

경계선 기울기 방법을 이용한 다양한 인쇄체 한글의 인식

Recognition of Various Printed Hangul Images by using the Boundary Tracing Technique

백승복 · 강순대 · 손영선

Seung-Bok Baek, Soon-Dae Kang and Young-Sun Sohn

동명정보대학교 정보통신공학과

요 약

본 논문에서는 CCD 흑백 카메라를 이용하여 입력되는 인쇄체 한글 이미지의 문자를 인식하여 편집 가능한 텍스트 문서로 변환하는 시스템을 구현하였다. 문자 인식에 있어서 잡음에 강한 경계선 기울기 방법을 이용함으로써 문자의 구조적 특성에 근거한 윤곽선 정보를 추출할 수 있었다. 이를 이용하여 각 문자 이미지의 수평 및 수직 모음을 인지하고 6가지 유형으로 분류한 후, 자소 단위로 분리하고 최대 길이 투영을 사용하여 모음을 인식하였다. 분리된 자음은 경계선이 변화되는 위상의 형태를 미리 저장된 표준 패턴과 비교하여 인식하였다. 인식된 문자는 KS 한글 완성형 코드로 문서 편집기에 출력되어 사용자에게 제공되는 시스템을 구현하였다.

Abstract

In this paper, we realized a system that converts the character images of the printed Korean alphabet (Hangul) to the editable text documents by using the black and white CCD camera. We were able to abstract the contours information of the character which is based on the structural character by using the boundary tracing technique that is strong to the noise on the character recognition. By using the contours information, we recognized the horizontal vowels and vertical vowels of the character image and classify the character into the six patterns. After that, the character is divided to the unit of the consonant and vowel. The vowels are recognized by using the maximum length projection. The separated consonants are recognized by comparing the inputted pattern with the standard pattern that has the phase information of the boundary line change. We realized a system that the recognized characters are inputted to the word editor with the editable KS Hangul completion type code.

Key Words : 한글, 영상 처리, 경계선 기울기 방법

1. 서 론

인간의 의사를 표현하는 언어는 통신기술의 발전과 날로 고도화 되는 컴퓨터 기술의 발달로 음성처리 또는 문자정보 처리 등으로 그 응용범위가 확산되고 있다[1]. 그 중에서도 문자는 정보의 수집 및 교환수단으로 널리 사용되고 있으며, 점차 대용량화되어가는 정보의 처리과정을 기계로써 대행하고자 하는 연구가 영문자나 한글문자, 기타 다른 문자에 대하여 지속적으로 진행되고 있다[2].

문자를 인식하는 기존의 방법으로는 통계학적 방법, 원형 정합법, 구조적 방법, 신경망 모델을 이용하는 방법이 있다 [3-5]. 그러나, 기존 방법들의 대부분은 입력문자에 대해 전 처리 단계에서 세션화 작업 등을 수행하기 때문에 많은 계산 시간을 요구하거나 위치, 크기나 글자체에 따라 인식율이 저하되는 문제점이 있다[6]. 또한, 한글 완성형 코드의 경우 전

체 표현 가능한 문자의 수가 11,172개이고, 빈번히 사용되는 것만도 2,300여개에 이르기 때문에 문자 자체를 인식한다는 것은 합리적이라고 할 수 없다[7].

본 논문에서는 경계선 기울기 방법을 적용함으로써 한글의 구조적인 특성에 근거하여 인식될 문자를 6가지 유형으로 분류하였다. 6가지 유형 분류법과 최대 길이 투영법을 이용함으로써 문자를 자음과 모음으로 분리하여 인식하였다. 각 유형별로 분류된 문자를 인식함으로써 검색해야 할 유형의 수를 최소화하였고, 이로 인해 전체 문자인식 시간을 단축할 수 있었다.

