論文94-31B-1-12

Fuzzy 推論을 利用한 一派式 速記文字의 On-Line 認識에 關한 硏究

(A Study on an On-Line Il-Pa Shorthand Character Recognition Using Fuzzy Inference)

金 鎭 祐*, 張 基 興*, 金 道 鉉*

(Jin Woo Kim, Ki Heung Jang and Do Hyun Kim)

要 約

본 논문은 일파식 속기체를 온라인으로 입력 받아 인식을 하기위한 시스템을 개발하기위한 연구이다. 타블렛 보오드에 의해 측정된 좌표점을 이용하여 문자의 형태와 구성을 판별한 후, 퍼지 추론을 이용 인식된 문자들을 출력하게 된다. 속기체는 몇가지 기본 형태를 갖고 있는데, 각도와 길이에 따라 초성, 중성이 이루어지고 종성은 삐침으로써 처리된다. 본 시스템에서 길이와 각도, 직 곡선의 판별에 퍼지추론을 적용하였으며, 처리시간을 단축시키기 위하여 코드화된 표준 문자군을 구성하였다.

Abstract

In this paper, we develop an algorithm which recognizes Ilpa-style shorthand characters by on-line. It discriminates the structure of characters using coordinates which are measured by tablet board, then it outputs the recognized characters using the fuzzy inference rules. Shorthand characters have several forms, in which an initial or a middle sound depends on angle and length while a last sound is treated as a hook. We apply fuzzy inference rules to the discrimination of the length, the angle, the curve, and the straight line. We also built up a set of standard character codes in order to reduce the processing time.

Ⅰ. 서론

반도체 소자를 비롯한 전자산업의 발전에 따라 컴퓨터의 성능이 급격히 발전하고있다. 컴퓨터의 처리속도나 처리능력 등의 분야는 상당한 수준에 올라있으나 인간과 컴퓨터사이의 기계적인 거부감을 줄여가는 인간과 기계사이의 인터페이스에 대한 연구는 더욱 많은 노력이 필요하다. 이러한 노력중의 하나로 문자인식이 있는데 컴퓨터의 키보드를 제거하여 전자펜으로 키보드의 역할을 대신하게된다. 문자인식에는 입력방식에 따라 온라인 문자인식과 오프라인 문자인식 두가지로 분류할 수 있는데, 본 연구에서는 실시간 처리가 가능한 온라인 방식을 택하게 된다.

사람의 언어 구사 속도를 따라 기록을 해야 할 경우 일반적인 문자로는 그 속도를 따라가지 못하는 이유로 필기 속도를 높이고 정확하게 필기하기 위해 속

*正會員, 國民大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kookmin Univ.)

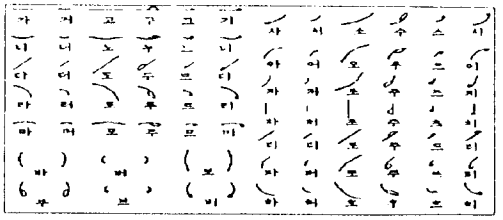
※ 본 논문은 1993년도 국민대학교 교내 연구비 지원에 의해 수행 되었습니다.
接受日字 : 1993年 6月 18日

기문자가 나타나게 되었다.[1] 속기호는 선과 점으로 구성되어 있고, 선은 직선과 곡선 그리고 방향에 따라 구분되며,한글의 사용 빈도에 따라 효과적 배치로 쓰기 쉬운 기호로 만들어진 것이다.[1] 본 연구에서의 인식대상인 일파식 속기 문자는 초성의 경우 획의 각도와 획이 직선인가 곡선인가에 따라 각각의 문자로 나뉘고 중성의 경우는 획의 길이와 획에 첨가되는 원의 크기에 따라 나뉘게 된다.[1] 또한 겹모음과 받침의 경우에는 2 mm의 삐침과 점이 첨가되는 위치에 따라 나뉘는데 삐침의 경우에는 방향성분도 고려하여야 한다.

일파식 속기문자에서 모든 글자들은 표 1에 나타나 있는 기본문자를 약간 변형하거나 삐침, 원, 점(dot)의 첨가에 의해서 표현된다. 단, 속기문자가 일상의 대화를 기록해야 하는 문자이기 때문에 종성의 경우에는 'ㄲ', 'ㄹㄱ'등의 종성을 발음이 비슷한 대표발음 'ㄱ'으로 표기하게 된다.

