

번호판에서의 문자 세그멘테이션에 관한 연구

이상훈, 김경현, 김춘림, 차의영
 부산대학교 전자계산학과 신경회로망 및 실세계 응용 연구실
 e-mail: hoony94, watergun, kylekim, eycha
 @harmony.cs.pusan.ac.kr

A Study on Character Segmentation in Car Plates

Sang-Hoon Lee, Kyung-Hyun Kim, Chun-Lin Jin,
 Eui-Young Cha
 Dept. of Computer Science , Pusan National University

요 약

본 논문에서는 현재 자동차 번호판의 형식이 구 번호판과 신 번호판 두 가지 유형으로 구성되어 있다는 점을 고려하여 번호판의 세부적 세그멘테이션의 성능을 개선하는 방법에 대하여 제시한다. 컴퓨터 비전을 바탕으로 한 자동차 번호판의 인식방법과 문자인식방법은 비용면이나 간편성에서 많은 장점을 가지고 있으며 여러 응용분야에서 사용될 수 있기 때문에 다방면에서 시도되고 있다. 본 시스템은 모폴로지 연산과 클러스터링을 이용하여 자동차 번호판 전체 영역을 추출하는 방법을 사용한다. 다음으로 구번호판에서 신번호판으로 넘어가는 과도기적 단계에 있는 번호판들의 특징인 용도기호의 표시문자의 위치 차이를 이용하여 구 번호판과 신번호판을 먼저 분류한다. 분류된 번호판에서 두 번호판의 차이점인 차종기호 표시영역의 숫자를 나누어서 세그멘테이션함으로써 기존의 연구방법보다 개선된 세그멘테이션 능력과 이로 인하여 향상된 번호판 인식결과를 얻을 수 있다.

1. 서 론

현대 생활의 필수 불가결한 존재로 자리잡은 자동차는 그 수의 급격한 증가로 인한 여러 가지 문제점들이 야기되고 있다. 이런 해결 방안의 하나인 자동차 번호판 인식은 다음과 같은 면에서 중요하다.

- 자동차 도난과 이로 인한 범죄 예방
- 속도 제한구역에서의 자동감시
- 각종 틀게이트의 자동 요금징수로 인한 교통완화

기존의 자동차 번호판 위치 검출 방법으로는 Hough transform을 이용하는 방법, 영상을 분할하여 그 정보를 분석하는 방법, 영상의 광강도 변화를 이용하는 방법 등이 있다[1][3].

본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 모폴로지 연산과 클러스터링 기법을 이용하여 번호판 영역을 찾아낸다[4]. 그 후 번호판 영역이 구해지면 구 번호판과 신 번호판의 차이점인 용도 기호 문자의 위치를 통하여 번호판을 2가지 경우로 구분한 후 차종 기호

문자 영역이 1자리인지 2자리인지를 선별하여 정밀 세그멘테이션 과정을 수행한다. 그림 1은 자동차 번호판의 문자영역을 설명한 것으로서 용어정리에 도움을 주고자 한다.

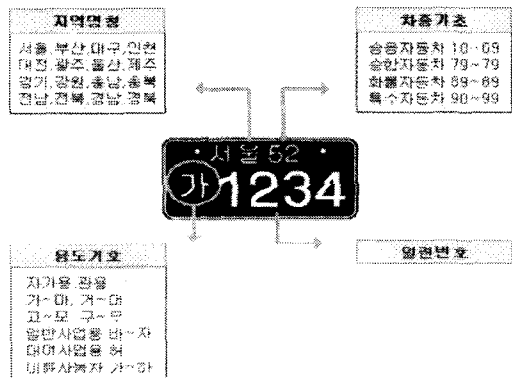
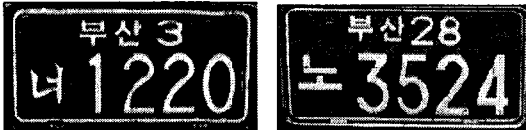


그림 1. 자동차 번호판 구성도

본 논문은 2장에서 구번호판과 신번호판을 선별하는 과정, 3장에서는 선별된 번호판들의 세부 문자 세그멘테이션을 수행하는 과정을 다룰 것이다. 이를 바탕으로 4장에서는 실험과 마지막 5장은 결론으로 끝을 맺도록 한다.

2. 구번호판, 신번호판의 선별과정

구 번호판과 신번호판의 차이를 이용하여 번호판을 구별하기 위해서 먼저 그림 2를 통하여 그 차이점을 알아보겠다.



구번호판 신번호판
그림 2. 구번호판과 신번호판의 차이점

그림을 통하여 알 수 있듯이 번호판의 용도 기호의 위치와 차종 기초문자의 개수가 다르다는 것을 알 수 있다.

