

모음 구조와 경험적인 규칙을 이용한 필기된 한글의 자소 분리 방법

곽 후 근[†] · 최 영 우^{††} · 정 규 식^{†††}

요 약

기존의 필기된 한글의 자소 분리 방법은 일반적으로 다음과 같은 단점을 가진다: 1) 자소 분리가 주로 세선화된 이미지에 적용되어 세선화 결과에 크게 의존하며, 2) 자소가 접촉되었을 때 명확한 자소 분리 특징점이 발생하는 단순한 접촉만을 대상으로 자소 분리 방법이 개발되어, 특징점이 없거나 특징점이 틀리게 찾아지는 경우처럼 복잡한 접촉에서는 자소 분리 오류가 쉽게 발생한다는 것이다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하고자 세선화를 하지 않은 이미지에서 자소 분리를 수행하며, 자소가 접촉된 경우 명확한 분리 특징점이 발생하는 경우뿐만 아니라, 특징점이 없거나 특징점이 틀리게 찾아지는 경우에도 자소 분리를 원활하게 수행할 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 자소의 접촉을 유형별로 나누고 각 유형에 대하여 모음의 구조와 상대적인 위치 정보, 접촉의 형태 및 경험적인 규칙들을 사용하여 자소를 분리한다. 제안된 자소 분리 방법은 다음과 같은 순서로 적용된다: 1) 입력된 낱자 이미지에서 모음을 추적한다; 2) 모음의 관점에서 접촉 후 발생하는 특징점의 추출이 명확한가를 판단한다; 3) 각 경우에 대한 접촉 유형을 확인한다; 4) 접촉 유형에 따른 자소 분리 방법을 적용한다. 필기된 한글 데이터베이스 PE92를 사용한 분리 실험에서 89.5%의 높은 분리율을 얻어서 제안된 방법의 유효성을 확인할 수 있었다.

Phoneme Segmentation Method of Handwritten Hangeul Based on Vowel Structure and Heuristic Rules

Hu-keun Kwak[†] · Yeong-woo Choi^{††} · Kyu-sik Chung^{†††}

ABSTRACT

Phoneme segmentation methods for handwritten Hangeul developed so far have following limitations: 1) segmentation results depend heavily on the result of thinning, since most of the methods have applied to the thinned image; 2) they cannot handle the cases of touched phonemes where no or only bad feature points are found, since most of the approaches have developed by assuming that good feature points are found around the touching area of the phonemes. In order to overcome such limitations, we propose a new method of phoneme segmentation by applying the segmentation method to the input image directly without thinning and by developing methods to handle even the cases where no or bad feature points are found.

Our method divides the cases of touched phonemes into several types and develops the segmentation method in each case based on structural information of vowels and their relative positions, touching shape and its heuristic rules. Our method proceeds as follows: 1) vowels are traced in each character image; 2) touching cases are classified according to vowel structure; 3) for each case, touching type is decided; and 4) the corresponding segmentation method is applied. PE92 handwritten Hangeul database is used for testing the segmentation method, and segmentation rate of 89.5% was obtained. This result shows effectiveness of the proposed method.

1. 서 론

필기된 한글의 자소 분리에 관한 연구는 크게 두 가지 방법으로 나눌 수 있다. 한 방법은 인식과 자소 분리를 동

시에 수행하는 방법이고, 다른 방법은 한글의 구조적인 특성을 분석하여 규칙 또는 접촉 패턴 유형을 정의하고 이를 이용하여 자소를 분리하는 방법이다. 첫 번째 방법은 특정한 인식 알고리즘에 의존적이라는 단점 때문에 일반적으로 사용되는 것이 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 두 번째 방법에 따른 자소 분리 방법을 제안하며, 이를 위해 필기된 한글의 자소 분리에 관한 기존의 연구들을 분석하여 기존의 방법들이 갖고 있는 단점을 보완한 새로운 자소 분리

* 본 논문은 1999년 숭실대학교 교내 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원 : 숭실대학교 대학원 정보통신전자공학부

†† 정 회 원 : 숙명여자대학교 정보과학부 교수

††† 정 회 원 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수

논문접수 : 2000년 8월 21일, 심사완료 : 2000년 12월 18일

방법을 제안하고자 한다.

필기된 한글의 자소 분리 방법에 관한 연구 결과는 고희화[1], 양명섭[2] 등이 발표하였다. 고희화 등은[1] 접촉점의 국소 그래프 패턴을 이용한 자소 분리 방법을 제안하였다. 이 방법은 세션화된 결과 이미지의 특징점들의 각을 이용하여 접촉점에 직선성을 부여함으로써 국소 그래프 패턴을 구성하였다. 이 직선성으로 인하여 패턴은 기본적인 형태의 접촉 패턴으로 간략하게 되며, 고려해야 할 접촉의 형태를 일정한 범위로 제한하여 이를 국소적 그래프 패턴 매칭 방법을 사용하여 문자의 형식과 한 문자내의 다른 접촉에 영향을 받지 않는 자소 분리를 수행하였다. 양명섭 등이[2] 제안한 자소 분리 방법은 한글이 자소의 조합으로 구성된다는 원리를 이용하였다. 한글의 모음 구조가 단순하다는 점을 이용하여 먼저 왼쪽과 위쪽의 윤곽 투영에 의해 끝점을 찾고, 끝점의 진행 방향이 수평 또는 수직인 점을 각각 수평 모음과 수직 모음의 시작점 후보로 선택하여 획을 추적하여 분리시켰다. 끝으로 초성과 종성을 분리하였다. 이러한 방법들은 다음과 같은 두 가지 단점을 갖고 있다. 첫 번째 단점은 세션화된 이미지에서 자소 분리를 수행하여 자소 분리 결과가 분리 방법보다는 세션화 결과에 더 의존적이라는 것이다. 즉, 세션화를 수행한 후에 발생하는 원 이미지의 변형을 자소 분리 방법이 흡수하는 것이 어렵다. 두 번째 단점은 특징점을 기반으로 자소 분리 방법이 전개되어 접촉된 자소에서 명확한 특징점이 찾아지는 경우에는 제대로 분리되나, 자소들이 복잡하게 접촉되어 특징점이 발생하지 않거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우에 대해서는 자소 분리 오류가 쉽게 발생한다는 것이다.

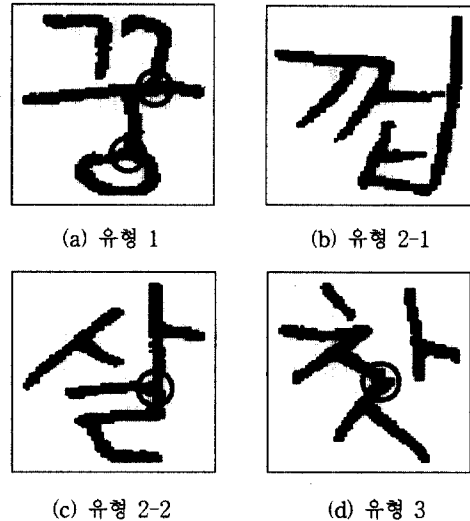
본 논문은 세션화 과정을 거치지 않고 자소를 분리하여 세션화 결과에 의존적이었던 기존의 방법들의 단점을 제거하고자 하였다. 또한, 자소가 복잡하게 접촉되어 특징점이 발생하지 않거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우에 자소 분리 오류를 줄이기 위한 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 접촉 유형에 따라 접촉된 부분의 윤곽선에 나타나는 공통적인 특징을 이용하여 분리 오류를 줄이고자 하였다. 실제 자소 분리 과정에서는 수직 및 수평 모음이 가지는 접촉 형태를 단순화시키기 위하여 수직 모음과 수평 모음의 접촉된 경우와 초성 또는 수직 모음과 종성이 접촉된 경우로 나누어서 자소를 분리한다. 수직 모음과 수평 모음을 이용한 분리에서는 모음의 구조적인 정보와 경험적인 규칙들을 기반으로 자소를 분리한다.

