

자동차 번호판 영역의 문자추출과 인식에 관한 연구

*김도형^o *이선화 **김미숙 *차의영
*부산대학교 일반대학원 전자계산학과
**부산대학교 일반대학원 멀티미디어학과
{dhkim, somy77, sook99, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

A Study on Character Extraction in Vehicle Number Plate and Character Recognition

*Do-Hyung Kim^o *Seon-Hwa Lee **Mi-Sook Kim *Eui-Young Cha
*Dept. of Computer Science, Pusan National University
**Inter Disciplinary Research Program of Multimedia, Pusan National University

요 약

자동차 번호판 인식 시스템은 영상획득, 번호판 영역 추출, 추출된 번호판 영역의 전처리, 문자부분 영역화, 문자인식 등의 5가지 핵심부분으로 구성된다. 그 중에서도 번호판 영역 추출, 추출된 영역의 전처리, 문자부분 영역화의 정확성은 전체 시스템 인식률에 지대한 영향을 줄 수 있는 부분으로써 그 정확성이 요구된다. 이에 본 논문에서는 컴퓨터 비전 분야 중의 하나인 영상처리 기법을 사용하여 명암의 변화에도 문자를 잘 추출할 수 있는 Dynamic Adaptive Threshold 방법을 사용하여 추출된 번호판 영역을 이진화하고, 정확하게 문자 부분을 영역화하기 위한 방법으로 누적분포와 번호판 문자배열 특성을 이용한 방법을 제안한다. 그리고 추출되어진 문자는 ART2 신경망을 이용하여 인식한다.

1. 서론

자동차 번호판의 문자를 추출하고 인식하는 시스템은 일반적인 사람의 시각과 기억력을 보조하는 수단으로 많은 연구자들에 의하여 연구되어져 오고 있으며, 일부 시스템들이 설치되어지고 있고, 구현되어져 가고 있다[1,2].

이러한 컴퓨터 시각을 이용한 차량 번호판 인식 시스템은 자동차의 고유한 특성을 구별해 내는데 사용되어진다. 도난차량의 추적, 주차장 자동화, 방문차량의 자동확인, 고속도로 통게이트에서 수배차량의 인식과 일정 구간에서 차량의 통행 시간과 통행량 조사 등 많은 부분에서 생활의 편의를 가져다 줄 수 있다[3].

이러한 차량 번호판 인식은 크게 차량번호판 영역의 추출과 문자의 영역화와 인식과정으로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 문자의 영역화를 위한 전처리 단계로써 명암의 변화에도 문자를 잘 추출할 수 있는 이진화 방법을 제안하고, 이진화된 번호판 영역에서 각각의 문자를 정확하게 영역화 할 수 있는 알고리즘을 소개한다. 또한 이렇게 추출된 각각의 문자는 신경회로망에 입력하기 위해 15×20 픽셀로 정규화한 후 ART2(Adaptive Resonance Theory)를 이용하여 인식하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 문자추출 및 검증과정에서 중요하게 작용하는 차량 번호판 영역의 문자 배열 특성에 대하여 설명하고, 3장에서는 제안하는 전처리 방법과 문자 영역추출 알고리즘과 ART2에 대하여 설명하며, 4장에서는 실험 환경 및 결과를 분석하고, 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 번호판 영역의 문자 배열 특성

번호판 영역에서의 정확한 문자 추출을 위해서는 번호판 영역의 문자 배열 특성에 관한 사전 지식이 아주 중요하게 작용된다. 이러한 사전지식은 문자추출 과정에서 뿐만 아니라, 추출된 문자의 검증 및 교정에서 용이하게 사용될 수 있다.

모든 차량 번호판 영역의 일반적인 문자 배열 특성은 다음과 같다[3].

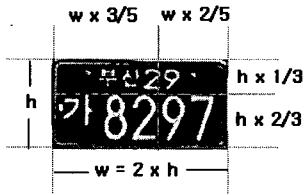
첫째, 추출된 번호판의 크기는 가로 대 세로 비가 약 2:1이다.

둘째, 번호판은 그 종류와 무관하게 번호판 내부에서 지역 부를 나타내는 상부(예: 부산 29)와 숫자를 나타내는 하부(예: 가 8297)로 구성된다

셋째, 번호판의 상부는 번호판 세로 높이의 1/3을 차지하며, 하부는 세로 높이의 2/3를 차지한다.

