

다중 번호판 영역 검출

강동구, 이상훈, 김경현, 차의영
부산대학교 신경회로망 및 실세계 응용 연구실

Multiple Car Plate Detection

Dong-Koo Kang, SangHoon Lee, Kyung-Hyun Kim, Eui-Young Cha
Pusan Nat'l University Neural Network and Real World Applications Lab
E-mail : dkkgang1, hoony94, watergun, eycha@harmony.cs.pusan.ac.kr

요 약

번호판 인식 시스템은 일반적으로 한 차선에 한 카메라를 사용한다. 만약 2개의 차로를 동시에 촬영하도록 카메라를 설치한다면 시스템 구축 비용이 많이 감소할 것이다. 본 논문은 이러한 시스템의 구축에 필요한 기본적인 방법으로써 이미지에서 번호판이 2개 이상 존재할 경우에도 그 위치를 모두 검출할 수 있는 방법에 대하여 제안한다. 번호판 후보 영역 추출은 모폴로지 연산을 통해 검출하고 각 후보 영역은 이진화후 제안한 검증 방법을 통해 후보 영역을 제거하고 번호판인 후보 영역에 대하여 정확한 번호판 영역을 검출한다. 제안한 검출 방법은 일반 번호판과 영엽용 번호판 모두 검출할수 있다.

1. 서론

자동차 번호판 위치 검출을 위한 기존의 알고리즘은 Hough transform을 이용하는 방법, 영상을 분할하여 그 정보를 분석하는 방법, 영상의 광강도 변화를 이용하는 방법, Zoom in, Run-length 코드를 이용하는 방법이 있다. Hough transform을 이용한 방법은 번호판의 테두리 부분을 검출하여 번호판을 추출하는 방법이다. 이 방법은 번호판의 크기가 비교적 큰 이미지에 대하여 우수한 성능을 발휘하며 속도도 빠르다. 하지만 테두리 부분이 선명하지 못한 영상이나 검출 범위를 벗어난 경우 인식하지 못하는 단점이 있다[1].

또다른 방법으로는 영상을 분할하여 각각 영역에서 번호판의 테두리 부분을 찾아내는 방법이 있다. 이는 계산량은 적으나 번호판 테두리 윤곽이 뚜렷하지 않는 차량에 적용하기 힘들다[2]. 또한 영상의 광강도 값의 변화를 이용하는 방법이 있다. 이 방법은 빠른 속도와 높은 인식률을 가지고 있는 반면 번호판의 크기에 민감한 경향이 있다[3]. 그 밖에 Zoom in에 의한 방법, run-length를 이용하는 방법이 있다[4,5].

본 논문에서 제안하는 방법은 모폴로지 연산과 특징 추출 함수를 통하여 특징 이미지를 생성하고 그 이미지를 클러스터링하여 번호판 영역을 찾아낸다. 번호판 후보 영역이 검출되면 그 영상에서 모폴로지 연산을 통해서 문자가 제거된 이미지를 생성한다. [6]

원영상과 영상 처리한 이미지의 차영상을 이진화후 레이블링을 이용하여 후보 영역의 구조적 특성을 파악한다. 번호판 영역은 오른쪽 하단에 4자리 숫자를 항상 포함하고 있는데 그 4자리 숫자 영역의 존재여부를 판단하여 번호판 후보 영역을 검증한다.

본 논문의 2장에서는 자동차 이미지에서 번호판 후보 영역을 찾는 방법을 살펴보고 3장에서는 후보 영역의 효과적인 이진화 방법 그리고 4장에서는 후보 영역 검증 방법에 대하여 살펴 보고 5장에서는 실험 결과 분석을 6장에서는 결론을 맺도록 한다.

2. 번호판 후보 영역 검출

번호판 후보 영역을 검출하기 위하여 먼저 모폴로지 연산을 수행한다. 본 논문에서는 아래와 같은 방법에 의하여 erosion과 dilation을 수행한다.

$$e(x, y) = \text{MIN}(f(x+i, y)), \quad (1)$$

단, $-k < i < k, 0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2$

여기서 e는 erosion연산을 수행한 결과 영상이고 f는 원영상이다. k는 좌우 검사 픽셀 영역이다. 즉 위의 연산은 현재의 픽셀의 좌우 k픽셀 범위중 가장 최소 값을 e(x,y)에 할당한다.

