

# 잡영과 왜곡이 심한 한글 문자의 자소분리 및 인식에 관한 연구

正會員 최 환 수\*, 정 동 철\*, 공 성 필\*

## A Study on Segmentation of Vowels and Consonants of Noisy and Distorted Korean Characters and Their Recognition

Hwansoo Choi\*, Dong Chul Jung\*, Seong Pil Kong\* *Regular Members*

※본 논문은 한국과학재단 핵심전문연구비의 지원으로 수행되었음.

### 요 약

본 논문은 잡영과 왜곡이 심한 영상에서 얻어진 한글문자에서 자모음을 분리하고 인식하는 알고리즘을 제시한다. 본 알고리즘은 한국자동차 번호판에서 하나의 문자로 표현되는 용도부 문자를 인식하기 위해 개발되어 졌다. 그러나 제시된 알고리즘은 잡영이 심한 환경에서 문자인식이 필요한 다른 응용에도 쉽게 적용될 수 있다. 본 알고리즘의 핵심은 허프변환(Hough transformation)을 사용하여 모음의 위치를 구한 다음, 수리형태학(mathematical morphology)을 이용하여 자음부와 모음부를 분리하는 것이다. 본 논문에 제시된 알고리즘을 사용하면 이치화 과정을 거친 후 문자의 자모음이 접해있더라도 효과적으로 모음을 분리해 낼 수 있음을 확인하였다. 또한 잡영이 많은 입력영상에서 일부 기존방식보다 성능이 우수하였다. 기존 알고리즘과의 자세한 비교결과를 본 논문에서 제시하였다.

### ABSTRACT

This paper presents an algorithm to separate vowels from consonants in Korean characters captured in noisy environment and to recognize them. The algorithm has been originally developed for 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 Hough transformation and to

\*명지대학교 전기전자공학부

論文番號:96260-0824

接受日字:1996年 8月 24日

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 1960년대 말 이후 시작되었다. 그 동안 한글인식에 대한 많은 방법론이 대두되었고 발전을 거듭해 왔다. 한글 인식은 크게 온라인 문자인식과 오프라인 문자인식 등 두 가지 환경에서의 방법론이 발전해왔으며 오프라인 문자인식은 다시 고품질의 활자체문자, 다중활자체 문자, 저품질의 인쇄체문자, 필기체 문자인식의 방법론 등 그 연구범위가 매우 다양하다. 문자인식의 이론적고찰과 문헌정보는 참고문헌 [1]에 잘 정리되어 있다. 하지만 문자인식에 관한 대부분의 연구는 잡영이 비교적 많지않은 영상, 즉 문서스캐너등을 통해 입력된 영상을 전제하고 이루어졌다고 볼 수 있다. 그러나 산업화가 가속되면서 산업현장과 우리 생활 속에서 잡영이 많은 문자 및 영상에 대한 인식의 요구가 점차 증가하고 있는 실정이다. 본 논문은 급속한 교통량의 증가로 인해 발생하는 차량의 효율적 관리에 필요한 자동차번호판 인식의 과정 중 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<sup>(2)</sup>에서 용도부 문자의 사용범위를 25개로 제한하고 있으나 당분간은 구번호판과 혼용됨으로 인하여 인식해야 할 문자는 95개로 늘어났다. 또한 구 번호판의 용도문자는 명조체, 신 번호판은 고딕체로 서체가 지정되어 있으나 그 관리가 철저하지 못해 같은 문자도 획의 두께, 서체 등이 매우 다양한 실정이다. 차량번호판 용도기호의 특징은 기존의 한글인식과는 달리 받침이 없으나, 영상 취득시 발생하는 주위의 열악한 조건 때문에 잡영과 문자의 왜곡 및 접합현상이 심한 난점을 가지고 있으며 번호판의 획 등에 의해 문자의 획이 유실되는 경우도 종종 발생한다. 그림 1에 실제 주행차량에서

취득한 용도문자 영상의 예를 보였다. 그리고 그림 2는 Otsu에 의해 제안된 이치화 알고리즘<sup>(3)</sup>을 그림 1의 영상에 적용하여 얻은 이치화 영상을 보였다. 그림에서 보듯이 잡영에 의해 각 자소간의 접합은 물론 자소내의 획간에도 접합이 발생함을 볼 수 있다.

