

종횡비와 구조적 특징을 이용한 한글과 영어의 구별

전 일 수[†]·원 남 식[†]·이 두 한^{††}

요 약

본 논문에서는 다중 활자체에 적용 가능한 종횡비와 구조적 특징을 이용하여 한글과 영어를 구별하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법에서는 글자의 종횡비, 좌상단의 획이미지 존재 여부, 그리고 바(bar)를 입력 이미지에 대해 좌상우하의 순서로 진행해 가면서 바를 검출하고, 이를 이용하여 한글과 영어를 구별한다. 제안된 방법을 구현하여 실험해 본 결과, **한**에서 사용되는 명조체의 경우는 100.00%, 신명조체와 궁서체의 경우는 99.96%, 그리고 고딕체의 경우는 99.77%가 구별되었다.

Distinction of Korean and English Characters Using Aspect Ratio and Structural Characteristics

Il-Soo Jeon[†] · Nam-Sik Won[†] · Doo-Han Lee^{††}

ABSTRACT

This paper proposes an algorithm for distinguishing Korean and English characters which can be applied to multi-font by using of the ratio height to width of each character and the structural characteristics. The proposed algorithm distinguishes Korean and English characters as the aspect ratio, existing or not of stroke image on the left-upper area, and detection of a bar in an input image. The process of detecting bar is a sequence of left, upper, right, and lower. Experimental results yield 100.00% distinction rate for the Myungjo font, 99.96% for the Sinmyungjo font and the Kungseo font, and 99.77% for the Gothic font of Hanguel word processor.

1. 서 론

종이 위에 쓰여진 방대한 양의 정보를 키보드를 이용하여 컴퓨터에 입력하기 위해서는 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 이러한 경우에 효율적인 정보입력을 위해서 문서 상에 있는 글자를 인식할 수 있는 문자인식 시스템이 요구된다.

현재 국내외에서는 문서인식을 위해 각 나라의 문자를 인식할 수 있는 단일 문자 인식 시스템[1,2,3,4,5,6]이 많이 발표되었다. 그러나 우리가 접하는 문서의

대부분은 한글로만 쓰여지는 것이 아니라 한글과 영어 및 한자들이 혼용되어 쓰여진다. 그러므로 실용성 있는 문서인식을 위해서는 이들 혼용 문서를 처리할 수 있는 인식 시스템을 필요로 한다.

혼용 문서 인식을 위한 연구로서 한글과 한자로 쓰여진 혼용 문서를 인식하는 연구[7,8]가 발표되었다. 그리고 한글, 한자, 영숫자 및 특수기호와 같은 다양한 언어, 활자체 및 크기의 문자를 인식하는 시스템[9]이 발표되었다.

여러 나라 문자로 쓰여진 혼용문서를 인식할 수 있는 시스템은 기존의 단일문자 인식 시스템들을 결합하여 만들 수도 있다. 가령 한영 혼용문서 인식 시스템을 만들려면 기존의 한글 인식 시스템과 영어 인식 시스템

† 정 회 원 : 경일대학교 컴퓨터공학과 교수

†† 정 회 원 : 경동정보대학 전산정보과 교수

논문접수 : 1998년 10월 7일, 심사완료 : 1999년 3월 17일

을 결합하여 그것을 만들 수 있다. 이를 위해서는 문자 인식의 시작 시에 그 문자가 한글인지 영어인지를 구별하여, 한글이면 한글 인식 시스템을, 영어이면 영어 인식 시스템을 사용하여 문자를 인식하면 될 것이다. 이러한 형식의 혼용문서 인식 시스템을 개발을 위해 [10]에서는 세선화된 결과를 이용하여 그것이 한글인지 영어인지를 구별하는 방법을 제시하였고 [11]에서는 글자 획의 밀도를 이용하여 한글과 영어를 구별하는 방법을 제시하였다. [10]의 방법은 세선화를 해야 하는 단점이 있고 [11]의 방법은 구별율이 낮다는 단점이 있다.