2. 시스템 알고리즘

본 논문은 그림 1의 시스템 흐름도에서 알 수 있듯이 흑백 CCD 카메라를 이용해 문서영상을 입력 받아 문자단위로 분할한 후, 한글의 구조적 특징을 이용하는 경계선 기울기 방법을 적용하여 수평, 수직 모음의 유무를 판별함으로써 6가지 유형으로 분류하였고, 문자의 윤곽선 위상 그래프를 이용

접수일자 : 2002년 11월 9일

완료일자 : 2003년 2월 3일

하여 자음과 모음을 분리할 수 있었다. 분리된 모음은 최대 길이 투영법을 사용하여 직선성분을 검사함으로써 인식할 수 있었고, 자음은 경계선 기울기 방법을 사용하여 윤곽선의 각도를 특징점으로 추출한 후 표준패턴과 비교해서 인식하였다. 인식된 자소는 KS 완성형 한글코드를 사용하여 조합함으로써 완성된 한글을 만들었으며, 완성된 문자들은 문서편집기로 출력된다.

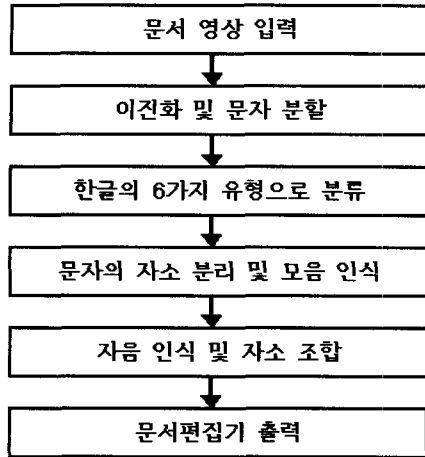


그림 1. 시스템 흐름도
Fig. 1. The system flow diagram.

3. 문자 분할

카메라로부터 입력 받은 문서영상을 이진화 처리하여 그림 2와 같이 문자단위로 분할한다. 먼저 가로 방향으로 검은 화소를 투영하여 문서의 라인별로 분할한 후, 세로 방향으로 한 문자씩 투영하여 각 문자단위로 분할하였다[5].

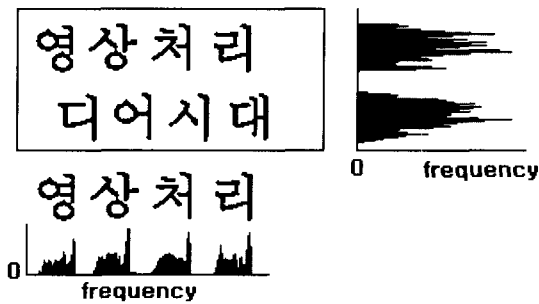


그림 2. 문자영상에 대한 문자 분할
Fig. 2. The division of the character images

4. 문자의 유형 분류

한글 문자는 자음과 모음을 포함하여 최소 2자에서 최대 6자의 기본 자소가 규칙적으로 결합된 매우 체계적인 문자로서, 초성, 중성, 종성으로 이루어져 있으며 모음의 형태와 받침 자음의 존재 유무에 따라 그림 5에 보여지듯이 6가지 유형으로 분류할 수 있다[6]. 그 구조상의 특성에 기초하여 6가지 형식중의 하나로 분류될 수 있다면, 인식을 위한 탐색공

간은 1/6로 축소될 수 있다. 또한 각 유형에는 포함될 수 있는 자음과 모음의 형태가 제한되어 있으므로 인식 방법 또한 매우 효율적으로 고안될 수 있다.