본 논문의 2절은 자소가 접촉되는 유형을 분류하고 관련 연구들을 소개한다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 자소 분리 방법을 자세히 설명한다. 4절에서는 제안된 방법을 이용하여 자소를 분리한 실험 결과와 오류를 분석하며, 5절에서 논문의 결론을 맺는다.

2. 필기된 한글의 자소 분리

2.1 자소 접촉 유형의 분류

여러 문헌에서[1-3] 자소가 접촉된 유형을 다양하게 분류하고 있으나, 본 논문에서는 다음과 같이 세 가지 유형으로 분류한다.



(그림 1) 한글 내 자소의 접촉 유형 분류

2.1.1 유형 1: 일반적인 접촉

일반적인 접촉은 여러 문헌에서도 이미 언급한 자소의 접촉 형태로서 한글의 모음을 기준으로 접촉이 발생한 경우이다. (그림 1-a)는 유형 1의 접촉된 한글 자소를 보여준다. 이 유형에서는 수평 모음과 수직 모음의 접촉, 수직 모음과 초성의 접촉 및 수평 모음과 초성 또는 종성의 접촉이 발생할 수 있다.

2.1.2 유형 2: 특징점이 없거나 잘못된 특징점이 찾아지는 접촉

유형 1의 접촉에서는 자소 분리에 필요한 특징점을 명확하게 찾을 수 있지만, 유형 2에서는 어떠한 특징점도 발생되지 않는 접촉 유형과 잘못된 특징점이 찾아지는 접촉 유형으로 나눌 수 있다. 유형 2-1은 특징점이 발생하지 않는 접촉 유형으로서 (그림 1-b)와 같이 수직 모음 'ㄴ'이 종성의 'ㅂ'과 일직선으로 접촉하여 어떠한 특징점도 발생되지 않는 경우를 보여준다. 유형 2-2는 잘못된 특징점이 찾아지는 접촉 유형으로서 (그림 1-c)와 같이 수직 모음 'ㄷ'이 종성 'ㄹ'과 접촉하여 분리에 필요한 접촉점이 명확하지 않은 잘못된 특징점이 찾아진 예를 보여준다. 즉 종성 'ㄹ'의 위쪽에 있는 수평 획이 수평 모음으로 판단될 수도 있다.

2.1.3 유형 3: 초성과 종성의 접촉

이 유형은 글자 내에 수평 모음이 없고 초성과 종성이 접촉되는 유형이다. (그림 1-d)는 유형 3의 예를 보여주며,

이러한 유형의 접촉은 비교적 적게 발생한다.

2.2 기존 연구 및 본 연구의 접근 방식

고형화 등은[1] 접촉점의 국소 그래프 패턴을 이용한 자소 분리 방법을 제안하였다. 우선 자소 분리에 필요한 특징 점을 추출하기 위하여 세선화를 수행하여 끝점, 굴곡점, 분기점, 교차점을 추출하였다. 특징점과 특징점 사이의 각을 조사하여 국소 그래프 패턴을 구성하며, 이 과정에서 접촉 점에 직선성을 부여한다. 이 직선성으로 인하여 패턴은 기본적인 형태의 접촉 패턴으로 간략하게 되며, 고려해야 할 접촉의 형태를 일정한 범위로 제한하여 이를 국소적 그래프 패턴 매칭 방법을 사용함으로써 문자의 형식과 한 문자 내의 다른 접촉에 영향을 받지 않는 자소 분리를 수행하였다. 이 방법은 접촉 유형을 자음과 모음이 접촉하는 경우만 고려하고 자음과 자음이 접촉된 경우는 제외시켰으며, 세선화 과정에서 쉽게 발생하는 특징점과 획 사이의 위치 변형으로 발생하는 특징점 추출의 오류와 이로 인하여 국소 그래프 패턴이 잘못 만들어지는 단점이 있다. 특히 국소 그래프 패턴은 특징점으로부터 만들어지기 때문에 자소의 접촉에서 특징점이 발생되지 않거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우에는 국소 그래프 패턴이 잘못 형성되어 자소 분리 오류를 쉽게 발생시키는 단점이 있다.

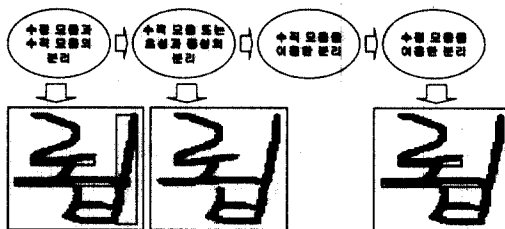
양명섭 등은[2] 한글의 구조적인 형태를 분석하여 자소를 분리하는 방법을 제안하였다. 한글은 자소의 조합으로 구성되며, 모음의 구조적 형태가 단순하기 때문에 먼저 왼쪽과 위쪽의 윤곽 투영에서 끝점을 찾아서 끝점의 진행 방향에 따라 수평 모음과 수직 모음의 시작점 후보로 선택한다. 이 점으로부터 수평 모음과 수직 모음의 획을 추적하여 모음의 형태를 갖는다고 판단되는 경우에만 모음으로 분리하고 초성과 종성을 마지막으로 분리하였다. 이 방법은 모음에 따라 자소의 접촉 유형을 분류하였다. 이 방법도 세선화를 먼저 수행한 후에 자소를 분리하여 세선화 과정에서 발생하는 원 이미지의 변형을 흡수하지 못하는 단점이 있다. 또한, 특징점에 근거하여 자소 분리 방법이 전개되어 특징점이 발생되지 않거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우에는 분리 오류가 쉽게 발생하는 단점이 있다.

본 논문에서는 위에서 소개한 자소 분리 방법들의 단점을 보완하는 새로운 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 세선화 과정을 필요로 하지 않으며, 자소 사이의 접촉 유형을 정의하고 이들 접촉이 가지는 공통적인 특징을 이용하여 자소를 분리한다. 이 과정에서 모음에 접촉되는 형태를 단순화시키고 수직 모음과 수평 모음의 구조적인 정보와 경험적인 규칙들을 선정하여 자소를 분리한다.

3. 제안하는 자소 분리 방법

(그림 2)는 자소가 접촉된 경우에 제안하는 자소 분리 방

법이 적용되는 과정을 보여준다. 자소가 접촉된 형태를 단순화시키기 위하여 수평 모음과 수직 모음 관점에서 자소 분리를 먼저 수행한다. 수평 모음과 수직 모음이 분리되면 수직 모음이 가질 수 있는 접촉 형태를 초성과 종성으로 제한시킬 수 있으며, 수직 모음과 종성을 분리함으로써 수직 모음이 가질 수 있는 접촉 형태를 초성으로 제한시켜 분리할 수 있다. 다음으로 수평 모음을 이용하여 분리를 수행한다.



