정확한 번호판 영역을 추출함을 알 수 있다.

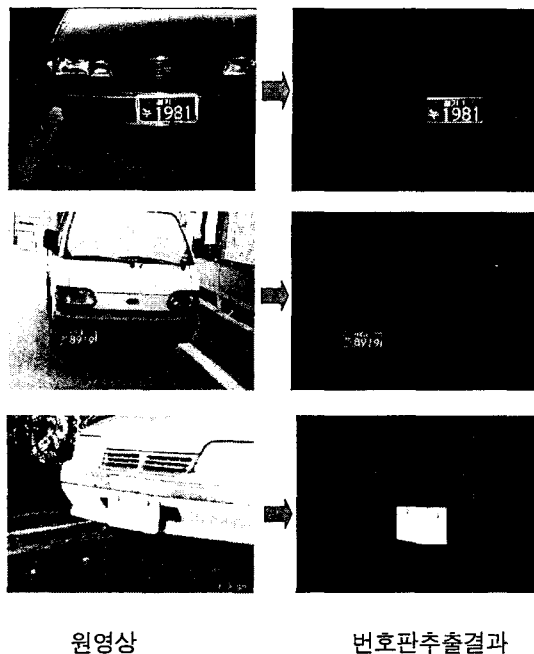


그림 17. 실험결과2

표 4. 번호판 영역 추출결과

실험 영상 개수	정확히 추출된 영상 개수	영역추출률
210	206	98.1%

6. 결론

이 논문에서는 조명과 차종에 무관하게 다양한 위치와 각도에서 얻어진 640×480 크기의 그레이 레벨(Gray-Level)영상으로부터 자동차 번호판의 숫자크기 후보 blob들을 추출한 후 이를 둘러싸는 최소사각형(MBR)을 기반으로 하여 자동차 번호판의 추출방법을 제안하였다.

기존의 사례들은 영상의 에지정보를 적용한 후 번호판의 사각형 테두리 정보를 이용하여 번호판을 검출한다. 그러나 번호판이 기울어져 있는 경우, 사각형 정보를 이용하기 어렵기 때문에 정확한 번호판을 추출하지 못한다. 그래서 번호판이 기울어진 경우, 번호판을 정규화하여 추출하지만 이는 매우 많은 시간적인 비용이 필요하다는 단점이 있다.

또한 조명으로 인해 번호판의 숫자를 식별할 수 없는 영상등은 번호판 검출을 어렵게 하기 때문에 이러한 영상들은 실험대상에서 배제한다.

따라서, 이 논문에서는 번호판이 기울어진 차량영상에서도 정확한 번호판을 추출하였고[그림 16] 빛으로 인해 번호판내의 문자 식별이 어려운 경우에는 지역적 밝기차이(local difference)을 적용함으로써 문자와 배경을 뚜렷하게 하여 번호판을 추출하였다[그림 17(c)]. 기존의 blob coloring의 문제점을 해결하여 자동차 영상에 적용함으로써 번호판의 숫자크기와 유사한 blob들을 정확히 검출함을 확인하였다.

이러한 영상의 번호판 위치나 각도, 조명등의

제약을 두지 않은 210개의 영상을 가지고 본 논문에서 제안한 방법의 유효성을 확인한 결과 98.1%에 해당되는 206개에 대해 정확한 번호판 위치를 추출하였다.

