

## 문서 입출력 시스템 구성에 관한 연구

(A Study on the Construction of a Document Input /Output system)

咸永國\*, 都相潤\*, 丁鴻奎\*, 金禹成\*\*, 朴來弘\*\*, 李昌範\*\*\*, 金庠仲\*\*\*

(Young Kug Ham, Sang Yoon Doh, Hong Kyu Chung, Woo Sung Kim, Rae-Hong Park,  
Chang Bum Lee, and Sang Joong Kim)

### 要 約

본 논문에서는 텍스트 화일에서 그래픽 문서를 만들고, 그것을 팩시밀리 데이터로 부호화하며, 또한 인쇄체 및 필기체 영숫자와 한글로 이루어진 팩시밀리나 그래픽 문서를 인식하는 통합 문서입출력 시스템을 구현하였다. 출력 시스템으로서, KSC5601 완성형 코드와 아스키 코드로 이루어진 문서를 각 문자의 bit-map font로 변환시키는 기법을 개발하였다. 그리고 필요에 따라, G3 팩시밀리 부호화기법을 사용하여 이진 그래픽 이미지로 만들어 팩시밀리 전송을 할 수 있다. 또한 사용자 입력 시스템으로서, 팩시밀리나 스캐너를 통해 취득한 영숫자 및 한글문서를 부분 투영, 흑백화소의 변화수와 흑화소까지의 거리 등 몇가지 유용한 특징과 퍼지 척도를 이용하여 문서를 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 결론적으로 본 논문에서는 통합 문서입출력 시스템을 개발하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 그 성능을 보였다.

### Abstract

In this paper, an integrated document input/output system is developed which constructs the graphic document from a text file, converts the document into encoded facsimile data, and also recognizes printed/handwritten alphanumeric and Korean characters in a facsimile or graphic document. For an output system, we develop the method which generates bit-map patterns from the document consisting of the KSC5601 and ASCII codes. The binary graphic image, if necessary, is encoded by the G3 coding scheme for facsimile transmission. For a user friendly input system for documents consisting of alphanumeric and Korean characters obtained from a facsimile or scanner, we propose a document recognition algorithm utilizing several special features(partial projection, cross point, and distance features) and the membership function of the fuzzy set theory. In summary, we develop an integrated document input/output system and its performance is demonstrated via computer simulation.

\* 準會員, \*\* 正會員, 西江大學校 電子工學科  
(Dept. of Electronic Eng., Sogang Univ.)

\*\*\* 正會員, 韓國電子通信研究所 通信接續研究室  
(Human Interface Section, Electronics  
and Telecommunications Research Institute)  
接受日字: 1992年 5月 21日

### I. 서 론

현대 정보화 사회를 이끌어 가는 주역으로서의 컴퓨터는 그 기능에 있어 장단점이 있다. 빠른 연산 처리와 거대한 정보의 저장, 검색, 관리라는 측면에 있어서는 인간의 능력을 능가하지만, 입출력 측면, 정보의 인식과 분석

은 그 능력이 현저히 떨어지고 있다. 이러한 컴퓨터의 제한적인 능력때문에 자료입력의 자동화와 다양한 서비스를 위한 출력시스템에 대한 요구가 급증하고 있다.

특히 컴퓨터를 사용한 빠른 문서처리를 위한 자동 문서입출력 시스템은 위의 요구를 만족하는 하나의 시도로서, 이를 구현하고자 하는 노력이 꾸준히 진행되어 왔다. 이를 위하여 컴퓨터의 입력부분의 향상은 인간의 시각능력을 컴퓨터에 구현하는 패턴인식의 한 분야인 문서인식 기술을 사용하여 데이터베이스화하고 출력부분은 그래픽 인터페이스 기술을 사용하여 문서코드를 이진영상으로 만들어 팩시밀리를 통하여 문서를 전송한다. 이러한 그림 1과 같은 통합 문서입출력 시스템을 구성하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

있다. 그 이유는 팩시밀리를 통해 입력된 문서의 경우 낮은 해상도로 인해 문서 인식에 있어 많은 어려움이 따르기 때문이다. 특히 현재 많이 사용되고 있는 G3 팩시밀리의 경우 표준모드는 100 dpi (dot per inch), 고밀도모드는 200 dpi로 해상도가 낮기 때문에 어떤 한 가지의 알고리즘으로는 문자 인식이 어렵다.

