

동적 후보영역과 이중 템플릿매칭을 이용한 차량 번호판 추출 및 인식

전진석, 백남수, 이병선, 이운주
한밭대학교 컴퓨터공학과
e-mail:rokam@hanbat.ac.kr

Extraction and Recognition of the Car License Plate using Dynamic Candidate Scope and Double Template Matching

Jin-Seok Jeon, Nam-Soo Paek, Byung-sun Lee, Eun-Joo Rhee
Dept of Computer Engineering, HANBAT National University

요 약

본 논문에서는 획득한 차량 영상에서, 차량 번호판의 후보영역을 동적으로 할당하여 번호판을 추출하고, 이중 템플릿 매칭을 이용하여 인식하는 방법을 제안하였다. 차량 번호판 영역은 다른 영역에 비해 영상의 밀도값이 높다는 것을 근거로, 후보영역을 투영하여 추출된 영상의 밀도값과 기준밀도값을 비교하여 차이가 임계값 이하를 만족할 때 차량 번호판 영역으로 추출하고 만족하지 않을 때는 다음 후보영역을 투영하여 차량 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역에서 문자와 숫자영역으로 분할된 입력패턴과 표준패턴을 흑화소로 1차 매칭 하고, 이 중 유사도가 높은 표준패턴과 다시 백화소로 2차 매칭하는 이중 템플릿 매칭으로 인식하였다.

1. 서론

산업사회의 고도화와 경제성장은 차량과 운전 인구의 증가를 가져왔다. 그러나 증가하는 차량을 수용할 수 있는 여건은 이에 미치지 못하여, 차량으로 인한 많은 문제가 발생하고 있다. 이를 해결하기 위한 한 방법으로 차량 번호판 인식 시스템이 연구·개발되고 있다. 특히 지능형 교통 시스템(Intelligence Transportation System:ITS)분야에 대한 관심과 연구가 이루어지고 있고, 이러한 분야에 있어 차량 번호판 인식시스템은 ITS의 발전을 결정 지을 수 있는 큰 요인이 될 수 있다. 특히 과속차량, 신호위반, 과적차량, 주차위반, 수배차량 등의 자동단속 시스템과 대중교통정보제공시스템, 동화상정보 제공시스템, 주차안내시스템 등에 이용되어질 수 있다[1,2].

차량 번호판 인식 시스템은 일반적으로 영상의 획득과정, 번호판 영역 추출과정, 문자영역의 분할과정과 분할된 문자의 인식과정으로 이루어진다.

기존의 차량 번호판 영역을 추출하는 방법들 중에는 특성에 따라 다음과 같은 제약점을 갖는다. 휴(Hough) 변환에 의한 방법은 처리 시간이 길어지고 메모리의 사용량이 많아지는 단점이 있다[1,4,5,6,7].

영역분할에 의한 방법은 영상의 질에 따라 번호판 영역추출의 결과가 달라지는 단점이 있다[4,5]. 원형정합에 의한 방법은 기준원형이 증가함에 따라 처리 시간이 증가되는 단점이 있다[4,5,6].

또한, 기존의 번호판 인식방법 중 오류 역전과 학습 알고리즘은 학습 속도가 느리거나 지역 최소화(Local minima)에 빠질 가능성이 있다[10,11]. ART1알고리즘은 구조가 복잡하고 패턴 수가 증가함에 따라 많은 양의 기억장소가 요구된다[3].

본 연구에서는 이러한 제약점을 해결하기 위해 차량 영상의 통계적인 특징을 바탕으로 동적인 후보영역 적용과 밀도변화를 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하고, 이중 템플릿 매칭을 이용하여 인식하는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 동적 후보 영역 적용과 밀도변화를 이용한 차량 번호판 영역 추출 방법을 제시하였고, 3장에서는 추출된 번호판 영역에서 문자와 숫자영역을 분리하고 이중 템플릿 매칭으로 인식하는 방법을, 4장에서는 본 논문에서 제안하는 방법으로 실험 및 고찰을 기술하였고, 5장에서 결론을 기술했다.