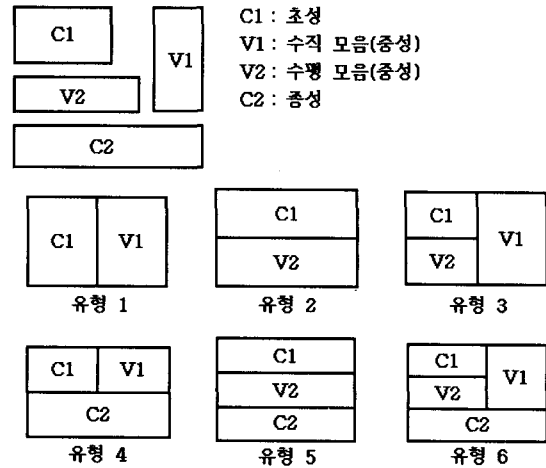


그림 3. 한글의 일반적인 형태와 6가지 유형
Fig. 3. The general form and the six patterns of the Korean alphabet

3.1 경계선 기울기 방법

경계선 기울기 방법이란 문자의 다양한 정보를 포함하고 있는 윤곽선의 다차원 정보를 1차원 정보로 나타내는 것이다 [8]. 그림 4는 물체 윤곽선의 트레이싱 과정을 나타낸 것이다 [9].

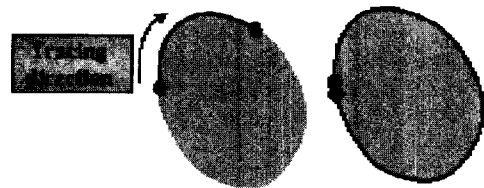


그림 4. 윤곽선 트레이싱
Fig. 4. Boundary Tracing

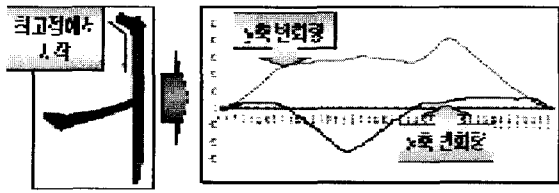
3.2 문자의 유형 분류

문자의 모음 형태를 파악하기 위하여 서로 다른 위치에서 경계선 기울기 방법을 두 번 수행한다. 그림 5(a)에서는 문자의 최고점을 시작으로 트레이싱하여 x축, y축 기울기 변화량을 우측 그래프로 표현하였다. 그림 5(b)에서는 문자의 가장 좌측에 존재하는 지점부터 트레이싱을 시작하여 x축, y축 기울기 변화량을 그래프로 나타내었다.

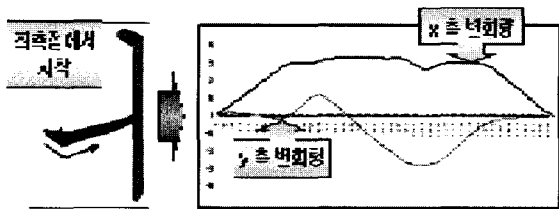
문자의 x축과 y축 변화량을 위상으로 변환하기 위하여 식 (1)을 사용하였고, 문자의 수평모음의 윤곽선 위상 특성을 고려하고, 다양한 문자에 대하여 트레이싱한 결과를 이용하여 식(2)를 구하였다. 그림 6은 그림 5(b) 및 식(1)에 의해 구하여진 위상 그래프와 식(2)에 의하여 구하여진 축에 대칭하는 필터를 나타내고 있다. 그림 6으로부터, 위상 그래프와 필터가 교차하는 곳의 위치를 검출하여 수평모음의 존재 유무를 파악하였다.

$$\theta = \tan^{-1}(y_n/x_n) \quad (1)$$

$$\text{Filter} = \pm(5 + 85 \cdot e^{(-4n/\text{width})}) \quad (2)$$



(a) 문자 최고점에서 트레이싱 시작
(a) The tracing start from the top of the character



(b) 문자 좌측점에서 트레이싱 시작
(b) The tracing start from the left side of the character

그림 5. 트레이싱 시작점에 따른 결과 그래프
Fig. 5. The result graph by the tracing start point

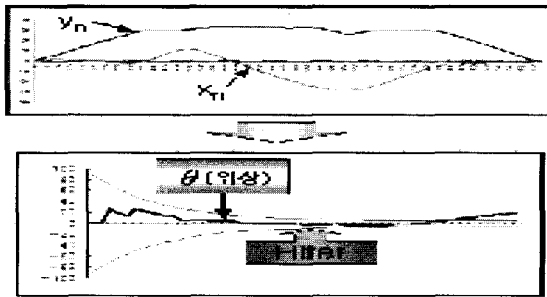


그림 6. 그림 5(b)의 위상 그래프 및 필터함수
Fig. 6. Phase graph and the filter function of the figure 5(b)