본 연구는 인쇄체 글자의 다양한 크기와 폰트에 적용될 수 있고, 또한 입력 이미지에 어느 정도 잡영이 존재하더라도 한글과 영어를 구별할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 글자의 중횡비, 좌상단 부근의 이미지 존재 여부, 그리고 바(bar)를 입력 이미지에 대해 좌상우하 방향의 순서로 진행해 가면서 바를 검출하고, 이를 이용하여 한글과 영어를 구별한다. 4방향 중 1방향만 조사하여도 바를 검출하여 구별이 가능한 글자도 있으나, 최악의 경우 4방향 모두 조사해야 구별이 되는 글자도 있다. 본 연구의 입력으로 사용되는 입력 이미지는 낱글자로 바르게 분리(segmentation)되었다고 가정하였다.

제안된 방법을 구현하여 \blacktriangle 에서 작성된 한글과 영어 50:50으로 가정된 문서에서 실험해 본 결과, 명조체의 경우는 100.00%, 신명조체와 궁서체의 우는 99.96%, 그리고 고딕체의 경우는 99.77%가 구별되었다.

본 논문의 2장에서는 한글과 영어의 구조적인 특징을 기술하였고, 3장에서는 본 연구에서 제안한 한글과 영어의 구별 방법을 기술하였다. 4장에서는 제안된 방법의 실험 결과 및 고찰을 기술하였으며, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하였다.

2. 한글과 영어의 구조적인 특성

한글은 하나의 글자 안에 반드시 종모음이나 횡모음 중 적어도 하나를 포함한다. (그림 1)의 (a)와 (b)에서 약간 검게 표시된 영역은 종모음과 횡모음의 존재영역을 각각 표시하고 있다. 종모음은 종방향의 긴 바를 하나 이상 포함하며, 또한 횡모음은 횡방향의 긴 바를 하나 이상 포함한다. (그림 1)에서 알 수 있듯이 한글에서는 글자 영역의 왼쪽 부분과 위쪽 부분에는 모음이 존재하지 않는다. (그림 2)는 영어의 알파벳을

나타내며, 이 그림에서 알 수 있듯이 한글에서와는 달리 글자의 좌측 영역에 종방향의 긴 바를 포함하는 경우가 많고, 또한 글자의 위쪽 영역에 횡방향의 긴 바를 포함하는 글자도 많이 있다. 그리고 한글은 글자 영역의 왼쪽 상단 부근에는 글자의 획을 이루는 화소가 없으나 영어의 경우는 그 부분에 화소가 존재하는 글자가 많이 있다. 그리고 한글의 경우는 글자의 가로폭에 대한 세로폭의 비가 1에 가까우나 영어의 경우는 일부 글자들은 2보다 큰 글자도 있다.



(a) 종모음 존재 영역 (b) 횡모음 존재 영역

(그림 1) 종모음과 횡모음의 존재영역

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

(그림 2) 영어의 알파벳

3. 제안된 한글과 영어의 구별 방법

3.1 가정

문자인식을 위하여 스캐닝된 문서 이미지로부터 분리된 각 글자들은 하나의 사각형 영역 내에 표시된다. 하나의 글자를 표시하는 각 화소들을 표현하기 위해 이차원 배열 $a[i][j]$ ($0 \leq i < m, 0 \leq j < n$)를 사용하고, 각 요소에 획 성분인 흑화소가 존재하면 1, 그렇지 않으면 0으로 표현한다고 가정한다. 향후 논의의 편의상 글자 영역의 왼쪽 영역과 오른쪽 영역에 존재하는 세로방향의 긴 바를 각각 왼쪽바, 오른쪽바라 하고, 위쪽, 아래쪽 영역에 존재하는 가로 방향의 긴 바를 각각 위쪽바, 아래쪽바라 명명한다.

3.2 구별 방법

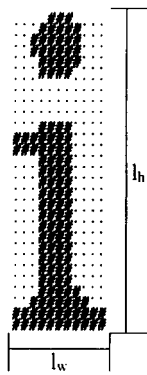
3.2.1 중횡비를 이용한 구별

한글은 대부분 글자의 가로폭과 세로폭이 비슷하다. 그러나 영어는 가로폭이 세로폭보다 현저히 큰 글자가 많이 있다. (그림 3)은 명조체 'i'의 이미지를 나타낸 것인데 'i'의 세로폭(l_h)은 가로폭(l_w)의 약 2.6배나 된다.

