

한글 자소의 필기 특징 분석

권 오 성

공주교육대학교 실과교육과

요 약

한글 필기의 효과적인 지도를 위해서는 학습자들의 필기샘플을 수집하고, 이를 분석하는 작업이 필요하다. 필기 수집은 교육대학교에 재학 중인 예비교사를 대상으로 하였고, 분석은 글자와 자소 단위로 나누어 수행하였다. 분석은 주로 글자의 획수, 필기 방향, 자소 사이의 위치 관계, 글자의 폭과 높이의 비를 주된 형태 특징 요소를 사용하였다. 본 논문의 분석 자료는 국어과 필기 지도를 위한 참고 자료로 사용될 뿐 아니라 한글 자형 및 정보화 연구에도 긴요히 사용될 수 있을 것이다.

Handwriting Feature Analysis of Korean Alphabets

Oh-Sung Kwon

Kongju National University of Education

Abstract

For the efficient teaching of Korean characters(Hangul) handwriting method, it needs to the collection of Hangul handwriting samples and the study of analysis methods. For the collection of Hangul handwriting samples, the students of teacher's university take part in this survey. The analysis is performed according to the characters and graphemes in Hangul. The analysis features include the number of strokes, the direction of handwriting, the relational position of graphemes, the height and width of characters, and so on. The results of this analysis will be used for the reference data for the teaching of Hangul handwritings, the study of Hangul fonts, and the research of Hangul information engineering.

1. 서론

인류의 값진 문화 유산인 한글은 1450년 훈민정음이라는 이름으로 세종대왕에 의해 발표되었다. 한글은 다른 언어 표기법과는 다르게 집현전이라는 특수 전문가 집단의 연구에 의해 만들어 졌기 때문에 배우기 쉽고 과학적인 표현 수단이다. 글자가 필기되는 방식을 살펴보면, 한글은 자음과 모음의 기본 알

파벳을 이차원적인 공간적 배치로 연결하는 형태를 띠고 있다[1,2,3]. 영문자의 필기가 기본 알파벳의 일차원적인 스트링 형태와는 대조적으로 다른 모습이다. 아마도 한글의 필기 형태는 한자의 영향을 받은 듯하다. 이러한 한글의 독특한 필기 형태 때문에 필기의 변형도 다른 문자보다 심하게 나타나는 경향이 있다. 그러나 아직까지 현대인의 한글 필기 형태에 관한 연구나 기초자료는 전무한 상황이다. 특히, 교사 양성기관에서는 예비교사의 한글 필기 지도를 위

해 매우 필요한 기초자료이다. 본 논문에서는 이를 위한 기초 분석자료를 제공하고자 한다.

본 논문에서는 한글 필기의 분석에 앞서 대용량의 필기 데이터베이스를 구축하였다. 논문의 결과가 예 비교사의 필기 지도용 기초자료임을 감안하여 교육 대학교에 재학생을 대상으로 하였다. 본 논문은 한글의 형태가 자소들 사이의 이차원 공간상의 결합임을 착안하여 분석방법 역시도 글자를 단위로 하는 경우와 자소를 단위로 하는 경우로 분리하여 수행하였다. 글자와 자소를 이루는 획수, 필기의 방향성, 자소 사이의 상관관계 등을 주요 형태 특징으로 삼아서 컴퓨터로 분석하였고, 그 분석 결과로 부터 현대인의 독특한 필기 습관과 형태를 발견하고자 하였다.

한글필기를 주제로 한 국내외의 다양한 연구결과가 있었으나, 대부분 컴퓨터 인식을 위한 알고리즘과 방법론에 관한 것이었다. 예를 들어 온라인(on-line) 필기인식의 경우는 구조적인 방법[13], 통계적인 방법[6], 신경망[5], HMM[4], Fuzzy 이론[7]을 이용한 경우 등을 들 수 있다. 온라인 인식의 경우는 필기자의 필기 획을 단위로 특징을 추출하는 경우와 획을 등 간격의 선분으로 나누어 정합하는 경우가 있다. 일반적으로 필기의 특징은 사람마다 변형이 매우 심하여 이를 흡수하고 정형화하는 노력들이 있었다 [2,10]. 오프라인(off-line) 인식의 경우는 인쇄체를 중심으로 한 연구가 주류를 이루고 있다[12]. 필기 형태와 습관에 관한 연구 결과는 찾아 보기 힘들다. 일본 글자의 경우, 오프라인 필기 글자의 높이와 폭의 비, 획의 형태 정보를 기반으로 필기의 정확 정도를 측정 한 연구를 찾아 볼 수 있다[11,12]. 그러나, 한글의 경우는 타 문자와는 다르게 알파벳의 2차원 연결 구조를 띠고 있고, 획의 개수도 많기 때문에 필기의 시간 정보가 중요하다. 또한 온라인 필기는 잡음이 거의 없기 때문에 대용량의 자료 분석 시 유일한 단안이다[2,4,5].