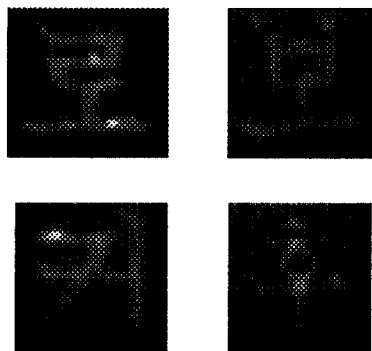


그림 1. 실제 주행차량에서 취득한 영상  
Fig. 1 Actual usage code images obtained from moving vehicle

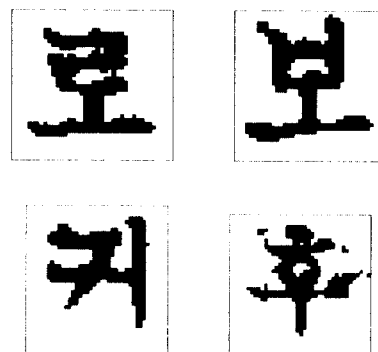


그림 2. 그림1의 이치화된 영상  
Fig. 2 Thresholded images of those in Fig. 1

한글인식을 위한 부패턴(subpattern)분류 알고리즘은 1980대 이후 많은 연구가 되어왔다. 이들은 대부분

문서영상으로부터 입력된 한글을 인식하기 위한 알고리즘들로서 초, 중, 종성에서 자모음의 종류에 따라 한글을 6가지 형식으로 분류하고 각 자모를 분리하는 알고리즘들로서 문자를 구성하는 획들의 분기점, 시작점, 종점 등의 특징점들을 먼저 추출하여 이들을 토대로 부패턴을 분류하는 알고리즘들이 대중을 이룬다<sup>(4,6)</sup>. 기존 알고리즘으로는 한글자소의 특징점을 추출하여 그 특징점들 간의 방향벡터를 해쉬 함수(hash function)에 적용하여 자소분리를 시도한 강대수<sup>(4)</sup> 등에 의해 제안된 알고리즘과 문자를 6가지 유형으로 분류한 후 문자 가지의 끝점, 분기점, 연결점 등을 이용하여 자소를 분리하는 김수원<sup>(5)</sup> 등에 의해 제안된 알고리즘, 그리고 문자를 구성하는 가지를 각각 분석하여 최장성분의 시작점이 모음부의 시작점이라는 점에 근거하여 자소를 분리한 이주근<sup>(6)</sup> 등에 의해 제안된 알고리즘 등이 있다. 그러나 이들 대부분은 자동차번호판에서 사용하고 있는 용도문자의 특수성이 감안되어 있지 않으며, 잡영과 왜곡이 비교적 심하지 않은 문서영상을 위한 부패턴 분류 알고리즘들로서 기존의 알고리즘들을 본 연구환경에 바로 적용하기는 적합하지 않았다. 그러나 본 논문에서 제시된 알고리즘의 성능평가를 위해 상기 제시된 기존 알고리즘 중 자동차 용도문자인식에 가장 양호한 부패턴 분리를 보인 이주근<sup>(6)</sup> 등에 의해 제안된 알고리즘을 비교대상으로 하여 부패턴 분리와 인식성공률을 비교 고찰하였다.

제안하는 알고리즘의 개략을 설명하면 문자처리의 과정에 있어서 허프(Hough)변환<sup>(7)</sup>의 적용을 위해 추출된 용도문자를 40×40의 크기로 정규화<sup>(8)</sup>한 다음 부패턴 분류를 위해 세선화를 한다. 이때 사용한 세선화는 Gonzalez 등이 제안한 2단계 반복 알고리즘(a two pass algorithm)<sup>(9)</sup>이었다. 이 영상을 직선 추출에 뛰어난 허프변환을 사용하여 모음부의 중(+, -), 횡(⊥, ⊥), (⊥, ⊥)을 선별한다. 선택된 중, 횡모음부는 가지의 분기 해석을 통해 모음부를 인식하게 된다. 그리고 인식된 모음부를 수리형태학의 불림조작(dilation operation)<sup>(10)</sup>을 이용하여 원 영상의 모음 획과 가깝게 복원한 다음 원영상과의 차영상을 추출한다. 그러나 이 차영상은 자음부뿐만 아니라 모음부영상의 차이에서 발생하는 잡영이 남아있게 된다. 이 잡영의 제거를 위해 연결요소분석법(connected component labeling

algorithm)<sup>(11)</sup>을 사용하여 자음부만을 추출하며, 추출된 자음부는 정규화된 원형(16×16)과의 정합법을 통해 인식하게 된다.