(그림 2) 제안된 자소 분리 과정

3.1절에서는 본 논문의 자소 분리에 사용된 용어를 정리하고, 3.2절에서는 한글 모음의 특성과 추출 방법을 소개한다. 3.3절에서는 본 논문에서 제안하는 모음의 구조 정보와 모음의 접촉 유형에 따른 필기된 한글의 자소 분리 방법을 상세히 설명한다.

3.1 용어 정리

3.1.1 영역 설정

한글에 사용되는 자소는 <표 1>과 같으며, 한글은 이러한 자소의 조합으로 2차원 평면상의 일정한 위치에 분포된다는 특성을 이용하여 수평 모음과 수직 모음의 시작 영역을 설정한다. 본 논문에서는 (그림 3-a)와 같이 수평 모음은 X축을 기준으로 $X_{Tn} * Width$ (문자폭) 이하인 영역과 Y축을 기준으로 $Y_{Tn} * Height$ (문자높이) 이하인 영역에서 시작한다고 가정하며, 수직 모음은 X축으로 $X_{Tn} * Width$ 이상인 영역과 Y축으로 $Y_{Tn} * Height$ 이상인 영역에서 시작한다고 가정한다.

<표 1> 한글의 자소(자모)

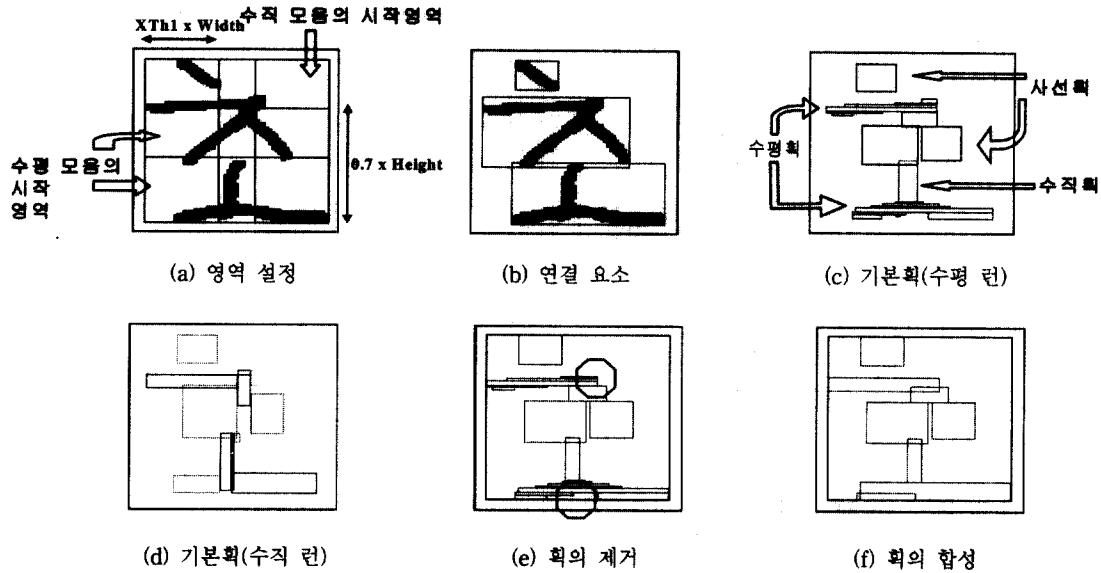
단모음	수직 모음 : ㅏ ㅑ ㅓ ㅕ ㅗ ㅛ 수평 모음 : ㅜ ㅠ ㅡ ㅝ
겹모음	ㅘ ㅙ ㅚ ㅛ ㅜㅜ ㅝㅝ ㅞ ㅟ ㅠ ㅡ
단자음	ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ ㄺ ㄻ ㄼ ㄽ ㄾ ㄿ ㅀ ㅁ ㅂ ㅃ ㅄ ㅅ ㅆ ㅈ ㅉ ㅊ ㅋ ㆁ
복자음	ㄲ ㄴㄴ ㅃ ㅅㅅ ㅈㅈ ㅊㅊ ㅋㅌ ㆁㄱ

3.1.2 연결 요소

본 논문에서는 현재 화소에서 8-neighbor 방향 중 하나라도 붙어 있다면 연결 요소로 추출한다[4, 7]. (그림 3-b)는 '초'자의 연결 요소를 추출한 예를 보여준다.

3.1.3 기본 획의 생성 및 분류

한글 모음은 수평 모음과 수직 모음으로 구성되기 때문



(그림 3) 자소 분리에 사용된 용어

에 수평 및 수직런(Run) 길이를 이용하여 비슷한 길이의 점은 화소의 run을 하나의 블록으로 합성하여 부분 획을 생성한다. 본 논문에서는 이 부분 획을 기본 획으로 정의한다. 기본 획의 길이, 폭 및 평균 런의 길이를 이용하여 수평 획, 수직 획, 사선 획 및 기타 획으로 기본 획을 분류한다. 각 기본 획은 획의 최우좌표(X_{max}), 최좌좌표(X_{min}), 최상좌표(Y_{max}) 및 최하좌표(Y_{min}) 값을 가지며 이 값들은 자소 분리 과정에서 사용된다. (그림 3-c), (그림 3-d)는 '초'자에 수평 런과 수직 런을 적용하여 생성된 기본 획을 보여준다.

3.1.4 기본 획의 제거 및 합성

잘못된 획 정보로 인한 자소 분리 오류를 막기 위하여 글자의 윤곽선에 붙어 있는 임계값 이하의 작은 획들은 제거한다. 또한 글자 안의 기울어진 모음을 보정하기 위하여 수평 획, 수직 획, 사선 획, 기타 획으로 분류된 획 가운데 모음 검출에 필요한 수평 획과 수직 획은 임계값 이상으로 인접하고 있는 동일한 종류의 획들을 합성한다. 이와 같이 합성된 획은 모음을 검출할 때만 사용하고 자소를 분리할 때는 사용하지 않는다. (그림 3-e)는 '초'자에서 'ㅈ'과 'ㅊ'에 붙어 있는 임계값 이하의 기본 획들이 제거된 예를 보여주며, (그림 3-f)는 'ㅈ'과 'ㅊ'에서 일정한 크기 이상의 기본 획이 붙어 있을 경우에 합성한 예를 보여준다.

3.2 모음 검출

모음을 기반으로 한 자소 분리 방법이 성공적으로 수행되기 위해서는 모음을 정확하게 검출하는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 모음의 구조적인 특징을 모음 추출에 활용하여 모음에 기반한 자소 분리 방법을 보완하고자

한다. <표 2>는 한글 모음이 갖고 있는 특징을 나타낸다. 이러한 특징은 글자와 글자의 접촉을 분리하기 위하여 제안된 특징이지만[5], 본 논문에서는 글자 안에서 접촉된 자소를 분리하기 위하여 이를 확장 적용한 것이다.