한글에서는 수평모음이 존재하지 않으면, 수직모음은 항상 존재한다. 그러나 수평모음이 존재하면 수직모음의 존재 여부를 판별해야 한다. 그림 7에서는 그림 5(a)의 그래프를 옮겨 그린 후 점선 사각형 부분이 나타내고 있는 역방향으로부터 탐색하여 x축 방향의 변화량과 y축 방향의 변화량을 검사하여 수직모음이 존재하는 것을 확인하였다.

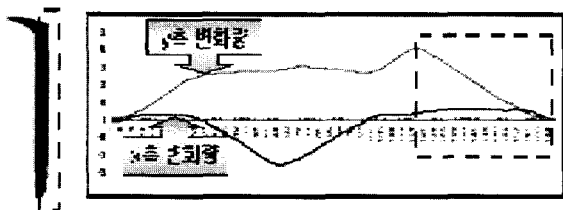


그림 7. 결과 그래프를 역방향 탐색하여 수직 모음의 유무 판별
Fig. 7. Checking for the existence of the vertical vowel by the inverse search of result graph

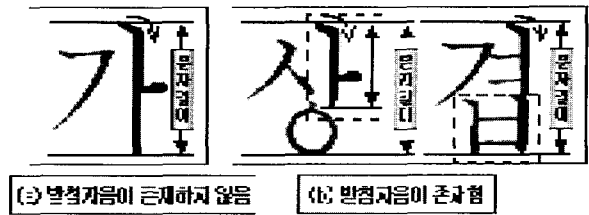


그림 8. 받침자음의 유무 판별
Fig. 8. Checking for the existence of the final consonant

5. 문자의 자소 분리 및 자소 인식

5.1 문자의 자소 분리

각 유형으로 분류된 문자에 대해 경계선 기율기방법을 적용한 위상 그래프를 이용하여 자음과 모음의 구분선을 구할 수 있었다. 그림 9의 문자 유형 4의 경우와 같이 받침자음과 수직모음만이 존재하면 가로방향의 투영정보를 이용하여 검은 화소의 최소점을 받침자음의 분리선으로 결정할 수 있다. 그리고 수평모음이 존재할 때 그림 10과 같이 역방향 트레이싱을 통한 위상 그래프와 필터가 교차하는 지점에서 y축 변화량 값을 추출하여 자음과 수평모음의 경계선으로 정한다. 그리고 문자를 세로로 투영하여 검은 화소의 개수가 가장 작은 지점을 자음과 수직 모음의 경계선으로 하여 문자의 자소를 분리하였다.

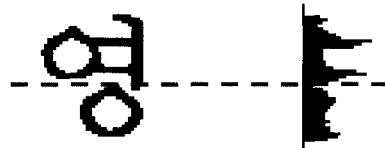


그림 9. 투영 정보를 이용하여 받침자음 분리
Fig. 9. The separation of the final consonant from the character image by applying the projection information