기존에는 인쇄체, 필기체 영문자와 숫자를 대상으로, 문서로부터 개별 문자를 분리, 세션화한 후,<sup>[1]</sup> 끝점이나 분기점 등 몇 개의 특징을 추출하여 인식하는 방법을 사용하거나 문자의 경계 부분을 추출한 후 고속 후리예변환에 의해 인식하는 방법<sup>[2]</sup>을 사용하였다. 그러나 이러한 방법들은 300 dpi 이상의 비교적 높은 해상도로 스캐너나 CCD 카메라에 의해 입력된 숫자 데이터를 대상으로 하였고, 입력 문자의 크기를 일정한 크기로 정규화시켜야 했다. 그러나 팩시밀리나 저해상도의 스캐너에 의해 입력된 문서는 데이터의 손실이 자주 일어나 이와 같은 방법이 부적합하다.

본 논문에서는 개별적인 문자뿐 아니라, 인쇄체와 제한을 둔 필기체 영숫자 및 한글로 이루어진 문서를 팩시밀리로 받아들여 전처리 과정에서 개별문자를 분리한 후, 몇 가지 특징을 이용, 문서를 인식하는 효율적인 알고리즘을 제안하였다. 또한 사용자간의 서로 다른 필기 특성에 의한 오류를 최소한으로 줄이기 위해 퍼지 개념을 도입하여 인식률을 높이도록 하였다. 그림 1에 통합 문서입출력 시스템의 블록도를 나타냈는데 전송 라인을 통해 입력된 팩시밀리 문서를 복호화하고 전처리 과정을 거친 후, 문자인식을 행하여 코드화한 후 문자코드로 저장한다.

문서 자동 출력시스템을 위하여 본 논문의 II 장에서는 텍스트 화일의 이미지 화일로의 변환에 대해 서술하고, III 장에서는 이진 이미지 화일의 팩시밀리 부호화와 복호화에 대해 서술하였다. 자동 문서입력 시스템을 위하여 IV 장과 V 장에서는 문서인식의 전처리와 문자인식을 위한 특징추출에 관해 논했으며, VI 장에서는 제한을 둔 필기체 영숫자 및 한글 문자인식 알고리즘을 제안하였다. VII 장에서는 본 연구에서 개발한 통합 자동 문서입출력 시스템의 여러가지 실험 결과에 대한 분석을 하였고, 마지막 VIII 장에서는 결론을 맺었다.

II. 텍스트 화일의 이미지 화일로의 변환

1. 알고리즘의 개요

문자, 도형이나 그림등을 포함한 혼합형 문서인 경우에는 문자코드만을 가지고 표현할 수 없는 부분들이 존재하는데 이러한 그래픽 부분과 함께 문자코드로 작성된 문

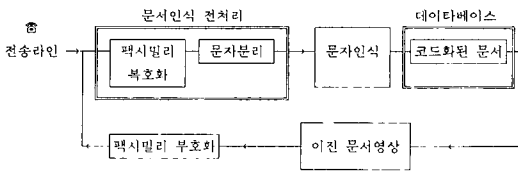


그림 1. 문서입출력 시스템 개요  
Fig. 1. Blockdiagram of a document input/output system.