속기문자를 쓸때는 정해진 규칙 즉, 길이나 각도 등을 필기자 마음대로 쓸 수는 없으며 규칙에 어긋나는 경우에는 문자로 취급하지 않으므로 기본원리를 따라야만 한다

표 1. 일파식 속기문자의 기본문자
Table 1. Fundamental Character of Il-Pa style Shorthand.



속기문자는 크게 수필속기 즉, 연필로 종이에 직접 써 내려가는 것과 타자기와 비슷한 기계를 컴퓨터와 연결해 자판을 누름으로서 원하는 단어가 입력되는 컴퓨터 속기로 나눌 수 있다. 수필속기는 컴퓨터 속기와는 달리 속기록을 작성하는 속기사와 속기록을 번역하여 문서로 만드는 번문사가 필요하게 되는데 이 때 속기록을 번역하는 시간이 작성하는 시간의 약 10배 가량 걸리게 된다.

본 연구는 이러한 시간을 온라인으로 실시간처리하여 시간 낭비를 줄이고 속기록 작성 후 다시 문서로 만들어야하는 번거로움을 없애기 위한 속기문자인식 시스템 개발에 앞서 낱글자 인식을 목적으로 한다.

퍼지이론이 한글이나 영문자인식에 적용되왔던 사례는[9] 많았으나 본 연구에서는 속기문자인식에 퍼지이론의 적용을 시도하고, 속기문자를 인식하려 한다.

Ⅱ. 전처리 단계

타블렛 디지타이저(tablet digitizer)로부터 들어온 입력 데이타를 그대로 인식하기에는 여러 문제점들이 생긴다. 그렇기 때문에 인식하는데 불필요한 데이타를 줄이고 인식율을 높이기 위해 입력데이타는 전처리 단계를 거쳐 인식에 필요한 데이타만을 갖게 된다.[2] 전처리 단계에서는 평활화(smoothing) 필터링(filtering) 혹제거(dehooking) 등을 하게 되는데 이들중 평활화(smoothing)는 가장 먼저 행해지는 단계로 필기할때에 떨림이나 기계적인 잡음으로 생기는 불규칙한 획을 처리하게 된다. 본 연구에서는 C.C.TAPPERT 가 사용한 현재점을 포함한 다섯점에 가중치를 적용한 가중 평균법으로 현재점을 대체하는 방법을 사용하였다.[2] [8]

$$X_i = \frac{-3X_{i-2} + 12X_{i-1} + 17X_i + 12X_{i+1} - 3X_{i+2}}{35}$$

필터링(filtering) 또는 샘플링(sampling)은 점들로 구성된 입력획을 어떠한 규칙에 따라서 특징있는 점들만을 표시한다.

필터링의 방법으로는 일정한 거리에 따라 좌표를 받아들이는 거리에 의한 방법과 실험적으로 주어지는 한계치 각도와 비교하여 획의 변화율에 따라 좌표를 표시하는 각도에 의한 방법이 있다.[2]

거리에 의한 방법의 경우 갑작스런 필기방향의 변화등에서는 굴곡점이 없어지기 때문에 인식하는데 필요한 정보를 잃어버릴 수가 있다. 그러므로 거리에 의한 필터링의 경우에는 중복점과 인식에 불필요한 근접한 점의 좌표를 제거할 수 있고 굴곡부분의 왜곡을 최소화 할 수 있는 한계치 값을 설정해야 한다. 거리 필터링후 각 필터링을 할 경우에는 굴곡점을 놓쳐 굴곡부분에서 왜곡이 생기는 현상이 발생된다.

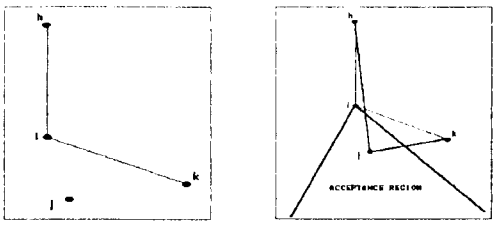


그림 1. 필터링을 향상시키기 위한 적용 범위
Fig. 1. Acceptance region for improved filtering.

그림 1은 이러한 예로써 왜곡점 i대신 굴곡점 j를 대체 시켜주어야 한다.