본 논문은 먼저, 필기 자료의 수집을 위한 도구와 방법을 설명하고 글자 단위의 분석과 결과, 자소 단위의 분석과 결과를 설명하고 끝으로 결론을 맺는다.

2. 필기 자료의 수집 방법

현재 대학 1 학년에 재학 중인 교육대학교 2000 학년 50명의 학생을 대상으로 필기 자료를 수집하였

다.

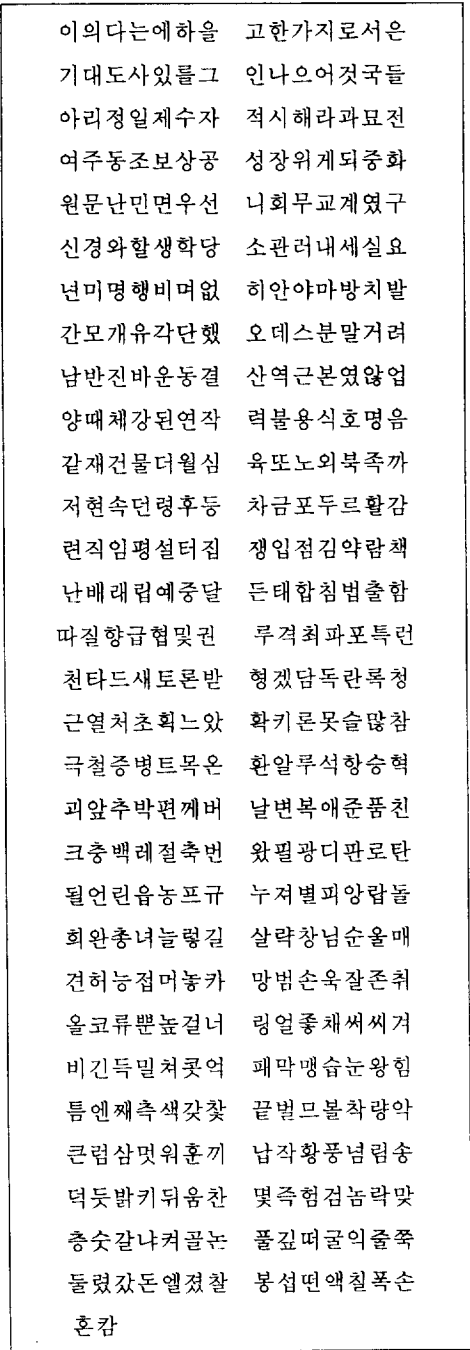


그림 1. 한글 필기 찾기 상위 422자

*의. 38									
35	53	35	52	35	52	33	52	32	54
30	57	29	60	28	64	29	68	31	71
33	72	36	71	39	70	43	67	45	64
47	62	48	58	48	55	47	53	45	52
42	51	39	52	36	54	34	56	34	57
-2	57	68	49	67	49	67	52	68	58
69	65	69	71	69	76	69	79	69	82
69	83	69	84	-2	84				
*의. 49									
38	52	38	52	37	52	35	54	34	58
33	62	33	64	34	66	36	67	39	67

