

# 모폴로지와 ART2를 이용한 번호판 위치 검출 및

## 문자 세그멘테이션에 관한 연구

강동구<sup>0</sup> 김도현 최선아 차의영

부산대학교 전자계산학과 신경회로망 및 실세계 응용 연구실  
{dkkang1, uliminer, kiddy, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

### A Study of Car Plate Extraction and Segmentation using Morphology and ART2

Dong-Koo Kang<sup>0</sup> Do-Hyeon Kim Sun-Ah Choi Eui-Young Cha  
Dept. of Computer Science, Pusan National University

#### 요 약

컴퓨터 비전을 이용한 자동차 번호판 인식은 자동차에 특별한 장치가 필요없이 비영면에서 유리하다. 자동차 번호판을 인식하기 위해서는 번호판의 영역을 추출한 후 번호판에서 문자와 숫자 영역을 분리하고 그 세그먼트를 신경 회로망 혹은 다른 방법을 통하여 인식한다. 본 논문은 자동차 번호판 위치 검출 방법과 세그멘테이션 방법에 대하여 제안한다. 자동차 번호판 위치 검출을 위하여 모폴로지 기법과 ART2 클러스터링 방법을 이용하였고 검출한 번호판 영역에서 세그멘테이션은 모폴로지 연산을 이용한 이진화와 레이블링을 이용한다.

#### 1. 서 론

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]. 다른 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 바탕으로 ART2 클러스터링 기법을 이용하여 번호판 영역을 찾아낸다. 번호판 영역이 구해지면 그 영상에서 모폴로지 연산을 통해서 문자가 제거된 이미지를 생성한다. 원영상과 이 이미지의 차영상을 이진화 하여 레이블링 하는 방법을 통하여 세그멘테이션 과정을 수행한다.

본 논문의 2장에서는 자동차 이미지에서 번호판 위치를 찾는 방법을 살펴보고 3장에서는 번호판 이미지의 효과적인 이진화 방법 그리고 4장에서는 번호판 이진화 이미지를 바탕으로 문자와 숫자 영역을 잘라내는 방법을 다루겠다. 5장에서는 실험 결과 분석을 6장에서는 결론을 맺도록 한다.

#### 2. 자동차 번호판 위치 검출

실험에 사용된 이미지의 크기는 640×480 이지만 번호판 위치 검출시 320×240으로 리사이징하여 수행한다.

번호판 위치를 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 영역으로써 본 논문에서는 2로 설정하였다. 즉 위의 연산은 현재의 픽셀의 좌우 k픽셀 범위중 가장 최소값을 e(x,y)에 할당한다.

비슷한 방법으로 dilation도 아래와 같은 방법을 사용한다.

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

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

영상에서 이 과정을 수행하면 굵기가 8픽셀 이내이고 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 아래의 조건에 의해  $q(x, y)$ 로 변환한다.

$$q(x, y) = \begin{cases} 1 & , \text{if } K_{min} < \sum_{i=0}^l Nm(p(x+i, y)) < K_{max} \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$0 \leq i < l, 0 \leq x \leq N_1, 0 \leq y \leq N_2$$

여기서,  $l$ 은 번호판의 폭이고  $N_1, N_2$ 는 영상의 가로 세로 크기이다.

마지막으로  $q(x, y)$  영상에서 1인 값인  $x, y$ 에 대하여 ART2 클러스터링을 수행하여 클러스터의 픽셀값이  $C_{min}$ 보다 크면서 가장 아래에 있는 클러스터의 무게중심이 최종적인 번호판 위치가 있는 중심점이 된다.

검출된 사각형 영역은 무게 중심 값을 이용하여 계산한다. 무게중심을  $(X, Y)$ 라 하고 번호판 사각형 영역을 Rect라고 했을 때 Rect는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Rect.left} &= X - e, \text{Rect.Right} = X + l + e, \\ \text{Rect.top} &= Y - l / 4 - e \end{aligned} \quad (6)$$

$\text{Rect.bottom} = Y + l / 4 + e$ 이다. 여기서  $e$ 값은 무게 중심에서의 오류를 감안한 사각형 확장 상수이고  $l$ 값은 번호판의 가로 크기이다.