본 논문에서는 문서인식의 역과정으로서 코드화된 문서를 그림 1에서와 같이 각각의 문자모양의 폰트로 변환하여 그래픽 이미지로 바꾼 후, 필요에 따라 G3 팩시밀리 부호화 기법에 의하여 부호화하여, 전송라인을 통해 전송할 수 있도록 하였다. 즉 컴퓨터 데이터베이스에 저장된 KSC5601 혹은 아스키(ASCII) 코드로 되어있는 텍스트 문서를 한/영 폰트를 이용하여, 인간이 쉽게 알아볼 수 있는 이진 그래픽 영상으로 변환하는 알고리즘을 개발하였다. 이렇게 변환된 이진 영상을 CCITT 규격의 G3 팩시밀리 부호화를 통해 문서영상을 전송함으로써 상당한 대역감축 효과와 시간절약이 가능하게 된다. 또한 팩시밀리 부호화된 이진영상문서는 수신단에서 복호화 과정을 거쳐 자동 문서인식시스템의 입력으로 사용할 수 있다.

또한 본 논문에서는 팩시밀리 및 스캐너를 통해 취득된 필기체 영숫자와 필기체 한글인식을 위한 알고리즘을 제안하였다. 최근 연구가 활발하게 진행되고 있는 분야인 문서 인식은 사람과 컴퓨터가 문서를 이용하여 대화할 수 있도록 해주는 분야이다. 그러나 팩시밀리를 통해 입력된 문서 인식에 관한 연구는 국내에서 아직 활발하지 않고 주로 스캐너를 통한 문자 혹은 문서를 인식하는 단계에

서를 같이 처리하기 위해서는 문자코드로 작성된 문서를 그래픽 이미지로 변환하는 기술이 필요하다. 문자코드로 이루어진 텍스트 화일을 그래픽 이미지 화일로 변환하는 알고리즘에 대해 설명하면 아래와 같다.

아스키코드와 완성형 한글코드로 이루어진 문서화일을 이치 영상으로 변환하기 위하여, 우선 아스키 코드와 KSC5601 완성형 한글코드로 이루어진 문서 화일을 열고, 각각의 아스키 코드와 완성형 한글코드에 해당하는 비트맵(bit-map) 폰트를 메모리에 올린 후, 코드가 영문 코드인가 한글코드인가를 결정하여 각 코드에 맞는 폰트 이미지를 순서대로 구성하여 이미지 화일로 재구성하였다. 여기에서 폰트는 비트맵폰트를 사용하였으며, 영문은 16×24, 한글은 32×24의 크기를 사용하였다. 팩시밀리 규격을 근거로 하여 이미지를 구성하므로 한 프레임의 (A4 용지) 크기는 513,216 바이트 (1,728×2,376 비트)의 크기를 가지며, 입력된 문서가 한 프레임을 초과할 경우에는 페이지를 분리하여 나머지는 다음 페이지로 하였다.

### 2. 한글 처리 부분

한글은 표음문자이며, 14개의 자음과 10개의 모음으로 만들어졌다(창제당시 28자). 한글의 자소는 초성 19개, 중성 12개, 종성 27자가 사용되어, 이들의 조합에 의해 표현할 수 있는 한글의 글자수는 모두 11,172자가 된다. [3] 이러한 조합을 모두 표현하기 위해서는 여러가지 기술적인 사항이 뒷받침되어야 한다.

#### 1) 한글 코드 처리

한글코드로 완성형코드가 입력되기 때문에 완성형폰트를 사용해야 하지만 본 연구에서는 메모리의 절감과 빠른 구성을 위하여 프로그램 내부에서 완성형코드를 조합형 코드로 변환하였다. 이를 위해 표 1과 같은 조합형 코드 2,350자로 된 인덱스 테이블을 가지고, 완성형 코드가 주어지면 식(1)과 같은 연산으로 인덱스 테이블의 위치를 계산하였다.

$$\text{인덱스} = (\text{byte1} - 176) \times 94 + \text{byte2} - 161 \quad (1)$$

여기서 byte1과 byte2는 각각 완성형코드를 이루는 2 바이트 중 첫번째 바이트와 두번째 바이트를 나타낸다.