비슷한 방법으로 dilation도 아래와 같은 방법을 사용한다.

$$d(x, y) = MAX(e(x+i, y)), \quad (2)$$

단, $-k < i < k, 0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2$

영상에서 이 과정을 수행하면 가로 폭의 굵기가 k의 2배인 주위보다 밝은 세로선이 검출된다. 즉 그림 2와 같이 번호판의 숫자 부분과 번호판 테두리의 세로선이 검출된다. 이 영상과 원영상의 차영상의 절대값을 이진화한 영상을 $b(x, y)$ 라고 하면 $p(x, y)$ 는 아래의 조건을 만족하는 이미지이다.

$$p(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } b(x, y) = 255 \text{ and } b(x+1, y) = 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

단, $0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2$

여기서 $p(x, y)$ 영상은 이진화 영상의 오른쪽 에지 부분만을 뽑아낸 이미지이다. $p(x, y)$ 영상에서 자동차 번호판 영역의 특징은 다음과 같다. 만약 자동차 번호판의 가로 길이를 l 이라고 하면

$$K_{\min} < \sum_{i=0}^l p(x+i, y) < K_{\max}, \quad 0 \leq i < l \quad (4)$$

이다. 여기서 K_{\min}, K_{\max} 는 자동차 영역에서 가지는 값의 경험적 최소, 최대값이다. 즉 번호판 영역은 위의 조건을 만족하는 구간이다. 그러므로 $p(x, y)$ 는 아래와 같은 코드에 의해서 구할수 있다.

```
for( int i=0; i<Image_Row; i++) {
    for( int j=0; j<Image_Column; j++) {
        if( p(j,i) == 0 ) continue;
        int sum = 0;
        for( int L=0; L<CarPlateHLength; L++) {
            sum = sum + p(j,i);
        }
        if( sum >= Kmin && sum <= Kmax ) {
            q(j,i) = 1;
            j = j + L;
        }
    }
}
```

마지막으로 $q(x, y)$ 영상에서 1인 값인 x, y 에 대하여 클러스터링을 수행하여 클러스터의 픽셀값이 C_{\min} 보다 큰 것을 번호판 영역으로 설정한다.

C_{\min} 은 번호판의 폭과 비례하는 관계를 가진다. 따라서 $C_{\min} = L \times K$ 로 결정한다. 실험적으로 $K = 0.1$ 로 하였다. 즉 번호판 폭을 100이라고 하면 클러스터의 수가 10개 이상인 클러스터의 무게 중심을 기준으로 한 영역을 번호판 후보 영역으로 잡는다.

클러스터의 무게 중심을 (X, Y)라 하고 번호판 사

각형 영역을 Rect라고 했을 때 Rect는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Rect.left} &= X - e, \quad \text{Rect.Right} = X + l + e, \\ \text{Rect.top} &= Y - l / 4 - e \\ \text{Rect.bottom} &= Y + l / 4 + e \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 e 값은 무게 중심에서의 오류를 감안한 사각형 확장 상수이고 l 값은 번호판의 가로 크기이다. e 는 실험적으로 20으로 하였다.

일반 차량의 번호판은 글자가 흰색이고 배경은 초록색이다. 영업용 차량 번호판은 글자가 검은색이고 배경이 노란색이다. 그레이 스케일로 번호판을 보았때 일반 차량은 글자가 배경보다 밝게 보이고, 영업용 차량은 글자가 배경보다 어두워 보인다. 따라서 이 두 종류의 번호판을 모두 검출하기 위해서는 원이미지를 사용하여 일반 차량 번호판을 검출하고, 반전한 이미지를 사용하여 영업용 차량 번호판을 검출해야 한다.

3. 검출된 자동차 번호판 영역의 이진화

검출된 번호판 영역을 효율적으로 이진화 하기 위하여 다음과 같은 전처리 과정을 거친다.

가. 모폴로지 Opening 연산

숫자가 제거될 만큼 erosion을 한후 dilation을 수행한다.

$$\begin{aligned} e(x, y) &= MIN(f(x+i, y+i)), \\ m(x, y) &= MAX(e(x+i, y+i)), \\ &-k < i < k, 0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2 \end{aligned} \quad (6)$$

여기서 k 는 번호판 글자의 최대 두께이다.

나. 원영상과의 차영상

위에서 구한 영상 $m(x, y)$ 와 원영상 $f(x, y)$ 와의 차영상을 구한다.

$$d(x, y) = |f(x, y) - m(x, y)|, \quad 0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2 \quad (7)$$

다. 차영상을 반복 이진화

가장 적당한 임계치를 구하여 반복 이진화 한다.

$$b(x, y) = BIN(d(x, y))$$

라. 가로 성분 검출 모폴로지 연산을 이용 $h(x, y)$ 를 구한다.

$$\begin{aligned} e(x, y) &= MIN(b(x+i, y)), \\ h(x, y) &= MAX(e(x+i, y+j)), \\ &-n < i < n, -1 \leq j \leq 1, \\ &0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2 \end{aligned} \quad (8)$$

여기서, n 은 가로방향 erosion 크기로 번호판 숫자보다 큰 값으로 설정한다.