<표 2> 한글 모음의 특성

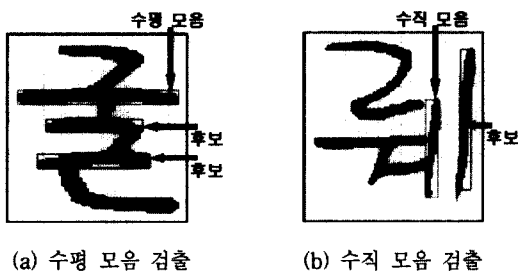
- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 자모 간 모음의 특성 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 수평 모음의 위쪽에는 항상 획이 존재한다. 1.2 수평 모음의 왼쪽에는 어떠한 획도 존재하지 않는다. 1.3 수직 모음의 위쪽에는 어떠한 획도 존재하지 않는다. 1.4 모음의 시작점은 일정한 위치에 존재한다(3.1절 참조). 2. 모음 내 특성 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 수평 모음의 왼쪽 끝에는 어떠한 획도 존재하지 않는다. 2.2 수직 모음의 아래쪽 끝에는 어떠한 획도 존재하지 않는다. |
|---|

<표 3>은 <표 2>의 모음의 특성을 기반으로 만들어진 모음 추출 알고리즘이다. 수평 모음을 검출하기 위해서 기본 획 가운데 수평 획과 이들을 합성한 획을 대상으로 획의 시작점 조건과 수평 모음의 특성을 만족하는 일정한 폭 이상의 수평 획들을 수평 모음의 후보로 선정한다. 본 논문에서는 이들 후보 중 폭이 가장 넓은 획을 수평 모음으로 검출한다. 수직 모음을 검출하기 위해서 기본 획 가운데 수직 획과 이들을 합성한 획을 대상으로 획의 시작점 조건과 수직 모음의 특성을 만족하는 일정한 높이 이상의 수직 획들을 수직 모음의 후보로 선정한다. 본 논문에서는 이들 후보 중 위치가 수직 모음의 시작 영역의 X_{min} 에 가장 가까운 수직 획을 수직 모음으로 검출한다. 수직 모음을 검출하기 위한 기준을 수직 모음의 위치로 설정한 이유는 수평 모음과는 다르게 수직 모음은 겹모음이 존재하기 때문이다. 예를 들면 'ㄱ'과 같은 겹모음에서는 'ㄱ'이 수직 모음으로 검출된다.

(그림 4)는 <표 3>에서 설명한 모음 검출 알고리즘이 적용된 결과이다. (그림 4-a)는 수평 모음이 검출된 예로서 'ㄱ'에서 두 개의 수평 획과 'ㅌ'에서 하나의 수평 획이 후보 획으로 선정되며, 폭이 가장 큰 'ㅌ'의 수평 획이 수평 모음으로 최종 결정되었다. 자음의 수평 획이 수평 모음의 수평 획보다 폭이 큰 경우도 있을 수 있지만 이러한 경우의 글자 모양은 아주 이상하며 정상적인 글자로 보기 힘들다. (그림 4-b)는 수직 모음이 검출된 예로서 'ㄱ'에서의 수직 획과 'ㅣ'에서의 수직 획이 각각 수직 모음의 후보 획으로 선정되며, 수직 획의 X_{min} 값이 수직 모음이 존재한다고 설정된 영역의 X_{min} 값에 가장 가까운 'ㅣ'에서의 수직 획이 수직 모음으로 최종 검출되었다.

<표 3> 모음 검출 알고리즘

입력: 기본 획 중 모든 수평 획과 획의 좌표값($X_{min}, X_{max}, Y_{min}, Y_{max}$), 수평 획의 폭(HW), 문자의 높이(CH), 문자의 폭(CW)
출력: 아래의 조건을 만족시키는 수평 획 가운데 폭이 가장 넓은 획
알고리즘: if ($(Y_{min} \leq Y_{TH} * CH) \ \&\& \ (X_{min} \leq X_{TH} * CW)$, if ($((\text{위쪽에 획이 존재}) \ \&\& \ (\text{왼쪽에 획이 없음}))$, if ($(HW > W_{TH} * CW) \ \&\& \ (\text{왼쪽 끝에 획이 없음})$, 현재 획은 수평 모음의 후보;
입력: 기본 획 중 모든 수직 획과 획의 좌표값($X_{min}, X_{max}, Y_{min}, Y_{max}$), 수직 획의 높이(VH), CH , CW
출력: 아래의 조건을 만족하는 수직 획 가운데 $0.7 * CW$ 에 가장 가까운 획
알고리즘: if ($(Y_{max} > Y_{TH} * CH) \ \&\& \ (X_{max} > X_{TH} * CW)$ (if ($VH > H_{TH} * CH$), 현재 획은 수직 모음의 후보; else if ($(VH > H_{TH} * CH) \ \&\& \ (\text{아래쪽 끝에 획이 없음})$), 현재 획은 수직 모음의 후보; }



(그림 4) 모음 검출 예

3.3 모음의 구조와 접촉 형태를 이용한 자소 분리 방법

3.3.1 수평 모음과 수직 모음의 분리

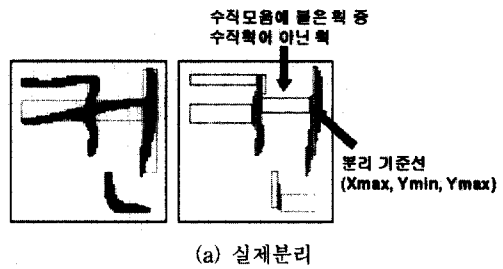
이 절에서 설명하는 자소 분리 방법은 두 과정으로 나눌 수 있다. 처음 과정은 수평 모음과 수직 모음의 접촉을 분리하는 실제 분리로서 수평 모음의 Y좌표 값과 수직 모음의 왼쪽에 붙은 획(이하 왼쪽 획)의 Y좌표 값을 비교하여 이들의 차이 값이 정해진 임계값보다 작으면 수직 모음의 관점에

서 왼쪽 획을 수평 모음으로 판단하여 분리하는 것이다. 다음 과정은 수직 모음과 모음의 가지 또는 초성을 분리하는 가상 분리로서 수평 모음의 Y좌표 값 또는 임계값 위에 존재하는 수직 모음의 왼쪽에 붙은 가지나 초성을 가상으로 분리하는 과정으로서 수직 모음과 종성의 분리가 끝난 후 분리된 것을 다시 복원하는 것이다. 가상으로 분리하는 이유는 수직 모음과 종성의 접촉에서 이들의 왼쪽 윤곽선에 나타나는 형태를 자소 분리에 이용하기 위한 것이다. <표 4>는 수평 모음과 수직 모음을 분리하기 위한 실제 분리와 가상 분리 알고리즘을 설명한다.

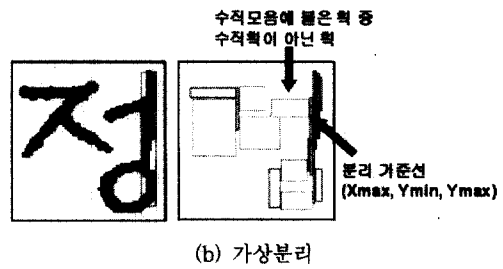
<표 4> 실제 분리와 가상 분리 알고리즘

입력: 수직 모음 왼쪽 획의 Y좌표($VRSP$), 수평 모음의 Y좌표(HP), 문자의 높이(CH)
출력: 수직 모음 왼쪽 획의 분리
알고리즘: if ($VRSP - HP < \text{임계값}$, 실제 분리 수행; else if (수직 모음의 가지가 HP 또는 임계값 위에 존재), HP 위의 획을 가상 분리 수행; else $CH * Y_{TH}$ 위의 획을 가상 분리 수행;

(그림 5)는 <표 4>의 알고리즘을 적용하여 실제 분리와 가상 분리를 수행한 결과를 보여준다. (그림 5-a)는 실제 분리로서 수평 턴을 이용하여 구한 수평 모음의 Y좌표 값과 수직 턴을 이용하여 구한 수직 모음의 왼쪽 획의 Y좌표 값을 비교하여 분리한 결과이다. 이 때 수직 모음의 왼쪽 획은 수직 모음의 왼쪽에 붙은 모든 획 중에서 수직 획이 아닌 다른 획(수평 획, 사선 획, 기타 획)들을 대상으로 찾았으며 분리를 위한 기준선은 이러한 획들의 좌표 값을 이용한다. (그림 5-b)는 가상 분리로서 가상 분리의 기준으로 필요한 수평 모음이 없어서 $CH * Y_{TH}$ 값을 기준으로 하여 이 기준 위에 존재하는 수직 모음의 왼쪽 획을 분리한 결과이다.