그림 4. 한글 필기 궤적 파일의 내용

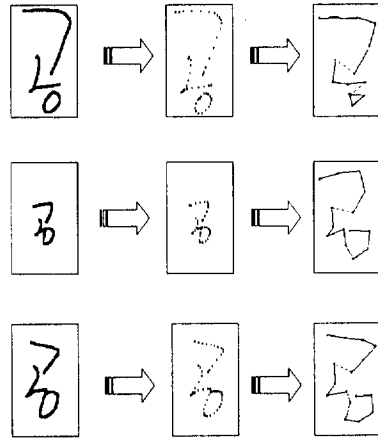


그림 5. 온라인 필기의 전처리의 예

3. 필기분석을 위한 전처리

본 연구의 필기 수집 과정은 종이 위에 연필로 필기하는 것과는 자연스러움에 차이가 있고, 기계적 변환 절차를 거치기 때문에 필기자의 의도와는 다른 잡음이 포함될 수 있다. 이를 제거하는 분석에 앞선 전처리가 필요하다. 본 연구에서는 분석에 따라 선택적으로 평활화(Smoothing), 공간 필터링(Filtering), 크기 정규화(Normalization) 등의 전처리를 수행하였다[2,8,9].

필기자가 보는 화면의 필기는 사실상 점열들의 연결에 의한 그려진 도식에 불과하다. 기계적으로는 등간격의 시간으로 추출된 x, y 좌표 수치열이다. 그림 5는 필기자의 필기, 점열의 표현, 전처리 후의 재구성된 선분의 표현을 차례대로 나타내고 있다.

평활화는 필기 중에 발생할 수 있는 전자펜의 흔들림을 최소화한다. 전자평판과 펜의 재질 때문에 필기자의 의도와는 다른 필기 좌표의 왜곡을 찾아 이를 제거하는 과정이다. 이 과정을 거치면 거친 필기 궤적이 보다 매끄러운 형태로 바뀐다. 본 논문에서는 아래와 같은 Ellozy 평활화를 사용하여 시간적으로 이웃한 점들을 평활화하였다[9].

$$x_i = (-3 x_{i-2} + 12 x_{i-1} + 17 x_i + 12 x_{i+1} - 3 x_{i+2}) / 35$$

$$y_i = (-3 y_{i-2} + 12 y_{i-1} + 17 y_i + 12 y_{i+1} - 3 y_{i+2}) / 35$$

문자 인식 분야의 경우에는 워드 식의 평활화를 획에 반복 적용하고 있다[1,9]. 그러나, 본 연구는 패턴 정합과 인식이 연구의 목적이 아니기 때문에 1회만 적용하였다.

공간필터링은 필기 궤적 점열의 간격을 가지런히 하는 일이다. 전자평판은 필기 속도와는 무관하게 연속적으로 전자펜의 위치 좌표를 전송하기 때문에 경우에 따라서는 불필요하게 많은 점이 발생한다. 또한, 빠른 궤적의 이동시에는 상대적으로 적은 점들이 발생한다. 이러한 점열의 비균일한 간격은 필기 방향 특징 추출을 어렵게 한다. 공간 필터링은 정해진 간격의 점열이 분포 할 수 있도록 점을 삽입 혹은 삭제하는 동작이다. 점 삭제 공간 필터링 알고리즘은 그림 6 과 같다[2].

크기 정규화는 필기 글자의 다양한 크기를 정한 표준 크기로 변환하는 과정이다. 본 연구에서는 가로와 세로가 각각 100 과 120 화소의 크기를 표준으로 삼아 크기 정규화하였다. 정규화 과정은 필기 글자의 폭과 높이를 먼저 계산하고, 이 수치를 표준치와 비교하여 변환 비율을 결정한다. 이 변환 비에 따라 필기의 점열의 좌표의 x, y 값을 재계산한다. 이러한 전처리는 크기에 무관한 특징을 분석하는데 사용하였다.

4. 한글의 글자별 필기 분석

수집된 필기 자료를 대상으로 글자별 필기 분석을 수행하였다. 조사되는 글자의 필기 내용은 한글 필기 찾기 상위 422 자를 담고 있으므로, 본 연구의 조사는 전체 한글 필기의 특성으로 확장할 수 있다. 분석의 내용은 필기 시작의 방향, 필기의 폭과 높이의 비율, 글자를 이루는 획의 개수 등을 조사하였다.

