

자유 필기체 한글에서의 자모 추출

오 원근,⁰ 신 영진, 안 영경
한국과학기술연구원 시스템공학센터

Phoneme Extraction from Freely Hand Written Han Gul

OH WEON-GEUN, SHIN YOUNG-GEON, AHN YOUNG-KYUNG
SYSTEMS ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE / KIST

요 약

필기체 문자는 인쇄체 문자와는 달리, 복잡한 변형이 따르므로, 인식 하는데 많은 문제점이 따른다. 그렇기 때문에 일반적인 필기체 인식에 있어서는 필기 자체에 대한 제한을 두어 변형을 적정한 문자를 인식 대상으로 삼고 있다. 이러한 문자는, 설정된 조건만 확실하게 만족한다면, 비교적 간단하게 인식 할 수 있다. 반면에, 자유 필기체 문자는, 제한 필기체 문자와는 달리 변형이 크기때문에, 그 인식에는 많은 연구가 필요하다.

본 연구에서는, 자유 필기체 한글의 자모를 추출하는데 있어 두개의 parameter space method를 이용 했다. 화상내에서의 한글은, 기본적으로 5개의 element(|, \, /, -, o)로 구성되어 있고, 이 element를 정의하는 데는 최소한 4개의 parameter, 즉 element의 위치 [x,y], 크기 [l] 및 type[T] 등이 필요하다. 입력 화상에서 추출된 직선 및 원의 성분은 [x,y,l]과 [x,y,T]의 2개의 3-D parameter space에 누적되고, parameter space 상에서의 병합 분할 과정을 거쳐, element가 형성된다. 추출된 element들은, parameter space 상에서의 방향성 및 상호 위치 관계에 의한 조합 형태로써, 미리 기술되어진 자모 모델과 비교되어 인식된다. 본 방법의 특징은, 문자의 크기에 무관하고, 해석방법에 의해서, 끊어진 element나 불필요한 element 등의 왜곡된 element들의 처리가 가능한 점, 4차원 parameter space를 두개의 3 차원 parameter space로 분리, 처리시간과 기억용량의 절약을 기한점 등을 들 수 있다.

1. 서론

문자인식은, 패턴인식 연구의 한 분야로서 사무자동화(Office Automation)의 발전과 더불어 Man Machine Interaction의 수단으로서 극히 중요한 위치를 점하고 있다.

이중에서도 필기체 문자의 인식에 관한 연구는 외국 의 경우 10여년전부터 필기체 한자 인식을 최종목표로하 여 활발하게 연구가 진행되고 있으며, 최근에 들어서는 실용화된 시스템들도 선 보여지고 있다. 이에 비해 국내에서는 아직 몇몇 대학 및 연구소 등에서 필기체 한글 인식에 관한 연구가 부분적으로 이루어 지고 있으나 아직 기초단계에 머물러 있다.

이것은 한글의 문자수가 방대하고, 문자간의 유사성이 심한것 외에도, 필기체 문자가 인쇄체 문자에 비해 복잡한 변형이 따르는 등의 특징이 있기 때문에, 정확하게 인식하는 데는 많은 문제점이 따르기 때문으로 해석된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서, 일반적인 필기체 문자인식 시스템에서는 필기자에게 지시점, 지시선 및 제한 네모 칸등의 기입상의 제한을 두어, 되도록이면 글자 체의 변형을 작게하여 인식을 보다 쉽게 하는 등의 방법을 택했다. (그림 1)

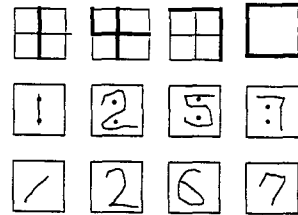


그림 1. 필기체 문자의 기입 제한

하면, 직선 element(위치, 방향, 크기)가 추출된다.

이들은 다시, 한글의 기본 element(l, \, /, -, o)로의 근사를 위해, 1,3,5,7 및 원성분으로 통합되어 나타내어진다.