(a) 실제분리

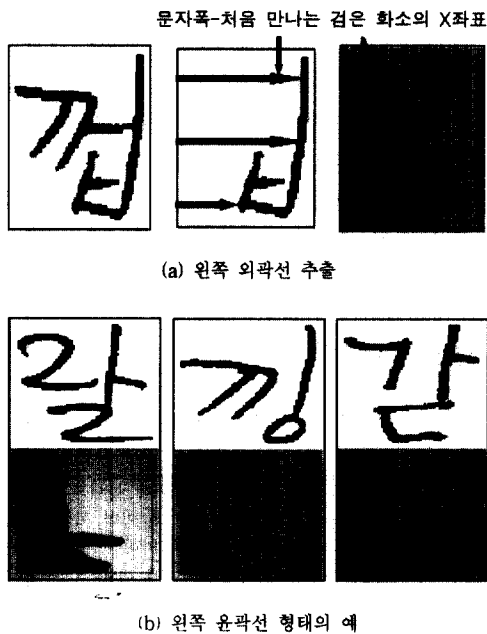


(b) 가상분리

(그림 5) 실제 분리와 가상 분리가 적용된 예

3.3.2 수직 모음과 종성의 분리 및 초성과 종성의 분리

이 절에서는 본 논문에서 제안한 자소 분리 방법의 장점으로서 글자 내의 자소가 접촉되어 특징점이 없거나 잘못된 특징점이 찾아진 경우에도 자소를 분리할 수 있는 방법을 설명한다. 일반적으로 모든 자소들의 접촉에서 이러한 현상이 발생할 수 있으나 본 논문에서는 가장 많이 나타나는 접촉 유형인 수직 모음과 종성의 접촉 유형에 대해서만 고려한다. 이 유형은 (그림 6)과 같이 왼쪽 윤곽선에 일정한 형태를 갖게 되는데 본 논문에서는 이러한 특징을 이용하여 접촉된 자소를 분리한다. (그림 6-a)는 수직 모음과 접촉된 종성의 연결 요소만을 대상으로 각 행의 왼쪽에서 오른쪽으로 추적하면서 처음 만나는 검은 화소의 X좌표 값과 문자 폭의 차이를 계산하여 왼쪽 윤곽선을 만드는 과정을 보여준다. (그림 6-b)는 수직 모음이 종성과 접촉된 경우에 왼쪽 윤곽선이 일정한 형태로 나타나는 예들을 보여준다. <표 5>는 수직 모음과 접촉된 종성을 분리하는 과정을 설명한다. 초성과 종성이 접촉된 경우도 수직 모음과 종성이 접촉한 경우와 마찬가지로 왼쪽 윤곽선의 형태가 일정하게 유지하기 때문에 이를 이용하여 분리하였다.



(그림 6) 수직 모음과 종성의 접촉으로 인한 왼쪽 윤곽선의 추출 및 추출된 예

<표 5> 수직 모음과 종성의 분리 알고리즘

입력 : 윤곽선의 X좌표, 현재 추적 중인 화소(CP), 다음에 추적할 화소(NP)
출력 : 수직 모음과 종성의 분리
알고리즘 :
for (윤곽선을 따라 위에서 아래로 검은 화소 추적) {
if (CP - NP) > 임계값, 분리 및 break;
}

3.3.3 수직 모음을 이용한 분리

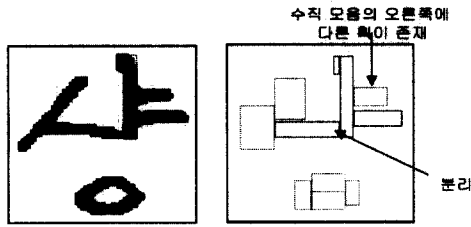
앞 절의 수직 모음과 종성의 분리가 이루어지면 수직 모음 관점에서는 초성과의 접촉만을 해결하면 된다. 본 절에서는 수직 모음과 초성을 분리하기 위하여 모음의 구조적인 정보와 경험적인 규칙들을 이용한다.

수직 모음의 구조를 이용하여 자소를 분리하는 것은 <표 1>의 모음의 생성 규칙을 기반으로 한다. 모음의 생성 규칙에 의하면 'ㅏ'와 같이 수직 모음의 오른쪽에 획이 붙어 있으면(이하 오른쪽 획) 수직 모음의 왼쪽에는 획이 존재할 수 없다. 이와 같은 정보를 이용하여 수직 모음과 초성을 분리한다. 다음으로 수직 모음과 초성이 접촉된 경우에는 'ㄱ', 'ㅋ'와 같이 수직 모음의 왼쪽 획이 수직 모음의 가지인지, 'ㄴ'과 같이 초성의 획인지를 판단하는 과정이 필요하다. 본 논문에서 제안하는 방법은 수직 모음의 왼쪽에 붙은 획은 우선 수직 모음의 가지라고 가정하여 자소 분리를 수행하고 <표 6>에서 설명하는 경험적인 규칙들을 적용하여 분리된 결과를 수정, 보완하여 최종 분리 결과를 만든다.

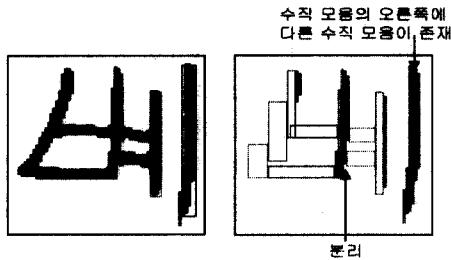
<표 6> 수직 모음과 접촉된 초성의 분리에 사용된 경험적인 규칙

경험적인 규칙	설 명
겹 모 음	수직 모음의 오른쪽에 다른 수직 모음의 후보가 존재하면 수직 모음의 왼쪽 획을 모음의 가지로 판단한다.
수평 모 음	수평 모음이 존재하면 수직 모음의 왼쪽 획이 수평 모음의 Y좌표 값보다 아래에 위치하면 가지로 판단하며, 위쪽에 위치하면 초성의 일부로 판단한다.
OneUniq. 조건	수직 모음에 접촉된 왼쪽 획의 왼쪽에 또 다른 획이 접촉되어 있는지를 조사하여 접촉이 없다면 이 획을 모음의 가지로 판단한다(OneUniq. 조건). OneUniq. 조건을 만족시키지 못하는 획은 이 획의 X_{min} 값과 가지 획(OneUniq. 조건을 만족하는 획)의 X_{min} 값의 차를 구하여, 차이 값이 임계값보다 크면 초성이 일부로, 임계값보다 작으면 모음의 가지로 각각 판단한다.
외접 사각형과의 거리	수직 모음의 왼쪽 획과 문자를 둘러싸고 있는 외접 사각형까지의 거리가 정해진 임계값보다 작으면, 수직 모음의 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단한다.