마. 이진화 영상 $b(x, y)$ 와 가로성분 영상 $h(x, y)$ 와의 차영상을 구하여 최종적으로 이진화 과정을 끝낸다.

4. 번호판 영역 검증

번호판 영역의 검증은 4자리 숫자의 존재 유무로 결정한다. 먼저 이진화된 후보 번호판 영역의 구조적 정보를 알아내기 위해 레이블링을 한다.

레이블링을 수행하면 다음과 같은 정보를 얻을 수 있다.

- 가. ID : 라벨 오브젝트를 구별하기 위한 ID
 - 나. 픽셀수 : 라벨 오브젝트가 포함하는 픽셀수
 - 다. Area : 라벨 오브젝트가 차지하는 사각형 영역
 - 라. Centroid : 라벨 오브젝트의 무게중심
- 4자리 숫자영역은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.
첫째, 오브젝트 Area 높이가 유사하다.

둘째, 오브젝트 Area의 Bottom 좌표가 유사하다.
그러므로 우리는 다음과 같은 조건을 만족하는 라벨 ID i_1, i_2, i_3, i_4 를 찾아낸다.

$$\text{MIN}(\text{Var}(h_{i_1}, h_{i_2}, h_{i_3}, h_{i_4}) + \text{Var}(b_{i_1}, b_{i_2}, b_{i_3}, b_{i_4})) \quad (9)$$

), 단, $i_1 \neq i_2 \neq i_3 \neq i_4, 0 \leq i_1, i_2, i_3, i_4 \leq N$

여기서 $\text{Var}()$ 는 4개의 값에 대한 분산을 의미하고 h_i 는 i 라벨 ID의 높이, b_i 는 i 라벨ID의 Area 영역의 바닥의 y좌표를 의미하며 N 은 라벨의 개수이다.

위에서 계산한 값이 실험적으로 결정한 임계치 이하이면 번호판 영역으로, 그렇지 않을 경우는 번호판이 아닌 영역으로 판단한다.

위에서 구한 숫자 영역 4개를 합한 이미지 영역의 가로의 크기를 M , 세로를 N 이라고 하면 번호판 영역은 왼쪽으로 $M/2$ 확장하고 위로 $2N/3$ 확장한 이미지이다.

5. 실험 결과 및 분석

실험에 사용된 영상은 디지털 카메라로 찍은 640×480 이미지와 JAI CVM1으로 찍은 1300×1030 이미지 그레이 이미지를 사용하였다. 번호판 이미지는 의 가로 폭은 100에서 130 픽셀 범위의 번호판을 사용하였다.

가. 번호판 영상의 이미지 처리에 따른 변화

번호판 영상이 들어오면 아래 그림과 같이 이미지를 변환 과정을 거치고 최종적으로 변환된 $q(x,y)$ 이미지를 클러스터링하여 후보영역을 검출한다.