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

## II. 모음의 추출 및 인식

### 1. 모음의 위치추출

본 알고리즘은 입력영상에서 추출된 용도문자의 크기가 일정하지 않다는 것을 전제로 하여 시작하기 때문에<sup>(12-14)</sup> 우선 입력문자 영상을 40×40의 크기로 정규화한 후 다음의 처리과정을 시작한다. 그리고 처리할 데이터 량을 줄이고, 모음부의 인식 방법인 가지 분기 해석을 적용하기 위해 영상을 세선화 한다. 정규화 방법으로 이선형 보간법(bilinear interpolation)<sup>(8)</sup>을 사용하였다.

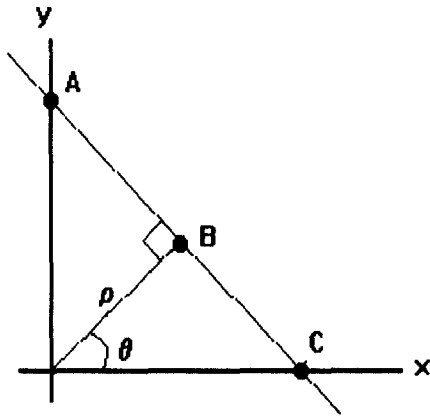
모음의 위치 추출을 위한 접근방법은 자동차번호판 용도기호는 한 개의 모음과 한 개의 자음으로 구성되어 있고 이때 사용하는 모음의 한 획이 항상 가장 긴 직선성분을 가지고 있다는 점이다. 따라서 허프변환을 이용하여 모음의 일부인 가장 긴 획의 위치를 찾으면 모음의 위치가 추출되는 것이며 또한 추출된 획에 추가되어진 작은 획을 분기 해석에 의해 가려내면 모음의 인식은 일단 끝난다.

허프 변환시 원영상의 유클리디안 좌표계에서 한 점(x, y)를 지나는 임의의 직선은

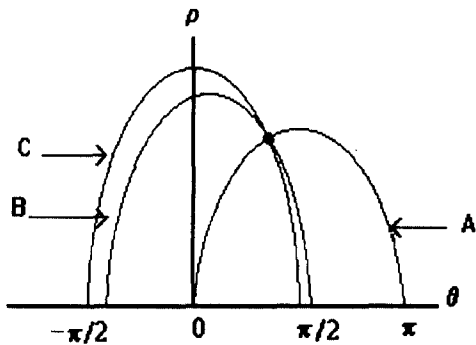
$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$$

와 같이  $\theta$ 와  $\rho$ 를 매개변수로 사용하여 표현할 수 있다. 여기서  $\theta$ 는 x축과 직선에서 원점에 수직인 선분과의 각이며,  $\rho$ 는 원점에서 직선과 수직인 점까지의 거리이다(그림 3(a) 참조). 이 식을  $\theta\rho$  매개변수공간에서 고려해 보면, 유클리디안 공간의 임의의 직선상의 모든 좌표는  $\theta\rho$  공간의 한 점에서 만나는 속성이 이

용하여 입력영상의 직선 성분을 검출해 낼 수 있다. 한 직선상의 점들을(A, B, C) 허프변환 시킨 그래프를 그림 3에 예시하였다.



(a) x-y좌표상의 직선  
(a) A line on Euclidean space



(b) A, B, C점의 허프 변환  
(b) The Hough transformation of points A, B, and C

그림 3. 허프(Hough) 변환  
Fig. 3 An example of Hough transformation

허프 변환을 이용한 모음의 위치추출 과정은 다음과 같다.

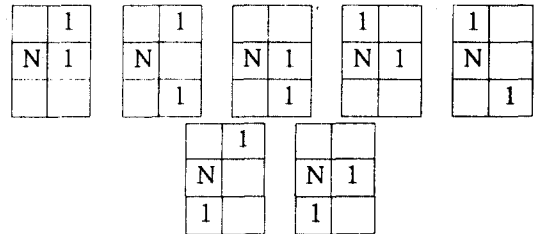
- ① 허프변환 공간( $\theta, \rho$ )영역을 2차원 행렬(허프공간 행렬)로 정의한다.
- ② 허프공간행렬을 0으로 초기화 한다.
- ③ 영상 공간에서 0이 아닌 모든 pixel의 좌표(x, y)에

대해  $x\cos\theta + y\sin\theta = \rho$ 를 만족하는  $\theta$ 와  $\rho$ 의 계수를 갖는 행렬요소에 1을 더한다.