#### 2) 한글 출력기 부분

출력기는 한글 코드로부터 초성, 중성, 종성을 분리하고 입력글자에 해당되는 별수를 계산하여 한글 폰트를 읽어 버퍼에 출력하는 부분으로, 개발한 시스템에서는 미려한 글자모양을 위하여 초성 8별, 중성 4별, 종성 4별로 구현하였다. 별식을 표 2의 별수표를 사용하여 계산하여 그 별식에 해당하는 폰트를 읽은 후 임시버퍼에서 OR 연산

표 1. 인덱스 테이블

Table 1. Index table.

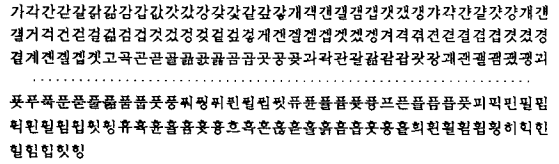


표 2. 별수 표

Table 2. Combination table.

별	선 택 조 건
0	받침없는 ㅏ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ
1	받침없는 ㅓ, ㅛ, ㅡ
초 2	받침없는 ㅏ, ㅛ
3	받침없는 ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ
성 5	받침없는 ㅏ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ
6	받침없는 ㅓ, ㅛ, ㅡ, ㅏ, ㅛ
7	받침없는 ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ
중	0 받침없는 ㄱ ㅋ
	1 받침없는 ㄱ ㅋ 이외의 자음
	2 받침없는 ㄱ ㅋ
성	3 받침없는 ㄱ ㅋ 이외의 자음
	0 ㅏ, ㅓ, ㅕ
	1 ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅝ, ㅞ, ㅟ, ㅠ, ㅡ, ㅣ
2	ㅓ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅝ, ㅞ
	3 ㅓ, ㅛ, ㅏ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ

을 하여 최종적으로 만들어진 한글 문자를 출력하였다. 표 2에는 초성과 중성 및 중성의 별을 몇 가지로 분류하였는데 이는 각 자음의 폰트가 모음의 모양에 따라 다르기 때문이다.

### Ⅲ. 이미지 화일의 팩시밀리 부호화와 복호화

본 연구에서는 CCITT 권고안 T. 4 도큐먼트<sup>[4]</sup>에서 표준화된 Group 3 (이하 G3 팩시밀리)의 run-length coding을 바탕으로 하여 이미지 화일을 부호화/복호화 하였다. 기존의 G1 팩시밀리에 비하여 약 6배, G2 팩시밀리에 비하여 약 3배정도의 빠른 전송을 할 수 있는 G3 팩시밀리는 A4크기의 문서를 전송하는데 약 1분정도 소요되는, 현재 상용화된 팩시밀리이다.

G3 팩시밀리는 두가지 모드를 지원하는데, A4

(210mm×297mm) 문서의 경우, 문서의 세로방향으로 1mm 당 3.85dot의 해상도를 가지는 표준 모드와 1mm 당 7.7dot의 해상도를 가지는 고밀도 모드를 지원한다. 또한 가로방향으로는 215mm±1%의 길이에 1,728개의 화소를 가지는 표준 스캔모드와, 255mm±1%의 길이에 2,048개의 화소를 가지는 스캔모드, 303mm±1%에 2,432개의 화소를 가지는 스캔모드를 지원한다. 1mm 당 7.7dot의 해상도를 가지는 고밀도 모드の場合 A4문서는 1,728×2,376의 화소로 이루어져 있다.

이와같은 크기로 취득된 문서데이터는 G3 표준규격으로 되어있는 run-length 부호화방식에 의하여 1차원 부호화되는데, 이는 백화소와 흑화소의 run-length 길이를 계산하여 그 길이에 해당하는 codeword를 대신 써주는 방식이다. 이와 함께 기준 라인과 다음 라인의 차이에 의해 여러 모드로 나눈 다음 각 경우에 맞도록 2차원 부호화하는데, 기준라인을 정하는 K 인수라는 것이 있어, 표준 모드는 2, 고밀도 모드는 4로 되어 있다. 부호화된 데이터를 다시 복원하는 복호화 과정은 부호화처리의 역처리로 가능하다.