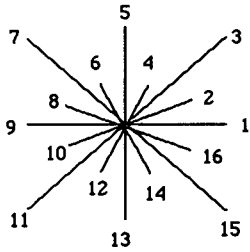


그림 3. 16방향

한편, 곡선성분의 경우(예를들어 원)는, 누적기에서의 방향성분의 분포가 골고루 나누어져 있어, 어느 부분도 특정값 이상을 가지지 못한다(그림 4(b)). 이 경우, 곡선 부분은, 직경(R)을 크기 성분으로 하고, 그 중심을 위치로 하는 원 element도 추출된다.

검출된 element는 위치 및 type, 위치 및 크기로 구성되는 두개의 3차원 parameter 상에 누적된다(그림 4).

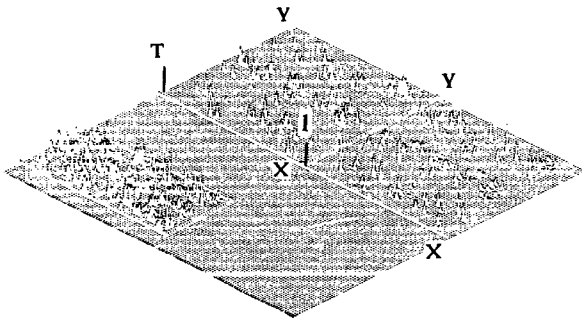


그림 4. 두개의 3차원 parameter space

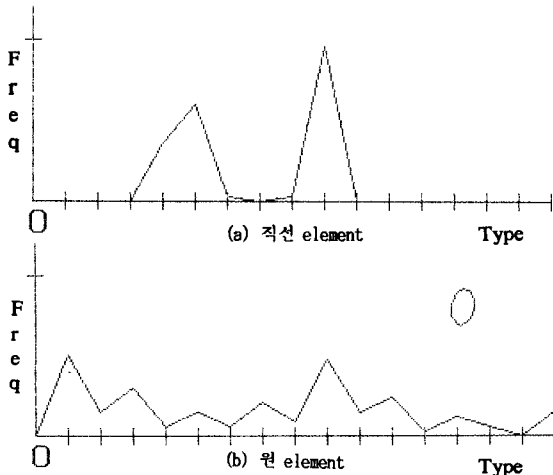


그림 5. element의 추출

이러한 처리 과정은, 접속된 모든 선에 대해 행해질 때까지 계속된다.

2.2 element의 병합

앞절에서 검출된 element(직선 element)는, 입력 문자 화상의 잡음, 혹은 세선화 처리 과정에서 생기는 잡음등에 의해 중간부분에서 절단이 되거나, 접속부분에서의 독립적인 처리결과로 하여 처음부터 분리되어 검출될 경우가 있다. 이경우, 절단 혹은 분리되어 검출된 element들은, 인접한 두 element가 같은 방향성을 가지고 있을 경우 하나의 element로 병합할 필요가 있다. 여기서는, 분리된 element를 병합하기 위해, parameter space 상에서의 탐색법을 이용했다. 먼저, parameter space 상에서, 검출된 모든 element들에 대해, 그 크기 및 방향을 조사해, 양쪽 방향(진행방향 및 반대방향)으로 element의 크기만큼 추적해 간다(그림 6). 실제, 문자 Image 상에서는 분리된 두 element의 위치가, 진행방향과 정확히 일치하지 않을 수도 있으므로, 탐색범위는 진행 경로의 주변(± 1 pixel)까지 확대시킬 필요가 있다.

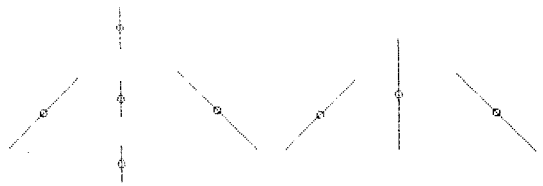


그림 6. 분리된 element의 병합

2.3 자모 pattern의 기술 및 자모 추출

필기체 한글에 있어서, 문자를 구성하는 자모를 기술하는 방법은 여러가지가 제안되었다. 이들은 크게,

- 1) 선의 방향 패턴의 조합에 의한 방법
- 2) Chain Code에 의한 방법
- 3) 기하학적 특징에 의한 방법
- 4) 직선 근사(line approximation)에 의한 방법

등으로 나눌 수 있다.