† 본 논문은 정보통신연구진흥원 대학 S/W연구센터 지원사업비 지원으로 수행되었음.

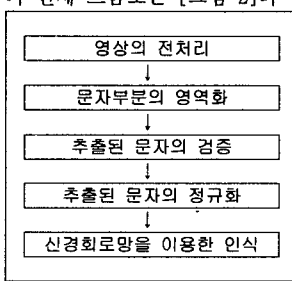
번째, 번호판의 일련번호부(예: 하부의 8297)의 4개의 숫자는 번호판 가로 넓이의 3/5 지점을 기준으로 각각 2개로 분할된다.



[그림 1] 번호판 영역에서의 문자 배열 특성

3. 문자 추출 알고리즘

추출되어진 번호판 영역에서 개별 문자를 추출하고 인식하기 위하여 사용되어지는 알고리즘의 전체 흐름도는 [그림 2]와 같다. 먼저 번호판 영상을 이진화하고, 잡영을 제거하는 전처리과정을 거친 후 개별 문자부분을 영역화한다. 추출된 문자는 번호판 문자의 사전지식을 이용하여 검증을 하게되고, 검증된 문자는 정규화되어 신경회로망에 입력한다. 입력된 문자 이미지는 ART2 신경회로망을 통해 인식된다.



[그림 2] 알고리즘 흐름도

3.1 번호판 영역의 전처리

번호판 영역의 전처리 과정으로 배경과 문자 부분을 정확히 구별하기 위해서는 영상의 이진화가 필수적이다. 실제 세계에서 얻어지는 번호판 영상은 명암의 변화에 따라 다양한 밝기값을 가지므로 이진화를 위한 임계치가 명암의 변화에 따라 동적으로 변할 수 있는 Dynamic Adaptive Thresholding 방법을 사용하여야 한다[4]. 본 논문에서는 Iterative Thresholding 방법을 사용하여 번호판 영역을 이진화한다.

이렇게 이진화 된 영상은 번호판의 훼손 정도에 따라 잡영을 가질 수 있다. 정확한 문자부분의 영역화를 위해서는 잡영제거 과정이 필요한데, 잡영 제거는 다음의 두 단계를 거쳐 이루어진다.

먼저 대상 픽셀의 이웃픽셀들을 비교하여 이웃픽셀들의 변화소의 수가 설정 임계치 미만일 경우 대상 픽셀을 잡영으로 간주하여 제거한다. 첫 번째 단계를 거침으로써 크기가 작은 충격잡영들이 제거될 수 있다. 둘째, Chain Code를 사용하여 대상 블록의 픽셀 개수와 블록의 크기를 조사한 결과 그 픽셀 개수와 블록의 크기가 최소임계치와 최대임계치 범위에 포함되지 않는 비문자 영역을 제거한다. 이러한 단계를 거치게 되면 비교적 큰 잡영들과 번호판의 테두리 부분이 제거된다.



(a) 이진화 영상 (b) 잡영이 제거된 영상
[그림 3] 번호판 영역의 전처리

3.2 문자부분의 영역화

기존의 문자영역을 분리하기 위한 방법으로는 수평방향과 수직방향으로 대상블록의 픽셀 개수를 파악하여 영역화하는 투영(Projection)을 이용하여 분리하는 방법과, 번호판의 사전지식을 이용하여 분리하는 방법이 있다[2,5]. 이러한 투영에 의한 방법은 대상영역의 잡영에 매우 민감하고, 대상블록 주변의 블록들에 대한 영향을 많이 받아 문자가 오분리 될 경우가 많다. 또한 번호판의 사전지식을 이용하여 분리하는 방법은 계산량이 많아 처리속도가 매우 느려 전체 시스템의 속도저하를 초래하는 커다란 원인이 되고 있다. 따라서 본 논문에서는 번호판 영역의 문자 배열 특성과 대상 블록의 누적분포를 병합한 방법을 사용하여 계산량을 줄이고, 영역화의 정확도를 높이고자 한다.

3.2.1 수평 경계선 추출

번호판 일련번호부의 상하 수평 경계선은 번호판에서의 문자 배열 특성을 이용하여 다음과 같은 단계로 추출한다.