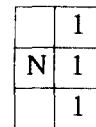
- ④ 허프공간행렬 중 최대값을 가지는 요소에 대한  $\theta$ 와  $\rho$ 를 구한다.
- ⑤ 여기서 구한  $\theta$ 와  $\rho$ 를 이용해 허프의 역변환으로 원시 영상에서 최장직선의 좌표를 구한다. 영상 취득의 특성상 심한 잡영과 왜곡을 감안하여 직선으로 인식 하는 영역을  $\pm 3$  화소 폭으로 정의 하였으며, 이 영역 내에서 선분의 연결성을 다시 검사하여 수평과 수직에서 각각 가장 긴 연결성을 갖는 선분을 종모음(┌, ┐) 또는 횡모음(└, ┘)으로 분류한다.
- ⑥ 만약 최장선분으로 선택되어 연결성을 검사한 결과 이것이 연결되어 있지 않다면 허프공간배열에서 그 다음 큰 값에 해당하는 직선을 선택하여 ⑤를 다시 실행한다.

## 2. 모음인식

모음은 가지의 유무와 방향을 추적하여 인식하는데 이를 위해 횡모음의 경우  $2 \times 3$ , 종모음의 경우  $3 \times 2$  (그림 4 및 5) 마스크를 사용하여 모음의 긴 획으로 추정된 각 화소점 상의 가치를 확인한다.

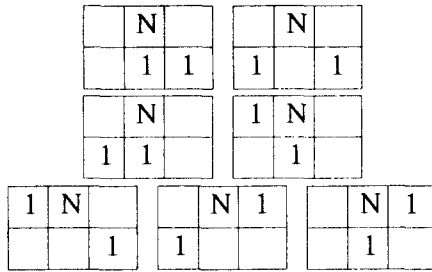


(a) 1개의 가지로 판별되는 경우  
(a) Single branch cases

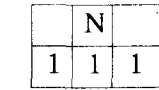


(b) 2개의 가지인 경우  
(b) Two branch case

그림 4. '┌, └, ┘'의 가지 판별 기준  
Fig. 4 Branch analysis cases for '┌, └, ┘'



(a) 1개의 가지로 판별되는 경우  
(a) Single branch cases

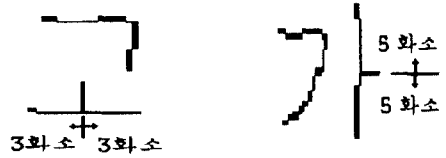


(b) 2개의 가지인 경우  
(b) Two branch case

그림 5. 'ㅏ, ㅑ'의 가지 판별 기준  
Fig. 5 Branch analysis cases for 'ㅏ, ㅑ'

계산량을 줄이기 위해 횡모음의 경우, 수평 획의 중심에서  $\pm 3$  화소 범위 이내에 가지가 있다고 가정하였다(그림 6(a)). 이 범위 내에서 각 화소를 방문하여 가지로 여겨지는 부분, 즉  $2 \times 3$  마스크 안에 3개의 획 화소가 판별되면 나머지 두 개의 화소 중 수평 획 화소 이외의 화소와 연결성이 있는 화소가 있는지 검사하여 존재하는 가지를 끝까지 추적한다. 이때 원 화소의 위치 그리고, 가지의 길이와 방향을 기억한 후 또 다른 가지가 있는지 확인한다. 만약 마스크 안에 4개의 물체가 있으면 2개의 가지가 있는 것이므로 둘 다 고려해야 한다. 자음과 모음이 접합되었던 경우 가지가 하나 이상 발생할 수 있는데 이 경우 자음이 모음에 붙어서 생긴 가지보다 모음의 가지가 일반적으로 더 긴 것을 확인하였기에 가장 긴 것 하나만을 추출하여 처리하였다.

종모음(ㅏ, ㅑ)의 경우도 거의 예외 없이 수직 획의 중심에서  $-5 \sim +5$  화소의 범위에서 가지가 존재함을 확인하였기에 이를 가정하였다. 이를 그림 6(b)에 나타내었다. 이 범위에서  $3 \times 2$  마스크를 사용하여 횡모음과 동일한 방법으로 가지를 추출하였다. 그림 4, 5는 가지로 판별되는 모든 경우를 보여주고 있다. 여기서 'N'은 현재 가지의 유무를 확인하고 있는 위치의 화소이고 '1'은 영이 아닌 화소, 즉 획화소이다.



(a)  $-3 \sim +3$  화소 범위 (a)  $-3 \sim +3$  pixel range  
(b)  $-5 \sim +5$  화소 범위 (b)  $-5 \sim +5$  pixel range

그림 6. 종, 횡모음의 분기추정위치  
Fig. 6 Estimated branch location in vowel strokes

위 과정에서 문제가 되는 경우는 '나', '다', '라' 등의 문자인데 이는 자음이 모음에 연결되어 자음에 의한 가지가 모음의 가지보다 더 길 수 있기 때문이다. 이렇게 두 가지가 발생할 경우 각 가지의 방향이 반대이고 오른쪽 가지가 3화소보다 길면 'ㅏ'로 인식하는 것이 인식률 향상에 도움이 됨을 확인하였다. 그림 7은 이 경우를 나타낸 것이다.