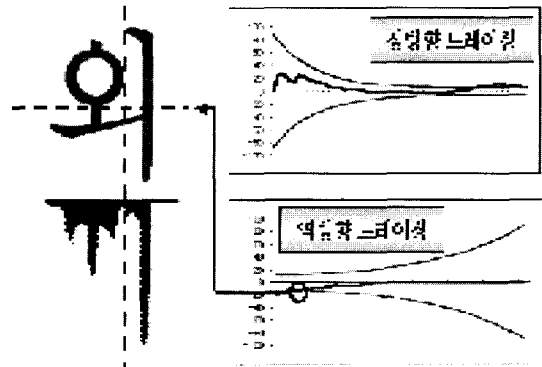


그림 10. 문자의 자소 분리 경계선 추출 예
Fig. 10. The example of abstraction of the border line for the separation of the consonant and vowel of the character

5.2 모음 인식

문자가 자음과 모음으로 분리된 후, 그림 11과 같이 각 행 또는 열에 존재하는 연속된 흑화소 그룹들 중에서 최대 길이를 히스토그램으로 형성하는 최대 길이 투영법을 적용하여 수평, 수직 모음을 인식할 수 있었다[6]. 그림 11에서 문자를 세로로 투영하고 각각의 피크를 검출하여 그 수를 검사하고 그림과 같이 첫번째 피크치로부터 좌우로 투영한 결과로 수직 모음의 형태를 인식할 수 있다.

그리고 그림 12와 같이 수평모음이 존재할 경우에 경계선 기울기 방법을 정방향과 역방향으로 트레이싱한 결과를 이용한다. 문자의 위상 그래프와 필터가 교차하는 지점을 기준으로 세로로 투영하여 수평모음의 형태를 인식하였다.

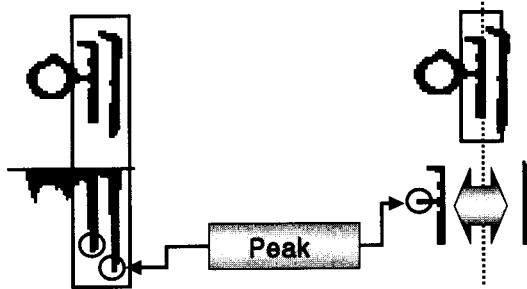


그림 11. 최대 길이 투영법을 이용한 수직 모음 인식
Fig. 11. The recognition of the vertical vowel by using the maximum length projection method

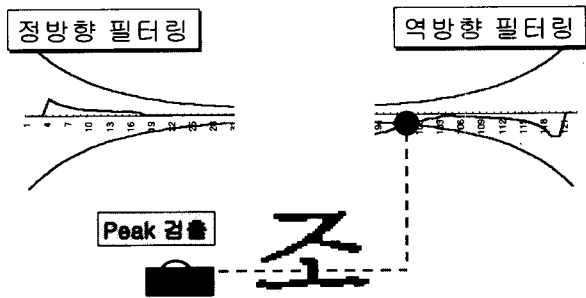


그림 12. 경계선 기울기 방법을 이용한 수평 모음 인식
Fig. 12. The recognition of the horizontal vowel by applying the boundary tracing method

5.3 자음 인식

자소 분리된 문자의 첫 자음과 받침 자음에서 그림 13과 같이 경계선 기울기 방법으로 윤곽선의 각도 변화량을 추출하였다. 이웃한 데이터들의 평균값을 이용하여 자음의 위상 그래프를 포락선으로 표현하고, 동일한 조건에서 자음을 인식하기 위해 각도 변화량이 100도 이하 되는 지점을 기준으로 전체 위상 그래프를 이동한다. 그리고 가변적인 위상데이터 수를 100개로 재샘플링하여 표준화함으로써 문자의 크기에 구애 받지 않도록 하였다[8].

이와 같은 방식으로 자음을 인식하게 함으로서 저장된 표준패턴과 입력된 자음의 특징점을 그림 14와 같이 패턴 비교하여 오차율이 가장 낮은 자음을 선택하도록 하였다[5].