- [단계 1] 전체 영상 세로 높이의 2/3 지점에 수평 스캔 라인을 설정한다. 설정된 수평 스캔라인은 하부의 중앙 부분이며 반드시 문자가 존재하는 라인이다.
- [단계 2] 스캔 라인을 시작으로 상하로 한 라인씩 이동하면서 이전 대상 블록간의 거리가 전체영상 크기의 1/5 이하인 블록의 개수를 파악한다.
- [단계 3] 단계 2에서 파악한 블록의 개수가 4개 이하가 되는 라인을 수평경계선으로 판단한다.

3.2.2 수직 경계선 설정

각 문자에 대한 수직 경계선은 상하 수평경계선 범위내에서 세로축에 대한 대상블록의 누적분포를 구하여 후보 문자 블록을 구한다. 이렇게 구해진 후보 블록들은 번호판의 일련번호부의 4개의 숫자가 번호판 가로 넓이의 3/5 지점(block_center)을 기준으로 각각 2개로 분할된다는 특성을 이용하여 일련번호부의 문자를 영역화 한다. block_center와 거리가 가장 가까운 후보 블록의 위치(min_index)를 구한 다음, 그 후보 블록이 block_center의 오른쪽에 있다면 일련번호부의 첫 번째 문자블록의 위치(start_index)는 min_index-2가 되고, 왼쪽에 있다면 min_index-1이 될 것이다. 따라서 start_index로 부터의 4개의 연속된 후보 문자를 추출된 문자로 간주하게 된다.

3.2.3 영역화된 문자의 검증

원영상의 번호판 훼손 정도에 따라 개별문자의 추출과정에서 문자의 오분리가 발생할 가능성이 있다[6]. 이러한 오분리를 교정하기 위해서 번호판 영역에서의 문자의 가로비와 세로비를 이용한다. 번호판 영역에서 문자의 가로와 세로비가 상부에서 3:4, 하부에서 1:2인점을 고려하여 추출된 후보 문자의 폭 비율이 에러허용크기($\pm \alpha$)를 벗어날 경우 잡영으로 간주하고, 영역을 재 검색하여 개별 문자를 다시 추출한다. 숫자 1인 경우에는 문자의 가로, 세로비가 적용이 되지 않는데, 이러한 경우에는 다른 숫자들과의 세로높이가 동일하고, 또한 영역화된 부분에서 흰픽셀의 개수가 최소임계치보다 많은 경우 1로 간주하며, 그렇지 않을 경우 잡영으로 간주하여 검증을 한다. 검증된 문자는 [식 1]을 사용하여 정규화좌표를 계산하여 정규화 한다.

$$\begin{aligned}
 x_scale &= NORMAL_CX / digit_size.cx \\
 y_scale &= NORMAL_CY / digit_size.cy \\
 normal_x &= (int)(i \times x_scale + 0.5) \\
 normal_y &= (int)(j \times y_scale + 0.5)
 \end{aligned}$$

[식 1] 정규화 좌표의 계산

3.2.4 문자 인식

15×20으로 정규화된 개별문자는 ART2 Network을 통해 최종 인식된다. ART2는 경쟁학습의 약점인 안정성을 보완한 모델로써 새로운 패턴의 추가에 대해 일관성 있는 통합이 가능한 네트워크 모델이다[7].

4. 실험환경 및 결과

실험에서 사용한 영상은 카메라를 통해서 들어온 데이터를 실시간으로 캡처하고, 캡처된 640×480 자동차 전면 영상에서 번호판 영역만을 추출한 영상을 사용하였다. 추출된 번호판 영상은 8bit Gray Scale로 구성된다. 차종은 일반자가용의 신행, 구형번호판 모두를 대상으로 하였고, 조명밝기는 오전, 오후, 저녁 등 다양한 밝기에서 촬영하여 실험하였다. 본 알고리즘은 Pentium 450MHz, Memory 128Mbyte, Window98 환경에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 구현되었다. 총 150개의 실험데이터로 실험한 결과, 문자추출 결과와 인식결과는 아래 표와 같다.