그림 7. 자모음이 연결된 문자에서 'ㅏ'의 인식  
Fig. 7 Recognition of 'ㅏ' when vowels and consonants are joined together

### III. 자음의 추출 및 인식

모음의 인식은 세션화한 후 분기해석에 의존하였으나 자음만의 추출이 가능하다면 잡영이 많은 문자영상인 경우 원형정합법이 비교적 안정적이고 높은 인식률을 보여, 이를 채택하였다. 따라서 원형정합법을 사용하기 위해서는 원영상에서 모음부를 제거해야 한다. 이를 위해 단순히 연결 성분분석 등의 방법을 바로 적용할 경우 잡영 등에 의해 자음과 모음이 접합된 경우는 추출에 실패하게 된다. 이 문제를 본 연구에서는 수리형태학을 사용하여 세션화된 모음을 본래의 획과 근사하게 복원을 한 후 이를 세션화 전의 문자영상과의 차영상을 구함으로써 해결 하였다.

우선 세션화 후 인식된 모음에 그림 8과 같은 구성소

(structuring element)를 사용하여 수리형태학의 불림 조작을 이용하여 원영상에 가까운 모음으로 복원한다. 수리형태학상의 불림조작은 다음과 같다. 이차원 유클리디안 공간  $Z^2$ 상에서 A와 B를 두 집합이라 하고  $\emptyset$ 를 공집합이라 하면 집합 B에 의한 집합 A의 불림조작은  $A \oplus B$ 로 표현하고 다음과 같이 정의한다:

$$A \oplus B = \{x | (B^r)_x \cap A \neq \emptyset\}.$$

여기서  $(B^r)_x$ 는 집합 B를 반전(reflection)시켜서 이차원 벡터  $x$ 만큼 이행(translation)시킨 집합을 의미하며 이때 집합 B를 구성소라고 한다. 모음의 복원에 사용하는 구성소는 원 영상의 획의 두께에 따라 조절이 되어야 하나 본 연구의 경우 정규화 과정을 거치기 때문에 하나의 구성소만을 사용하였다.

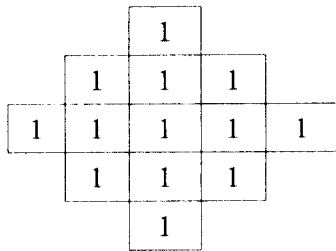


그림 8. Dilation에 사용한 구성소  
Fig. 8 The structuring element used to reconstruct vowels

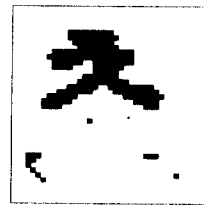
모음이 분리된 차영상은 자음부뿐만 아니라 원영상의 모음부와 불림 조작된 모음부의 차이로 발생하는 잡영이 남아있게 된다. 따라서 이 잡영을 제거하기 위해 연결 요소 분석법을 사용하여 가장 큰 물체 한개만을 선택하여 이를 자음으로 간주하여 자음에 해당하는 물체의 외접사각형(bounding box)을 추정한다.

일단 외접사각형이 계산되면 이를 16×16의 크기로 이선형 보간하여 정합을 준비한다. 이때 사용한 자음원형은 실제 인식의 과정과 똑같은 절차를 거쳐 얻어진 영상에서 추출된 자음 108개를 사용하였다. 본 과정의 한 예를 그림 9에 나타내었다.

자음추출을 위해 가장 큰 물체에 외접사각형을 계산하는 과정에서 ‘ㅈ’, ‘ㅊ’, ‘ㅋ’, 그리고 ‘ㅎ’의 경우 획의 유실로 인하여 ‘ㅅ’, ‘ㄷ’, ‘ㄱ’, ‘ㅇ’으로 각각 인

식이 되기 쉬우나 후처리 과정인 좌표추적에 의한 획검사를 거침으로써 이를 방지하였다. 연결되지 않은 자음의 획검사는 획이 유실되었을 가능성이 있는 추정위치의 원영상 화소를 재검사함으로써 이루어진다. 즉 추정위치에서 화소가 획을 이루는 것으로 판정되면 ‘ㅈ’, ‘ㅊ’, ‘ㅋ’, ‘ㅎ’으로 인식하게 된다. 그림 10은 ‘추’에서 자음부를 인식할 때 외접사각형을 잡은 후 ‘ㅈ’으로 인식한 다음 획검사를 거쳐 최종적으로 ‘ㅅ’으로 인식되는 단계를 보여준다.

