모폴로지 연산을 이용한 자동차 영상에서의 고속의 번호판 추출

유돈극, 이종구, 정재영

동양대학교 컴퓨터공학부

Fast Extraction of Vehicle Plate in Car Image using Morphology Operation

Don Kuk Yu, Jong Gu Lee, Jae Young Jung

School of Computer Engineering, Dongyang Univ.

Abstract

본 논문에서는 자동차 영상에서 모폴로지 연산을 이용한 번호판 추출 방법을 제안한다. 먼저 입력 받은 자동차 영상을 적응적 임계값을 적용하여 이진화 한다. 이진화 영상에 대하여 모폴로지 연산의 침식/팽창 과정을 연속적으로 수행하여 번호판 내의 문자영역을 제거하는 opening과정과 팽창/침식 과정을 연속적으로 수행하여 번호판 내의 문자영역을 확장하는 closing 연산을 병렬 수행한 후 그들간의 차영상을 추출한다. 추출된 차영상에 Geo_correction과 번호판의 일반적인 특성을 이용한 필터링 작업을 수행하여 실제 번호판 영역을 추출한다. 제안한 방법을 구현하고 다양한 각도에서 취득된 다양한 형태의 자동차 영상에 적용하여 본 알고리즘의 효용성을 보인다.

1. 서론

산업사회의 고도화와 경제성장은 자동차와 운전인구의 증가를 가져왔다. 2002년 2월 현재 우리나라 자동차 등록 수가 13,088,960대로 매년 증가하고 있고, 앞으로 시행을 앞둔 주 5일 근무제가 시행된다면 여가활용을 위해 자동차의 소비가 증가될 것으로 예상된다. 하지만 이에 따른 교통시설의 부족과 교통 사고, 교통 체증 그리고 자동차를 이용한 범죄 등 사회적 문제 또한 중요한 관심의 대상으로 대두되고 있다. 이러한 자동차와 관련된 많은 문제점들을 해결하기 위해 국내외적으로 많은 연구들이 현재 활발하게 진행되고 있다[1-4].

기존의 자동차 번호판 추출에 관한 연구방법은 Hough transform을 이용한 방법, 영상을 분할하여 그 정보를 분석하는 방법, 영상의 광강도를 이용하는 방법 등이 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[5]. 다른 방법으로는 영상을 분할하여 각각의 영역에서 번호판의 테두리 부분을 찾아내는 방법이 있다. 이 방법은 계산량은 적으나 번호판 테두리 윤곽이 뚜렷하지 않는 차량에 적용하기 힘들다[6]. 또한 영상의 광강도 값의 변화를 이용하는 방법이 있다. 이 방법은 빠른 속도와 높은 인식률을 가지고 있는 반면 번호판의 크기에 민감한 경향이 있다[7].

본 논문에서는 모폴로지 연산을 이용하여 자동차 영상에서 번호판을 추출하는 방법을 제안한다. 제안

한 방법은 자동차 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 먼저 적당한 마스크 크기를 적용한 이진화 영상을 하부과정 1과 2로 각각 병렬 수행하고 이것의 차영상을 구한 후 Geo_corroction과 번호판의 일반적인 특성을 이용한 필터링을 적용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역의 위치정보를 이용하여 원영상에서 번호판 영역을 추출한다. 본 논문의 구성은 2장에서는 번호판 영역의 구성 및 특성을 살펴보고, 3장에서는 모폴로지 연산에 대하여 살펴본다. 4장에서는 제안한 번호판 추출 알고리즘에 대하여 기술하고, 5장에서는 본 논문의 실험 결과를 나타낸다. 끝으로 6장에서는 결론을 맺는다.

2. 번호판 영역의 구성 및 특성

2.1 번호판 영역의 구성

자동차 번호판은 번호판 영역의 1/3에 위치한 상단부와 2/3에 위치한 하단부로 나눌 수 있다. 상단부에서는 차량의 관할 관청 기호와 차종별 기호 정보를 가지고 있고, 하단부에서는 차량의 용도별 기호와 등록번호 정보를 가지고 있다[8](그림 1참조).

그림 1. 번호판의 구성

2.2 번호판 영역의 특성

자동차 번호판은 시각적으로 명확히 구별하기 위해 자가용 번호판의 경우 녹색배경에 백색 문자로 구성되고, 영업용 번호판의 경우에는 황색 배경에 남색문자로 제작된다. 또한 번호판 영역은 다음과 같은 일반적인 특성을 가지고 있다[8].