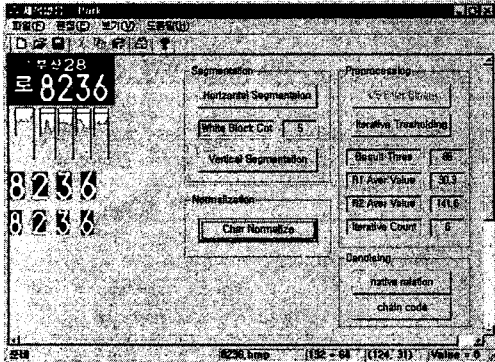
전체차량수	문자추출수	추출 실패	성공률
150	143	7	95 %

[표 1] 실험에 의한 문자추출 결과

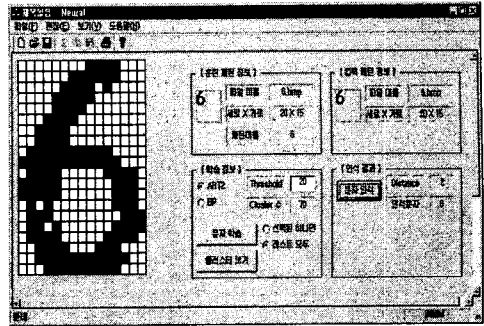
입력문자수	문자인식수	인식 실패	성공률
143	141	2	99 %

[표 2] 실험에 의한 문자인식 결과

실험결과 문자 추출과 인식에서 모두 우수한 결과를 보였으며, 처리시간도 0.1초 미만으로 만족할 만한 결과를 보였다. 문자 추출이 실패한 데이터는 물리적으로 번호판이 심하게 훼손되어 문자부분이 서로 병합된 경우와 번호판 영상에 부분적 그림자가 드리워져 문자부분이 일부 배경으로 처리된 데이터일 경우였다. 이러한 문제는 이미 추출되어진 문자의 위치로 추출되어지지 않은 문자의 위치를 예측하여 추출 할 수 있으나, 추출 후에도 문자의 훼손정도에 의하여 문자 인식 과정중 오인식이 발생되어짐을 알 수 있었다. 본 실험에서는 고정된 영상 입력기를 고려했으므로 일반적으로 많이 기울어져 있는 번호판에 대해서는 고려하지 않았다. 이러한 경우에는 테두리의 검출에 의한 기울기 보정방법 또는 분할 방법으로 기울기를 조정하여 번호판의 기울기 문제는 해결할 수 있을 것으로 보인다.



[그림 4] 문자 추출에 사용한 시스템 환경



[그림 5] 문자 인식에 사용한 시스템 환경

5. 결론 및 향후과제

본 논문에는 명암의 변화에도 문자를 잘 추출할 수 있는 이진화 방법과 이진화된 번호판 영역에서 각각의 문자를 정확하게 영역화 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이러한 알고리즘을 바탕으로 시스템을 구현하여 실험한 결과 일반적인 차량 번호판의 영상에서 성공적인 결과를 보였으며 환경의 변화에도 비교적 잘 적응함을 알 수 있었다. 그리고, 문자추출에서 인식까지의 처리시간도 만족할 만한 수준이었다.

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 실시간으로 자동차의 번호판을 인식하여 수배중인 차량의 검색과 자동화된 주차장, 그리고 일정기간의 통행량 조사 및 통계사이트에서의 자동 요금징수 등 다양한 환경에 사용되어 질 수 있다.

향후 연구과제는 번호판의 훼손이 심한 경우 영상복원에 대한 알고리즘의 개발과 야간과 같은 조명의 간섭에도 독립적인 시스템을 개발하는 것이다. 또한 개발과 함께 실제 현장에 시스템을 장착하여 그 성능 평가도 계속되어야 한다.

6. 참고문헌

- [1] Ming G. He, Alan L. Harvey, Thurai Vinay "Vehicle Number Plate Location For Character Recognition", ACCV'95 Second Asian Conference on Computer Vision, December 5-8, Singapore, pp.1425-1428.
- [2] 서창진, 육창근, 강명호, 차의영, "자동차 번호판 영역에서의 문자추출과 신경회로망을 이용한 문자인식", 한국정보처리학회 춘계 학술발표 논문집, pp.1101-1104, 1997.
- [3] 최정욱, 민준영, 남궁성, 이원하, "ITS와 첨단정보기술", pp. 145-186, 참달사, 1997.
- [4] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods "Digital Image Processing", Addison Wesley, pp.447-455.
- [5] Gao Jingbo, Li Xinyou and Tang Zesheng, "Segmentation of Stick Based on Sub Connected Area Analysis", in Proceeding of the forth International Conference on Document Analysis and Recognition, pp.417-421, Ulm, Germany, 1997.
- [6] 최봉희, 이인동, 김태균, "문자영역 추출과정에서의 오분리의 교정", 한국정보과학회, 1994, Vol21, No.1 pp.86-93.
- [7] Michael Chester, "Neural Networks", Prentice Hall, pp.71-81.