이처럼 모음부의 인식 후 자음부의 인식이 끝나면 인식된 각각을 조합하여 용도부 문자의 인식을 완성한다. 그림 11은 용도부 문자의 인식 과정의 한 예이고 그림 12는 용도문자 인식을 위한 전체 흐름도를 보여준다.



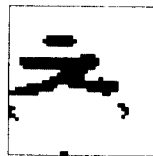
(a) 자음분리를 위한 차(40×40) 영상  
(a) A subtracted image for extraction



(b) 정규화(16×16) 영상  
(b) The normalized image (16×16) of the consonant

그림 9. 연결요소분석법을 이용한 자음추출 및 16×16 정규화

Fig. 9 An example of consonant extraction utilizing connected component analysis and normalization.



(a) 자음분리 차영상  
(a) Subtraction Image

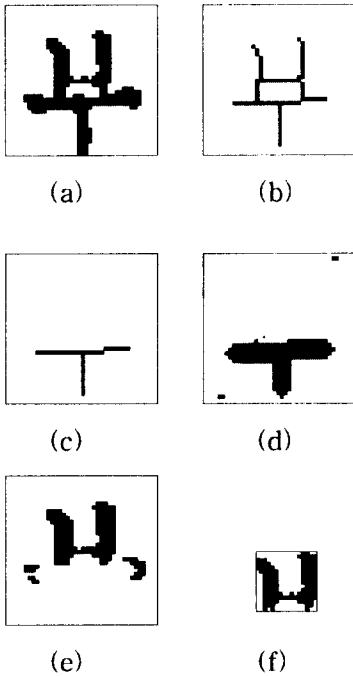


(b) 외접사각형 계산 후 정규화  
(b) Normalization



(c) 최종인식  
(c) Recognition result

그림 10. '츠'를 인식하는 예  
Fig. 10 An example recognizing '츠'



(a) 용도부 문자의 이치화  
(a) After thresholding  
(b) 정규화 및 세선화  
(b) After normalization and thinning  
(c) 모음부 추출  
(c) Vowel extraction  
(d) 모음부 dilation  
(d) Vowel dilation  
(e) 차영상  
(e) Subtraction  
(f) 자음부의 정규화  
(f) Normalization of extracted consonant