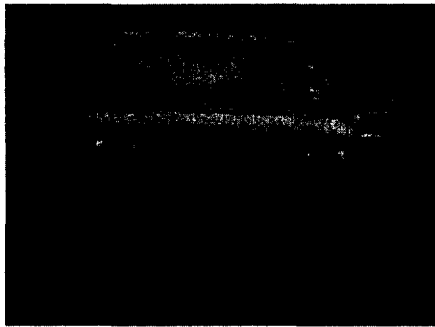


그림 1. 번호판 영역 검출 결과

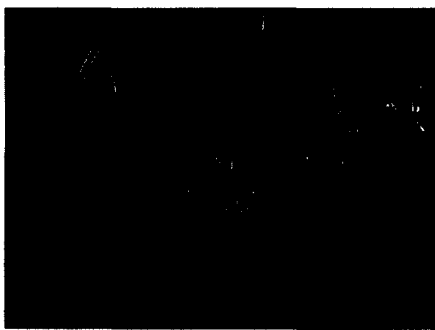


그림 2. 이진 영상



그림 3. 번호판 이진화 과정

### 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.

$$\begin{aligned} e(x, y) &= \text{MIN}(f(x+i, y+i)), \\ m(x, y) &= \text{MAX}(e(x+i, y+i)), \\ -k < i < k, 0 < x < N_1, 0 < y < N_2 \end{aligned} \quad (7)$$

여기서  $k$ 는 번호판 글자의 최대 두께이다.

나. 원영상과의 차영상

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

$$\begin{aligned} d(x, y) &= |f(x, y) - m(x, y)|, \\ 0 < x < N_1, 0 < y < N_2 \end{aligned} \quad (8)$$

다. 차영상을 반복 이진화

가장 적당한 임계치를 구하여 반복 이진화 한다.

$$b(x, y) = \text{BIN}(d(x, y))$$

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

$$\begin{aligned} e(x, y) &= \text{MIN}(b(x+i, y)), \\ h(x, y) &= \text{MAX}(e(x+i, y+j)), \\ -n < i < n, -1 < j < 1, \\ 0 < x < N_1, 0 < y < N_2 \end{aligned} \quad (9)$$

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. 이진화 영역에서 문자와 숫자 분리하기

이진화 영역에서 문자와 숫자를 분리하기 위하여 먼저 레이블링을 수행한다. 레이블링을 수행하면 다음과 같은 정보를 얻을 수 있다.

- 가. ID : 라벨 오브젝트를 구별하기 위한 ID
  - 나. PixelNumber : 라벨 오브젝트가 포함하는 픽셀수
  - 다. Area : 라벨 오브젝트가 차지하는 사각형 영역
  - 라. Centroid : 라벨 오브젝트의 무게중심
- 이 정보를 이용하여 본 논문에서는 숫자와 문자 부분을 분리해 낸다.

4.1 4자리의 숫자 영역 찾아내기

4자리 숫자 영역은 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 오브젝트 Area 높이가 유사하다. 둘째, 오브젝트 Area의 Bottom 좌표가 유사하다. 그러므로 우리는 다음과 같은 조건을 만족하는 라벨ID  $i_1, i_2, i_3, i_4$ 를 찾아낸다.

$$MIN(Var(h_{i_1}, h_{i_2}, h_{i_3}, h_{i_4}) + Var(b_{i_1}, b_{i_2}, b_{i_3}, b_{i_4})) \quad (10)$$

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  $Var()$ 는 4개의 값에 대한 분산을 의미하고  $h_i$ 는  $i$  라벨 ID의 높이,  $b_i$ 는  $i$  라벨ID의 Area 영역의 바닥의 y좌표 를 의미하며  $N$ 은 라벨의 갯수이다.