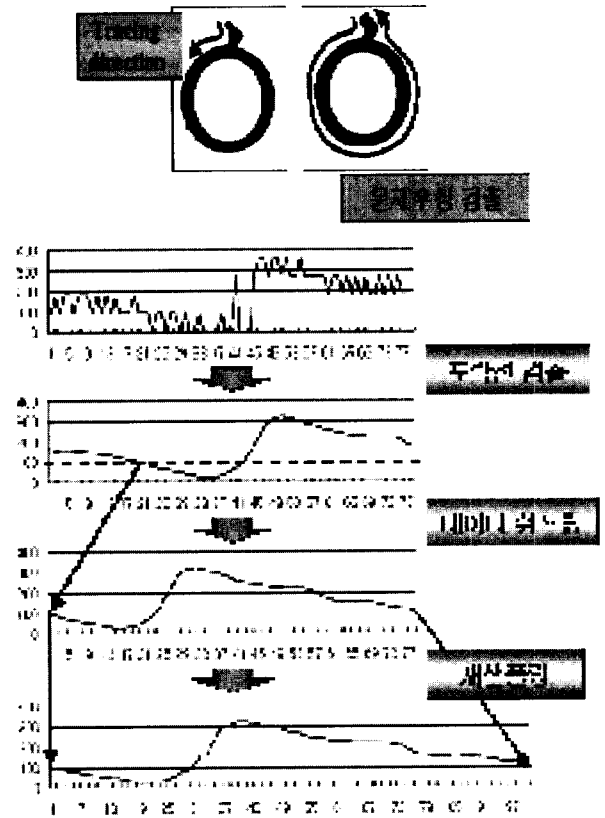


그림 13. 자음의 각도 추출 및 정규화 과정
Fig. 13. The regularity process and the angle abstraction of the vowel

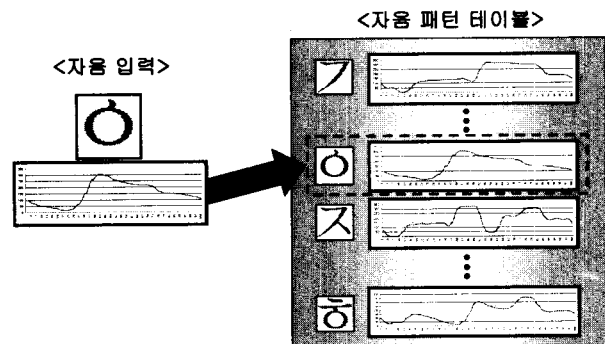


그림 14. 자음 패턴 매칭의 적용 예
Fig. 14. The example of the vowel pattern matching

6. 문서편집기 출력

인식된 자음과 모음이 조합된 문자들은 그림 15와 같이 수정 가능하도록 문서편집기로 출력되어 진다. 사용자가 추가로 문서 영상을 입력하면 인식된 결과는 문서편집기에 추가되어 출력되도록 하였다.