점 i의 필기방향 변화값이 한계치를 초과하면 점 i와 점 k사이의 점들 중 그림 16의 적용범위 내에 있고 h로부터 가장 멀리 있는 점을 택한다. 이때 점 i를 무시하고 점 j로 대체함으로써 굴곡점을 보정하게 된다. [2] [8]

본 연구에서는 입력획의 좌표를 받아들여 시간적으로 앞선 점의 좌표에 대한 변화량에 따라 필터링을 수행하였다. 이렇게 하여 굴곡점 부분을 최대한 표현하고 무의미한 점들은 제거 하였다.

혹은 부정확한 펜의 동작에 의해서 생기는데 대부분 획의 시작과 끝에서 발생한다. 이런 혹은 인식대상인 문자와 상관없는 것이므로 제거를 해야한다. 특히, 속기문자에서는 받침이나 겹모음에 사용되는 삐침이 발생되는데 이러한 의식적으로 생기는 삐침과 부정확한 동작으로 생기는 혹을 비교하여 제거하게 된다.

전처리 단계의 혹 제거과정은 심한 경우에 한하여 처리되고 미소한 혹들은 인식부분에서 방향과 길이에 대한 정보를 포함하고 있는 삐침과 비교하여 인식대상에서 제외시키게 된다.

평활화 필터링 혹제거를 거친 획은 인식에 필요한 대표점들을 추출해 내야 하는데 속기 기본 문자의 특성상, 획의 시작 좌표와 마지막 좌표, 교점이 있을 경우 교점의 좌표, 그리고 가장 우측에 있는 좌표, 가장 좌측에 있는 좌표, 가장 윗쪽과 아랫쪽에 있는 좌표, 총 일곱 가지의 좌표를 추출하여 인식을 위한 알고리즘을 거치게 된다.

Ⅲ. 인식단계

전처리 단계를 거친 입력 획은 인식에 필요한 정보만을 포함하고 있다. 이러한 정보를 바탕으로 인식단계에서 초성과 중성, 종성을 판독하게 된다. 이들 각 부분을 단계화 하여 판독하게 되는데 여기에 1차인식과 2차인식에 퍼지 이론을 적용하여 표 1에 나타난 기본문자를 인식하고 3차인식에서 기본문자의 변형과 삐침, 원, 점(DOT)을 판독한다.

본 연구에서는 기본원리에 맞게 써야한다는 속기문자의 특성으로 다른 문자와는 달리 각도와 길이에 대한 허용 오차를 없애고 MANDANI의 추론법1에서 계산이 편하고 범종형과 비교하여 성능에 있어서 거의 차이가 없는 삼각형 소속함수를 사용하고, 퍼지 추론된 결과값을 비퍼지화 하는 방법으로는 최대값 방법을 이용 하였다. [3] [4] [5] [6] [7]

1. 1차인식

1차인식 단계에서는 표 1의 기본문자들 중 첨가된 원이 없는 문자들을 판독하게 된다. 즉, 입력 획의 길이와 방향, 직곡선에 대해 퍼지 추론하여 'ㅏ' 'ㅓ' 'ㅗ' 열자의 문자들을 인식하게 된다.

각도에 대한 소속함수는 각각의 각도를 변환하여 그림 2에 나타내었다.

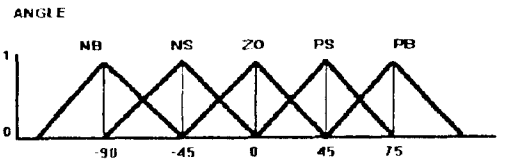


그림 2. 각도에대한 소속함수
Fig. 2. Membership Function of the Angle.

길이에 대한 소속함수의 경우에는 0.5Cm, 1Cm, 1.5Cm와 자미에 삐침이 붙는 경우를 고려하여 0.7Cm, 1.2Cm, 1.7Cm 를 첨가하여 그림 3에 나타난 바와 같이 표현된다.

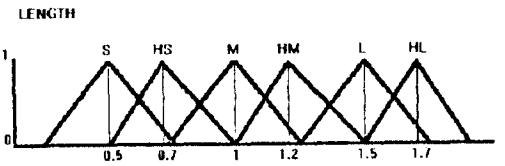


그림 3. 길이에 대한 소속함수
Fig. 3. Membership Function of the Length.