4.2 대략적인 번호판 영역에서 정확한 번호판 영역 구하기

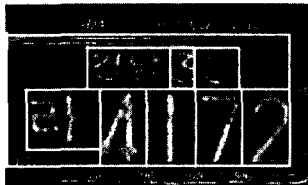


그림 5. 문자 정의영역

위에서 구한 숫자 영역 4 개를 합한 이미지 영역의 가로의 크기를 M, 세로를 N이라고 하면 번호판 영역의 가로는  $M + M/2$ , 세로 크기는  $N + (3/5)N$ 로 설정하였다. 이 번호판 크기를 그림4의 비율로 차르면 각 문자 영역의 기준

영역을 얻을 수 있다. 4.3 기준 영역내에서 문자 부분 영역 구하기 어떤 글자의 기준 영역이 있고 주어진 라벨 오브젝트의 무게중심값이 그 영역내에 포함되는 모든 오브젝트들의 Area를 합집합하면 문자의 영역을 얻을 수 있다.



그림 6. 세그멘테이션 결과 이미지

5. 실험

실험에 사용한 컴퓨터는 P-III 800 CPU에 256M 메모리를 사용하였고 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 640x480크기에 256gray를 사용하였다. 실험에 사용된 영상은 디지털 카메라로 캡처한 영상을 사용하고 이미지는 크게 정면에서 찍은 이미지와 비스듬히 찍은 이미지로 구분하여 테스트 하였다. 실험에 사용된 프로그램과 이미지는 홈페이지에서 다운 받아 시물레이션 할 수 있다.

번호판 영역 검출시는 수행 속도 향상을 위해 320 by 240

으로 리사이징 하여 검출하고 그 영역값을 이용하여 원영상에서 실제 번호판 영역 이미지를 검출한다. 번호판 검출의 모폴로지 연산시  $\delta$ 는 2로 번호판의 폭  $l$ 은 60,  $e$ 는 10 으로 설정 하였다.

표 1. 번호판 영역 검출 결과

전체 테스트 영상의 수	성공	실패	정확도
238(정면:184, 비스듬:54)	232	6	97.5%

표 2. 번호판 세그멘테이션 결과 (단위 %)

영상의 종류	4자리숫자	지역명	문자	뒷자리숫자
정면 영상	93%	91%	90%	85%
비스듬 영상	89%	80%	77%	60%

표 3. 프로그램 수행 시간 결과

번호판 영역 검출	세그멘테이션	TOTAL
최소 : 50 msec	최소 : 110 msec	최소 : 160 msec
최대 : 110 msec	최대 : 170 msec	최대 : 280 msec
평균 : 약 70 msec	평균 : 약150msec	평균 : 약220msec

6. 결론

표1은 320x240이미지에서 번호판 영역의 검출 정확도를 측정한 결과이다. 실패한 6개의 영상은 복잡한 배경인 경우, 번호판이 희미한 경우나 너무 작은 경우이다.

표2는 추출된 영역에서의 세그멘테이션 정확도를 측정한 결과이다. 번호판 세그멘테이션은 4자리 큰 숫자의 경우 가장 정확도가 높게 나타났고 뒷자리 숫자 부분이 상대적으로 낮게 나타났는데 번호판 뒷자리 숫자가 1자리와 2자리 수가 존재하기 때문에 그 영역 구분이 모호해서 나타난 결과이다. 주로 위의 2 숫자에서 나타나는 오류는 2자리 숫자를 한자리 숫자로 인식하는 것이다.

비스듬한 영상은 자동차를 약 정면에서 15~30° 이동한 위치에서 찍은 영상이다. 이 영상의 경우 번호판 글자가 기울어진 경우가 많아서 그림 4와 같은 영역 구분으로는 구별하기 어려웠다. 이러한 기울어진 번호판의 세그멘테이션은 번호판이 가지는 방향성 정보를 알아내어 그 기울어짐을 보정하는 부분이 필요하다.

표3은 수행 시간 테스트 결과로 번호판 영역이 작고 특징이 적게 추출되는 영상의 경우 최소 50msec의 시간이 걸렸고 번호판이 크고 복잡한 배경인 경우 110msec의 수행시간이 소요되었다. 디텍션에서 세그멘테이션까지의 평균 수행 시간은 약 220msec가 소요되었다.

[참고 문헌]

- [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", 인화대학교 석사학위 논문, 1992.

1) <http://harmony.cs.pusan.ac.kr/~dkkang1>