식 (1)은 중횡비를 계산하는 식이다.

$$\text{중횡비} = \frac{\text{세로폭}}{\text{가로폭}} = \frac{l_h}{l_w} \quad (1)$$

다양한 실험을 통한 결과로 한글의 경우는 거의 모든 글자의 중횡비가 1.5 미만이었다. 그러므로 중횡비가 1.5 이상이면 영어로 판정한다. 중횡비에 의해 영어로 판정이 가능한 글자는 대문자 'I, J'와 소문자 'i, j, l'이며, 폰트에 따라 조금씩 차이가 있으나, 그 외에도 다수의 글자들이 중횡비에 의해서 영어로 판정될 수 있다.



(그림 3) 'i'의 가로폭과 세로폭

3.2.2 좌상단 부분의 화소로부터 구별

문서에서 자주 사용되는 대부분의 한글 폰트들은 a[0][0], a[0][1], a[1][0]가 0의 값을 가지나 영어의 경우는 세 요소 중 적어도 하나 이상은 1의 값을 가지는 글자가 많이 있다. 그러므로 한영 구별을 위해 먼저 이 세 요소중 하나 이상이 1의 값을 가지면 영어로 판정한다. 이러한 화소들의 조사로 영어의 대문자 'B, D, E, F, H, I, K, L, M, N, P, R, T, U, V, W, X, Y, Z'와 소문자로 'b, h, k, l, m, n, p, r, u, v, w, x, y, z'가 영어로 판정될 수 있다. 그러나 영어의 폰트 종류에 따라 미관상의 이유로 글자획 끝부분의 장식으로 인해, 위의 글자들 중 좌상단 부분의 화소가 1이 아닌 글자도 있다. 이러한 글자들은 왼쪽, 위쪽, 오른쪽, 그리고 아래쪽 방향으로부터 차례대로 바를 조사하는 과정에서 영어로 판정하는 것이 가능하다.

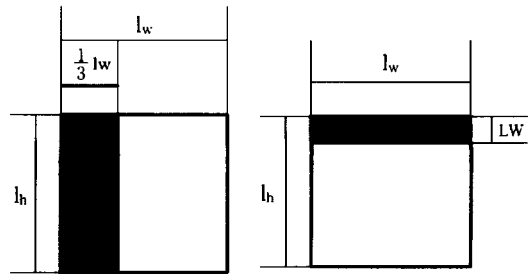
3.2.3 왼쪽, 위쪽, 오른쪽, 아래쪽 바로부터 구별

중횡비와 좌상단의 화소들로 구별이 되지 않는 글자들은 왼쪽바, 위쪽바, 오른쪽바, 아래쪽 바를 차례대

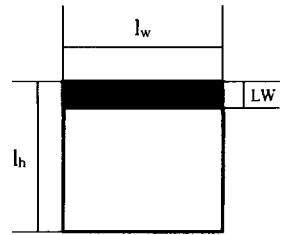
로 조사하여 영어 또는 한글로 판정한다.

(1) 왼쪽바를 이용한 구별

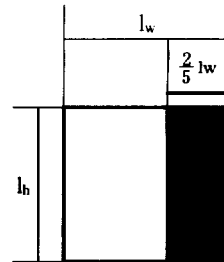
(그림 4)는 각 바의 존재 영역을 표시하고 있다. 한글의 경우에는 글자의 좌측편에 바를 포함하는 글자가 없기 때문에 (그림 4) (a)의 영역에 왼쪽바가 존재하면 영어로 판정한다. 왼쪽바 검출로 판정이 가능한 글자는 영어의 대문자 'B, D, E, F, H, K, L, M, N, P, R, U'가 있고, 소문자 'b, f, h, k, m, n, p, r, t, u'가 있다. 실질적으로 이들 중 많은 글자들은 좌상단 영역에서 화소가 존재하여 이미 영어로 판정되어 왼쪽바 검사 대상에서 제외된 것들도 있다.