#### IV. 문서인식을 위한 전처리

전처리 알고리즘은 문서 전체를 top-down 방식으로 문자를 분리하여 다음의 문자인식단계의 입력으로 넘겨주기 위해 개별적인 문자를 출력하는 과정으로, 팩시밀리로부터 문서영상을 취득하여 복호화하는 과정과 테두리선의 제거, 줄 분리, 단어분리, 그리고 문자의 분리단계로 나뉘어 진다. 본 실험에서는 Trigem PC-FAX ATF9600을 통하여 받은 G3 팩시밀리 데이터를 복호화하여 비트이미지 화일로 변환한 후 이를 Sco UNIX 하에서 메모리에 올린 후 처리하였다.

##### 1. 입력 문서영상의 팩시밀리 복호화

팩시밀리나 스캐너를 통하여 입력된 데이터는 스캐너의 경우, 그대로 다음 단계로 넘기고, 팩시밀리 출력은 복호화를 행한 후 다음 단계로 넘겨진다. 그러나 팩시밀리의 경우 부호화시 혹은 전송 과정에서의 오류로 인해 2차원 부호화시 그 라인은 물론 다음 라인의 부호화에도 영향을 미치는 문제점을 지니고 있다. 이러한 이유로 라인이 지그재그로 복호화되어 문자가 깨지거나, 라인이 없어지거나 또는 라인이 그어지는 경우가 나타난다. 이러한 현상의 한 예를 그림 2에 보였다.

이러한 팩시밀리에서의 오류뿐 아니라 G3 팩시밀리를 통해 들어 온 이미지 데이터의 해상도는 문자분리와 문자인식에 중요한 영향을 끼치는 요인이다. 고밀도 모드의 경우 200 dpi의 해상도를 가지게 되는데, 고밀도 모드를

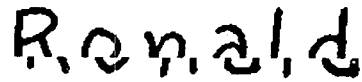


그림 2. 팩시밀리 오류로 인해 왜곡된 문자

Fig. 2. Distorted characters due to facsimile transmission error.

사용해도 일반 스캐너를 통해 얻을 수 있는 해상도에 비해 해상도가 낮기 때문에 문자분리 및 문자인식이 어렵게 이 있다.

해상도가 떨어짐에 따라 문자와 문자의 분리가 어렵게 된다. 또한 문자가 분리되었다 할지라도 각 문자의 획과 획간의 간격, 윤곽선, 흑화소와 백화소의 변화 등이 명확하지 않고, 병합되거나 떨어져, 문자인식을 위하여 추출하는 여러 특징값의 변화가 심해지는 문제점을 지니게 된다.

##### 2. 입력 문서영상의 테두리선 제거

팩시밀리를 통하여 전송되는 문서는 서식이 갖추어진 사무실용 문서인 경우가 많은데 이러한 문서는 주로 테두리선에 의하여 정보를 불러화하는 경우가 대부분이다. 그러므로 컴퓨터에 의해 입력문서를 처리하기 위해서는 먼저 테두리선과 문자를 서로 분리하는 작업이 필요하다.

문서의 테두리선을 제거하기 위해서는 테두리선을 추출해야 한다. 이를 위해 가로 x방향과 세로 y방향으로 긴 테두리선 추출을 위한 측정함수를 식 (2)와 (3)과 같이 정의하였다.<sup>[5]</sup>

$$\text{측정함수 } x = \sum_{\text{for linked pixel } (x, y)} (x - x_0) \times p(x, y) \quad (2)$$

$$\text{측정함수 } y = \sum_{\text{for linked pixel } (x, y)} (y - y_0) \times p(x, y) \quad (3)$$

여기서  $x_0$  및  $y_0$ 는 각각 x방향 및 y방향 연결화소의 초기 위치를 뜻하며,  $(x, y)$ 가 배경화소인 경우는  $p(x, y)$  값은 0, 문자화소인 경우는 1로 가정하였다. 이 측정함수는 연결된 화소가 길어지면 길수록 가중치를 크게 해주는 함수이다. 측정함수 값이 일정한 임계치를 넘게 되면 연결된 화소들은 테두리선으로 인식하여 이 부분을 입력 영상으로부터 분리한다.