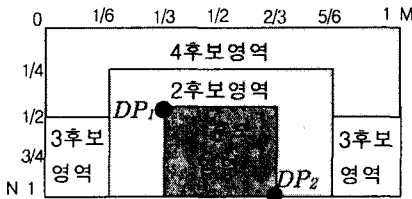
2. 차량 번호판 영역 추출

일반적으로 차량 영상의 번호판 추출에 있어서 번호판의 특징은 알고리즘을 구성하는데 있어서 중요한 요소이다.

차량 영상 및 번호판 영역의 구조적인 특징을 체계적으로 조건화하면 다음과 같다.

- 1) 번호판의 중형 비율은 1:2 이다.
- 2) 번호판 영역은 문자와 숫자의 표현으로 다른 영역에 비해서 밀도가 높다.
- 3) 번호판 내의 문자와 숫자는 일정한 위치 정보와 일정한 간격을 갖는다.
- 4) 차량 번호판의 위치는 대부분 비슷하다.

본 논문에서는 조건1)~4)를 바탕으로 동적인 후보영역과 밀도를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 먼저 후보영역을 동적으로 적용하기 위해 차량 번호판 위치에 대한 통계적 값을 바탕으로 [그림-1]과 같이 후보영역을 구분하였다.



[그림-1] 획득 영상의 후보 영역 구분

각 후보영역별 DP_1 과 DP_2 는 입력 영상의 그레이 값 $I(x, y)$ 에서 밀도 값을 추출하기 위한 후보영역의 좌표가 되며 (식1)에 의해 계산된다.

1영역: $DP_1 = (\frac{M}{3}, \frac{N}{2}), DP_2 = (\frac{2 \times M}{3}, N)$

2영역: $DP_1 = (\frac{M}{6}, \frac{N}{4}), DP_2 = (\frac{5 \times M}{6}, N)$

3영역: $DP_1 = (0, \frac{N}{2}), DP_2 = (M, N)$

4영역: $DP_1 = (0, 0), DP_2 = (M, \frac{N}{2})$

5영역: $DP_1 = (\frac{M}{3}, \frac{N}{4}), DP_2 = (\frac{2 \times M}{3}, \frac{3 \times N}{2})$

6영역: $DP_1 = (\frac{M}{3}, 0), DP_2 = (\frac{2 \times M}{3}, \frac{N}{2})$ (식1)

(식1)에서 M 과 N 은 입력 영상의 가로와 세로를 나타낸다.

최초 후보영역의 DP_1 과 DP_2 에서 번호판 영역을 추출하기 위한 밀도값이 임계치에 만족하지 못하면 다음 후보영역의 DP_1 과 DP_2 의 값을 구하고 밀도값을 계산하여 번호판 영역을 추출한다.

본 논문에서 획득영상을 (식1)의 방법으로 계산

하여 후보영역을 동적으로 설정하기 때문에 차량 번호판의 위치와 크기에 관계없이 번호판 영역을 추출할 수 있다.

차량 영상의 임계화 과정에서 사용하는 임계값은 후보영역의 평균밝기 값을 기본임계값으로 설정하고 동적으로 조정하는 방법을 적용하는데, 기본임계값은 (식2)와 같이 계산된다[2,3,8].

$$V_i(t) = \frac{\sum_{y=0}^N \left\{ \sum_{x=0}^M I(x, y) \right\}}{M \times N} \quad (식2)$$

여기서, $V_i(t)$ 는 입력영상의 기본임계값, $I(x, y)$ 는 (x, y) 지점의 픽셀의 밝기 값이다.