필기시작의 방향을 360° 를 기준으로 나누어 그 분포를 조사하였고 표 1 과 같다. 표에서 보듯이 대부분의 한글 필기는 20° 와 230° 의 사이각 영역에서 필기가 시작됨을 나타내고 있다(그림 7). 한글의 필기 순서는 초성, 중성, 종성의 자소로 이루어 지기 때문에, 이러한 필기 특성은 초성 자소의 필기 특성이기도 하다. ‘ㅇ’, ‘ㄱ’, ‘ㄴ’ 자소 등을 제외하면 대부분의 자소는 이와 같은 특성을 만족한다.

필기자의 한글 필기의 크기는 다양하다. 더구나, 한글의 경우는 여러 개의 자소를 하향식으로 쌓아가는 방식이므로 일반적으로 글자의 폭보다는 높이가 보다 크다고 알려져 있다. 수집된 한글 필기의 폭과 높이를 조사하여 그 비율을 계산하여 보았다. 표 2 는 이 결과를 보여주며, t 의 값은 높이를 폭으로 나눈 값이다. 표에서 알 수 있듯이 대부분 사람의 한글 필기는 t 의 값이 0.9 에서 1.6 사이가 전체의 73 % 이상을 차지함을 알 수 있었다. t 의 값이 1.3 에서 1.4 사이가 최고조의 곡선 분포임이 밝혀졌다.

글자를 이루는 획의 개수는 표 3 과 같이 조사되었다. 같은 자소라도 사람에 따라 쓰는 형태가 틀려 자소를 구성하는 획의 수도 천차만별이다. 조사의 내용에서 보듯이 한글 글자 필기의 대부분 4에서 6획으로 이루어짐을 알 수 있다.

```
do {
    Pdelete = NO ;
    // 점열 제거 발생여부를 나타내는 flag변수
    count = 0 ; //buffer counter의 초기화
    buf.point[count].x = Stroke.point[0].x ;
    //획의 첫점을 buffer에 저장
    buf.point[count].y = Stroke.point[0].y ;
    for (i = 1 ; i < Stroke.NumOfPnts - 1 ; i++)
    {
        (void) Conv_F2D(&PA, Stroke.point[i]);
        //획의 i번째 점 추출
        (void) Conv_F2D(&PB, buf.point[count]);
        //buffer의 최종 점 추출
        Dist = (int) Distance(PA,PB) ;
        //두점 사이의 거리를 구함
        if ( Dist > gab )
            //지정 임계치보다 작은가를 검사함
            {
                count++ ;
                buf.point[count].x = Stroke.point[i].x ;
                //buffer에 저장
                buf.point[count].y = Stroke.point[i].y ;
            }
            else
                Pdelete = YES ; //점열제거가 필요함을 표시
    }
    count++ ;
    buf.point[count].x = STR.point[i].x ;
    //획의 끝점을 buffer에 저장
    buf.point[count].y = STR.point[i].y ;
    for ( i = 0 ; i < Stroke.NumOfPnts ; i++ )
        //buffer의 내용을 Stroke 자료구조로 복사
        {
            STR.point[i].x = buf.point[i].x ;
            STR.point[i].y = buf.point[i].y ;
        }
    } while ( Pdelete == YES ) ;
```

그림 6. 공간필터링(점제거) 알고리즘

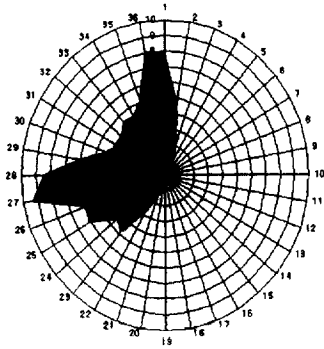


그림 7. 방향각에 의한 필기방향 표시

5. 한글의 자소별 필기 분석

한글 자소의 필기 특성을 분석하기 위해서 필기된 글자로부터 자소를 추출하는 일부터 시작하였다. 한글의 글자는 영어 알파벳의 일차원적인 연결과는 달리 자소들이 상·하·좌·우의 이차원 공간적인 배치를 갖는 복잡한 형태이다. 그런 이유로 글자의 기계적인 자소 추출은 상당히 어렵고, 현재의 컴퓨터 소프트웨어 기술로 정확성을 확보하는 것이 불가능하다. 그러므로, 본 연구에서는 앞서 수집한 50명의 한글 필기 자료 중에서 무작위로 10명의 필기자료를 선택하고 수 작업에 의한 자소 분리 작업을 수행하였다. 이를 위하여 그림 8 과 같은 자소 분리 응용 프로그램을 작성하였는데, 화면의 왼편에 글자 필기를 확대하여 점열을 중심으로 나타낸 그림이 뜨고 작업자는 그림 위에서 자소 분리점을 마우스로 지정하도록 하였다. 이 작업은 초성과 중성, 중성과 종성 자소의 필기 분기점을 찾고 각 분리 자소의 자소 코드를 오른편의 화면에서 선택하는 고된 작업이다. 422자 필기를 자소로 분리하기 위해서 1 사람당 대략 3-4 시간이 소요되었고, 이런 과정으로 분리된 자소들을 모아 별도의 파일을 작성하여 자소 분석에 사용하였다.