입력획에 대한 각도 성분과 길이 성분을 판독한후 그 획이 직선인가 곡선인가를 판독하게 된다. 우선 직 곡선 판단을 위하여 전처리 단계를 거친 필터링 좌표들을 P1, P2, …Pi (i=1,2,…,n) 이라 하면 그림 4의 경우

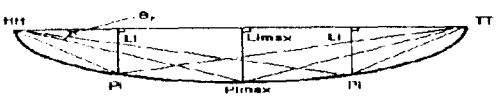


그림 4. 직 곡선 판독
Fig. 4. Recognition of the Straight and the Curve Line.

HH좌표와 TT좌표 사이의 좌표값들로써 HH좌표와 TT좌표 그리고 Pi(i=1,2…,n)좌표로 삼각형을 만

들어 그 삼각형의 높이 Li(i=1,2…,n)의 크기를 측정하게 된다.

이렇게 측정한 길이를 비교하여 최대값 Limax를 구한다. 여기서 Limax 의 값을 실험적으로 얻어진 한계값과 비교하여 Limax값이 한계값보다 클때는 곡선으로 판단하고 한계값보다 작을 때에는 직선으로 판단하게 된다.

곡선으로 판단한 경우 상,하곡선 구분을 위해 입력획의 각도 성분과 비교하여 판별하게 된다. 입력획의 각도성분 즉, HH좌표와 TT 좌표의 각도가 θ_n이라 하고 Limax인 좌표를 Pimax라 할때 HH와 Pimax를 잇는 가상선의 각도 θp와 θn을 비교한다. 그림 4의 경우에는 HH와 TT의 가상선을 기준으로 비교하기 때문에 θn은 0이 된다. 두 각도의 차를 그림 4의 x축으로하고 소속함수를 정하여 퍼지추론하게 된다.

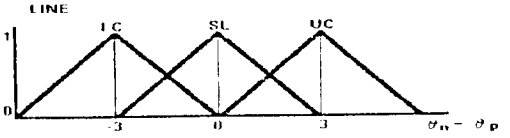


그림 5. 직 곡선에 대한 소속함수
Fig. 5. Membership Function of the Straight and the Curve Line.

본 연구에서는 불필요한 출력문자 코드를 줄이기 위해 길이, 각도, 상 하곡선에 대해 퍼지추론 하였다. 입력값에 해당되는 규칙들을 MIN연산을 취하여 그들의 MAX연산으로 합성, 최대값 방법으로 비퍼지화 하여 코드값을 출력하게 된다.

이와 같이 1차 인식에서는 입력획의 길이와 방향, 직 곡선을 판단, 퍼지추론하여 기본문자를 인식하게 된다. 그 외에 자미에 첨가되는 원 이나 삐침, 점(dot)의 첨가는 2차인식과 3차인식에서 다루게 된다.

1차 인식단계에서 사용되는 퍼지규칙은 다음과 같이 90개의 규칙으로 이루어 진다

R 1 : if ANGLE is PB and LENGTH is S and LINE is LC then CODE is C 1.
R 2 : if ANGLE is PB and LENGTH is S and LINE is SL then CODE is C 2.
R 3 : if ANGLE is PB and LENGTH is S and LINE is UC then CODE is C 3.
R88 : if ANGLE is NB and LENGTH is HL and LINE is LC then CODE is C88.
R89 : if ANGLE is NB and LENGTH is HL and LINE is SL then CODE is C89.
R90 : if ANGLE is NB and LENGTH is HL and LINE is UC then CODE is C90.

2. 2차인식.

1차인식 단계에서는 그림 4에서 시작점 이면서 가장 좌측점인 HH와 가장 우측 좌표인 TT 사이의 좌표를 이용 하였으나, 2차 인식 단계에서는 TT에서부터 획의 마지막 좌표인 HT사이의 , 필터링된 좌표를 이용하게 된다.

1차 인식에서의 곡선 판단과 마찬가지로 삼각함수를 이용하여 첨가된 원의 형태를 판독하게 된다.

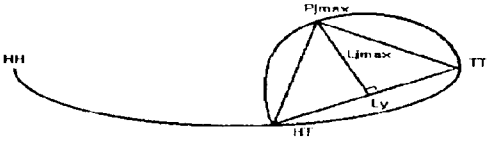


그림 6. 첨가된 원의 크기 판독
Fig. 6. Recognition of the Size Added Circle.