이들은 대개, 입력 문자 패턴에 대해 크기에 관한 정규화를 행하고, 그후에 세선화 처리를 한 다음, 그위에서 얻어진 특징을 table로서 정리하는 방법을 사용하고 있다.

그러나, 자유 필기체 한글에 있어서는, 문자영역을 분리하는데 많은 어려움이 있고, 정규화를 할 경우 원래의 패턴이 변형될 가능성이 크기 때문에, 이들 자모 패턴의 모델을 기술하는데는 많은 문제점이 따른다. 즉, 필기체가 본래 갖고 있는, 구조의 복잡성으로부터, 가능한한 모든 변형을 흡수하기 위한 모델 패턴을 모두

그러나 이러한 제한이 없을 경우에는, 제한 필기체 문자에 비해 크기 및 위치에 관한 변형이 훨씬 더 큰 자유 필기체 인식에 지금까지 제안된 인식방법을 그대로 적용시키기란 힘든 문제인 것이다. 즉, 제한 필기체 문자일 경우에는 문자 혹은 자모들의 패턴 모델을, 문자의 구조적 특징의 나열인 table로서 기술할 수 있으나, 자유 필기체의 경우에는 문자의 범위가 일정하지 않아 그것이 불가능하기 때문이다.

지금까지 제안된 필기체 문자 인식 방법으로는 크게

- 1) 윤곽구조 해석법⁴⁾
- 2) stroke (한글에 있어서의 자모) 해석법⁵⁾
- 3) 배경 구조 해석법⁶⁾

등으로 나눌 수 있다.

이 중에서도 문자선 stroke의 추출 및 분석을 주안으로 하는 자모 해석법이 많은 부분을 점유하고 있는데, 이 방법은 사람이 문자를 쓸때의 규칙 및 습관을 그대로 문자 인식 알고리즘에 반영 하려고 하기 때문에, 식별 알고리즘 구축시 구축자의 직관을 활용하기 쉬운 특징을 가지고 있다.

그러나 자모의 추출에는, 전처리로서 행해지는 세선화 처리시 발생하는 여러종류의 잡음의 해석, 굴곡점의 검출, 검출된 edge를 합성해서 자소를 작성하는 처리등의 많은 문제점이 있다.

자모추출에 의한 방법으로서 이상과 같은 문제점이 해결되고, 자유 필기체 문자내의 자모 패턴을 기술할 수 있는 도구가 제시된다면 필기체 한글 인식에는 보다 쉽게 접근할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 자유 필기체 한글에 있어서의 자모를 추출하는 수단으로서, 화상공간에서 매개공간으로의 변환을 꾀했다. 입력 한글 문자 화상으로부터 추출된 edge 성분은, 다섯개의 한글 기본 element로 합성되고, 이 element들은 두개의 3차원 parameter space (위치-type, 위치-크기)에 누적되고, 이들은 parameter space 상에서 방향성 및 상호 위치 관계에 의한 조합으로서, 미리 기술되어진 자모 패턴과 비교되어 인식된다.

본 방법의 특징은, 문자의 크기에 무관하고 해석방법에 따라 끊어진 element의 접속처리도 가능한점, 4차원 parameter space를 두개의 3차원 parameter space로 분리, 처리시간과 기억 용량의 절약을 기한점등을 들 수 있다. 전체적인 처리의 흐름은 (그림2)와 같다.

2. 자모추출

본장에서는 세선화된 문자내에서 한글 자모를 추출 하는 방법에 대해서 설명하기로 한다.