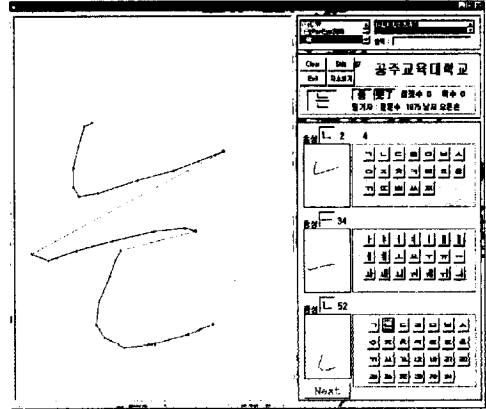


그림 8. 자소분리용 사용자 화면

먼저, 자소를 이루는 획의 개수를 조사하여 보았는데 대개 1획 혹은 2획으로 이루어지는 경우가 대부분이었다(표 4). 대부분의 필기자들은 필기의 간편성 때문에 획을 길게 가져가는 경향이 있는 것으로 판단된다.

글자 필기시의 폭과 높이의 비를 구한 것과 마찬가지로 자소의 경우에도 적용하여 보았다. 표 5는 자소 필기의 폭과 높이의 비율이다. 자소는 초성, 중성에 따라 구성 형태에 큰 차이가 있다. 그러므로, 초성, 중성의 종모음, 중성의 횡모음, 종성의 순으로 각기 다른 실험자료를 만들고 조사하였다. 초성 자소 필기의 경우는 표 6 에서 보듯이 t의 값이 0.8에서 1.3 사이가 주된 비중을 차지함을 볼 수 있다. 중성 자소의 경우는 종모음과 횡모음의 형태에 큰 차이가 있어 분리하여 분석하였다. 종모음의 경우는 표 7 에서 알 수 있듯이 t의 값이 2.9 이상의 경우가 30 % 이상임을 알 수 있는데, 일반적으로 종모음의 경우는 초성 자소의 우편에 상대적으로 작은 폭의 영역 내에 그려지기 때문으로 판단된다. 횡모음인 경우는 표 8 에서 보듯이 t의 값이 0.1 에서 0.8 까지 분포함을 알 수 있다.