그림 6에서 HT,TT 사이의 좌표를 Pj(j=1,2…..m)이라할때 HT,TT,Pj로 이루어지는 삼각형의 높이 중 최대 높이를 Ljmax라 한다. 여기서 Ljmax를 Lz라하고 HT와 TT사이의 거리를 Ly라 하여 두개의 길이에 의해 원의 크기와 형태가 결정된다

2차인식에 필요한 소속함수는 그림 7, 그림 8에 나타나 있고 퍼지 규칙은 표 2에 나타나 있다.

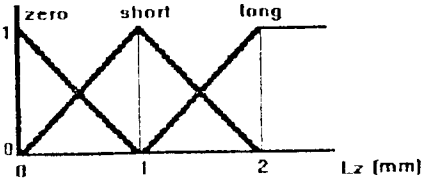


그림 7. Lz에 대한 소속함수
Fig. 7. Membership Function of the Lz.

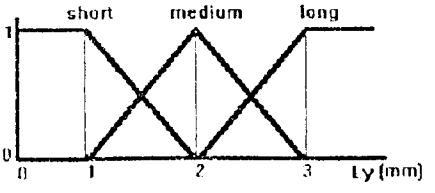


그림 8. Ly에 대한 소속함수
Fig. 8. Membership Function of the Ly.

2차 인식에서의 퍼지 추론방법은 1차 인식과 같은 방법으로 행해지며 비퍼지화 방법도 1차 인식과 같은 방법으로 행해지게 된다.

표 2. 퍼지규칙
Table 2. Fuzzy Rule.

R1 : if Lz is zero and Ly is short then WON is Hook
R2 : if Lz is zero and Ly is medium then WON is Hook
R3 : if Lz is zero and Ly is long then WON is Hook
R4 : if Lz is short and Ly is short then WON is Small
R5 : if Lz is short and Ly is medium then WON is Medium
R6 : if Lz is short and Ly is long then WON is Big
R7 : if Lz is long and Ly is short then WON is Small
R8 : if Lz is long and Ly is medium then WON is Medium
R9 : if Lz is long and Ly is long then WON is Big

퍼지 규칙중 "WON is HOOK"으로 표현된 규칙은 필기자의 부주위로 생긴 혹 이나 종성, 겹모음을 나타내는 삐침으로 간주하여 3차 인식 단계에서 삐침에 대한 판독을 한다 2차 인식을 마친 입력 획은 표 1에 나타나 있는 일파식 속기 문자의 기본문자 84 자와 겹모음 "ㅐ" 열자, 종성'ㅁ' 받침의 경우의 'ㅐㅁ' 열자를 인식한다.

3. 3차 인식

1차 인식과 2 차인식을 거쳐 판독한 기본문자에 첨가되는 삐침, 점(dot)등을 3차 인식에서 다루게 된다. 속기 문자에 있어서 종성과 겹모음은 각각의 글자에 따라 표현방법이 다르기 때문에 세부 분류하여 처리하게 된다.

1) 겹모음

속기문자로 겹모음을 표현하는 방법은 기본문자를 변형하여 새로운 문자로 표현하거나 원래의 기본문자에 대해 삐침을 첨가하여 표현하는 두가지로 나눌수 있다. 기본 문자의 변형의 경우에는 'ㅐ', 'ㅔ', 'ㅚ' 열자가 해당되는데 'ㅔ' 열자의 경우 1차 인식과 2차 인식단계에서 처리하게 된다. 'ㅐ' 와 'ㅚ' 열자의 경우에는 2차인식단계에서 혹으로 처리되고 3차인식 단계에서 판독하게 된다.

삐침에 의해 표현되는 것으로는 거듭음자(ㅑ, ㅕ, ㅛ), 유음자(ㅘ,ㅝ), 합용음자(ㅟ,ㅙ)가 있는데 이들은 "ㅠ" 열자를 제외하고는 기본 획과 분리되어 펜-다운(PEN-DOWN)과 펜-업(PEN-UP)이 두번 나타나게 된다. 이때 두번째획의 시작점의 위치를 기본획의 중간지점인가를 체크하고 획의 길이와 각도성분을 판독하여 인식하게 된다.

