

수리형태학을 이용한, 잡영이 많은
한글 문자의 자소분리 및 인식에 관한 연구

최 환수, 정 동철*
명지대학교 전기전자 공학부

A Study on the Recognition of Noisy
Korean Character Utilizing Mathematical Morphology

Hwansoo Choi, Dongchul Jung,
School of Electrical Engineering, Myongji University

ABSTRACT

This paper presents an algorithm to separate vowels from consonants in Korean characters captured in noisy images and to recognize them. The algorithm has been originally developed for the recognition of the usage code (which is represented by a single Korean character) in the license plates of Korean vehicles. It, however, could be easily adopted to other applications with minor changes, in which character recognition is needed and the environment is noisy. The key ideas of the algorithm are to localize the vowels utilizing the Hough transformation and to separate the vowels from consonants utilizing mathematical morphology. We observed that the presented algorithm effectively separates vowels even if the vowels and consonants are joined together after thresholding. We also observed that our algorithm outperforms some conventional algorithms especially when the input images are noisy. The details of the comparison study are presented in the paper.

I. 서 론

컴퓨터비전을 이용한 한글인식에 관한 연구는 1960년대말 이후 시작되었다. 그 동안 한글인식에 대한 많은 방법론이 대두되어 왔고 발전을 거듭해 왔다. 하지만 그 연구대상은 대다수가 잡영이 거의 없는 조건에서 행하여졌다. 그러나 산업화가 가속되면서 산업현장과 우리 생활속에서 잡영이 많은 문자 및 영상에 대한 인식의 요구가 점차 증가하고 있는 실정이다. 본 논문은 급속한 교통량의 증가로 인해 발생하는 차량의 효율적 관리에 필요한 자동차 번호판 인식의 과정에서 용도부 문자의 인식을 염두에 두고 개발한 알고리즘을 소개한다.

자동차번호판의 용도부 문자는 모음부 5가지(ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ)와 자음부 14가지(ㄱ ~ ㅎ)를 조합한 70개가 사용되고 있다. 또한 1995년 11월에 개정된 '자동차등록 번호표 등의 제식에 관한 고시'[교통부95]에서 용도부 문자의 사용범위를 25개로 제한하고 있으나 당분간은 구번호판과 혼용됨으로 인하여 인식해야할 문자는 95개로 늘어났다. 번호판 용도기호의 특징은 기존의 한글인식과는 달리 받침이 없으나, 영상 취득시 발생하는 주위의 연약한 조건 때문에 잡영과 문자의 왜곡현상이 심한 난점을 가지고 있다.

제안하는 알고리즘의 개략을 설명하면 문자처리의 과정에 있어서 우선 데이터양을 줄이기 위해 세선화[Gonz92]를 하였다. 다음 허프변환[Mars92]의 적용을 위해 40×40으로 정규화[Brac95]를 하였고, 이 영상을 직선 추출에 뛰어난 허프변환을 사용하여 모음부의 중, 횡을 선별한다. 선별된 중, 횡모음부는 가지의 분기해석을 통해 모음부를 인식하게 된다. 인식된 모음부를 Dilation기법[Prat91]을 이용하여 원영상과의 차영상을 추출한다. 그러나 이 차영상은 자음부뿐만 아니라 모음부영상의 차이에서 발생하는 잡영이 남아있게 된다. 이 잡영의 제거를 위해 연결요소분석법[Cyph89]을 사용하여 자음부만을 추출하며, 추출된 자음부는 정규화[Brac95]된 원형(16×16)과의 경합법[Gonz92]을 통해 인식하게 된다. 이렇게 얻어진 모음과 자음을 조합하여 완전한 용도부문자를 인식하게 되는 것이다.

기존 한글인식의 방법으로는 자동차번호판의 용도기호처럼 잡영이 많고, 문자의 획부분들이 원형의 글자와는 달리 불규칙하고, 변형이 심한 형태로 얻어지는 문자를 인식하는 데는 한계가 있었다. 특히 전통적인 방법으로는 한글의 자소분리가 매우 어려우나 제안된 방법으로는 자소분리의 성공률이 매우 높았으며 따라서 높은 인식성공률을 확인하였다.

본 논문에서는 제안된 방법과 전통적인 방법과의 성능비교를 위해 이주근[이주근81]등이 제안한 자소분리 알고리즘을 사용한 인식방법과의 인식을 비교 결과를 제시하였다.