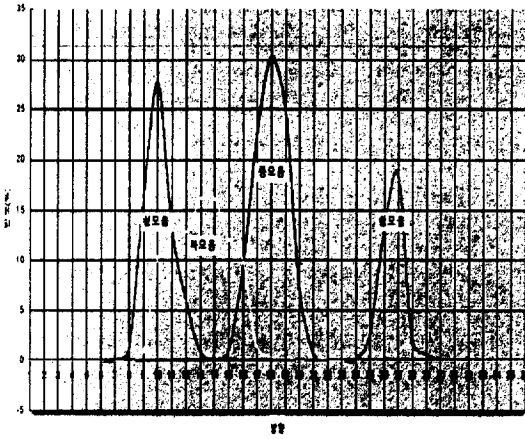


그림 9. 초성 자소와의 모음 자소별 위치 관계

한글의 경우는 자소 간에도 놓여지는 위치가 어느 정도의 일관성을 갖는다. 실제 필기에서는 이러한 제약과 규칙이 얼마 정도의 일관성을 갖는지 실험하였다. 일반적으로 초성과 중성 자소는 수직적인 위치에 큰 변화가 없으므로 초성과 중성과의 놓여지는 위치관계를 조사하였다. 방향값을 구하는 방법은 초성 자소의 외접사각형을 구하고 무게 중심점을 계산한다. 중성 자소 역시 동일한 방법으로 점의 좌표를 계산하고, 초성의 것과 연결하는 선분의 방향을 구하였다. 표 10 은 초성과 모든 중성 자소의 경우에 대하여 놓여진 방향값을 구한 것이다. 표 11 은 종모음의 경우인 데, 170° 에서 200° 의 사이각 영역 안에 대부분 놓여짐을 알 수 있다. 표 12 는 횡모음의 경우인 데, 100° 에서 110° 의 사이각, 260° 에서 270° 사이각 영역 안에 대부분 놓여짐을 알 수 있다. 표 13 은 복모음의 경우로 100° 에서 160° 의 사이각의 영역 안에 대부분 놓여짐을 알 수 있다. 이러한 모음 자소의 놓여지는 위치 관계를 그래프로 그려보면 그림 9 와 같다. 그림에서 알 수 있듯이 종모음, 횡모음, 복모음 모두 그 놓여지는 위치에 일관성이 있음을 알 수 있고 횡모음과 종모음의 놓여지는 방향은 확연히 구분됨이 발견되었다.

6. 결론

본 논문에서는 교육대학교 2000학번 학생들의 50 명의 한글 필기 자료를 분석하였다. 이를 위한 필기 자료 수집을 위하여 전자평판과 펜을 사용하였는데, 컴퓨터로 분석 가능하도록 하기 위함이다. 수집 필기 자료의 일반성을 확보하기 위하여 사람들이 자주 쓰는 글씨를 상위 422 자로 하여 필기하도록 하였다. 수집된 한글 필기 자료의 분석은 글자를 단위로, 자소를 단위로 나누어 수행하였다.

글자 단위의 분석에서는 글자를 이루는 획수, 글자 하나의 폭과 높이의 비, 글자를 시작하는 획의 방향 특징을 조사하였다. 본 분석을 통하여 한글 필기는 글자의 높이가 폭보다 1.3~1.4 배 크게 하고 있는 것으로 나타났으며, 필기의 시작은 보통 20° 와 230° 의 사이각 영역에서 시작하고, 사람들이 주로 쓰는 글씨는 4~6 획 정도로 필기 되는 경우가 주류로 밝혀졌다.

자소 단위의 분석에서는 자소를 이루는 획수, 초·중·중성별 필기의 폭과 높이의 비, 초성과 중성 모음의 위치 상관 관계를 조사하였다. 자소는 1 획으로 필기되는 경우가 제일 많았고, 자소 필기의 폭과 높이는 자소마다 다양하게 나타났다. 아마도 글자를 필기하면서 전체 글자의 필기 형태를 생각하여 상황에 따라 달리하는 경향이 있는 것 같다. 초성과 중성 자소의 위치 상관은 횡모음과 종모음의 경우 서로 구별되는 영역에 필기하는 것으로 나타났는데 종모음은 170° 에서 200° , 횡모음은 100° 에서 110° 의 사이각, 260° 에서 270° 사이각 영역에서 나타나는 특징을 보여 위치적인 구별을 보였다.

이러한 한글 필기의 형태 분석 결과는 현대인의 한글 필기가 어떤 형태를 띠고 있는 지에 관한 기초 자료로서 중요한 의미를 갖는다. 본 논문의 분석 자료는 한글 필기 지도를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 특히, 초등교사 양성을 목적으로 교육대학교의 국어교육과정에서 필기 지도에 필요한 자료로 사용되리라 기대한다. 또한, 한글 필기를 기계적으로 인식하고자 하는 분야에서 인식을 위한 유용한 특징으로 활용될 것이며 한글 자형 및 다양한 정보화 연구의 중요 기초자료가 되리라 생각한다.