(1) 번호판의 가로 세로 비는 약 2:1이다.
(2) 번호판의 배경 영역과 문자 영역의 비는 7:3이다.
(3) 번호판의 문자 와 배경 영역의 색상은 뚜렷하게 구별된다.
(4) 번호판의 문자와 문자 사이의 밀집도는 다른 영역보다 높다.
(5) 번호판은 일정한 문자 폭과 명암도 변화를 가지고 있다.
(6) 번호판의 각 문자는 상대적인 위치 정보를 가지고 있다.
(7) 번호판에서 문자영역의 가로 · 세로 비는 3:4이고, 숫자 영역의 숫자 1을 제외한 가로 · 세로 비는 1:2이다.

3. 모폴로지 연산

모폴로지 연산(mophology operation)은 끊어진 에지나 겹치는 영역, 잡음 영역 등을 처리하는데 유용하다. 모폴로지 연산은 침식(erosion)과 팽창(dilation) 등 두 가지 기본 연산을 가진다[9-11].

3.1 침식 연산

침식 연산은 배경(0)에 대해 물체(1)의 크기를 축소하는 역할을 한다. 이진 영상에서 침식연산을 수행하면 물체는 크기가 작아지게 되고 이 연산을 계속 반복 수행하게되면 물체영역은 계속 침식하여 결국 영상 전체를 배경영역으로 가득 채우게 된다. 이것은 작은 잡음이나 끊어진 에지 같은 작은 크기의 물체를 제거하는데 사용한다. 침식연산은 형태소(structuring element)를 입력 영상의 해당 블록에 있는 각 픽셀들과 비교하여 서로 일치하는 경우 입력 영상의 블록의 중앙 픽셀 값을 1로 만들고, 한 픽셀이라도 일치하지 않는 경우 0으로 만들어 흰색 물체의 둘레로부터 한 픽셀을 제거하는 효과를 갖는다. 즉, 입력 영상의 모든 픽셀 값이 같을 경우 픽셀 값은 변하지 않으나, 한 픽셀이라도 다른 값을 가지는 경우 0으로 변하게 된다[9]. 따라서 흰 픽셀의 침식은 흰색(1)과 검은색(0)의 혼합이 있는 경우에만 가능하다.

3.2 팽창 연산

팽창 연산은 침식의 역 연산으로 배경에 대해 균일하게 물체의 크기를 확장한다. 이진 영상에서 팽창연산을 수행하면 물체는 크기가 커지게 되고 이 연산을 계속 반복 수행하게되면 물체는 계속 팽창하여 결국 영상 전체를 가득 채우게 된다. 이것은 침식과 같이 작은 잡음이나 끊어진 에지 같은 작은 크기의 물체를 제거하는데 사용한다. 형태소를 입력 영상의 해당 블록에 있는 각 픽셀들과 비교하여 서로 일치하는 경우 입력 영상의 블록의 중앙 픽셀 값을 0으로 만들고, 한 픽셀이라도 일치하지 않는 경우 1로 만들어 흰색 물체의 둘레에 한 픽셀을 더하는 효과를 갖는다. 즉, 입력 영상의 모든 픽셀 값이 동일한 경우 픽셀 값은 변하지 않으나, 한 픽셀이라도 다른 값을 가지는 경우 1로 변하게 된다[9].

4. 제안한 번호판 추출 알고리즘

4장에서는 본 논문에서 사용한 모폴로지 연산을 이용한 번호판 추출 방법에 대해 설명한다. 먼저 원 영상으로부터 영상의 크기를 고려한 적당한 크기의 마스크를 적용한 이진화 영상을 하부과정 1과 하부과정 2로 각각 병렬 수행하여 차영상를 구한다. 그 다음 필터링 단계에서는

Geo_correction과 레이블링 그리고 번호판의 일반적인 특성을 적용하여 실제 번호판 영역을 추출한다. 마지막으로 추출된 번호판 영역의 위치 정보를 이용하여 원 영상에서 번호판 영역을 추출한다.