II. 문자 인식

1. 모음의 위치추출

모음의 위치 추출을 위한 접근방법은 자동차번호판 용도기호는 한 개의 모음과 한 개의 자음으로 구성되어 있고 이때 사용하는 모음의 한 획이 항상 가장 긴 직선성분을 가지고 있다는 점이다. 따라서 허프변환을 이용하여 모음의 긴 획의 위치를 찾으면 모음의 위치가 추출되는 것이며 또한 추출된 획에 추가되어진 작은 획을 분기 해석에 의해 가려내면 모음의 인식은 일단 끝난다.

허프변환을 이용한 모음의 위치추출 과정은 다음과 같다.

- ① 허프변환 공간 (θ, ρ) 영역을 2차원 행렬(hough[40][40])로 정의한다.
- ② hough[40][40]을 0으로 초기화 한다.
- ③ 직선성분을 구성하는 각 pixel좌표 (x, y) 에 대해 $x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$ 를 만족하는 θ 와 ρ 의 계수를 갖는 행렬요소에 1을 더한다.

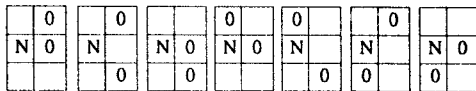
- ④ hough[40][40] 배열 중 수평과 수직으로 최대값을 가지는 요소의 각자에 대한 θ 와 ρ 를 구한다.
- ⑤ 여기서 구한 θ 와 ρ 를 이용해 허프의 역변환으로 원시 영상에서 최강직선의 좌표를 구한다. 영상취득의 특성상 심한 잡음과 왜곡으로 인해 직선으로 인식하는 영역을 ± 3 화소폭으로 정의하였으며, 이 영역 내에서 선분의 연결성을 검사하여 수평과 수직에서 각각 가장 긴 연결성을 갖는 선분을 중모음(1,1) 또는 횡모음(1,1,-1)으로 분류한다.

2. 모음인식

모음은 자음의 유무와 방향을 추적하여 인식하였다. 1, 1, -1 일 경우 수평획의 중심에서 ± 3 화소 이내에 자음이 있다고 가정하고 이 범위 내에서 화소를 추적하여 자음으로 여겨지는 부분, 즉 2×3 마스크 안에 3개의 물체가 판별되면 나머지 두 개의 화소중 수평획 화소 이외의 화소와 연결성이 있는 화소가 있는지 검사하여 존재하는 자음을 끝까지 추적한다. 이때 원화소의 위치 그리고, 자음의 길이와 방향을 기억한 후 또 다른 자음이 있는지 확인한다. 만약 마스크 안에 4개의 물체가 있으면 2개의 자음이 있는 것이므로 둘 다 고려해야 한다. 자음과 모음이 붙어 자음이 여러개인 경우 자음이 모음에 붙어서 생긴 자음보다 모음의 자음이 일반적으로 더 길기 때문에 가장 긴 하나만을 추출한다.

1, 1의 경우도 수직획의 중심에서 -1 ~ +5 화소의 범위에서 3×2 마스크를 사용하여 동일한 방법으로 추출하였다. '나', '다', '라' 등의 문자는 자음이 모음에 연결되어 모음의 자음보다 더 길수 있기 때문에 자음의 위치가 오른쪽이고 길이가 3화소가 넘으면 '1'로 인식하였다.

그림 1, 2는 자음으로 판별되는 모든 경우를 보여주고 있다. 여기서 'N'은 현재 화소의 위치이고 '0'은 물체이다.

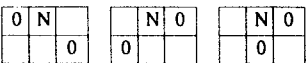
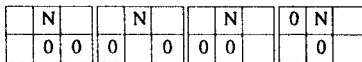


(a) 1개의 자음으로 판별되는 경우



(b) 2개의 자음인 경우

그림 1. '1, -, 1'의 자음 판별 기준



(a) 1개의 자음으로 판별되는 경우



(b) 2개의 자음인 경우

그림 2. '1, 1'의 자음 판별 기준

3. 자음 추출 및 인식

앞서 인식한 모음의 형태는 세선화된 형태였다. 그러나 자음의 인식은 잡음이 많은 문자인식에 적합한 자음 모델과의 결합[Gonz92]에 의한 방법을 사용한다. 결합법을 사용하기 위해서는 원영상에서 모음부를 제거해야 한다. 이를 위해 우선 세선화 후 인식된 모음부에 Dilation기법[Part91]을 사용한다.