참고문헌

- [1] 교양국어편찬위원회, 우리말·글·생각, 이화여대 출판부, 1995
- [2] 권오성, "스트링 정합을 이용한 흘려쓴 한글 필기의 온라인 인식", 중앙대학교 박사학위 논문, 1994년6월.
- [3] 남태현, 새한글 맞춤법, 연암출판사, 1992, pp.65-111.
- [4] 신봉기, 김진형, "은닉마르코프 모델을 이용한 온라인 필기 인식기의 설계", 제1회문자인식 워크샵 논문집, pp.189-194, 1993.
- [5] 최정훈, 권희용, 황희용, "통합 사용자 인터페이스에 관한 연구:인공 신경망 모델을 이용한 한글 필기체 On-line 인식", 제1회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 논문집, 1989, pp.103-109.
- [6] "한글 기계화 연구", 한글 기계화 연구소, 1975
- [7] A. Malaviya and L. Peters, "Fuzzy Feature Description of Handwriting Patterns," *Pattern Recognition*, Vol.30, No.10, 1997, pp.1591-1604.
- [8] A. Rosenfeld and E. Johnston, "Angle Detection on Digital Curves," *IEEE Trans. Comput.*, Vol. 22, 1973, pp. 875-878.
- [9] C. C. Tappert, "Speed, Accuracy, and Flexibility Trade-offs in On-Line Character Recognition," in *Character & Handwriting Recognition*, World Scientific, 1991, pp. 79-95.
- [10] C. C. Tappert, et al., "The State of the Art in On-line Handwriting Recognition," *IEEE Trans. on PAMI*, Vol.12, No.8, Aug. 1990, pp.787-803.
- [11] M. Ozaki, et al., "Fuzzy Theory in Character Learning CAI System", *Proceedings of the 2nd International Conference on Fuzzy Logic and Neural Networks*, Vol.2, 1992, pp.1073-1075.
- [12] P. S. P. Wang and A. Gupta, "An Improved Structural Approach for Automated Recognition of Handprinted Characters," in *Character & Handwriting Recognition*, World Scientific, 1991, pp.97-121.
- [13] T. Agui, M. Nakajima, T. K. Kim, and E. T. Takahashi, "A Method of Recognition and Representation of Korean Character by Tree Grammar," *Trans. on PAMI*, Vol. PAMI-1, No. 3, July 1979, pp.245-251.
- 권오성
1987년2월 한남대학교 컴퓨터공학과졸업(공학사)
1989년2월 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과졸업 (공학석사)
1994년8월 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과졸업 (공학박사)
1995년3월-8월 남서울대학교 전자계산학과 전임강사
1995년9월부터 현재, 공주교육대학교 실과교육과 조교수,
전산소 연구부장, 정보교육학회 이사

표 1. 글자 필기의 시작 방향

방향	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
%	7.77	4.69	2.05	0.99	0.51	0.21	0.18	0.11	0.14	0.02	0.05	0.07	0.02	0	0.02	0.05	0.05	0.06
방향	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
%	0.25	0.53	1.29	2.62	4.74	4.37	6.03	5.82	9.27	8.37	5.96	4.3	3.73	3.89	4.46	4.35	5.01	8.02

표 2. 글자필기의 폭과 높이의 비율

높이/폭	$t \leq 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도(%)	0	0	0	0	0	0.12	0.81	1.84
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도(%)	3.27	6.49	8.04	11.07	13.44	14.26	12.3	7.6
높이/폭	$1.6 < t \leq 1.7$	$1.7 < t \leq 1.8$	$1.8 < t \leq 1.9$	$1.9 < t \leq 2.0$	$2.0 < t \leq 2.1$	$2.1 < t \leq 2.2$	$2.2 < t \leq 2.3$	$2.3 < t \leq 2.4$
빈도(%)	6.0	4.65	3.39	2.98	1.10	0.98	0.69	0.44
높이/폭	$2.4 < t \leq 2.5$	$2.5 < t$						
빈도(%)	0.08	0.45						

표 3. 글자의 획 개수

획수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
빈도(%)	0.66	5.06	17.39	24.28	22.81	14.58	7.43	2.53	0.94	0.24	4.08

표 4. 자소의 획 개수

획수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
빈도(%)	64.15	26.83	7.55	0.32	0.20	0	0.25	0.35	0.35	0