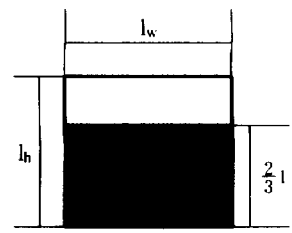
(a) 왼쪽바 존재 영역



(b) 위쪽바 존재 영역(LW는 글자 획폭 크기)



(c) 오른쪽바 존재 영역



(d) 아래쪽바 존재 영역

(그림 4) 각 바의 존재 영역

(2) 위쪽바를 이용한 구별

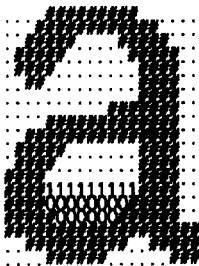
한글의 경우에 (그림 4) (b)의 영역에 글자획폭 크기의 바가 존재하지 않으므로 그 영역에서 위쪽으로부터 위쪽바를 조사하여 그것이 존재하면 영어로 판정한다. 위쪽바 검출로 판정이 가능한 글자는 영어의 대문자 'T, Z'와 소문자 'z'가 있다. 이들 글자들은 좌상단 화소나 왼쪽바 존재로 인해 이미 영어로 판정되는 경우가 대부분이다. 그러나 폰트에 따라서는 이들 글자획 끝부분의 장식으로 인해 전 단계에서 영어로 판정되지

않을 수 있고, 그 경우 이 단계에서 영어로 판정된다.

(3) 오른쪽바를 이용한 구별

(그림 4) (c)의 영역에 존재하는 오른쪽바는 한글에도 영어에도 존재한다. 이전 단계인 총횡비, 좌상단 화소, 왼쪽바, 그리고 위쪽바 조사로 판정이 될 수 없는 글자 중 오른쪽바가 존재하는 영어의 글자들은 소문자 'a, d, g, q'이다. 이들 글자들은 위쪽 혹은 아래쪽에 약 글자폭 크기의 호를 가지고 있다. 그러나 한글의 경우에는 오른쪽바가 검출되면서 위쪽 혹은 아래쪽에 약 글자폭 크기의 호를 가지는 글자는 없다. 그러므로 오른쪽바가 존재하고 위쪽 혹은 아래쪽에 글자폭 크기의 호가 존재하면 영어로, 그렇지 않으면 한글로 판정한다. 한글에서 종모음에 존재하는 오른쪽바는 위쪽에서부터 시작하여 글자의 높이와 일치하는 긴 바도 있으나 종성이 존재할 경우 그 길이가 짧은 것도 있다. 그래서 오른쪽바의 경우는 위쪽에서부터 아래쪽으로 전체 글자 높이의 반이 되는 바가 존재하면 오른쪽바가 존재하는 것으로 한다.

오른쪽바가 존재할 때 호를 검출하기 위해서 글자의 가로폭이 가장 큰 부분에 가로로 선을 긋는다. 그리고 글자획과 가로선이 이루는 폐곡면 내의 화소들을 0으로 표시한다. (그림 5)는 영어 'a'의 이미지를 나타낸 것으로 글자의 획은 '#', 가로선은 '1', 폐곡면 내는 '0', 그리고 나머지 화소들은 '.'으로 표시되었다. (그림 5)의 'a'는 아랫쪽에 호가 존재한다. 여기서 가로선 다음 행부터 '0'이 존재하는 행의 끝까지 조사하되 '0'의 개수가 갈수록 그 이전 행과 같거나 줄어들고, 또한 '0'이 존재하는 마지막 행이 글자 영역의 마지막 행에서 획폭 크기를 뺀 부근이면 호가 존재하는 것으로 판단한다. 왼쪽에 존재하는 호는 가로선의 윗쪽행에서 거슬러 올라가면서 아랫쪽 호와 비슷한 방법으로 조사한다.



(그림 5) 호 검출

(4) 아래쪽바를 이용한 구별

아래쪽바의 검출은 (그림 4) (d)에서와 같이 글자의 아래쪽 2/3 영역에서 조사된다. 앞의 단계들에서 영어로 판정되지 않고 아래쪽바가 검출되는 영어글자는 소문자 'e'가 있다. 소문자 'e'는 위쪽에 약 글자폭 크기의 호가 존재한다. 한글에는 아래쪽바가 존재하고 위쪽이나 아래쪽에 글자폭 크기의 호가 존재하는 글자는 없다. 그러므로 아래쪽바가 검출되고 위쪽에 글자폭 크기의 호가 검출되면 영어로, 검출되지 않으면 한글로 판정한다.