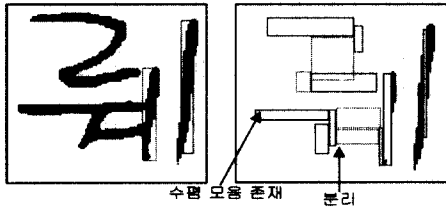
<표 7>은 수직 모음을 분리하는 알고리즘을 설명하며, (그림 7)은 수직 모음 분리 방법을 적용하여 자소 분리를 수행한 결과를 보여준다. 각 그림에서 왼쪽 그림은 원 이미지를 나타내며 오른쪽 그림은 수직 런 길이를 이용하여 기본 획이 생성된 그림을 보여준다. (그림 7-a)는 수직 모음의 오른쪽에 획이 존재하여 수직 모음의 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단하여 분리한 결과이며, 나머지 결과들은 <표 6>의 경험적인 규칙들을 사용하여 분리한 결과이다. (그림 7-b)는 수직 모음의 오른쪽에 다른 수직 모음이 존재하여 최종적으로 겹모음으로 판단되어 수직 모음의 왼쪽 획을 모음의 가지로 판단하여 분리한 결과이다. (그림 7-c)는 수평 모음이 존재하는 경우로서 수평 모음의 Y좌표 값보다 아래에 위치한 수직 모음의 왼쪽 획은 모음의 가지로 판단하여 분리한



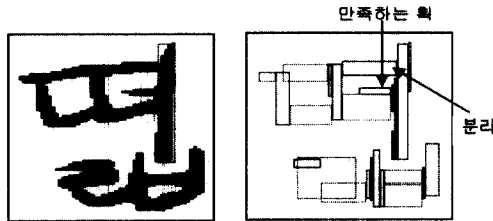
(a) 모음의 구조



(b) 점모음



(c) 수평 모음



(d) One Uniq.

(그림 7) 수직 모음을 이용한 분리 예

<표 7> 수직 모음 분리 알고리즘

<p>입력 : 수직 모음의 오른쪽 및 왼쪽 획, 하나의 접촉만을 가지는 OneUniq. 획의 최좌좌표(OUX_{min}), 왼쪽 획의 최좌좌표(LSX_{min}), 문자를 둘러싼 최소 외접 사각형의 최좌좌표(CBX_{min})</p>
<p>출력 : 수직 모음의 왼쪽 획을 모음의 가지 또는 초성의 일부로 판단</p>
<p>알고리즘 : if (수직 모음의 오른쪽 획 존재), 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단; else if (점 모음으로 판단), 왼쪽 획을 모음의 가지로 판단; else if (수평 모음 존재), 수평 모음 위쪽 획과 아래쪽 획을 각각 초성의 일부와 모음의 가지로 판단; else if (OneUniq.을 만족하는 획이 존재) (if ($(LSX_{min} - OUX_{min}) > 임계값$), 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단; else 왼쪽 획을 모음의 가지로 판단; else if ($(LSX_{min} - CBX_{min}) < 임계값$), 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단; else 왼쪽 획을 모음의 가지로 판단;)</p>

결과이다. (그림 7-d)는 수직 모음의 왼쪽 획들을 조사하여 이들 중 하나라도 OneUniq. 조건을 만족하면, 이 획을 수직 모음의 가지로 판단하고, 이 획의 X_{min} 좌표 값과 OneUniq. 조건을 만족시키지 못하는 다른 획들의 X_{min} 좌표 값과의 차이를 구하여, 이 차이 값이 임계값보다 큰 왼쪽 획들을 초성의 일부로 분리한 결과이다.

3.3.4 수평 모음을 이용한 분리

이 절에서는 수평 모음의 구조적인 정보와 경험적인 규칙들을 사용하여 수평 모음과 다른 자소들을 분리하는 방법을 제안한다. 수직 모음과는 다르게 수평 모음은 초성과 종성에 동시에 접촉된 경우와 초성 또는 종성 하나만이 수평 모음과 접촉된 경우로 나누어서 자소 분리 방법을 제안한다.

수평 모음에 초성과 종성이 동시에 접촉된 경우에는 접촉된 획 중 어느 획이 수평 모음의 가지이며 어느 획이 초성 또는 종성의 일부인가를 판단하는 과정이 필요하다. 이를 판단하기 위하여 본 논문에서는 수평 모음의 Y좌표 값을 이용한다. 수평 모음에 초성 또는 종성 하나만이 접촉된 경우에는 수직 모음의 분리에 적용된 방법과 같이 수평 모음의 구조적 정보와 경험적인 규칙들을 이용한다. 수평 모음의 구조적인 정보로 분리가 어려운 경우에 경험적인 규칙들이 적용된다. 예를 들면 ‘ㅡ’와 ‘ㄴ’ 또는 ‘ㅡ’와 ‘ㅇ’를 구별하기 위하여 경험적인 규칙들을 적용한다. 수직 모음의 분리에서 적용한 것과 같이 우선 모음의 가지로 판단하여 분리한 후, 분리된 결과를 <표 8>의 경험적인 규칙들을 적용하여 최종 분리 결과를 만든다.

<표 9>는 수평 모음 분리 알고리즘을 설명하며, (그림 8)은 수평 모음 분리 방법을 적용하여 자소 분리를 수행한 행한 결과를 보여준다. (그림 8-a)는 수평 모음에 초성과

<표 8> 수평 모음의 분리에 사용된 경험적인 규칙

경험적인 규칙	설 명
수평 모음의 Y좌표 값	수평 모음의 Y좌표 값이 문자 높이의 중간보다 크면 수평 모음의 위에 붙은 획(이하 위쪽 획)을 초성의 일부로, 아래에 붙은 획(이하 아래쪽 획)을 수평 모음의 가지로 판단한다. 이에 대한 역도 성립한다.
Uniq.	수평 모음의 아래쪽 획들이 Uniq. 조건을 만족하면, 즉 모든 획이 OneUniq. 조건을 만족하면, 이 획을 수평 모음의 가지로 판단하고, 위쪽 획을 초성의 일부로 판단한다. 이에 대한 역도 성립한다.
OneUniq.	수평 모음의 위쪽 획들의 위쪽에 또 다른 획이 접촉되어 있지 않다면 이 획들을 모음의 가지로 판단한다(OneUniq.). 이 때 OneUniq. 조건을 만족시키지 못하는 획들은 이들의 Y_{max} 좌표 값과 가지 획의 Y_{max} 좌표 값의 차를 구하고, 차이 값이 임계값보다 크면 초성의 일부로, 임계값보다 작으면 모음의 가지로 판단한다. 이에 대한 역도 성립한다.
외접 사각형과의 거리	수평 모음의 위쪽 획과 문자를 둘러싸고 있는 외접 사각형까지의 거리가 임계값보다 작으면, 수직 모음의 왼쪽 획을 초성의 일부로 판단한다. 이에 대한 역도 성립한다.