그림 11. 용도부 문자의 인식 과정 (부)  
Fig. 11 An example of usage code recognition

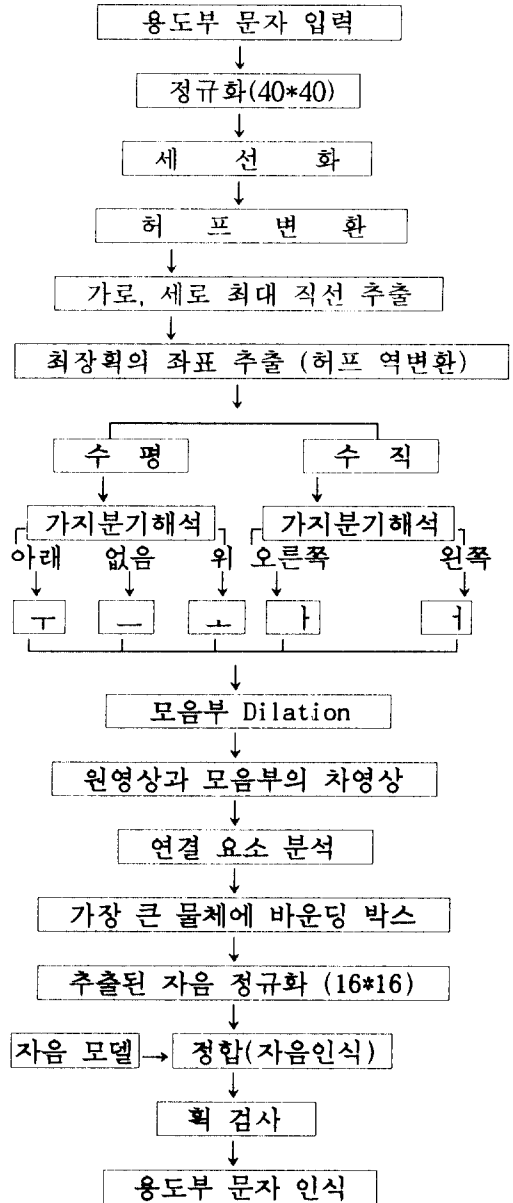


그림 12. 용도부 문자 인식의 흐름도  
Fig. 12 The flow chart for usage code recognition

#### IV. 구현 및 실험

본 논문에 제시된 알고리즘의 성능을 실험하기 위해 C언어를 사용하여 Sparcstation 20에 알고리즘을

구현하였다. Sparcstation 20 시스템 상에서 구현된 용도문자 인식 알고리즘의 인식속도는 입력문자간에 약간의 편차는 있으나 약 0.15초 정도 소요되었다. 실험에 사용한 영상은 RS-170 CCD 카메라를 사용하여 촬영한 자동차영상을 frame grabber(DT-3155)를 사용하여 디지털영상으로 전환하여 얻었는데 166개의 자동차영상을 실험영상으로 사용하였다. 제시된 알고리즘은 자동차 번호판상의 용도기호 인식을 위한 것이므로 우선 입력영상으로 부터 번호판 추출과 용도기호 추출을 위한 프로그램이 있어야 하는데 이를 위해 최환수등<sup>(12-14)</sup>에 의해 제안된 알고리즘을 사용하였다.

표 1에서 본 알고리즘을 실험영상에 적용하여 얻은 자모음의 분리 성공률 결과를 보였다. 또한 제안된 알고리즘의 성능비교를 위해 이주근<sup>(6)</sup>등이 제안한 패턴의 부분분리 알고리즘을 C언어로 구현, 실험한 결과와의 비교치를 제시하였다. 패턴의 부분분리 알고리즘은 한글 패턴을 6가지 형태로 형식화하여 표면 구조를 식별하고 한 개의 문자를 2~4개의 자소로 분리하여 인식하는 방법이다.

표 1. 자음과 모음의 분리를 비교

Table 1. Vowel-consonant separation success rate comparison

	분리성공 영상(개)	분리율(%)
비교 알고리즘	144	86.7
제시 알고리즘	162	97.6

\*실험영상 개수: 166

보여진 대로 제시된 알고리즘의 분리성공율이 비교 알고리즘에 비해 비교적 높게 나타났다. 이주근 등의 알고리즘은 잡영이 많은 영상에서의 자, 모음 분리가 적합치 않음을 확인하였으며, 제안된 방법이 11% 차로 좀 더 나은 성공률을 보여주고 있다. 그리고 표 2에는 제안된 알고리즘을 사용한 자, 모음 인식 성공률, 그리고 이들을 종합한 용도기호 인식률을 나타내었다. 표 2에서 자음과 모음의 인식율이 같게 나타났

으나 이들의 직접적인 상관관계는 없다. 즉, 모음이 오인식 되어도 분리는 정확하여 자음이 인식될 수도 있으며 그 반대도 가능하다. 또한 특기할 점은 본 알고리즘은 받침이 없는 특수한 문자들의 인식을 위한 알고리즘임을 감안할 때 비교알고리즘과의 직접적인 성능우위의 판단은 다소 힘들음을 밝혀둔다.

표 2. 제안된 알고리즘을 이용한 인식률

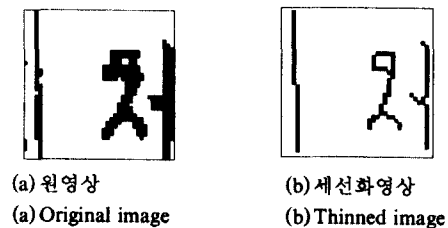
Table 2. Recognition success rate utilizing the proposed algorithm

	인식영상 (개)	인식률 (%)
자 음	156	94.0
모 음	156	94.0
용 도 부 문 자	149	89.8

\*실험영상 개수: 166

본 실험의 인식률에 가장 큰 영향을 미친 요인은 영상 취득시 주위 환경이었다. 스캐너 등을 사용한 문자의 입력과는 달리 영상 취득시 주위의 조도, 촬영각도, 촬영시간, 촬영거리등 여러 가지 요인에 따라 영상의 입력시 발생하는 잡영 및 왜곡을 번호판의 전처리 과정에서 상당 부분 줄였으나, 마지막까지 제거가 안된, 문자 주위의 빛의 난반사로 인한 잡영이 문자부의 확으로 오인식되는 경우 전체 문자의 인식에 실패하였으며 인식에 실패한 대부분의 영상이 이러한 범주에 속하였다.