(5) 나머지 글자들의 판정

모든 한글들은 종모음이나 횡모음 중 적어도 하나를 가지므로 오른쪽바와 아래쪽바 검사단계에서 이미 모두 한글로 판정되었다. 아직 판정이 되지않은 글자들은 좌상단에 화소들이 없고 왼쪽, 위쪽, 오른쪽, 아래쪽 바가 검출되지 않은 영어이다. 그러므로 아직까지 판정이 되지않은 글자들은 모두 영어로 판정한다. 이 단계에서 영어로 판정되는 글자들은 영어의 대문자 'A, C, G, O, Q, S'와 소문자 'c, g, o, s'이다. 폰트 종류에 따라서는 대문자 'C, G, O, Q'와 소문자 'c, o'와 같은 글자들은 왼쪽바 검출로 인해 영어로 판정될 수도 있고, 대문자 'S'와 소문자 's'는 위쪽바 검출로 인해, 혹은 아래쪽 바와 호의 검출로 인해 영어로 판정되기도 한다. 그리고 'g'는 아래쪽 바가 검출되고 아래쪽 영역에 호가 검출되어 영어로 판정되는 경우도 있다.

(6) 바 검출 방법

먼저 왼쪽바의 검출 방법을 설명하기로 한다. 만약 임의의 $j(0 \leq j < 1/3 * n)$ 에 대해서 $a[i][j] (0 \leq i < m)$ 가 모두 1의 값을 가지면 왼쪽바가 존재하는 것으로 한다. 이러한 검출 방법을 (그림 6)에 나타내었다.

```

/* 왼쪽바 검출 방법 */
count = 0;
for (j=0; j<(1/3*n); j++) {
    for (i=0; i<m; i++)
        if (a[i][j] == 1) count++;
    if (count >= 한계값) {
        왼쪽바 존재;
        break;
    }
}
if (j == 1/3*n) 왼쪽바 존재하지 않음;
    
```

(그림 6) 왼쪽바 검출 방법

완전한 왼쪽바만을 검출하기 위해서는 '한계값 = m'으로 하면 된다. 획의 끝부분 장식 또는 획의 일부가 소실된 것을 보상하기 위해서 '한계값'을 약간 낮게 조정하는 것이 바람직하다. 바꾸어 말하면 'i' 값의 범위를 '0si<m'에서 위쪽과 아래쪽에 1내지 2 정도로 범위를 축소할 수 있다. 이러한 범위 축소는 모든 바 검사에서 적용된다.

나머지 다른 바의 검출 방법은 검출 영역의 차이가 있는 것 외에는 다 비슷하므로 설명을 생략한다.


3.2.4 제안된 한글과 영어의 구별 알고리즘

분리된 각 글자의 이미지(a[i][j] (0si<m, 0sj<n))를 입력으로 하여 그것을 한글과 영어로 구별하는 알고리즘을 아래에 기술하였다.



- 단계 1. 종횡비가 1.5 이상이면 영어로 판정하고 종료한다.
- 단계 2. a[0][0], a[0][1], a[1][0]의 화소 중 적어도 한 개가 1이면 영어로 판정하고 종료한다.
- 단계 3. 왼쪽바가 존재하면 영어로 판정하고 종료한다.
- 단계 4. 위쪽바가 존재하면 영어로 판정하고 종료한다.
- 단계 5. 오른쪽바가 존재하지 않으면 다음 단계로 간다. 오른쪽바가 존재하고, 상반부나 하반부에 글자폭 크기의 호가 존재하면 영어로 판정하고 종료한다. 오른쪽바가 존재하나 그러한 호가 존재하지 않으면 한글로 판정하고 종료한다.
- 단계 6. 아래쪽바가 존재하지 않으면 다음 단계로 간다. 아래쪽바가 존재하고 상반부나 하반부에 글자폭 크기의 호가 존재하면 영어로 판정하고 종료한다. 아래쪽바가 존재하나 그러한 호가 존재하지 않으면 한글로 판정하고 종료한다.
- 단계 7. 영어로 판정하고 종료한다.