2.1 검출된 번호판 영역의 이진화

구 번호판, 신 번호판을 선별하기 위해서는 전체 자동차 영역에서 추출된 번호판 이미지를 이진화 할 필요가 있다. 효율적인 이진화를 수행하기 위하여 아래와 같은 방법으로 잡영을 제거한다.

Step 1. 모폴로지 열림 연산

추출한 번호판 영역의 숫자가 제거될 만큼 erosion을 한 후 dilation을 수행한다. 여기서 k는 번호판 글자의 최대 두께이며 m(x, y)는 열림 연산후 영상이며 f(x, y)는 원영상이다.

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

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

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

Step 2. 차영상 연산

Step1에서 구한 영상m(x, y)와 원영상f(x, y)와의 차영상을 구한다.

$$d(x, y) = |f(x, y) - m(x, y)| \quad (2)$$

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

Step 3. 이진화

경험적 임계치를 사용하여 반복 이진화 한다.

$$b(x, y) = \text{BIN}(d(x, y)) \quad (3)$$

Step 4. 가로선 잡영 검출

가로 성분 검출 모폴로지 연산을 이용, h(x, y)를 구한다. n은 erosion의 가로방향 크기로 번호판 숫

자보다 큰 값으로 설정하여 가로방향으로 번호판 숫자보다 긴 가로선을 추출한다.

$$e(x, y) = \text{MIN}(b(x+i, y))$$

$$h(x, y) = \text{MAX}(e(x+i, y+i)) \quad (4)$$

$$-n < i < n, -1 \leq j \leq 1, 0 \leq x \leq N_1,$$

$$0 \leq y \leq N_2$$

Step 5. 최종적 이진화 영상 획득

이진화 영상 b(x, y)와 가로성분 영상 h(x, y)와의 차영상을 구하여 최종적으로 이진화 영상을 구한다.



(가) 추출한 번호판영역 (나) 차영상의 이진화
(c) (가)에서 열림연산의 결과 (d) 열림연산으로 가로선 검출
(a) (가)와 (나)의 차영상 (b) (c)와 (d)의 차영상
그림 3. 추출된 번호판의 이진화 과정

2.2 레이블링을 통한 용도기호영역 추출

이진화 한 번호판 영역에서 4자리 일련번호의 위치를 알아내기 위하여 레이블링을 수행한다. 그 다음 4자리 일련번호 영역의 특징을 이용하여 만족하는 4개의 라벨 l₁, l₂, l₃, l₄를 찾아낸다[4].



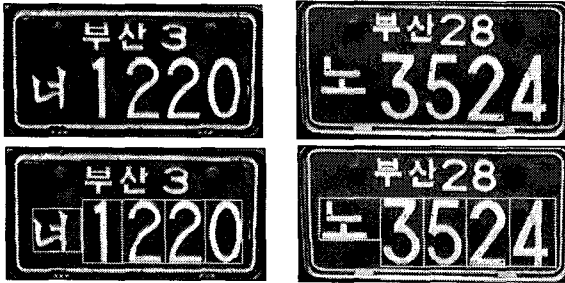
그림 4. 용도기호의 위치 추출

이렇게 구한 4자리 일련번호 영역에서 첫 번째 숫자와 용도 기호 영역의 높이를 그림 4와 같이 x, y라고 한다면 식(5)와 그림 5를 통해 구 번호판과 신 번호판을 구별할 수 있다.

$$H(x, y) = \frac{|h_x - h_y|}{|h_x + h_y|} \quad \begin{cases} h_x \text{는 } x \text{의 높이} \\ h_y \text{는 } y \text{의 높이} \end{cases} \quad (5)$$

따라서 우리는 적절한 임계값을 사용한다면 식 (6)과 같은 조건식을 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{If } H(x, y) \approx 0 &\rightarrow \text{구 번호판} \\ \text{If } H(x, y) \approx 1 &\rightarrow \text{신 번호판} \end{aligned} \quad (6)$$



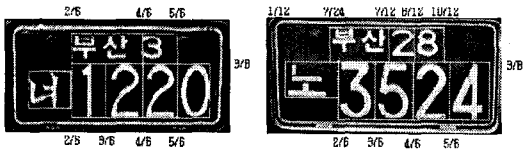
(가) 구 번호판 (나) 신 번호판
그림 5. 각 번호판의 세그멘테이션

3. 선별된 번호판의 정밀 세그멘테이션 과정

번호판 내에서의 문자와 숫자들의 세그멘테이션의 과정에는 중요한 사항이 있다. 즉 실생활에서의 실험은 항상 같은 크기의 자동차 이미지가 들어오는 것이 아니기 때문에 너무 정확하게 세그멘테이션 한다면 실험과정에서 문자나 숫자들이 잘려나가는 경우가 있다는 것이다. 최대한의 성공률을 높이기 위해서는 약간의 여분을 두고 세부 세그멘테이션하는 것이 실생활 응용방법 중에 하나라고 하겠다.