표 5. 자소필기의 폭과 높이의 비율

높이/폭	$t \leq 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도	0.84	1.00	0.75	1.99	4.31	5.55	7.59	8.35
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도	8.54	9.68	6.02	6.56	5.43	4.15	3.83	3.00
높이/폭	$1.6 < t \leq 1.7$	$1.7 < t \leq 1.8$	$1.8 < t \leq 1.9$	$1.9 < t \leq 2.0$	$2.0 < t \leq 2.1$	$2.1 < t \leq 2.2$	$2.2 < t \leq 2.3$	$2.3 < t \leq 2.4$
빈도	1.96	2.10	1.51	2.08	1.13	1.00	1.12	1.10
높이/폭	$2.4 < t \leq 2.5$	$2.5 < t \leq 2.6$	$2.6 < t \leq 2.7$	$2.7 < t \leq 2.8$	$2.8 < t \leq 2.9$	$t > 2.9$		
빈도	1.10	0.56	0.56	0.54	0.54	7.11		

표 6. 초성필기의 폭과 높이의 비율

높이/폭	$t < 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도	0	0	0	0.05	0.61	2.12	5.8	7.96
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도	14.80	18.11	10.64	12.43	9.11	6.86	6.12	4.25
높이/폭	$1.6 < t \leq 1.7$	$1.7 < t \leq 1.8$	$1.8 < t \leq 1.9$	$1.9 < t \leq 2.0$	$2.0 < t \leq 2.1$	$2.1 < t \leq 2.2$	$2.2 < t \leq 2.3$	$2.3 < t \leq 2.4$
빈도	2.94	2.25	1.06	1.47	0.53	0.37	0.20	0.12
높이/폭	$2.4 < t \leq 2.5$	$2.5 < t \leq 2.6$	$2.6 < t \leq 2.7$	$2.7 < t \leq 2.8$	$2.8 < t \leq 2.9$	$t > 2.9$		
빈도	0.04	0	0.08	0.04	0.04	0		

표 7. 종모음의 폭과 높이의 비

높이/폭	$t < 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도	0.06	0	0	0	0	0.06	0.19	0.9
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도	0.77	1.68	1.74	2.26	3.81	2.84	3.42	3.94
높이/폭	$1.6 < t \leq 1.7$	$1.7 < t \leq 1.8$	$1.8 < t \leq 1.9$	$1.9 < t \leq 2.0$	$2.0 < t \leq 2.1$	$2.1 < t \leq 2.2$	$2.2 < t \leq 2.3$	$2.3 < t \leq 2.4$
빈도	3.16	4.52	4.19	6.26	3.87	3.42	4.26	4.52
높이/폭	$2.4 < t \leq 2.5$	$2.5 < t \leq 2.6$	$2.6 < t \leq 2.7$	$2.7 < t \leq 2.8$	$2.8 < t \leq 2.9$	$t > 2.9$		
빈도	4.58	2.32	2.26	2.26	2.26	30.45		

표 8. 횡모음의 폭과 높이의 비

높이/폭	$t < 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도	6.14	7.37	4.91	10.49	15.06	11.37	13.73	9.38
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도	5.92	4.58	3.68	1.45	1.45	1.12	1.34	1.23
높이/폭	$1.6 < t \leq 1.7$	$1.7 < t \leq 1.8$	$1.8 < t \leq 1.9$	$1.9 < t \leq 2.0$	$2.0 < t \leq 2.1$	$2.1 < t \leq 2.2$	$2.2 < t \leq 2.3$	$2.3 < t \leq 2.4$
빈도	0.22	0.56	0	0	0	0	0	0
높이/폭	$2.4 < t \leq 2.5$	$2.5 < t \leq 2.6$	$2.6 < t \leq 2.7$	$2.7 < t \leq 2.8$	$2.8 < t \leq 2.9$	$t > 2.9$		
빈도	0	0	0	0	0	0		

표 9. 종성자소의 폭과 높이의 비

높이/폭	$t < 0.1$	$0.1 < t \leq 0.2$	$0.2 < t \leq 0.3$	$0.3 < t \leq 0.4$	$0.4 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 0.6$	$0.6 < t \leq 0.7$	$0.7 < t \leq 0.8$
빈도	0	0	0.35	2.13	7.83	12.27	13.54	15.03
높이/폭	$0.8 < t \leq 0.9$	$0.9 < t \leq 1.0$	$1.0 < t \leq 1.1$	$1.1 < t \leq 1.2$	$1.2 < t \leq 1.3$	$1.3 < t \leq 1.4$	$1.4 < t \leq 1.5$	$1.5 < t \leq 1.6$
빈도	12.21	11.81	5.93	6.16	3.74	3.05	2.25	1.32