종래의 구조적 해석법에 의한 자모 추출법은, 세선화된 문자 패턴으로부터 특징점을 구하고, 이 특징점들의

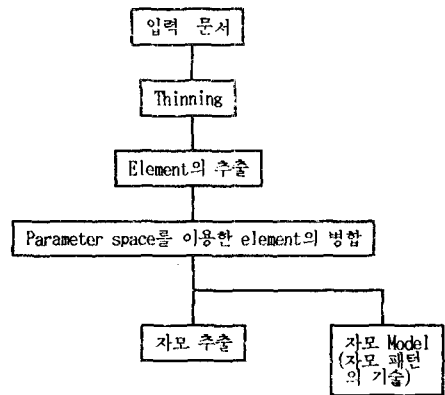


그림 2. 처리의 흐름도

관계로부터 자모를 구하고 있기 때문에, 특징점들이 많이 존재할 경우나, 특징점에 잡음이 있을 경우에는 자모 추출의 안정성에 문제가 있었다. 이 밤에도 직선 근사 (line approximation)한 문자 element의 방향에 관한 정보를 이용하는 방법도 이러한 방법 역시 분기점을 너무 중시하기 때문에, 필기체 문자에 있어서 항상 일어날 수 있는 element의 불필요한 분리나, 접속관계등의 변형에 대해서 아직 문제 점을 지니고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는, 각 element들의 위치나 방향에 관한 상호관계를 파악하여, 접속부분의 의존도가 크지 않은 문자영역내에서의 대국적인 정보를 이용할 필요가 있다.

본장에서 이용한 자모추출 방법은 크게 다음의 3단계로 나눌 수 있다.

- 1) edge 방향 성분 해석에 의한 element 추출
- 2) parameter space상에서의 element 병합
- 3) 자모 패턴의 기술
- 4) matching에 의한 자모 추출

2.1 element의 추출

세선화된 문자의 2차 패턴상에서 문자를 구성 하고 있는 기본 element(직선 및 곡선성분)를 구하기 위해 본장에서는, 접속된 모든 edge의 방향 및 위치정보를 이용했다.

먼저 raster scan시 제일 먼저 접하는 edge를 시점으로해, 분기점까지의 각 edge 성분에 대해 방향성(그림 3)을 계산하고, 이것을 각 방향을 나타내는 누적기에 점차적으로 누적시킨다. 이 결과 직선 성분으로만 이루어진 선 성분의 경우는, (그림 5.a)와 같이 방향 누적기 상에서의 누적분포가, 어느 일정값의 경우에만 높은 값을 가지게 된다. 이때 일정한 문턱값 이상의 부분을 검출 처리하여, 동시에 얻어진 edge의 위치 정보와 함께 해석

수용할 수 있는 많은 양은 기억 용량이 필요하고, 인식 과정의 수행시에도 많은 범주를 대상으로 처리를 하지 않으면 안되기 때문에, 그 처리량 및 처리시간이 상당히 소요되게 된다.

이 밖에도, 얻어진 특징을 상태변이도나 tree 문법에 의해 기술하는 방법이 있으나, 필기체 한글의 복잡성으로 인해 아직 많은 문제점을 가지고 있다.

여기서는, 필기체 한글이 갖고 있는 복잡한 변형성을 어느정도 흡수하고, 필기체 문자의 본질을 나타내기 위해, parameter space 상에서 표현된 각 element들의 방향성(t), 크기(l), 위치정보(x,y)를 이용, 이들의 상호관계를 나타내는 것으로 자모기술을 하였다(그림 7).

Parameter space 상에서 검출된 어느 element에 대해, 이 element와 조합되어 자모를 구성할 수 있는 element를, 자모의 구성도(그림 8) 상에서 제일 근접한 것부터 설정한뒤, parameter space 상의 일정 범위상에서 탐색한다. 탐색범위는 탐색대상이 될 element가 존재 가능한 방향과, 기준 element의 크기를 참조로 한 4각형 영역으로 하였다(그림 9).

이러한 절차는, parameter space 상의 모든 element에 대해 행해지고, 모순이 있을 경우나, 조합이 안된 element에 대해서는 2차적인 해석이 필요하다. 여기서는 2차적인 해석에 대해서는 논하지 않았다.