그림 1 원 이미지

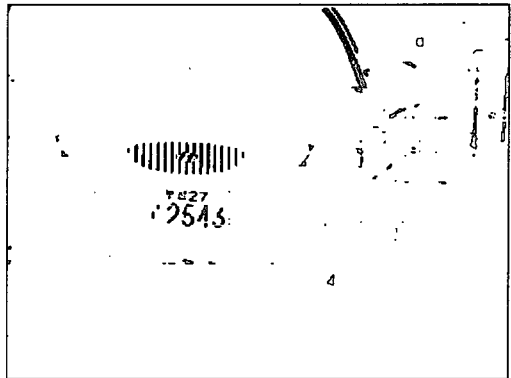


그림 2 모폴로지 연산을 통한 특징 추출 $b(x,y)$

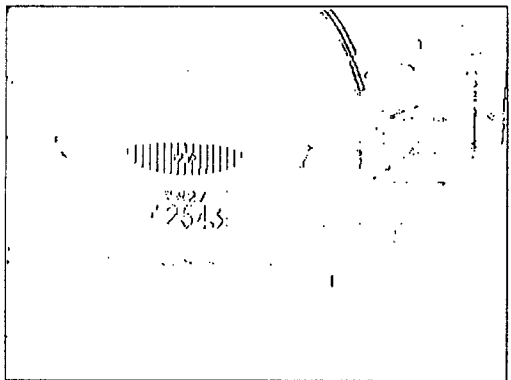


그림 3 한 픽셀 굵기의 이미지로 변환 $p(x,y)$

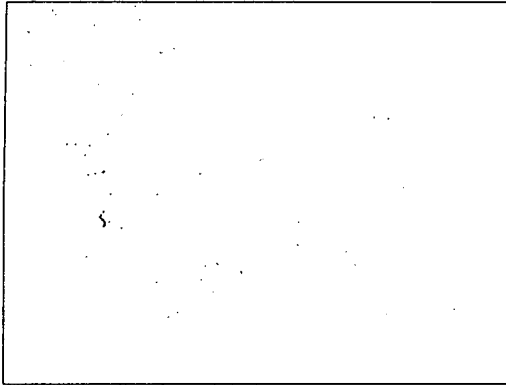


그림 4 $p(x,y)$ 이미지에서 변환한 $q(x,y)$ 이 이미지를 클러스터링 하여 후보 영역을 생성한다. 주어진 이미지에서는 후보영역이 1개 검출되었다.

나. 검출 영역 이진화 과정

위에서 검출한 번호판 영역에서 모폴로지 Opening 연산을 이용하여 그림 6과 같은 배경 영상을 얻는다. 이 영상과 원영상의 차연산을 통해 글자를 제외한 배경의 광도가 균일한 그림 7의 영상을 얻을수 있고 이 이미지를 이진화 하면 그림 8과 같다. 여기서 4자리 숫자 영역을 찾아내어 그 영역을 좌·상 확장하여 그림 9와 같은 정확한 번호판 영역을 찾아낸다.



그림 5 검출된 후보영역 .그림 6 Opening영상을 이용하여 배경 영상 추출



그림 7 원영상과 배경 영상그림 8 이진화 영상 결과.과의 차연산을 통해 배경의. 광도가 균일한 영상을 획득 .

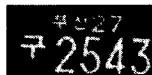


그림 9 정확히 검출된 번호판 영역

다. 다중 번호판 영역 검출

이미지에 두 개 이상의 번호판이 존재할 경우의 검출 능력을 테스트하였다. 그림 10과 같이 각각의 번호판의 크기가 달라도 성공적으로 검출함을 알수 있다.

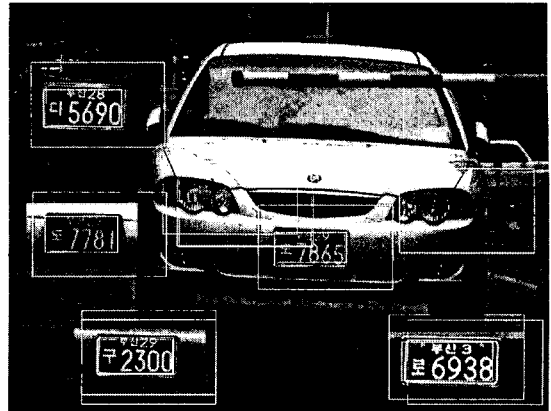


그림 10 한 영상에 여러개의 번호판이 있도록 이미지를 조작하여 테스트 해본 결과 모두 검출되었다. 번호판 검출은 Coase To Fine 방식으로 검출된다.

6. 결론

제안한 번호판 검출 방식은 모폴로지를 이용한 이미지 변환 과정을 통해서 특징점을 추출하고 그 점을 클러스터링 한다. 클러스터링의 멤버수가 임계치를 넘으면 번호판 후보 영역으로 지정한다. 후보 영역에서 4자리 숫자 영역을 검출하는 과정에서 후보 영역 검증 과정을 거치고 숫자 영역 검출 결과를 이용하여 정확한 번호판 영역을 구할수 있다.

제안한 방법의 단점은 4자리 숫자중 일부가 손상 당했을 경우 검증 과정에서 탈락시키는 문제점이 있다. 또한 번호판과 배경의 밝기 대비가 뚜렷해야만 검출 능력을 높힐수 있다.

[참고문헌]

- [1] 조보호, "명암도 변화와 문자영역 추출을 위한 자동차 번호판 인식 시스템", 창원대학교 석사학위 논문, 1997
- [2] 정효식, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국 정보 과학회 논문지, 제 21권 제 6호, pp.1149-1159, 1994.
- [3] 배익성, 이철희, 김일정, 차의영, "광강도 분포 특성을 이용한 차량 번호판 영역 추출", 한국 정보처리 학회 춘계 학술 발표 논문집, pp.1105-1109, 1997
- [4] 정양환, "자동차 번호판의 추출과 인식에 관한 연구", 광운대학교 산업정보대학원 석사학위 논문, 1987.
- [5] 이상기, "컴퓨터 비전을 이용한 차량 번호판 영역 추출에 관한 연구", 인하대학교 석사학위 논문, 1992.
- [6] 강동구, "모폴로지와 ART2를 이용한 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구", 한국 정보 과학회 학술 발표 논문집, pp.328-330,2001