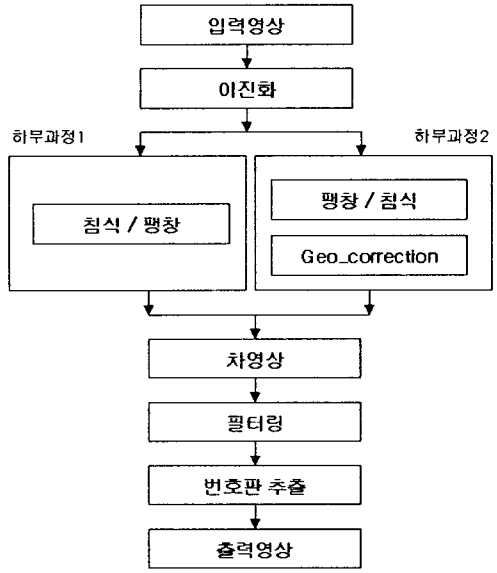


그림 2. 제안한 알고리즘의 흐름도

4.1 이진화

입력 영상에 8*8 크기의 마스크를 씌워 임계값을 적용하여 이진화 영상을 만든다. 이때 임계값은 마스크의 해당 픽셀 값의 평균과 분산을 계산하여 구하였다[12](그림 4의 b참조).

4.2 하부과정 1

하부과정 1에서는 이진화 영상에 침식과 팽창 연산을 순서대로 적용하여 물체 영역을 축소 또는 제거한다. 즉, 침식과 팽창 연산의 형태소를 이용하여 형태소 크기보다 작은 물체 영역들을 제거한다. 본 논문에서는 침식과 팽창 연산에서 5×5 크기의 형태소(structuring element)를 사용하여 번호판 영역에서 문자들을 제거하였다(그림 4의 c참조).

4.3 하부과정 2

하부과정 2에서는 팽창과 침식, 그리고 Geo_correction을 순서대로 적용하여 번호판 영역이 확장된 영상을 추출한다(그림 4의 d참조). 먼저 추출된 이진화 영상을 이용하여 팽창과 침식 연산을 적용해 번호판 영역을 확장시킨 후에 Geo_correction을 수평 방향으로 투영하여 팽창과 침식 연산으로 완전히 확장되지 못한 번호판 영역의 요소들을 확장시키게된다. Geo_correction은 입력 영상에서 화소들간의 간격을 임계 값에 의해 연결 또는 유지 시켜주는 역할을 한다. 이것은 모폴로지 연산의 적용에 의해 손상된 후보 문자 요소들을 보존하거나 보상해주는데 있어 매우 효과적인 방법이다[11]. Geo_correction의 처리 과정은 영상에서 해당 픽셀 값이 1인 경우 연속된 픽셀를 따라 진행하다가 새롭게 0인 픽셀을 만나게되면 다시 1의 픽셀을 만날 때까지 0인 픽셀의 수를 count하게된다. 이때 중간에 존재하는 0의 연속적인 픽셀 수(count 값)가 임계값(threshold)이하라면 0을 1로 만들어 두 개의 단절된 선을 연결해 주고, 임계값 이상이면 원래의 값을 유지하게 된다.

하부과정 2에서 모폴로지 연산의 형태소 크기를 조절하여 번호판 영역을 확장시킬 수 있다. 하지만 형태소의 크기를 5*5이상으로 적용할 경우 물체 영역이 축소된 영상을 만들게 된다. 따라서, 형태소 크기가 5*5 이상인 경우 팽창과 침식 연산의 형태소 크기를 다르게 적용해야 하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 형태소 크기를 조절하는 방법을 이용하지 않고, Geo_correction을 적용하여 번호판 영역을 확장함으로써 이 문제를 해결하였다.

4.4 차 영상

두 영상 사이의 차이를 이용하여 차영상을 추출한다. 일반적으로 두 영상 사이의 차이 값이 음수인 경우 절대값을 적용하여 양수로 바꾸어 적용한다. 그러나 본 논문에서는 하부과정 2의 영상으로부터 하부과정 1의 영상을 이용하여 차영상을 추출 할 때 두 영상의 차이 값이 음수인 경우 절대값을 적용하지 않고 0으로 처리하였다. 이것은 하부과정 1, 2의 차영상에서 절대값을 적용할 경우 잡음이나 번호판 후보 영역이 아닌 부분까지 나타나는 문제를 해결하기 위해서이다(그림 3, 그림 4의 e참조).

```
if(image1<image2)
    image2=255;
else
    image2=0;

· image1 : 하부과정1의 영상
· image2 : 하부과정2의 영상
```

그림 3. 차영상 추출 식

4.5 번호판 후보 영역의 필터링

본 논문에서는 차 영상에서 잡음 요소와 번호판 후보 영역 이외의 영역을 제거하기 위하여 Geo_correction과 레이블링 그리고 번호판의 일반적인 특성을 이용하여 필터링 작업을 하였다.