주어진 후보 영역에 대해 기본임계값을 평균밝기 값으로 설정하여도 번호판의 문자영역과 배경영역을 명확히 분리하지 못할 가능성이 있다. 따라서 본 논문에서는 기본임계값으로 번호판 영역 추출에 실패하면 (식3)과 같이 임계값을 동적으로 변경하여 다시 추출을 시도한다[3].

$$\begin{aligned} &\text{if } V_i(t) \geq C_i(t) \text{ then} \\ &V_i(t+1) = V_i(t) - \sigma \\ &\text{else } V_i(t+1) = V_i(t) + \sigma \end{aligned} \quad (식3)$$

여기서, $C_i(t)$ 는 색채 평균값이고, σ 는 기본임계값과 밝기값에 대한 표준 편차로서 (식4)와 같이 계산된다[3].

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{y=0}^N \sum_{x=0}^M (V_i(t) - I(x, y))^2} \quad (식4)$$

(식3)에서 동적 임계값 $V_i(t+1)$ 은 기본임계값이 색채 평균값 보다 큰 경우 기본임계값을 σ 만큼 감소시키고, 반대로 밝기의 평균값이 색채 평균값보다 작은 경우는 기본임계값을 σ 만큼 증가시킨다.

동적 후보 영역이 적용된 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 이진 변화 밀도를 계산한다. 여기서 밀도는 (식5)와 (식6)에 의해서 수직 방향 밀도값 (D_x)과 수평 방향 밀도값 (D_y)으로 정의한다[3].

$$D_x = \frac{\sum_{y=0}^N (I(x, y) - I(x, y+1))}{6} \quad (식5)$$

$$D_y = \frac{\sum_{x=0}^M (I(x, y) - I(x+1, y))}{10} \quad (식6)$$

(식5)와 (식6)에서 D_x 와 D_y 가 1이상이면 번호판 영역이 되고, 조건 2)에 근거하여 번호판 영역을 추출하면 하나 이상의 번호판 영역이 추출된다. 이는 잡음이 많은 영역에서도 밀도가 높게 나타날 수 있기 때문이다. 이에 본 논문에서는 번호판 영역의 특

정 조건 1),3)과 라벨링 과정을 통하여 임계치내의 영역을 번호판 영역으로 판별한다. 만약 후보영역에서 번호판 영역의 특징이 나타나지 않을 때는 후보영역을 재설정 하여 이전 과정을 반복하였다.

3. 번호판 인식

추출된 번호판 영역에서 문자와 숫자영역은 투영에 의하여 분리하고, 이를 입력패턴으로 하여 표준패턴과의 이중 템플릿 매칭으로 번호판을 인식한다. 표준패턴은 숫자 0~9까지 10개와 관찰관청기호 및 용도별 기호로 정해진 44개 문자를 사용한다.

입력패턴과 표준패턴과의 1:1 매칭을 위하여 입력패턴의 크기를 정규화한다. 정규화된 입력패턴과 표준패턴의 유사도는 (식7)에 의해 흑화소에 대한 1차 매칭을 하고, 이 중 유사도가 높은 3개의 표준패턴과 입력패턴을 (식8)에 의해 다시 백화소에 대해 2차 매칭 하는 이중 템플릿 매칭 방법으로 구한다. 여기서 최종적으로 얻어진 유사도 중 가장 높은 것을 인식결과로 한다.

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{for } stdRect(m, n) \equiv 0 \text{ AND } Rect(m, n) \equiv 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (m, n = 0, \dots, 23)$$

$$selRect(0) = MAX(Conf_{rule}(y)) \quad (y = 0, \dots, 9)$$

$$selRect(1) = selRect(0) \langle y \text{ AND } MAX(Conf_{rule}(y)) \rangle (y = 0, \dots, 9)$$

$$selRect(2) = selRect(0) \langle x \text{ AND } selRect(1) \rangle x \text{ AND } MAX(f(x)) \quad (x = 0, \dots, 9) \quad (식7)$$

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{for } selRect(x)(m, n) \equiv 255 \text{ AND } Rect(m, n) \equiv 255 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (x = 0, 1, 2 \quad m, n = 0, \dots, 23)$$

$$Conf_{rule} = MAX(f(x)) \quad (x = 0, 1, 2) \quad (식8)$$

(stdRect : 표준패턴, Rect : 후보영역, Conf_{rule} : 매칭결과)