3.1 정밀 세그멘테이션

4자리 일련번호의 위치 영역 4개 h_1, h_2, h_3, h_4 를 합한 이미지 영역의 가로의 크기를 M , 세로를 N 이라고 하면 번호판 영역의 가로는 $M+M/2$, 세로 크기는 $N+(3/5)N$ 로 설정하였다. 이 번호판 크기를 그림6의 비율로 자르면 각 문자 영역의 기준 영역을 얻을 수 있다.



(가) 구 번호판 (나) 신 번호판
그림 6. 신·구 번호판 문자 영역 구분

3.2 기준 영역 내에서 문자 부분 영역 구하기

어떤 글자의 기준 영역이 있고 주어진 라벨 오브젝트의 무게 중심값이 그 영역 내에 포함되는 모든 오브젝트들의 영역(Area)를 합집합하면 각 영역을 얻을 수 있다.



그림 8. 각 분류별 세그멘테이션 결과

4. 실험

실험에 사용된 영상은 1300×1030 크기에 256gray의 구 번호판만으로 구성된 차량영상을 사용하여 기존의 인식 시스템과 비교하였다. 실험에 사용한 컴퓨터는 P4 1.7GHz CPU에 512M 메모리를 사용하였고 Visual C++ 6.0으로 구현하여 기존의 인식 시스템과 연동시켰다.

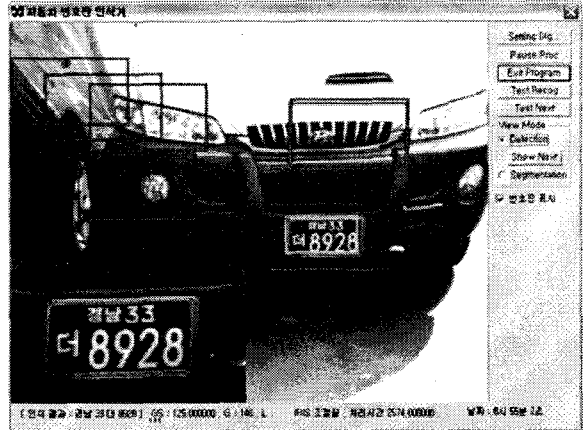


그림 7. 번호판 최종 인식결과

번호판 영역 검출시는 수행 속도 향상을 위해 원영상의 1/4로 크기 조절(resizing)하여 검출하고 그 영역값을 이용하여 원영상에서 실제 번호판 영역 이미지를 검출한다.

표 1. 신·구번호판 영역 비교 검출 결과

	인식	미인식	정확도
기존의 인식 시스템 (구번호판:137)	103	34	75.2%
개선된 인식 시스템 (구번호판:137)	121	16	88.3%

표 2. 프로그램 평균수행시간 결과

	Segmentation	TOTAL
기존의 인식 시스템	150 msec	220 msec
개선된 인식 시스템	170 msec	240 msec

5. 결 론

개선된 시스템은 기존의 시스템에서 구번호판의 특징을 이용하여 구현하였으며 기존의 시스템과 비교될 수 있도록 입력영상으로는 구번호판만을 이용하였다. 초기 실험시 신·구번호판의 영상을 입력영상으로 사용하였으나 신번호판에서는 같은 정확도가 나오므로 신번호판의 인식은 큰 의미가 없었기 때문에 제외하였다. 표1은 기존의 시스템과 비교하여 개선된 인식 시스템의 정확도를 나타내었으며 미인식된 16대중 8대는 찌그러짐이 심한 경우, 6대는 번호판이 더러운 경우, 나머지 2대는 기울임이 심한 경우로 나타났다.

자동차 번호판 인식 시스템은 차량이 많은 곳에도 원활히 소통되어야 한다. 따라서 번호판 인식을뿐만 아니라 번호판 인식시간 또한 중요한 사항이다. 표2에서의 결과와 같이 번호판 영역의 후보들이 많이 선정되는 경우와 깨끗한 이미지로 인한 하나의 후보영역이 선정되는 경우의 평균시간을 계산한 결과 이전의 시스템보다 약 20 msec정도 늦어졌으며 전체 평균 수행시간은 약 240 msec가 소요되었다.

참고 문헌

- [1] 조보호, "명암도 변화와 문자영역 추출을 위한 자동차 번호판 인식 시스템", 창원대학교 석사학위논문, 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 정보 처리 학회 춘계 학술 발표 논문집, pp.1105-1109, 1997
- [4] 강동구, 김도현, 최선아, 차의영, "모폴로지와 ART2를 이용한 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구", 한국정보과학회, 가을학술발표논문집, 제28권 2호, pp.328-330, 2001년
- [5] 강동구, 이병모, 최선아, 김성우, 차의영 "신경망을 이용한 번호판 영역 검증에 관한 연구", 한국 정보과학회 춘계학술발표논문집, 제29권 1호, pp 667-669, 2002년