4.5.1 Geo_correction을 이용한 필터링 단계

자동차 영상에서 번호판의 크기를 고려한 임계값을 적용해 수직·수평 방향으로 Geo_correction을 투영하여 잡음과 번호판 후보 영역이 아닌 영역을 제거한다. 이것을 이용하면 후보 영역의 수를 줄일 수 있을 뿐만아니라 레이블링과 필터링 작업 과정을 줄일 수 있다(그림 4의 f참조).

4.5.2 레이블링 단계

레이블링 단계에서는 어는 한 픽셀을 기준으로 해당 픽셀의 위쪽과 좌측 두 방향으로 검색하여 이미 레이블링된 픽셀이 있다면 그 픽셀 값을 적용하고, 레이블링된 픽셀이 없는 경우 새로운 이름을 픽셀에 붙인다. 이후 레이블링된 후보 영역 중 동일한 후보 영역 안에서 서로 다른 이름을 가지는 후보 영역을 찾아 동일한 이름을 가지도록 레이블링 작업을 두 번 수행한다.

4.5.3 번호판의 일반적 특성을 이용한 필터링 단계

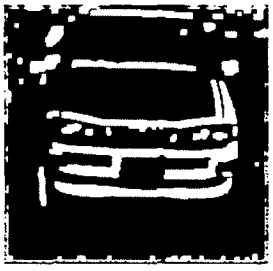
Geo_correction으로 제거되지 않은 번호판 후보 영역이 아닌 영역은 번호판 영역의 일반적인 특성("번호판 영역의 가로 세로 비는 약2:1이다.")을 조건으로 적용하여 제거한다. 본 논문에서는 번호판 후보 영역에서의 가로·세로 비율을 주어진 조건의 범위와 비교하여 제거하였다. 즉, 레이블링된 영상에서 번호판 후보 영역의 가로·세로 픽셀의 중간 위치를 찾은 후에 수직·수평 투영을 통하여 구한 비율 값이 주어진 조건(1.3<=가로·세로비율<= 2.5)의 범위와 비교하여 범위를 벗어나면 해당 번호판 후보 영역을 제거한다(그림 4의 g참조).

4.6 번호판 추출

번호판 추출 단계는 필터링 단계를 수행한 영상에서 번호판의 후보 영역의 위치에 해당하는 픽셀 값을 원 영상에서 찾아서 번호판 영역을 추출한다(그림 4의 h참조).

(a) 입력 영상

(b) 이진화 영상

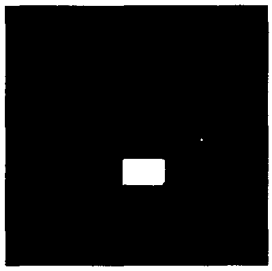


(c) 하부과정 1의 영상

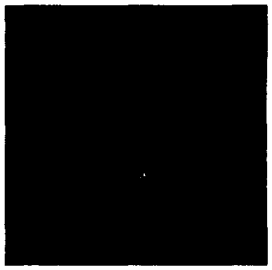
(d) 하부과정 2의 영상

(e) 차 영상

(f) 필터링 1



(g) 필터링 2



(h) 최종 결과 영상

그림 4. 제안한 번호판 추출 알고리즘의 처리과정

5. 실험 결과

본 논문에서는 Pentium-II 350MHz, Memory 64Mbyte, Window 98 환경에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 C언어로 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 디지털 카메라로 캡처한 120개의 영상을 256×256 크기의 그레이 영상으로 변환하여 실험에 사용하였다.

표5.1은 본 논문에서 제안한 방법으로 입력 받은 자동차 영상에서 번호판 추출을 실험 결과이다. 전체 120개의 실험 데이터 영상 중에서 번호판 영역 추출에 성공한 영상이 108개(90%)이고 번호판 영역 추출에 실패한 영상은 12개(10%)로 결과를 보였다(표5.1 참조).