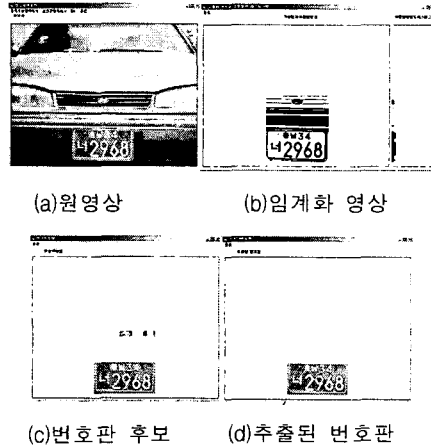
4. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 Intel Pentium IV 1.7GHz의 CPU와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC 상에서 Visual Basic 6.0으로 알고리즘을 구현하였다.

본 논문의 실험에 사용된 차량 영상은 사업용과 비사업용 승용차, 승합차 및 화물차를 대상으로 하였다. SONY DSC -F707 디지털 카메라를 사용하여 256 컬러의 640×480 픽셀의 크기를 가진 차량 영상 68개를 수집하였고, 320×240 픽셀의 크기를 가진 차량 영상 42개를 수집하여 성능 평가 실험에 적용하였다.

[그림-2]에서 (a)는 원영상, (b)는 동적 후보영역을 적용하여 임계화한 영상이고, (c)는 밀도값과 특징 조건2)에 의해 번호판 후보영역으로 채택된 영상

이며, (d)는 특징 조건1),3)과 라벨링 과정을 통하여 번호판 영역만 추출된 결과 영상이다.



[그림-2] 차량 번호판 추출

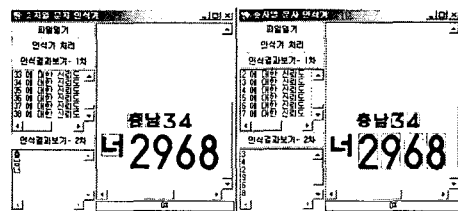
본 논문에서 제안한 시스템은 승용차뿐만 아니라, 대형승합차와 대형화물차에서도 번호판 영역을 추출하는 결과를 보여주었다. 번호판 영역 추출에 대해서는 기존의 그레이 명암도 변화율 이용한 방법과 제안된 추출 방법을 110개의 차량 영상에 대해 각각 실험하여 번호판 영역의 추출을 비교하였으며 실험결과는 [표-1]과 같다. 여기서 추출 시간은 번호판 영역 추출에 성공한 경우의 평균 시간을 나타낸다.

[표-1] 실험 영상에 대한 영역 추출 결과

	추출 성공	추출 실패	평균추출시간
그레이 명암도 변화	103	7	4.0sec
제안된 방법	106	4	3.0sec

실험 결과에서 그레이 명암도 변화율을 이용한 추출 방법에 비해 더 높은 추출 성공을 보였으며 추출 시간도 단축됨을 확인할 수 있었다.

[그림-3]은 이중 템플릿 매칭에 의해 차량 번호판이 인식된 결과 영상으로 (a)는 문자 인식 결과영상이고, (b)는 숫자 인식 결과영상이다.



(a)문자인식 (b)숫자인식
[그림-3] 차량 번호판 인식

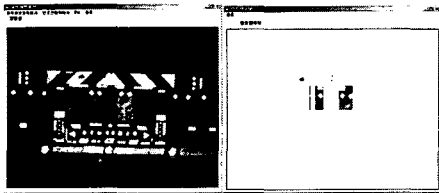
영역 추출에 성공한 번호판 106개에 대한 인식 실험결과는 [표-2]와 같다.

[표-2] 번호판 인식 결과

	인식성공	인식실패	성공률(%)
문자	86	20	81
숫자	99	7	93

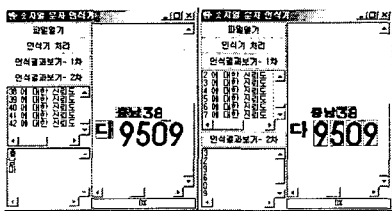
[표-2]의 결과에서 숫자의 인식률이 높은 반면에 문자의 인식률이 낮은 것은 유사한 문자 표준패턴이 많았기 때문이다.