<표 9> 수평 모음 분리 알고리즘

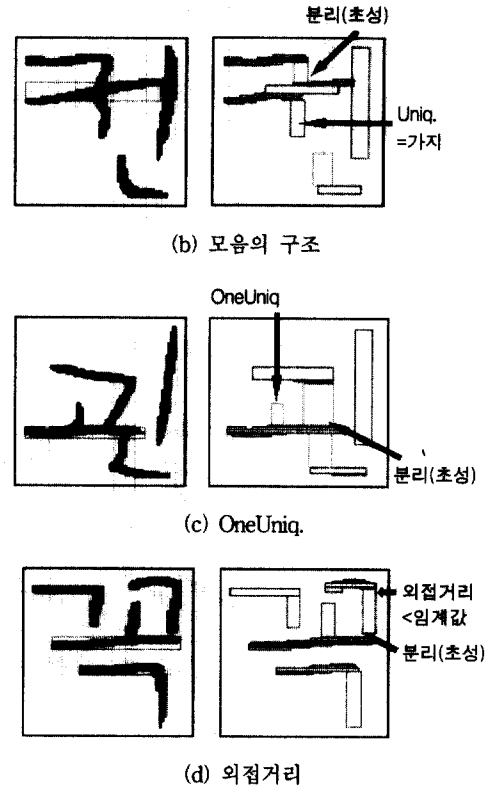
입력 : 수평 모음의 위쪽 획과 최상좌표(USY_{max}), 수평 모음의 아래쪽 획과 최하좌표(DSY_{min}), 위 또는 아래쪽 획 모두 OneUniq. 조건을 만족하는 경우 수평 모음의 Y좌표 값(HP), 하나의 접촉만을 가지는 획과 획의 최상좌표(OYU_{max})와 최하좌표(OYU_{min}), 문자를 둘러싼 최소 외접 사각형의 최상좌표(CBY_{max})와 최하좌표(CBY_{min})

출력 : 수평 모음의 위/아래쪽 획을 모음의 가지 또는 자음의 일부로 판단

알고리즘 :

```

if (획이 위와 아래 동시에 접촉) (
    if ( $HP >$  문자 높이의 중간,
        위쪽 획은 초성의 일부로, 아래쪽 획은 모음의 가지로 판단;
    else 위쪽 획은 모음의 가지로, 아래쪽 획은 종성의 일부로 판단;
    )
else if (위만 접촉) (
    if (아래쪽 획이 Uniq.을 만족), 위쪽 획을 초성의 일부로 판단;
    else if (OneUniq.을 만족하는 획이 존재) (
        if ( $(USY_{max} - OYU_{max}) >$  임계값), 위쪽 획은 초성의 일부로 판단;
        else 위쪽 획은 모음의 가지로 판단;
    )
    else if ( $(CBY_{max} - USY_{max}) <$  임계값), 위쪽 획은 초성의 일부로 판단;
    else 위쪽 획은 모음의 가지로 판단;
    )
// 아래만 접촉된 경우도 같은 방식의 알고리즘을 적용한다.
    
```



(그림 8) 수평 모음을 이용한 분리 예

종성이 모두 접촉된 경우로서 수평 모음의 Y좌표값을 이용하여 분리한 결과이다. 수평 모음의 Y좌표 값이 문자 높이의 중간보다 크기 때문에 수평 모음의 위쪽 획은 초성으로 분리하고, 아래쪽 획은 수직 모음의 가지로 분리한다. (그림 8-a)를 제외한 나머지 그림들은 초성 또는 종성 하나만이 수평 모음과 접촉한 예로서 본 논문에서는 편의상 수평 모음과 초성의 접촉만을 다룬다. (그림 8-b)는 수평 모음의 구조를 이용한 분리로서 수직 모음의 경우와 마찬가지로 수평 모음을 기준으로 아래쪽 획들이 Uniq. 조건을 만족하면 모음의 가지로 판단하고 위쪽 획은 초성의 일부로 판단하여 분리한다. (그림 8-c)는 수평 모음의 위에 붙어 있는 획 중 하나라도 OneUniq. 조건을 만족하면 이를 모음의 가지로 판단하고, 이 획의 Y_{max} 좌표 값과 OneUniq.조건을 만족시키지 못하는 획의 Y_{max} 좌표 값과의 차이를 구하여, 이 값이 임계값보다 크면 위쪽 획(OneUniq. 조건을 만족시키지 못하는 획)을 초성의 일부로 분리한 결과이다. 끝으로 (그림 8-d)는 수평 모음의 위에 붙은 획이 문자의 외접 사각형에 가깝게 위치하면 이 획을 초성의 일부로 분리한 결과이다.

4. 실험 및 비교

4.1 실험 환경 및 결과

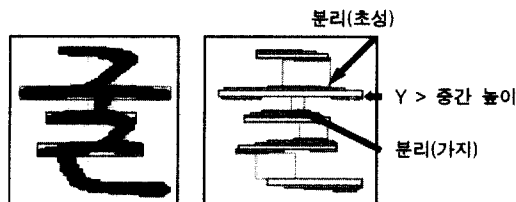
본 논문에서 제안한 자소 분리 방법을 Pentium PC에서 Visual C++를 사용하여 구현하였다. 실험에 사용된 임계값으로서 X_{Th} , X_{Tn} , Y_{Th} , Y_{Tn} 는 각각 0.4, 0.6, 0.7, 0.4로 설정하였으며, W_{Th} , H_{Th} , H_{Tn} 는 각각 0.4, 0.6, 0.3으로 설정하였다.

실험에 사용된 데이터는 포항공대에서 구축한 필기된 한글 데이터베이스인 PE92를 사용하였다[8]. PE92는 500명의 필기자로부터 한글 데이터를 수집하여 KS완성형 2,350자 100세트를 구성하였다. PE92에는 오자 또는 분리 오류 등의 문제가 있지만, 현재 국내에서 제공되는 필기된 한글 데이터 중 가장 많은 데이터를 갖고 있으며 가장 객관적인 데이터로 알려져 있다.

<표 10>은 제안된 분리 방법을 PE92의 처음 4개의 세트에 적용한 결과이다. <표 10>의 분리율은 9,400자의 전체 문자와 5,802자의 접촉을 포함하고 있는 문자로 나누어 계산하였다.

<표 10> 자소 분리 결과

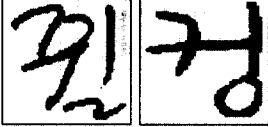

전체 문자(9,400자)		접촉이 있는 문자(5,802자)	
정확한 분리	분리 오류	정확한 분리	분리 오류
89.5%	10.5%	83.0%	17.0%



(a) 수직 위치

<표 11>은 분리 오류에 대한 예를 보여준다. 대표적인 분리 오류로서 일반적인 오류와 특징점 추출 오류로 나눌 수 있다. 일반적인 분리 오류는 문자가 기울어져서 모음을 찾지 못하는 경우와 ‘키’를 ‘귀’로 판단하여 모음을 틀리게 추출하는 경우 등이 있다. 또한, 특징점 추출 오류는 수직 모음과 초성의 접촉에서 특징점이 발생하지 않은 경우와 수직 모음과 종성의 접촉에서 왼쪽 윤곽선에 분리 후보가 나타나지 않는 경우 등이 있다.