##### 3. X-Y projectional cut에 의한 단어분리

취득된 G3 팩시밀리 데이터로부터 복호화된 이미지 또는 스캐너 이미지를 M×N 화소크기의 2차원 함수 f

(x, y)라고 하자. 여기서 x는 가로방향 또는 수평방향의 위치이고 y는 세로방향 또는 수직방향의 위치이며, 함수는 가로방향으로 M개의 화소좌표, 세로방향으로 N개의 화소좌표에 0 또는 1의 값을 가지는 이진함수라고 한다. 그러면 X 투영(수평투영)과 Y 투영(수직투영)은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$P(x) = \sum_y f(x, y) \tag{4}$$

$$P(y) = \sum_x f(x, y) \tag{5}$$

각각의 투영 P(·)는 문자가 존재하는 부분에서는 0이 아닌 큰 값을 가지게 되고 문자와 문자사이의 공백은 0에 가까운 값을 가지게 된다. 이와 같이 문자와 문자사이에 나타나는 불연속 부분을 projectional cut이라고 하는데 이를 이용하여 문자가 존재하는 행과 열을 분리할 수 있다.<sup>[6]</sup>

4. 단어영상으로부터 각 문자영상의 분리

단어의 비트 이미지를 바이트 이미지로 바꾼 후, 앞서 사용된 projectional cut을 추적하여 문자와 문자사이를 찾아 분리하였다. 그러나 문자와 문자 사이의 공백이 저해상도의 영향으로 가끔 병합되는 경우가 나타나 문자분리가 어렵게 된다.

Projectional cut에 의하여 문자를 분리할 경우, 문자가 서로 병합되어 나타나는 경우는 두가지 경우가 있다. 첫번째는 그림 3(a)에서와 같이 문자는 분리되어 있지만 수평 투영값을 계산한 경우 중첩되어 문자가 병합된 것으로 판정되는 경우이다. 이런 경우의 병합을 projectional joint라 한다. 두번째의 경우는 낮은 해상도와 잡음에 의하여 문자가 병합된 경우가 있다. 즉 그림 3(b), (c)에서와 같이 가로방향으로 다른 문자에 비해 긴 문자가 연속되어 두 문자가 병합되는 self-joint의 경우와, 서로 볼록한 부분이 있는 문자가 연속되어 병합되는 double-o-joint 경우가 있다. 이러한 문자들의 처리방법은 Kahan 등<sup>[7]</sup>에 의하여 제안되었는데, 이 방법은 위의 두 경우, 문자가 서로 병합되는 부분에서 수평 투영이 최소 값을 가지며 급격한 변화를 하게 되므로, 문자가 서로 병합된 부분에서 투영의 2차 미분값  $P''(x) = P'(x-1) - 2 \times P'(x) + P'(x+1)$ 이 최대값을 가지게 되는 것을 이용하였다.

그러나 이러한 2차 미분값을 사용하면 그림 3(a)와 같은 projectional joint인 경우, 문자간의 경계를 찾을 수 없게 된다. 또한 self-joint 또는 double-o-joint의 경우 잡음의 영향이 크며 두 문자간에 병합이 아닌 3 문자 또

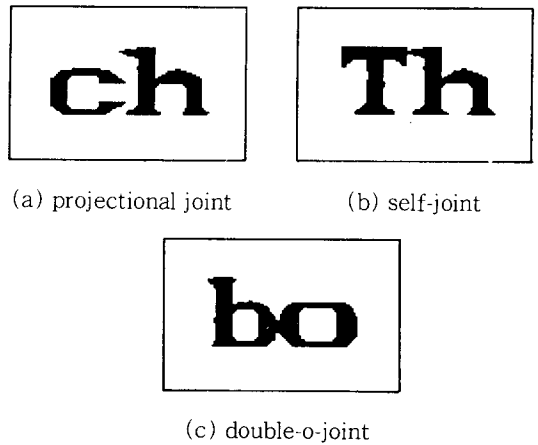


그림 3. 비이상적인 경우 예  
Fig. 3. Examples of nonideal cases.