향후 연구과제로는 번호판 후보로 추출된 영역들에서 실제 번호판 영역을 추출하기 위한 효과적인 방법과 임시 번호판인 경우에 대해서 효과적으로 적용할 수 있는 추출방법에 대한 연구가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 황 영환, 박 진우, 최 환수, "자동차 번호판 자동 인식에 관한 연구," 신호처리합동학술대회, Vol.7, pp.433-437, No. 1, 1994.1
- [2] 조 보호, "명암도 변화와 문자영역 추출을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템", 창원대학교 석사학위논문, 1997.
- [3] 정 양환, "자동차 번호판의 추출과 인식에 관한 연구", 광운대학교 산업정보대학원 석사학위 논문, 1987, 12
- [4] 정 효식, 조 형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회 논문지, 제 21권 제 6호, pp.1149-1159, 1994.
- [5] 과학기술처, "이동식 차량번호판 인식시스템의 개발에 관한 연구", 연구보고서, 1992. 12.
- [6] 이 진배, "조명과 기울기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사 논문, 1995. 6
- [7] 전 병태, 윤 호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량 번호판 추출방법", 대한전자공학회 논문지(B), 제 30권 제7호, pp.92-101, 1993.
- [8] 이 원주, "수리형태론에 의한 자동차 번호판 위치검출에 관한 연구", 아주대학교 산업대학원 석사학위 논문, 1995. 8.
- [9] 이 상기, "컴퓨터 비전을 이용한 차량 번호판 영역추출에 관한 연구", 인하대학교 석사학위 논문, 1992. 2.
- [10] 김 홍수, 김 은이, 김 항준, "제한된 환경에서 색상정보를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 춘계학술발표논문집(B), 제26권 제1호, pp.567-569, 1999.
- [11] 이인, 이 승우, 오 해석, "컬러 결 분할을 사용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 가을학술발표논문집 Vol.24. NO.2 pp.459-462 1997
- [12] 이 인동, 권 오석, 김 태균, "영상의 블록 추출 알고리즘", 한국정보과학회 논문지, Vol.17, No2 pp.803-806, 1990.
- [13] 전 병태, 소정, 왕민, "주행차량의 영상으로부터 차량 번호판 영역추출", 제 1회 문자인식 워크샵 발표논문집, pp.133-136, 1993.
- [14] 김 형훈, 이 성환, 김 진형, "한국 신문 영상의 구조 분석을 통한 기사의 추출", 한국정보과학회 논문지, 제6권 5호, pp.167-169, 1987.
- [15] 김 병기, "명암변화와 칼라정보를 이용한 차량 번호판 인식", 정보처리논문지 제 6권 제 12호. pp.3683-3693.
- [16] 신 동필, "차량 자동인식 시스템의 개발에 관한 연구", 시스템공학연구소, Jul. 1991.
- [17] D. U Cho, J. Y. Kim and Y. K. Yang, "Recognition of Automobile Type and Extraction of Car Number Plate by Image Processing", Pro of First Korean-Japan Joint Conference on Computer Vision, pp.230-233, Oct 1991.
- [18] Harvey A. Cohen, Alan L. Harvey, "Targetting Number Plates Effectively using Sparse/Full Templates and Coarse/Fine Template Matching", IAPR Workshop on Machine Vision Application, pp.93-96 1990
- [19] D. H. Ballard. Computer Vision, Prentice-Hall, Inc. pp. 76-79, 1991.
- [20] Rafael C Gonzalez and Richard E Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, pp.226-235, 1993.
- [21] R. J. Blissett, C. Stennett, R. M. Day, "New Techniques for Digital CCTV Processing in Automatic Traffic Monitoring", Proceedings of the IEEE-IEE Vehicle Navigation and Information Systems Conference Ottawa-VNIS '93. pp.137-140, 1993.

[22] R. Taktak, M. Dufaut. and R. Husson. "Road Modeling and Vehicle Detection By Using Image Processing" IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society, 1994 IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics, pp.2153-2158. 1994.

[23] H. Freeman and L. S. Davis "A Corner-Finding Algorithm for Chain-Coded Curves", IEEE Trans. Comput., pp.297-303, Mar. 1977.

[24] Ming G. He, Alan L. Thurai Vinay "Vehicle Number Plate Location For Character Recognition" ACCV'95 Second Asian Conference on Computer Vision. December 5-8 Singapore. pp.1425-1428.

[25] "Image Processing Analysis, and Machine Vision", Second Edition, MILAN Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, PWS Publishing. 1998.

[26] Zi Cai Li, Tien Dai Bui, Yuan Uan Tang and Ching Y.Suen, "Computer Transformation of digital Images and Patterns", Seriese in Computer Science-Vol.17 World Scientific Publishing, pp.35-42, 1989.

[27] "문자인식", 이 성환 저, 홍릉과학출판사, 1994.

[28] "제 1회 문자인식 워크샵 발표 논문집" 1993. pp.69-251.



송 미 영

- 1995년 안양대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 1998년 동국대학교 컴퓨터공학과 대학원(공학석사)
- 1998년~현재 동국대학교 컴퓨터공학과 대학원(박사과정)
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 컴퓨터그래픽스
- e-mail : smy@dgu.ac.kr



조 형 제

- 1973년 부산대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1975년 한국과학기술원 전기·전자공학과 대학원(공학석사)
- 1986년 한국과학기술원 전기·전자공학과 대학원(공학박사)
- 1986년~현재 동국대학교 컴퓨터·멀티미디어공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어 정보처리, 컴퓨터비전, 컴퓨터그래픽스
- e-mail : chohj@dgu.ac.kr



김 병 수

- 1998년 세종대학교 전산과학과 졸업(학사)
- 2000년 동국대학교 컴퓨터공학과 대학원(공학석사)
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 컴퓨터그래픽스
- e-mail : kbs@iae.re.kr