

사전 정보를 이용한 자동차 번호판의 문자 위치 추출과 세그멘테이션에 관한 연구

김병훈[○], 고미애, 김영모
경북대학교 전자공학과

A Study of plate Number Extraction and Segmentation using domain Knowledge

Byung-Whun Kim[○], Mi-Ae Ko, Young-Mo Kim

Department of Electronics Engineering, Kyungpook National University

buls65@palgong.knu.ac.kr

요 약

차량 번호판 인식 시스템의 번호판 인식과정은 영상획득 및 번호판 영역 추출, 개별문자 추출, 문자 인식의 3가지 핵심부분으로 구성된다. 이 중에서도 번호판 추출의 정확성은 시스템 전체의 결과에 영향을 줄수 있는 부분이며 다양한 주변 환경에도 정확한 추출과 빠른 수행 시간을 요구한다. 본 논문에서는 검출 시간의 단축을 위하여 명암값의 차이와 사전정보를 이용하여 먼저 인식대상인 주 목표인 등록번호의 위치를 추출 및 검증하고 등록번호에 대한 지역명의 상대적인 위치 정보를 이용하여 문자의 대략적인 위치를 선정, 각 요소들의 외곽 근접 선들의 투영(projection)과 이동을 통하여 번호판의 모든 문자 요소의 위치를 추출한다.

1. 서론

고도의 경제성장과 함께 자동차는 편의생활의 도구로 자리 잡게 되었다. 이로 인해 자동차의 수가 급속히 증가하고, 이를 통제할 인원도 늘어나게 되었다. 늘어나는 인원과 비용을 대신 할 방안이 ITS(Intelligent transport systems)의 한 분야인 자동차 번호판 인식 시스템이다[1].

기존의 등록번호를 기반으로 번호판 추출과 문자 추출을 하는 연구[2][3]들은 등록번호 영역을 찾기 위해 전 영상의 이진화, Blob 추출과 레이브링에 의한 전체 영상의 영역 분할로 계산량과 수행시간이 많기 때문에 실시간의 특징을 만족하지 못한다. 명암 벡터[4]를 사용한 경우 번호판 주위의 복잡한 장식물과 테두리의 기울어짐에 의한 오 추출 가능성이 높다.

본 논문에서 제안하는 방법은 비교적 물리적인 왜곡이 적고 일정한 높이를 가지는 등록번호의 개별위치를 둘러싸는 최소 근접사각형 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 기반으로 지역명과 허가번호 등의 위치를 순차적으로 검색해서 불필요한 영역 추출의 계산과 수행 시간을 줄이고 기울어짐에 의한 오 추출을 방지할 수 있는 방법을 제안하려 한다.

논문의 구성은 2장에서 등록번호 4 자리의 위치를 찾는 방법을 살펴보고, 3장에서는 전단계에서 구해진 등록번호의 위치를 바탕으로 개별 상단문자 영역을 추출해 내는 방법, 그리고 4장에서 상단 문자와 누락된 등록번호의 문자를 대략적인 위치선정과 최외곽선 이동으로 영역의 위치를 추출하는 방법을 설명하겠다. 5장에서 실험결과, 6 장에서는 결론을 맺도록 한다.

2. 등록번호 위치 검증

본 장에서는 선택된 행에 후보영역(등록번호)이 존재하는지

판정하는 단계와 이를 윤곽선 추적을 통해 영역을 추출해서 검증하여 등록번호를 추출하는 방법에 대한 설명이다

2.1 등록번호 후보 영역 탐색

후보 영역 추출은 문자와 배경의 명암차와 문자의 폭, 문자 영역사이의 배경 폭을 이용한다. 아래는 등록번호 위치검출 알고리즘이다.

```
max_th=0;min_th;max_j=0;min_j=0
for(y=img.height;y>0;y-=dy)
for(x=img.width;x>0;x--){
if(E(x,y)>th){
if(max_th>E(x,y)){max_th=E(x,y);max_j=x;}
else if(min_dj){p_x[count]=min_j; index[count++]=0;
min_j=0;} //배경영역의 시작 좌표저장
}else if(E(x,y)< -th){
if(min_th<E(x,y)){min_th=E(x,y);min_j=x;}
else if(max_dj){p_x[count]=max_j;index[count++]=1;
max_j=0;}
} //문자영역의 시작 좌표저장
}if(line_detect()){ //등록번호 포함 라인 검사
verification_candidate_region(){y=0;} //후보영역 검증
}
```