여기서 'ㅠ' 열자는 삐침을 기본획과 더불어 하나의 획으로 표현이 가능하다. 그러므로 위의 방법으로는 판독이 불가능하다.

위에 나타난 '뉴' 글자의 경우에는 하나의 획으로 표현되므로 삐침이 기본획을 거쳐서 표현되기 때문에 겹쳐지는 좌표를 갖고 삐침의 길이와 방향을 판독하게 된다.

2) 종성(받침 글자)

일파식 속기문자에서의 종성은 대표 발음으로 표기하는 특성을 갖고 있다. 그러므로 속기에서 사용되는 종성은 'ㄱ', 'ㄴ', 'ㄹ', 'ㅁ', 'ㅂ', 'ㅅ', 'ㅇ' 7 가지만을 사용한다. 이들 받침들은 자두에 첨가되는 삐침, 자미에 첨가되는 삐침, 자두에 첨가되는 원, 거듭부호로 중간을 잘라서 교체시키는 방법 그리고 예외적인 방법등으로 표현된다.

종성 'ㄱ' 과 'ㅁ'은 자두에 첨가하여 표현되는데 'ㄱ'의 경우에는 초성 문자열에 따라 첨가되는 삐침의 위치가 바뀌게 된다. 그렇기 때문에 각 문자에 따라 판독 위치를 달리하여야 한다. 우선 첨가되는 삐침을 기본획과 비교하여 판독하고 삐침의 각도와 기본획의 각도로 삐침의 위치를 파악하여 인식하게 되고, 'ㅁ' 받침의 경우에는 자두에 작은 원이 첨가되기 때문에 2차 인식단계에서 사용하는 원의 크기 판별 알고리즘을 이용하여 자두의 작은원을 판독하게 된다.

또 자두나 자미에 첨가되는 삐침의 경우에는 입력획의 필기 방향과 삐침의 방향이 같을때 사람의 육안으로도 구별하기 어렵다. 따라서 이러한 경우 입력획의 길이가 삐침을 포함한 길이로 판독되어 1차 인식단계에서의 길이에 대한 소속함수를 HS, HM, HL로 분류하여 같은 방향의 삐침이 첨가된 문자를 구분

하였다. 그 외의 기본획과 다른 방향의 삐침들은 각 삐침에 대해 길이와 방향성분을 추출하여 인식하게 된다.

대표받침으로 표현되는 "닭" 이라는 속기문자와 기본문자와 같은 방향의 삐침이 첨가되는 "찰"이라는 속기문자가 그림 9에 나타나 있다.

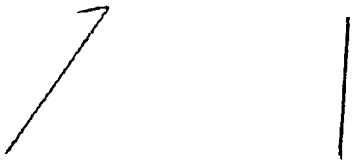


그림 9. "닭"과 "찰"의 속기문자
Fig. 9. Shorthand char. "dak" and "chal".

"닭"의 경우는 길이가 1Cm인 "다"에 2mm의 삐침이 첨가된 속기문자로 출력문자는 "닭"의 대표발음인 "닥"으로 출력하게 된다.

그리고 "찰"의 경우에는 기본획과 같은 방향의 삐침 첨가로 입력 획의 총길이가 1.7Cm로 입력되어 삐침이 첨가된 문자로 판독한다. 위에 나타난 방법으로 대부분의 받침들은 판독되지만 예외적인 방법으로 쓰이는 글자들은 다음과 같다.

'ㅋ', 'ㅁ', 'ㅇ', 'ㄹ'

위의 네가지는 기본문자를 변형하여 첨가된 원을 벌려 표현하거나 크기를 두배로 하여 표현하기 때문에 2차 인식단계에서 처리하게 된다.

3) '카' 열자와 된소리 글자

'카' 열자와 된소리 글자는 기본획의 상 하에 점(dot) 으로 표현하게 된다. '카' 열자의 경우에는 '가' 열자와 같은 방법으로 필기하기 때문에 '가'열자의 중간 위 2mm 지점의 삐침이나 점(dot)을, 된소리 글자는 해당단음자의 중간 아래 2 mm 지점의 삐침이나 점 (dot)을 체크하여 인식하게 된다 .