<표 11> 분리 오류의 예(9,400자 실험 결과에서)

분리 오류	예
일반적인 분리 오류(6.5%) : 모음을 못 찾거나 틀리게 찾는 경우	
특징점 추출 오류(4.0%) : 접촉된 영역에서 특징점이 없거나 틀린 특징점이 찾아지는 경우	

4.2 기존 연구와의 비교

<표 12>는 본 논문에서 제안한 방법과 기존의 방법들을 비교한 것이다. 기존의 방법들은 세선화를 먼저 수행한 후에 특징점들을 찾아서 자소를 분리하였지만, 제안한 방법은 세선화 과정을 필요로 하지 않기 때문에 세선화 결과에서 비롯되는 자소 분리 오류를 없앨 수 있었다. 또한 기존의 방법들은 자소들이 접촉된 경우에 특징점이 명확하게 찾아지는 경우의 접촉 유형만을 대상으로 자소를 분리한 반면, 제안한 방법은 이러한 접촉 유형뿐만 아니라 자소들이 접촉되어 특징점이 발생하지 않거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우에 대해서도 접촉 유형을 정의하고 이에 대한 분리 방법을 제

안하여 분리 오류를 최소화시키고자 하였다. 본 논문에서 제안한 방법의 분리율이 기존의 방법들의 분리율보다 다소 낮지만, 이는 실험에 사용된 데이터가 서로 다르기 때문에 성능의 우수성에 대한 공정한 비교 수치가 될 수 없다. 자체에서 수집한 데이터를 사용한 기존의 방법들과는 다르게 본 연구에서 제안한 방법은 자유롭게 쓴 필기된 한글 데이터베이스인 공개된 PE92를 사용하여 실험 결과에 대한 신뢰성이 높다고 생각한다.

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 자소 분리 방법이 갖는 단점을 극복하는 새로운 자소 분리 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 세선화 과정을 필요로 하지 않기 때문에 세선화 결과에서 비롯되는 자소 분리 오류를 제거할 수 있었다. 또한 자소들이 접촉된 경우에 흔히 발생하는 분리 특징점이 없거나 틀린 특징점이 찾아지는 경우에 대해서도 접촉 유형을 정의하고 연결 요소를 분석하여 이러한 접촉으로 인한 분리 오류를 최소화시켰다.

제안한 방법은 공개된 데이터베이스인 PE92를 사용하여 분리 실험을 하였으며, 89.5%의 분리율을 얻어서 제안된 방법의 유효성이 검증할 수 있었다. 본 논문에서 제안된 자소 분리 방법은 필기된 한글을 인식하기 위하여 자소별 특징에 기반한 필기된 한글의 인식에 사용할 수 있으며 [9], 또한 필기된 문자에서 자소를 분리한 후 획의 순서를 추출하여 온라인 필기체 한글 인식기에 사용할 수 있다 [10].

제안된 방법의 분리율을 개선하기 위해서는 기울어짐, 이어 쓰기 등의 다양한 필기 형태의 모음 검출 방법을 개선하는 추후 연구가 필요하다.

<표 12> 기존 연구와의 비교

비교 항목	고형화[1]	양명섭[2]	제안된 방법
전 처리	세선화 수행	세선화 수행	세선화 과정 없음
특 징	끝점, 굴곡점, 분기점, 교차점 사용	끝점, 분기점 사용	기본 획(수직, 수평, 사선 및 기타 획) 사용
접촉 유형	분기점, 교차점, 굴곡점, 순환 패턴(초성과 종성의 접촉은 제외)	수평 모음, 수직 모음, 초성, 종성	특징점이 없거나 잘못된 특징점이 찾아지는 경우도 포함, 초성과 종성
분리 방법	국소 그래프 패턴 이용	한글의 구조적 형태 이용	모음의 구조와 연결 요소의 형태 이용
실험 데이터	2,700자(30자*90명) 중 540개의 접촉된 문자	10,000자(상위빈도 500자*20명)	9,400자(2,350자*4세트) PE92 데이터
분 리 율	95.0%	93.0%	89.5%
알고리즘 복잡도 (세부적인 처리 과정)	1) 세선화 2) 순환 패턴의 처리 3) 교차 패턴의 처리 4) 전체 굴곡점 및 분기점 그래프 패턴 구성 5) 굴곡 및 분기 패턴 처리	1) 세선화 2) 수평 모음 분리 3) 수직 모음 분리 4) 초성/종성 분리	1) 수평 모음과 수직 모음의 분리 2) 수직 모음 또는 초성과 종성의 분리 3) 수직 모음을 이용한 분리 4) 수평 모음을 이용한 분리
기 타	세선화로 인한 특징점의 변형에 따른 분리 오류	특징점이 없거나 잘못된 특징점이 찾아질 때의 분리 오류	세선화 오류 없음, 특징점이 없거나 잘못된 특징점이 찾아질 때의 분리 오류를 최소화시킬

참 고 문 헌

- [1] 최필웅, 이기영, 구하성, 고희화, "접촉점에서의 국소 그래프 패턴에 의한 필기체 한글의 자소 분리에 관한 연구", 대한전자공학회 논문지, 제30권, 제B편 4호, pp. 254-262, 1993.
- [2] 양명섭, 최한석, 김용성, 김계형, 장옥배, "구조적 형태에 의한 필기체 한글의 자모 분리", 한국정보과학회 가을 학술 발표논문집, Vol.21, No.2, pp.419-422, 1994.
- [3] K. Lee, Y. Kwon and Y. Lee, "A Novel Hangeul Recognition Algorithm Based on Stroke Extraction," Proc. of 1st International Conference on Document Analysis and Recognition, pp.272-280, France, 1991.
- [4] 김의정, 김태균, "인쇄체 문서 인식을 위한 문자 추출에 관한 연구", 제2회 문자 인식 워크샵 논문집, pp. 171-179, 1994.
- [5] 황순자, "자소 클래스에 기반한 오프라인 필기체 한글 분할에 관한 연구", 박사학위 논문, 성균관대학교 정보공학과, 1997.
- [6] 이성환, "문자 인식 : 이론과 실제, I권 및 II권", 홍릉과학출판사, 1993.
- [7] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [8] D. Kim, Y. Han, S. Park, E. Kim, S. Paek and S. Bang, "Handwritten Korean Character Image Database PE92," IEICE Transactions on Informations & Systems E79, pp. 943-950, 1996.
- [9] K. H. Seo, J. Y. Kim, J. M. Yoon and K. S. Chung, "Comparison of Feature Performance and Its Application to Feature Combination in Off-line Handwritten Korea Alphabet Recognition," Proc. of International Conference on Computer Processing of Oriental Languages, pp.681-686, Hong-kong, 1997.
- [10] 광후근, 김성호, 정규식, "한글 문자의 구조 정보에 기반한 동적 정보 복원", 한국정보과학회 논문지(B), 제25권 제3호, pp. 516-529, 1998.

광 후 근



e-mail : gobarian@q.soongsil.ac.kr

1996년 호서대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1998년 숭실대학교 전자공학과 졸업(석사)
 1998년~2000년 3R 부설 연구소 연구원
 1998년~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부 박사 과정

관심분야 : 문자인식, 영상처리, 가상현실 등

최 영 우



e-mail : ywchoi@sookmyung.ac.kr

1985년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1986년 University of Southern California 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 1994년 University of Southern California 컴퓨터공학과 졸업(박사)

1994년~1997년 LG전자기술원 선임연구원
 1997년~현재 숙명여자대학교 정보과학부 조교수
 관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 문자인식 등

정 규 식



e-mail : kchung@q.soongsil.ac.kr

1979년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1981년 한국과학기술원 전산학과 졸업(석사)
 1981년~1984년 금성사 중앙연구소 선임연구원
 1984년~1990년 University of Southern California 컴퓨터공학과 졸업(석사, 박사)

1993년~1994년 IBM Watson 연구소 방문연구원
 1998년~1999년 IBM Almaden 연구소 방문연구원
 1990년~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부 부교수
 관심분야 : 패턴인식, 멀티미디어, 고성능컴퓨터 등