[그림-4]의 (a)는 번호판 주변에 인위적으로 형광물질이 부착된 원영상이고, (b)는 (a)의 영상으로부터 번호판 영역 추출이 안된 결과영상이다. 이는 번호판 주변이 형광물질로 인해 번호판 영역보다 밀도가 더 높게 나타나 번호판 후보로 추출되었고, 특정 조건 2)에 의해 번호판 영역 추출에 실패하였다.



(a)원영상 (b)번호판 후보
[그림-4] 번호판 추출이 안된 결과영상

[그림-5]의 (a)는 유사한 문자 표준패턴으로 문자가 오인식된 결과 영상이며, (b)는 숫자영역 분할과정에서 많이 잘려나감에 따른 오인식된 결과 영상이다.



(a)문자 인식 (b)숫자 인식
[그림-5] 인식이 안된 결과영상

5. 결론

본 논문에서는 획득한 차량 영상에서, 차량 번호판의 후보 영역을 동적으로 할당하여 번호판을 추출하고, 이중 템플릿 매칭으로 인식하는 시스템을 구현하였다.

번호판 추출에서는 기존의 그레이 명암도 변화 방법보다 추출률이 향상되었으며, 또한 획득 영상의 크기에도 영향을 받지 않았을 뿐만 아니라 획득 영

상에서 차량 번호판의 위치에 상관없이 차량 번호판이 추출되는 결과를 보여주었다. 기존의 방법에 비해 일부 전처리 과정이 생략되었고, 추출 해야할 후보영역의 크기가 줄어 평균 추출 시간이 단축되었다.

인식에 있어서는 복잡한 인식알고리즘이나 학습 과정 없이 비교적 간단한 이중 템플릿 매칭으로 높은 인식률을 얻을 수 있었다.

향후 연구 과제는 동적 후보영역의 적용횟수를 단축하고, 정확한 문자영역 분할로 문자 인식률을 높일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] 최형진, 오영환, 나가자마, “컴퓨터 영상처리를 이용한 차량번호판 추출방법” 전자공학회논문지, 제24권 제2호, PP309-314, 1987.
- [2] 조보호, 정성환, “특정 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템”, 정보처리학회논문집, 제6권 제6호, PP.1686-1691, 1999.
- [3] 김광백, 김영주, “동적인 임계화 방법과 개선된 학습 알고리즘의 신경망을 이용한 차량 번호판 인식”, 정보처리학회논문지 B 제9-B권 제1호, PP119-128, 2002.2.
- [4] 이윤형, “명암도 변화와 윤곽선 추출에 의한 자동차 번호판 인식”, 조선대학교 산업대학원 석사학위논문, 2001
- [5] 이화진, “색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출 및 문자 분할”, 공주대학교 석사학위논문, 1999.
- [6] 권준식 외, “디지털 영상처리 이론 및 응용”, 에드텍, 2001.
- [7] 최형진, 오영환, “피라미드구조와 하프변환을 이용한 차량번호판 추출방법”, 정보과학회논문집 제14권, 제1호, PP312-315, 1987.
- [8] 최형일, 이근수, 이양원, 영상처리 이론과 실제, 홍릉과학출판사, 1998.
- [9] NHK 방송기술연구소 화상연구부, “C언어에 의한 화상처리 실무”, 국제테크노정보연구소
- [10] 김광백, 진지애, 차의영, “신경 시스템에 의한 오류역전과 학습의 학습 속도 및 지역최소화 해결 방안”, 인공지능 신경망 및 퍼지 시스템 종합학술대회논문집, PP592-601, 1992.
- [11] 신동필, “차량 자동인식 시스템 개발에 관한 연구”, 시스템공학 연구소, 1991.