Ⅳ. 실험 결과

온라인으로 문자를 입력하는 방법은 타블렛(Res : 1016 Line per Inch, lpi) 상의 7Cm X 7Cm 영역에 글자의 위치를 고려하지 않고 필기하도록 하였고 IBM-PC 386을 이용하여 실험하였다.

본 실험의 대략적인 알고리즘은 다음과 같다.

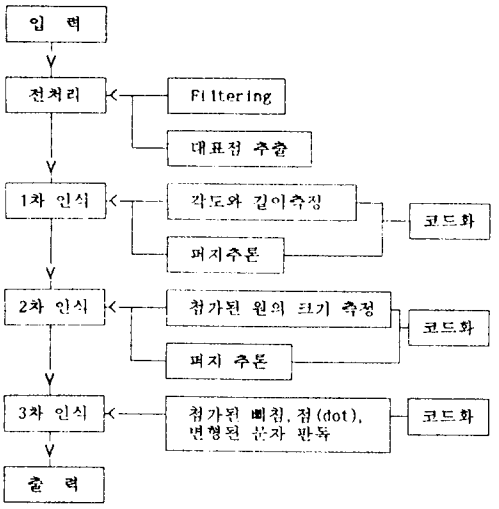
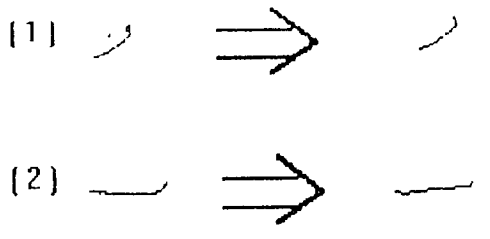


그림 10. 본 실험의 계통도
Fig. 10. Flow Chart 1.

타블렛으로 부터 문자가 입력되면 전처리 단계에서 필터링하여 입력 문자의 대표점을 추출하고 1차 인식 부분에서 각도와 길이, 직 곡선을 측정, 퍼지추론하여 초성과 중성이 유사한 문자군으로 분류된다. 그리고 2차 인식에서는 1차 인식에서 알아낸 각도와 길이, 직 곡선에 대한 정보를 바탕으로 획에 첨가된 원의 크기를 판별하는데 여기에도 1차 인식에 적용된 퍼지 추론법을 이용하게 된다.

3차 인식단계에서는 받침과 겹모음을 표현하는 삐침을 판독하여 위 단계의 정보에 추가되고 각 단계에서 입력문자에 대한 코드값에 따라 그에 해당하는 한글문자를 출력하게 된다. 본 실험은 비전문가에게 의뢰하여 속기 문자 형식을 따라 필기하도록 하였고 비전문가인 점을 감안하여 필기속도는 무시하고 문자의 형태에 비중을 두었다.

완성형 한글 2350자들중 대표발음 받침에 포함되는 문자를 제외한 2113자를 필기한 결과 74 % 의 인식율을 얻었고 문자 입력후 출력까지 걸리는 시간은 최고 0.09초가 걸렸다. 오인식된 글자들을 살펴보면 다음과 같은 경우가 발생하였다.



[3]

Input Preprocessing Output

(1)과 (3)의 경우는 입력문자가 '시'와 '그'를 나타내는데 전처리를 거친 획이 '사'와 '거'로 표현되는데 이때에는 첨가된 작은원이 없어지거나 혹으로 처리되었다.

(2)의 경우에는 '곧'이라는 입력문자에 대해 '고'라는 문자로 처리되었는데 입력획과 비슷한 방향의 삐침을 인식하지 못하게 된다.

이러한 문자들은 전처리 단계에서 처리되는 입력획의 작은원을 필터링 하는 과정중에서 근접한 좌표를 잃어버려 혹이나 첨가된 원이 없는 경우로 간주하거나, 받침을 표현하는 삐침의 경우 입력획과 비슷한 방향의 삐침이 첨가되면 삐침을 분리하지 못하고 하나의 획으로 인식하는 경우가 생기게 된다.

Ⅴ. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 일파식 속기문자를 온라인으로 인식하기 위한 퍼지 알고리즘을 제시 하고 IBM-PC 및 타블렛을 이용하여 실험하였다.

본 연구를 통하여 한글 문자인식과 영문자인식에 사용되는 퍼지이론을 속기문자에 적용 하여 74%의 인식율을 얻었고, 0.09초의 최대 처리속도를 얻었다.