표 1. 번호판 영역의 추출 결과

실험 차량의 영상 수	추출 성공	추출 실패	정확도
120	108	12	90%

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 자동차 영상으로부터 번호판 영역을 추출하기 위하여 모폴로지를 이용한 방법을 제안하였다. 다양한 환경에서 촬영한 자동차 영상을 실험한 결과 정면과 후면 그리고 대각선에서 찍은 영상 뿐만아니라 어두운 자동차 영상에서도 효과적으로 번호판을 추출 할 수 있었다. 하지만 노출이 심한 영상이나 번호판 영역의 문자가 심하게 훼손되어 모폴로지 연산을

적용하기 어려운 영상에서는 번호판 영역을 추출할 수 없었다.

본 논문에서 제안한 방법은 번호판 인식 시스템의 문자 인식의 전 단계로서 자동차 영상에서 번호판의 위치나 자동차 주위의 배경 영역이 복잡하더라도 번호판 영역을 효과적으로 추출할 수 있다는 장점을 가진다. 향후 연구과제로는 추출된 번호판 영역에서 효과적으로 문자를 인식하는 것과 번호판 영역을 추출하는 과정을 거치지 않고 모폴로지를 이용하여 문자영역을 추출하는 방법에 관하여 지속적인 연구를 할 예정이다.

참고 문헌

[1] R. J. Blissett, C. Stenntt, and R. M. Day, "New Techniques for Digital CCTV Proscessing in Automatic Traffic Monitoring", Ottawa-VNIS '93, pp.137-140, Oct. 1993.

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

[3] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량번호판 문자 인식", 한국정보과학회, '97가을학술발표논문집(B), pp.455-458, 1997, 10.

[4] 조보호, 정성환, "특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", 한국정보처리학회, 정보처리학회논문지 Vol.6, No.6, pp.1686-1693.

[5] 조보호, "명암도 변화와 문자영역 추출을 위한 자동차 번호판 인식 시스템", 창원대학교 석사학위논문, 1997.

[6] 정효식, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착",한국정보과학회 논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.

[7] 배익성, 이철희, 김일정, 차의영, "광강도 분포 특성을 이용한 차량 번호판 영역 추출", 한국정보처리학회,'97춘계학술발표논문집, p1105-1109,1997.

[8] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사학위논문, 1995, 6.

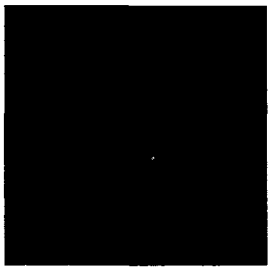
[9] 천인국, 윤영택 편저, 「영상처리」, 기한재, 1998.

[10] 강동구, 김도현, 최선아, 차의영, "모폴로지와 ART2를 이용한 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구", 한국정보과학회, 2001.

[11] 장인영, 고병철, 김길천, 변혜란, "모폴로지를 이용한 비디오 영상에서의 자동문자 추출", 학국정보과학회, '01춘계학술발표논문집(2)', 2001, 10.

[12] 최형일, 이근수, 이양원 공역, "영상처리 이론과 실제", 홍릉과 학출판사, 1997.

(a) 승용차 영상(정면)

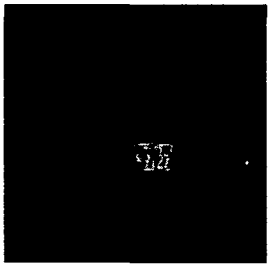


(b) 추출된 번호판 영상

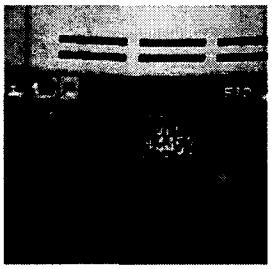
(c) 승용차 영상(후면)

(d) 추출된 번호판 영상

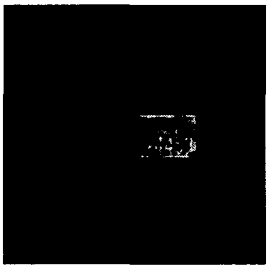
(e) 승합차 영상(정면)



(f) 추출된 번호판 영상



(g) 트럭 영상(정면)



(h) 추출된 번호판 영상

그림 5. 실험 결과 영상