모음부 Dilation을 위해 그림 3과 같은 구성소를 사용하여 원영상에 가까운 모음으로 확대 복원하였다. 이때 사용하는 구성소는 원 영상의 획의 두께에 따라 조정이 되어야 하나 그림 3의 구성소로도 9화소 두께의 획정도까지 큰 부리없이 적용될 수 있다.

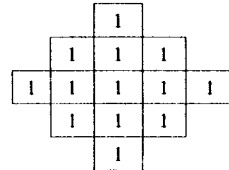


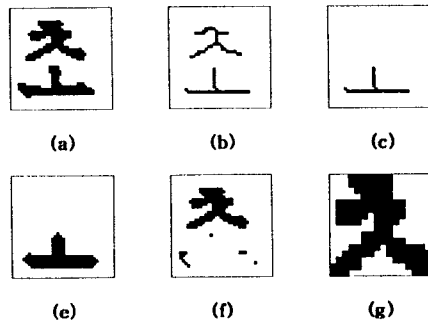
그림 3. Dilation에 사용한 구성소

여기서 원영상과 복원된 모음부영상과의 차영상을 구하게 된다. 이때 차영상은 자음부뿐만 아니라 원영상의 모음부와 Dilation된 모음부의 차이로 발생하는 잡음이 남아있게 된다. 따라서 이 잡음을 제거하기 위해 연결 요소 분석법 (connected component labeling algorithm)[Cyph89]을 사용하여 가장 큰 물체 한개만을 선택하여 이를 자음으로 간주하여 자음의 바운딩 박스를 잡는다.

이 바운딩 박스를 BI을 사용하여 16×16 으로 정규화하여 미리 저장된 자음 모델과 결합에 의한 방법으로 자음부를 인식하게 된다. 여기서 자음 모델은 실제 인식의 과정과 똑같은 절차를 거쳐 얻어진 영상 중 확률적으로 가장 표준이 되는 영상 28개를 사용하였다.

가장 큰 물체에 바운딩 박스를 잡는 과정에서 'ㅈ', 'ㅊ', 'ㅎ'의 경우 획의 유실로 인하여 'ㅊ', 'ㅊ', 'ㅇ'으로 인식되기 쉬우므로 좌표추지에 의한 획검사를 거쳐 재인식 하였다. 획검사는 유실되었을 가능성이 있는 추정위치의 원영상 화소값과 획으로 인식된 위치의 원시영상 화소값을 비교함으로써 이루어 진다.

그림 4는 용도부 문자의 인식 과정의 예이고 그림 5은 문자 인식의 흐름도 이다.



(a) 용도부 문자의 이치화 (b) 세선화 및 정규화 (c) 모음부 추출 (d) 모음부 dilation (e) 차영상 (f) 자음부의 정규화

그림 4. 용도부 문자의 인식 과정

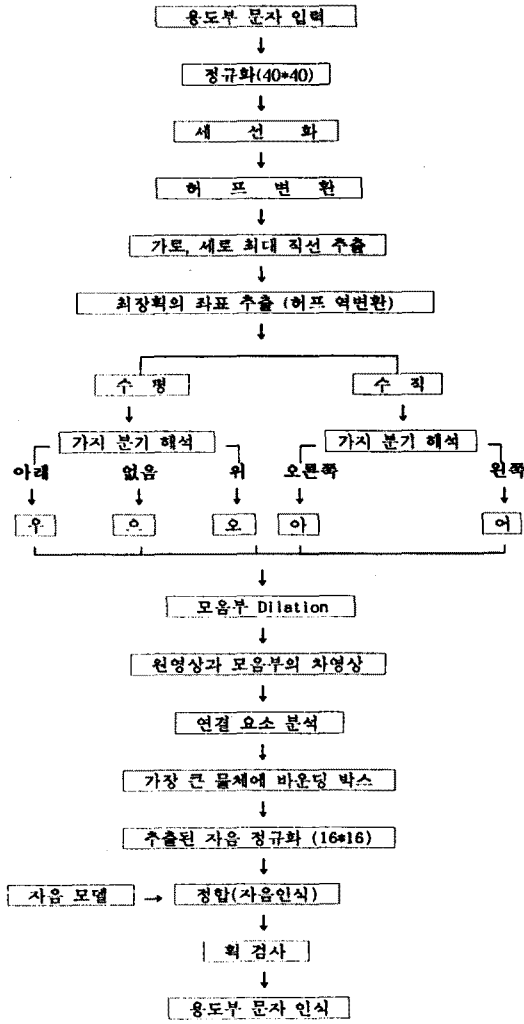


그림 5. 용도부 문자 인식의 흐름도

III. 구현 및 실험

실험영상은 켈코더(SV-1133)를 사용하여 촬영한 자동차 영상 frame grabber(DT-2867LC)를 사용하여 디지털영상으로 전환하였다. 실험은 'SPARCstation 20'에서 행하여졌으며, 145개의 자동차번호판을 데이터로 사용하였다. 번호판 추출과 용도기호 추출은 본 연구실에서 사전에 개발되어진 알고리즘을 사용하였다[최환수94].