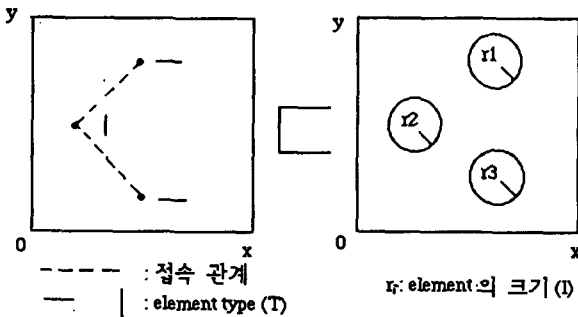


그림 7. 자모 model의 예(ㄱ)

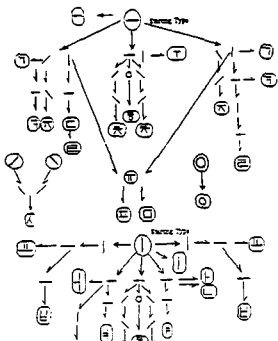


그림 8. 한글 자모의 구성도

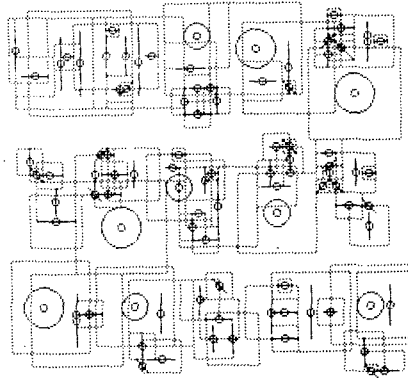


그림 9. 조합 가능한 element의 탐색

3. 실험결과 및 고찰

실험에 사용한 자유 필기체 문자의 데이터로서는, 임의의 사람을 대상으로 흰 종이에 15개의 문자를 비교적 잘 쓰게 하고, 그것을 256x240 화소 단위로 축소하여, 문자의 평균 크기를 50x50 화소 정도로 하였다(그림 10).

주어진 문자 화상은 8 방향 세선화 과정을 거쳐 구조적 특징을 얻기 쉽게 하였다(그림 11).

세선화된 화상의 각 선 성분들에 대해 edge의 위치 및 방향을 계산, 누적기에 누적시키고, 이 누적기의 해석에 의해 직선 및 원 성분으로 검출된다(그림 11).

다음으로, 두개의 parameter space([x,y,t],[x,y,l])에 누적된 element 성분들(그림 13)은 그들의 방향 및 크기를 기준으로 하여 주변을 탐색, 같은 성분의 element들은 병합된다. 이때, 256x240의 parameter space는 탐색범위가 너무 넓고 뒤의 자모 추출시에도 문제가 됨으로 64x60의 size로 축소하여, 처리하였다(그림 13)

또, 본 실험에서는 원래 4차원인 parameter space를 두개의 3차원 parameter space로 나누어, 처리시간과 기억 용량의 절약을 기했다.

추출된 자모가 (그림 14)에 나타내져 있다. 여기서는 element들의 조합에 의한 자모추출시에 생기는 모순이나, 조합 불가능한 element(예: | \ → /) 등에 대해서는 실험을 행하지 못했다.

4. 결론

본 논문에서는 parameter space를 이용한 자유 필기체 한글에 있어서의 자모 추출 방법에 대해 설명하였다. 아직 충분한 실험은 행하지 못했고, 사용한 data도 극히 한정된것만 사용하였기에 검토는 현 단계에서 불가능하다고 생각한다. 그러나 자유 필기체 한글을 인식하는데

기본 과정인 자모추출의 한 방법으로는 충분한 타당성을 발견하였고, programming 기법의 개발과 더불어 한글에 관한 지식(예 : 문맥 정보)을 이용하면 보다 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 본다.