4. 실험 및 고찰

4.1 실험환경

본 연구의 실험 환경은 C 언어를 사용하여 알고리즘을 구현하여 Pentium PC에서 실행하였으며, 영상 입력을 위해 EPSON GT-9000 스캐너를 해상도 300 DPI로 해서 사용하였다. 스캐너 입력으로는 문서작성기의 일종인  로 문서를 작성하여 큐닉스 레이저 프린터(큐레이저 SFIII)에서 해상도 300 DPI로 하여 출

력한 것을 사용했다. 그리고 한글은 완성형 2350자를, 영어는 'The Korea Herald' 신문 사설의 내용 중 2350자를 실험 대상으로 하였으며, 문서 내의 글자들은 낱글자로 바르게 분리되었다고 가정하였다.

한글의 경우에 동일한 문서에 대해  에서 제공되는 명조체, 신명조체, 궁서체, 고딕체로 각각 출력한 것을, 영어의 경우도 동일한 문서를 대문자와 소문자로 각각 작성하여 그 각각에 대해  에서 제공되는 영어의 명조체, 신명조체, 궁서체, 고딕체로 출력한 것을 스캐닝하여 실험하였다.

4.2 결과 및 고찰

한글의 경우 실험 결과를 <표 1>에, 그리고 영어의 경우 실험 결과를 <표 2>에 요약하였다. 실험에 사용된 글자수가 한글과 영어에 대해 같게 하였으므로 한글과 영어의 실험한 결과를 평균하면 한글과 영어가 50:50으로 쓰여진 문서로 생각할 수 있다. 이에 대한 결과를 <표 3>에 나타내었다. <표 3>에서 알 수 있듯이 명조체는 100.00%, 신명조체와 궁서체는 99.96%, 그리고 고딕체의 경우 99.77%의 구별율을 나타내었다.

<표 1> 한글의 실험 결과

활자체	오판된 글자수	오판된 글자	구별율(%)
명조체	0		100.00
신명조체	2	싫, 많	99.91
궁서체	3	읽, 쉼	99.91
고딕체	11	닥, 닭, 단, 덜, 댕, 령, 령, 령, 발, 령, 령	99.53

<표 2> 영어의 실험 결과

활자체	오판된 글자수	오판된 글자	구별율(%)
대문자	명조체	0	100.00
	신명조체	0	100.00
	궁서체	0	100.00
	고딕체	0	100.00
소문자	명조체	0	100.00
	신명조체	0	100.00
	궁서체	0	100.00
	고딕체	0	100.00

〈표 3〉 한글과 영어의 소문자가 50:50일 때의 구별율

활자체	구별율(%)
명조체	100.00
신명조체	99.96
궁서체	99.96
고딕체	99.77

한글 신명조체에서 오판된 글자는 오른쪽바가 유난히 짧아 그것이 검출되지 않아 영어로 판정되었다. 궁서체에서 '읽'자는 신명조체의 경우처럼 오른쪽바가 짧아서, '켈'자는 종횡비가 1.5 이상이라서 영어로 판정되었다. 그리고 한글 고딕체의 경우는 모두 다 좌상단에 화소가 존재하여 영어로 판정되었다. 실험의 결과로 보아 한글 고딕체의 경우는 구별율은 높으나, 많이 사용되는 글자들이 오판되었으므로, 본 논문에서 제안한 방법을 적용하기는 다소 무리가 있다고 생각된다.

5. 결 론

본 논문에서는 다중 폰트 환경에서 각 글자의 스캐닝한 이미지를 이용하여 한글과 영어를 구별하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 각 글자들이 바르게 분리되었다고 가정하였으며, 한글 혹은 영어로 구별하기 위하여 각 글자의 종횡비와 좌상단 부분에 글자획 이미지의 존재 여부와 왼쪽, 위쪽, 오른쪽, 아래쪽바의 존재 여부를 가지고 한글과 영어를 구별하였다.

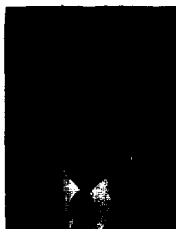
좌상단 부분에 획의 이미지가 있거나 왼쪽바 존재 영역에 왼쪽바가 존재하면 영어로 판정하였다. 그리고 오른쪽바나 아래쪽바가 존재하고 상반부나 하반부에 글자폭 크기의 호가 존재하면 영어로, 그렇지 않으면 한글로 판정하였다.