먼저 영상의 하단에서 상단으로 dy간격 만큼 이동한다. 선택된 행에 (1)연산자를 좌에서 우로 이동하며 문자와 배경의 밝기차를 구한다. 이때 밝기차이가 미약한 부분은 제외하기 위하여 명암차에 임계값($\pm th$)을 설정, 필요없는 위치는 제외한다.

$$\left(\begin{array}{l} El = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=2}^1 f(x+j, y+i) \\ Er = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^2 f(x+j, y+i) \\ E(x, y) = El - Er \end{array} \right) \quad (1)$$

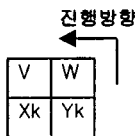
한 행의 검색과정이 끝나면 p_x에 문자와 배경의 경계 좌표가 누적되고, index에는 문자와 배경을 구분하기 위한 표시가 할당된다. 앞에서 추출한 좌표와 index로 현재 행의 문자와 배경의 폭을 알 수 있기 때문에 다음의 두 조건을 만족 할 경우 등록번호가 포함된 후보 라인으로 선정하고 다음질의 후보 영역 검증과정으로 들어가게 된다.

- 1)행에 경계 좌표(p_x)의 갯수가 10개 이상인지 확인한다.
 - 2)비슷한 크기를 가진 문자구간이 4번 이상 같은 크기로 반복되고 배경의 폭의 반복 구간보다 클 경우 문자의 폭이 포함된 라인으로 본다.
- 그리고 문자의 폭의 크기에 대한 제한을 줘서 필요 없는 구간은 생략할 수 있다.

2.2 등록번호 후보 영역 검증

위의 단계에서 누적된 좌표 중 임계값(+th)을 넘는 좌표를 시작점(Xk)로 선정하고, 2x2 마스크를 사용하는 윤곽선 추출 알고리즘을 적용하여 추출된 개별 영역에 최소근접사각형(MBR)을 할당한다.

본 논문에서는 윤곽선 추적에 에지(edge)를 이용한다. 마스크의 진행 방향을 결정하는, V와 W의 임계값은 라플라시안(Laplacian) 연산자의 출력을 진행 방향을 결정하는 조건으로 사용한다.



<그림 1>윤곽선 추출을 위한 2x2 마스크

<표 1>연산자의 출력 결과에 따른 마스크의 진행 방향

	V	W	Xk+1	Yk+1
전진	V>=0	W<0	V	W
우측	V<0	W>=0	W	Yk
우측	V>=1	W>=1	V	Xk
좌측	V<0	W<0	Xk	V

추출된 MBR을 등록번호 크기(사전정보)와 비교하여 크기 조건을 만족한다면 라인 탐색을 중지하고 개별문자의 추출에 들어간다.

2.3 등록번호 위치 추출

위의 과정을 진행한 경우 추출된 영역은 등록번호 크기와

유사한 잡음성분이 함께 존재하며, 윤곽선 추적도중 인접한 테두리에 숫자영역이 붙어서 누락된 영역들도 존재한다. 따라서 추출된 MBR의 검증과 누락된 영역을 찾는 방법이 필요하게 된다.

[단계 1] 각 MBR은 영상의 좌측부터 부여되기 때문에, 제일 처음 저장된 MBR을 기준좌표로 설정한다.

[단계 2] 설정된 기준 MBR의 좌측 좌표와 가장 인접한 MBR의 우측 좌표와의 거리가 기준 거리보다 작을 경우 인접한 MBR은 등록번호 영역으로 간주한다. (단, 숫자 1의 경우 폭이 기준 거리 간격의 2배로 설정하여 수행한다.)

[단계 3] 위의 과정으로 인접한 MBR이 등록번호영역으로 판정되었을 경우 비교되는 MBR을 기준좌표로 설정한다.