본 실험의 인식률에 가장 큰 영향을 미치는 것은 영상 취득의 주위 환경이었다. 스캐너등을 사용한 문자의 입력과는 달리 영상 취득시 주위의 조도, 촬영각도, 촬영시간, 촬영거리 등 여러 가지 요인에 따라 영상의 입력시 발생하는 잡음을 번호판의 전처리 과정에서 상당 부분 줄였으나, 마지막까지 제기가 안된 문자 주위의 빛의 반사로 인한 잡음이 문자부의 회으로 오인식되는 경우 전체 문자의 인식에 실패하였다.

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능비교를 위해 표 1에서는 본 알고리즘을 적용한 결과 자, 모음의 분리 성공률을 이수근[이수근81]등이 제안한 알고리즘을 구현, 실험한 결과와의 비교치를 제시하였다. 제안된 방법이 11% 차로 좀 더 나은 성공률을 보여주고 있다. 그리고 표 2에는 제안된 알고

리즘을 사용한 자, 모음 인식 성공률, 그리고 이들을 종합한 용도기호 인식률을 나타내었다.

	인식 영상(개)	분리율(%)
비교논문	126	86.9
본 논문	142	97.9

표 1. 중, 횡모음의 분리율 비교

	인식 영상(개)	인식률(%)
자음	138	95.2
모음	136	93.8
용도부 문자	132	91

표 2. 제안된 알고리즘을 이용한 인식률

IV. 결론

본 논문에서는 자동차번호판의 용도기호 인식을 위한 강한 인식 알고리즘을 제시하였다. 본 논문의 특징은 허프변환을 사용해서 최대길이선분을 구하여 모음부를 추출, 인식하는 것이며, 인식된 모음부의 Dilation을 통해 원영상과의 차영상으로 자음부를 분리해내는 것이다. 모음의 인식은 세션화되어진 영상에서 분리된 모음의 분기형태에 기초하였으며 자음은 문자의 회전을 고려하지 않다면 원형정합법이 잡음이 심한 문자의 인식에서 가장 탁월하였다.

본 연구를 통해 종래의 문자인식 방식은 잡음과 왜곡이 심한 문자의 인식에는 적합하지 않음을 확인하였으며, 본 논문에서 제안된 방법으로 인식률을 제고할 수 있었다.

참고 문헌

[최환수93] 최환수, "실시간 자동차번호판 좌표추지에 관한 연구," 제 7회 신호처리 합동학술대회 논문집, Vol. 6, No. 1, pp. 678-681, 1993.
 [최환수94] 최환수, 박진우, 황영환, "자동차번호판 자동인식에 관한 연구," 신호처리 합동학술대회 논문집, Vol. 7, No. 1, pp. 433-437, 1994.
 [최환수95] 최환수, 박진우, 황영환, "자동차번호판 자동인식 시스템의 개발," 대한전기학회 논문집, pp. 1002-1005, 1995.
 [이수근81] 이수근, 남궁재찬, 김영진, "한글 Pattern에서 Subpattern분리와 인식에 관한 연구," 전자공학 회지 Vol. 18, No. 3, pp. 1-8, 1981.
 [교통부95] 건설교통부 교시 제 1995-370호. "자동차 등록번호표 등의 제작에 관한 고시" 개정. 95. 11. 10.
 [Mars92] A. D. Marshall, R. R. Martin, Computer Vision Models and Inspection. New Jersey: World Scientific Publishing Co, 1992.
 [Brac95] Ronald N. Bracewell, Two-Dimensional Imaging. New Jersey: Prentice-hall, 1995.
 [Prat91] William K. Pratt, Digital Image Processing. New York: John Wiley & Sons, 1991.
 [Gonz92] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing. New York: Addison-Wesley, 1992.
 [Cyph89] R. Cypher and J. L. C. Sanz, "SIMD Architectures and Algorithms for Image processing and Computer Vision," IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol ASSP-39, No. 12, pp. 2158-2174, 1989.