본 연구에서 제안된 알고리즘을 구현하여 실험한 결과, 명조체는 100.00%, 신명조체와 궁서체는 99.96%, 그리고 고딕체의 경우도 99.77%의 높은 구별율을 나타내었다.

향후 연구 과제로 제안된 방법을 개선하여 고딕체의 경우도 적용될 수 있는 알고리즘을 개발하는 것과, 문서로부터 낱글자를 바르게 분리하는 알고리즘을 개발하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] S. Kahan, T.Pavlidis, "On the Recognition Printed Chacters of Any Font and Size," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine intelligence, Vol.2, No.5, pp.274-288, Sep., 1987.
- [2] P.K. Kim, H.J. Kim, "On-Line Recognition of Run-On Korean Characters," International Conf. on Document Analysis and Recognition, No.5, pp.54-57, Montreal, Canada, Aug., 1995.
- [3] 이진수, 권오준, 방승양, "개선된 자소 인식 방법을 통한 고인식을 인쇄체 한글 인식", 정보과학회 논문지(B), 제 23권 제 8호, pp.841-851, 1996년 8월.
- [4] 박덕원, 박종원, "3x3 템플레이트를 이용한 여러 영문 활자체의 인식", 정보과학회논문지(B), 제 23권 제 6호, pp.625-634, 1996년 6월.
- [5] 이성환, "다양한 활자체 및 크기를 갖는 대용량 한글의 고속 인식을 위한 최적 트리 분류기", 정보과학회논문지, 제 20권 제 8호, pp.1083-1092, 1993년 8월.
- [6] 조성배, 김진형, "인쇄체 한글 문자의 인식을 위한 계층적 신경망", 정보과학회논문지, 제 17권 제 3호, pp.306-316, 1990년 5월.
- [7] 김우성, 방승양, "신경회로망을 이용한 한글 한자 혼용 문서 인식에 관한 연구", 대한전자공학회 논문지, 제 29권 B편 제 2호, pp.50-59, 1992년 2월.
- [8] 심상완, 이성범, 남궁 재찬, "인쇄체 문서의 문자 영역에서 한글과 한자의 구별에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, 제 18권 제 6호, pp.802-814, 1993년 6월.
- [9] 김두식, 이성환, "계층적 신경망 분류기를 이용한 다양한 언어, 활자체 및 크기의 대용량 문자 인식", 한국정보과학회논문지, 제 25권 제 5호, pp.792-801, 1998년 5월.
- [10] 전일수, 원남식, 이두한, "세션화된 결과를 이용한 한글과 영어의 구별", 정보처리학회논문지, 제 4권 6호, pp.1652-1663, 1997.
- [11] 원남식, 전일수, 이두한, "획밀도를 이용한 한영 구분", 정보처리학회논문지, 제 4권 7호, pp.1872-1880, 1997.



전 일 수

e-mail : isjeon@bear.kyungil.ac.kr
 1984년 경북대학교 전자공학과(학사)
 1988년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1995년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1984년~1985년 삼성전자(주)
 1989년~현재 경일대학교 컴퓨터공학과 부교수
 관심분야 : 패턴인식, 데이터베이스



이 두 한

e-mail : dhlee@serve.kyungdong-c.ac.kr
 1987년 경북대학교 전자공학과(학사)
 1991년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1998년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1994년~현재 경동정보대학 전산정보과 조교수
 관심분야 : 컴퓨터바둑, 객체지향 데이터베이스, 인공지능



원 남 식

e-mail : nswon@bear.kyungil.ac.kr
 1974년 인하대학교 전자과(학사)
 1984년 영남대학교 대학원 전자과(공학석사)
 1996년 영남대학교 대학원 전산공학과(공학박사)

1976년~1978년 한국과학기술연구소 연구원
 1978년~1981년 한국전자기술연구소 연구원
 1981년~현재 경일대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 문자인식, 세션화 알고리즘, 네트워크, 컴퓨터 그래픽스