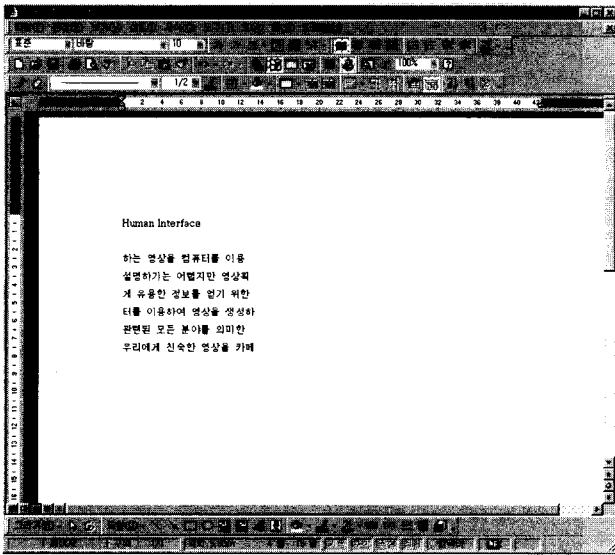


그림 15. 문서편집기 출력
Fig. 15. The output of the word editor

7. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 카메라를 이용하여 문헌 자료들을 문서편집기에 자동 입력하는 시스템을 구현하였다. 문자 경계선의 위상 정보를 이용하여 한글을 6가지 유형으로 분류하였고, 각 유형을 기반으로 분리된 자음과 모음은 투영 정보 및 경계선 위상 패턴을 이용하여 인식하였다. 문자의 전처리 단계인 레이블링, 세션화 처리 과정 없이 6가지 유형으로 분류하여 자음과 모음을 분리함으로써 인식 시간이 단축됨을 알 수 있었다.

향후 과제로는 보다 더 다양한 글자체에서의 인식을 향상 및 영문자나 특수기호 등에 경계선 기율기 방법의 적용이 남아있고, 문서 영상뿐만 아니라 그림, 도형이 첨가된 영상의 문서화도 고려해 볼 수 있다.

참고 문헌

- [1] 조영기, 이성룡, "멀티미디어 통신 인터페이스를 위한 동영상 내의 물체 추적 방법", *대한산업공학회 / 한국경영과학회 춘계공동학술대회논문집*, pp. 593-596, 1996.
- [2] 고희진, 류진경, 정호선, "문자영상의 중심화소 추적 알고리즘 및 신경칩 설계", *전자공학회논문지*, Vol. 29B, No. 8, pp. 609-617, 1992.
- [3] 장석진 외3, "자소인식 신경망을 이용한 한글 문자 인식에 관한 연구", *전자공학회 논문지*, Vol. 31, No. 1, pp. 81-87, 1994.
- [4] 하진영, 신봉기, "온라인 한글 인식을 위한 HMM 상태수의 최적화", *한국정보과학회*, Vol. 25, No. 2, pp. 372-374, 1998.

경계선 기율기 방법을 이용한 다양한 인쇄체 한글의 인식

- [5] 백승복, 손영선, "손가락 이동에 의해 선택된 영역의 인쇄체 한글영상 문서화", *퍼지 및 지능시스템 학회*, Vol. 12, No. 4, pp. 306-310, 2002.
- [6] 이근수, 최형일, "퍼지추론을 이용한 한글 문자 인식 : 최대 길이 투영에 의한 한글 문자 유형 분류", *인지과학회*, Vol. 3, No. 2, pp. 249-270, 1992.
- [7] 조성배, 김진형, "인쇄체 한글문자 인식을 위한 계층적 신경망", *인식과학회*, Vol. 2, No. 1, pp. 33-50, 1990.
- [8] 김민기, 권영빈, "인쇄체 문자 인식을 위한 펼쳐진 윤곽선의 샘플링 기법", *인지과학회*, Vol. 6, No. 4, pp. 99-112, 1995

저자 소개



백승복(Seung-Bok Baek)

2003년 : 동명정보대학교 정보통신 공학과 졸업예정(공학사).

관심분야 : 휴먼인터페이스, 퍼지이론

Phone : 011-9510-2528

Fax : 051-610-8349

E-mail : trisist80@hanmail.net



강순대(Soon-Dae Kang)

2003년 : 동명정보대학교 정보통신공학과 졸업예정(공학사).

관심분야 : 휴먼인터페이스, 퍼지이론

Phone : 017-850-5509

Fax : 051-610-8349

E-mail : sd9413@korea.com



손영선(Young-Sun Shon)

1981년 : 동아대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1983년 : 동 대학원 졸업(공학석사)

1990~1998년 : 한국전자통신연구소
선임연구원

1998년 : 쑤쿠바대학 졸업(공학박사)

1998년~현재 : 동명정보대학교 정보공학부
조교수

관심분야 : 휴먼인터페이스, 퍼지 추도 · 적분, 평가

Phone : 051-610-8374

Fax : 051-610-8349

E-mail : yssohn@tmic.tit.ac.kr