[단계 4] 2의 과정에서 MBR간의 거리가 기준 거리 보다 큰 경우 누락된 위치로 대략적인 위치 선정을 다음과 같이 행한다.

여기서 src_MBR은 기준 좌표이고, dst_MBR은 누락 영역의 좌표이다.(ave_height:추출된 MBR의 평균 폭)

$$\begin{array}{l} dst_MBR.top=src_MBR.top, st_MBR.dy=src_MBR.bottom \\ dst_MBR.lx=src_MBR.right-1 \\ dst_MBR.rx=src_MBR.right-ave_width \end{array}$$

그리고 dst_MBR의 최외곽선 투영과 이동을 통하여 정확한 영역을 추출한다.

위의 단계를 반복하여 등록번호의 위치를 검증하고 누락된 영역의 좌표를 추출한다.

3. 지역영의 대략적위치 선정과 투영

위에서 구한 등록번호의 위치를 이용하여 최근점 외곽선의 투영(Projection)과 이동을 통하여 정확한 문자 위치를 찾아낸다. 상단 문자의 위치를 추출할 때는 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

첫째, 번호판이 기울어진 경우 구 번호판과 신 번호판의 상단문자의 자리수가 한 자리와 두 자리로 다르기 때문에 영역의 구분이 힘들다. 그래서[5]의 연구에서 뒷자리 숫자의 경우 85%의 추출률을 보였고 이의 해결을 위해 방향성을 이용한 기울기 보정을 요구했다. 그리고 [6]의 연구에서는 신,구문자에 대한 구분을 상단부 문자 영역의 투영을 통한 길이를 번호판 폭과 비교하여 번호판 종류를 구분하였고 88.7%의 추출률을 나타내었다.

둘째, 상단 문자의 크기가 너무 작을 경우 잡음성분과 구분이 힘들기 때문에 오 추출의 가능성이 높다.

상기 조건과 연구들을 고려한다면 일괄적으로 상단문자의 위치를 나누고 문자영역을 추출할 경우 정확도가 떨어진다는 것을 보여준다. 그래서 다음과 같은 방법을 통해 문제점을 해결하려고 한다.

3.1 단계별 지역영 추출

상단문자의 위치를 가지는 MBR을 R0부터 R4로 정의할 때, 각 상단문자의 후보 MBR의 예상위치는 등록번호위치를 바탕으로 아래와 같은 방법으로 지정하고, 최외곽선 투영과 이동을 통해 정확한 영역을 추출한다. 단계별 과정은 다음과 같다.

[단계 1] R4, R1 영역 추출

$$\begin{array}{l} R4.bottom=N3.top, R4.top=R4.bottom-ave_height \\ R4.lx=N3.left, R4.right=N3.right \end{array}$$

R1의 경우 N1을 N3 대신 사용하여 후보 영역을 지정하고, 영역 추출을 거쳐 두 영역의 좌표를 추출한다.

[단계 2] R2의 좌표는 R1 좌표를 참조하여 영역 추출.

$R2.bottom=R1.bottom$, $R2.top=R1.bottom$,
 $R2.left=R1.right+1$, $R2.right=R2.left-(R1.right-R1.left)$

[단계 3] R3의 후보 영역을 다음과 같이 지정하고.

$R3.left=R2.right$, $R3.left=R4.left-1$;
 $R3.top=R4.top$, $R3.bottom=R4.bottom$:

R3영역 추출의 결과 R4의 크기보다 작을 경우 문자 영역이 존재하지 않는 것으로 판단한다. 나머지 R0의 높이(top.bottom)는 N1의 높이 성분을 이용하고 폭의 좌표(left,right)는 추출된 등록번호 MBR의 평균 폭을 이용하여 예상위치를 결정한다.

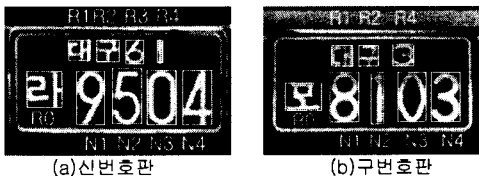
4. 최외곽선 투영과 이동을 통한 영역 추출

누락된 영역과 상단문자의 후보 영역은 대략적으로 영역을 분리하고 있을 뿐, 정확한 영역을 나타내지 못하고 있다. 따라서 MBR의 최외곽선의 위치를 재조정하여 정확한 영역을 추출하여야 한다.