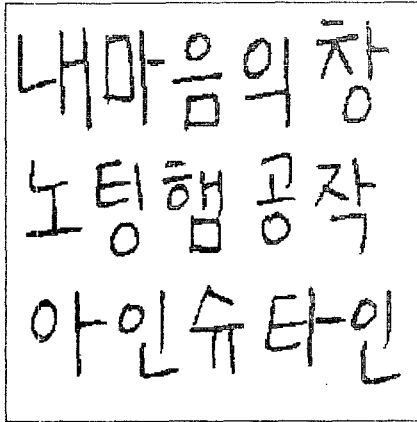


그림 10. 입력문자 data

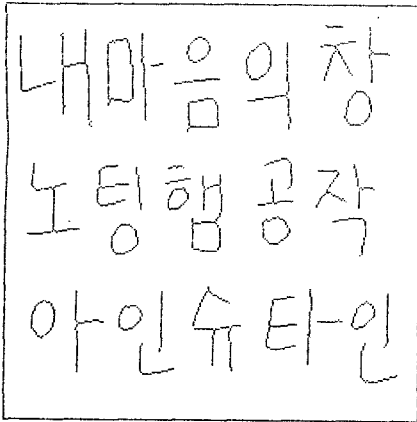


그림 11. 세션화된 문자

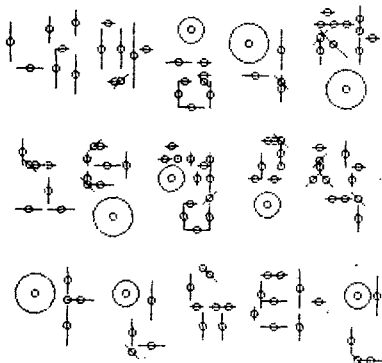


그림 12. Element의 추출 (256x240)

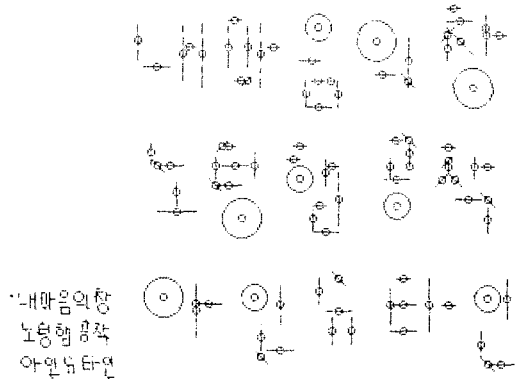


그림 13. 병합된 element (64x60)

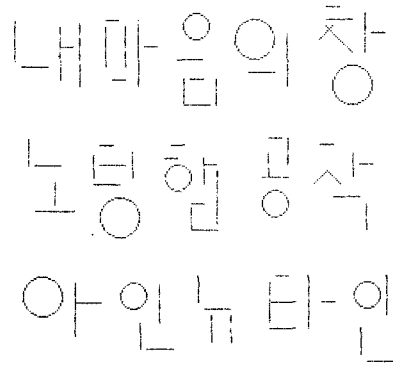


그림 14. 추출된 자모

5. 참고문헌

- 1) S.Mori and K.Yamamoto "Research on machine recognition of handprinted characters," IEEE Trans. Pattern Recognition and Machine Intelligence, vol.PAMI-6, no.4, pp.386-405, 1984.
- 2) H.Takahashi, "A simple recognition method for handprinted kanji characters by primitive connective directions of thinning," Trans. IECE Japan, vol.PRL82-8, pp.57-62, May 1982.
- 3) K.Yamamoto and A.Rosenfeld "Recognition of handprinted kanji characters by relaxation method," in Proc. 6th Int. Conf. Pattern Recognition, pp.395-398, Oct. 1982.
- 4) K.Yamamoto and s.Mori "Recognition of handprinted characters by outermost point method," Pattern Recognition, vol.12, no.4, pp.229-326, 1980.
- 5) A.Akio and K.Kazuaki "A stroke extraction method for handprinted chinese character recognition," IE80-14 Japan 1980.

- 6) R.Oka, "Handwritten chinese-Japanese characters recognition using cellular feature," in Proc.1982 Int. Conf. Chinese Language Comput. Soc., Washington DC., Sept. 1982, pp.399-410.
- 7) M.Yamada and H.Fujisawa "An improvement of correlation method for charater recognition," J. IEEE Japan, vol.J62-D, pp.217-224, Mar. 1979.
- 8) K.Kobayashi, F.Yada, K.Banno, K.Yamamoto, and H.Nambu, "Recognition of handprinted chinese characters by stroke matching," Trans. IECE Japan, vol.PRL81-33, July 1981.
- 9) 이 은주, 권 오석, 김 태균, "필기체 한글에서 자모 분리와 인식," 한국 정보과학회 논문지, vol.15, no.6, pp.526-534, 1988.