속기문자의 낱글자를 인식하는 과정에서 인식하지 못한 문자들은 다음과 같은 공통점들을 발견할 수 있었다.

첫째, 작은원이 첨가된 문자의 경우 필터링한 획이 일정하지 않은것을 발견하였다. 이것은 타블렛상에서의 해상도에 따라 작은원의 근접한 좌표들이 무시되어 이 점들을 2차인식 단계에서 혹이나 첨가된 작은원이 없는 문자로 판별하는 경우가 생겼다.

둘째, 받침을 표현하는 삐침의 경우 기본문자획과 비슷한 방향일때 삐침과의 구분이 어려운 경우가 발생한다.

앞으로는 전처리 단계를 더욱 연구하여 이러한 문제점들을 보완하고, 이어쓰기의 경우 글자를 분리하는 방법과 약기의 인식부분에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

[1] 장기태, "일파식 실용속기", 송원문화사

[2] 구본석 전병환 박명수 김성훈 안진모 김재희, " PEN 컴퓨터의 문자인식을 위한 전처리 기법에 관한 고찰", 1991년 9월 전자공학회논문집 제 28 권 제 9 호

[3] A.Kaufmann, "Introduction to The Theory of Fuzzy Subsets", Volume 1 Fundamental Theoretical Elements, Academic Press,Inc. 1975

[4] Bart Kosko, "Neural Networks and Fuzzy Systems", Prentice-Hall,Inc. 1992

[5] Witold Pedrycz, "Fuzzy Control and Fuzzy Systems", Research Studies Press LTD. 1989

[6] 박민용 최항식 Sugeno "퍼지 제어 시스템" 대영사

[7] 이광형 오길록 "퍼지이론 및 응용, 1권 : 이론" 홍릉과학출판사

[8] C.C.Tappert " Speed, Accuracy, and Flexibility Trade-Offs in On-Line Character Recognition " pp. 79-96 Character & Handwriting Recognition World Scientific Series in Computer Science - Vol.30

[9] 최용엽 최갑석 "Fuzzy 추론을 이용한 온라인 필기체 한글문자 인식에 관한 연구", 1990년 11월 전자공학회논문지 제 27 권 제 11 호, pp 103-110

[10] 김진우 김상근 장기홍 김도현 "Fuzzy 추론을 이용한 일파식 속기문자의 On-Line 인식에 관한 연구", 대한전자공학회 1992년도 추계종합학술대회 논문집 Volume15, Number 2, pp 682-685

[11] 김진우 장기홍 김상근 김병화 풍의섭 김도현 "Fuzzy 추론을 이용한 일파식 속기문자의 On-Line 인식에 관한 연구", 대한전자공학회, 1993년도 제어계측연구회 합동학술연구발표회 논문집, pp 102-105

著 者 紹 介

金 道 鉉(正會員)

1963年 3月 ~ 1967年 2月 경북대학교 사범대학 물리학과 이학사. 1970年 3月 ~ 1972年 2月 성균관 대학교 경영 대학원 정보처리학과 석사. 1974年 3月 ~ 1983年 2月 서울대학교 대학원 전자공학과 석사,박사. 1977年 9月 ~ 1985年 2月 명지대학교 공과대학 전자공학과 부교수. 1985年 3月 ~ 현재 국민대학교 공과대학 전자공학과 교수. 1991年 8月 ~ 1993年 3月 국민대학교 전자계산소, 전산정보원 소장, 원장. 1992年 3月 ~ 현재 대한전자공학회 평의원, 편집위원장. 1994年 1月 ~ 현재 대한전자공학회 상임이사(교육). 1993年 8月 ~ 현재 국민대학교 공과대학 학장. 주관심분야는 제어공학, 적응제어, Neural-Fuzzy 제어, Chaos theory 등임.

張 基 興(正會員)

1967年 4月 30日生. 1993年 8月 국민대학교 전자공학과 졸업(공학학사). 1993年 9月 ~ 현재 동보엔지니어링 근무. 주관심 분야는 공장자동화 및 로보틱스 등임.

金 鎭 祐(正會員)

1968年 10月 2日生. 1991年 2月 단국대학교 전자공학과 졸업(공학학사). 1993年 8月 국민대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1993年 9月 ~ 현재 나라계전 근무. 주관심분야는 퍼지제어 및 패턴인식 등임.