위치 재조정을 위해서는 투영에 사용할 임계치와 후보 영역이 다른 문자영역에 위치할 경우 구분할 수 있어야 한다. 임계치는 개별 후보영역의 히스토그램에서 피크(peak)가 최대인 두 점 사이의 가장 낮은 지점을 임계치로 사용한다

임계치를 가지고 MBR의 좌우측 구간에 수직 투영을 실시하여 좌우측 경계부분을 찾고, 재조정된 MBR의 상하구간에 수평 투영을 실시하여 전체 외곽선의 재조정을 완성한다. 단, 다른 영역과의 구분을 위하여 밝기값이 임계치를 만족하는 수직 또는 수평선이 연속적으로 일정한 넓이(w)를 가지고 분포해야 한다.

5. 실험결과



<그림 2> 개별문자 MBR의 추출 결과

<표 2> 등록번호 영역 검출

전체 테스트 영상수	성공	실패	정확도
140	133	7	95.5%

<표 3> 등록번호 추출 대상 각 문자영역 추출 (133)

지역명	상단 숫자	허가 번호
100%	97%	100%

실험에 사용된 영상의 등록번호의 크기는(높이:40~60 폭:3~30) Gray 영상을 사용하였고, 신규 번호판/자가용/정면/비스듬한 영상(약 30°)을 포함한 140 장의 영상을 사용하였다. 알고리즘의 구현은 Pentium-3(800MHz)를 이용하였으며, Visual C++ 6.0을 사용하였다.

등록번호 후보영역 탐색에 사용한 임계치(th)은 실험치 40을 적용하였고, 최외곽선 투영과 이동에서 잡음과 구분하기 위한 넓이(w)의 경우 하단문자는 7, 상단 문자는 3을 사용하였다.

평균 처리시간은 17msec의 처리 시간을 보였다.



<그림 3> 등록번호 추출결과 영상



<그림 4> 상단문자 추출결과영상

6. 결론

제안한 방법을 적용한 결과, 복잡한 배경을 포함한 영상과 번호판에 부분적인 왜곡이 있는 영상, 비스듬한 영상에서 개별 문자를 추출하였다.

본 논문에서는 차량 번호판의 문자를 추출하기 위해 번호판의 밝기 변화와 윤곽선 추적을 통해 등록번호의 위치를 파악하고, 불필요한 영역의 검색을 줄이기 위해 사전 정보와 투영을 통하여 나머지 문자 영역을 추출하였다.

향후 연구과제는 야간에 조명의 간섭에 의한 영역 오 추출과 완전한 인식시스템이 되기 위해 문자의 인식에 관한 연구가 필요하다.

7. 참고 문헌

[1] 이광원, 고미애, 김영모, "통계적 특징점을 이용한 자동차 번호판의 단계별 문자 인식", 제12회 통신정보 합동 학술 회의, pp.11-A.4.1-4.4, 2002
 [2] 김병수, 송미영, 조형제, "숫자를 둘러싸는 최소사각형에 기반한 둔 자동차 번호판 추출", 한국멀티미디어 학회지 제4권 제3호, pp.71-88, 2000
 [3] 제성관, 박재현, 차의영, "레이블링기법을 이용한 차량일련번호 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 제27권 제2호, pp.416-418, 2000
 [4] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암벡터를 이용한 차량번호판 추출 알고리즘", 한국정보과학회 논문지(B), 제 25 권, 제 4 호, pp.676-684, 1998
 [5] 강동구, 김도현, 최선아, 차의영, "모폴로지 와 ART2 를 이용한 번호판 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구", 한국정보과학회 가을학술발표 논문집, 제 28 권, 제 5 호, pp.328-330, 2001
 [6] 권숙연, 이화진, 정병환, "차량 번호판의 영역 추출 및 문자 분할에 관한 연구", 2000 춘계정기학술대회 논문집한국지능정보시스템학회, pp.457-462, 2000