참고로 그림 13은 잡영이 문자부의 확으로 오인식되는 경우를 보여주고 있다. 문자의 추출과정에서 잡영으로 인하여 원영상에서 문자 앞의 세로의 긴 직선



(a) 원영상

(a) Original image

(b) 세선화영상

(b) Thinned image

그림 13. 잡영이 확으로 오인식 되는 경우

Fig. 13 An example of misclassified image



성분이 수직획으로 오인식되어 처리되고 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 자동차번호판의 용도기호 인식을 위한 강인한 인식 알고리즘을 제시하였다. 본 논문의 특징은 허프변환을 사용해서 최대길이선분을 구하여 모음부를 추출, 인식하는 것이며, 인식된 모음을 수리 형태학의 불림조작을 통해 원영상과의 차영상을 이용, 자음부를 분리해내는 것이다. 모음의 인식은 세선화되어진 영상에서 분리된 모음의 분기형태에 기초 하였으며 자음은 문자의 회전을 고려하지 않는다하면 원형정합법이 잡영이 심한 문자의 인식에서 비교적 우수한 성능을 보였다. 본 연구를 통해 종래의 문자 인식 방식은 차량번호판의 용도문자와 같은, 잡영과 왜곡이 심한 문자의 인식에는 적합하지 않음을 확인 하였으며 본 논문에서 제안된 방법으로 인식률을 제고할 수 있었다.

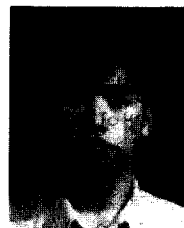
### 참 고 문 헌

1. 이성환, 문자인식-이론과 실제 I권, 홍릉과학출판사, 1994.
2. 건설교통부 고시 제 1995-370호, "자동차등록번호 표 등의 제식에 관한 고시," 개정. 95. 11. 10.
3. N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," IEEE Trans. on System, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-9, No. 1, pp. 41-45, 1979.
4. 강대수, 진영옥, "필터링에 의한 한글자소의 특징 점 추출과 해쉬함수에 의한 자소분별 알고리즘," 전자공학회논문지 제29권 제5호, pp. 300-309, 1992.
5. 김수원, 최환수, 손한웅, 김민석, "자소 추출 방법을 이용한 고속 한글인식 시스템의 구현," 전자공학회논문지 제29권 제6호, pp. 418-424, 1992.
6. 이주근, 남궁재찬, 김영진, "한글 Pattern에서 Sub-pattern분리와 인식에 관한 연구," 전자공학회지 Vol. 18, No. 3, pp. 1-8, 1981.
7. A. D. Marshall and R. R. Martin, Computer Vision Models and Inspection. New Jersey: World Scientific Publishing Co, 1992.

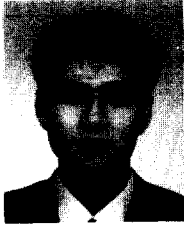
8. Ronald N. Bracewell, Two-Dimensional Imaging. New Jersey: Prentice-hall, 1995.
9. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing. New York: Addison-Wesley, 1992.
10. William K. Pratt, Digital Image Processing. New York: John Wiley & Sons, 1991.
11. R. Cypher and J. L. C. Sanz, "SIMD 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.
12. 최환수, 박진우, 황영환, "자동차번호판 자동인식 시스템의 개발," 대한전기학술대회 논문집, pp. 1002-1005, 1995.
13. 최환수, 박진우, 황영환, "자동차번호판 자동인식에 관한 연구," 신호처리 합동학술대회 논문집, Vol. 7, No. 1, pp. 433-437, 1994.
14. 최환수, "실시간 자동차번호판 좌표추적에 관한 연구," 제 7회 신호처리 합동학술대회 논문집, Vol. 6, No. 1, pp. 678-681, 1993.



**최 환 수(Hwangsoo Choi) 정회원**  
 1961년 12월 25일생  
 1984년: 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 졸업(공학사)  
 1986년: Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학석사)  
 1990년: Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학박사)  
 1990년 7월~1992년 2월: (주)금성사 컴퓨터연구소 선임연구원  
 1992년 3월~현재: 명지대학교 전기전자공학부 교수  
 ※주관심분야: 영상처리 및 컴퓨터비전, 신호처리



**정 동 철(Dong Chul Jung) 정회원**  
 1968년 5월 30일생  
 1996년 2월: 명지대학교 전기공학과 학사 졸업  
 1996년 3월~현재: 명지대학교 전기공학과 대학원 재학중  
 ※주관심분야: 영상처리 및 문자인식



공 성 필(Seong Pil Kong) 정회원

1968년 5월 28일생

1996년 2월:명지대학교 전기공학과 학사 졸업

1996년 3월~현재:명지대학교 전기공학과 대학원 재학중

※주관심분야:영상처리 및 문자 인식