는 그 이상의 병합이 일어난 경우에는 구분이 어려우므로 한 부분만 처리가 가능하다는 단점이 있다.

이에 본 연구에서는 단어 이미지에 가로방향으로 수평 투영값을 계산한 후, 문자와 문자사이의 공백을 찾아 이 문자가 병합된 문자인지 아니면 개별문자인지를 판정하여 병합된 문자에 대해서는 문자의 중간열에서 아래방향으로 문자가 아닌 배경추적에 의하여 문자를 분리하여, 다음 단계의 입력으로 넘겨주고, 아니면 곧바로 다음 단계의 입력으로 넘겨주는 문자분리 알고리즘을 제안하여 단어영상으로부터 각 문자영상을 분리하였다. 한글과 영문이 혼합된 문서의 경우는 한글의 크기가 영문의 두배 정도 크기 이므로 이를 이용하여 분류할 수 있다. 그림 4에 각 문자영상 분리과정을 보였는데 첫 줄은 입력 문서에서 문자부분 라인을 분리하는 과정이고, 두번째 줄은 단어분리, 세번째 줄은 개별문자 분리, 그리고 마지막 줄은 문자가 차지하는 부분만을 분리하는 과정을 보였다.

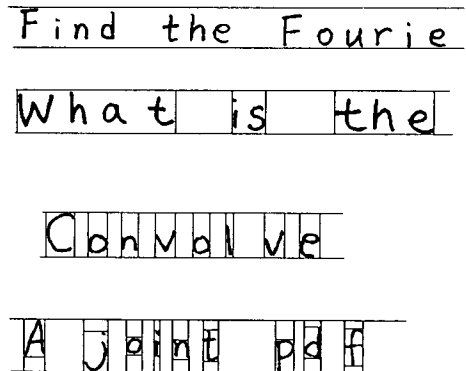


그림 4. 개별 문자 추출  
Fig. 4. Characters extraction.

### V. 문자인식을 위한 특징 추출

특징 추출 단계에서는 전처리 과정에서 넘겨 받은 개별문자로부터 인식에 필요한 문자의 특징 (예 : 문자의 stroke의 길이와 각도, 위치, stroke의 분포, 배경부의 상하에 문자선이 있는가 등의 성질)을 추출한다.<sup>18)</sup> 기존에 많이 사용된 방법으로는 입력 문자에 대하여 획을 한 화소의 굵기로 나타내는 세션화 과정을 거친 후 문자의 마디점을 특징점으로 하여 표준 모델의 마디점과의 유사성을 따져봄으로써 문자를 인식하는 방법이다. 이 방법은 인쇄체 문자뿐만 아니라 필기체 문자 인식에 많이 사용되는 방법인데, 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 우선 입력 문자를 세션화하는 과정에서 시간이 많이 걸리기 때문에 실시간 처리를 하는데 있어 문제점을 내포하고 있을 뿐만 아니라, 두꺼운 획을 가진 문자를 처리하는데 있어서 마디점 추출이 어렵기 때문에 이 방법은 특히 해상도가 나쁜 문서인식에 적합하지 않다. 다음으로 많이 쓰이는 방법으로 문자 자체에 기준을 두지 않고 배경에 중점을 두어 문자의 오목, 볼록, 그리고 꺾곡선을 이용하는 방법이 있는데 이것도 좋은 방법이 될 수 없다. 왜냐하면 이 방법을 쓸 경우 문자에 약간의 잡음이 있어도 특징점을 구하는데 오류가 발생하며, 특히 꺾곡선이 뭉그러질 때는 인식할 수 없다는 결정적 요인이 있다.

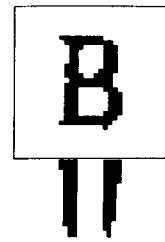
본 논문에서는 빠른 인식속도와 높은 인식률을 얻기 위하여 다음과 같은 문자의 부분 수직투영비, 수평투영비, 흑백화소의 변화수, 문자의 흑화소까지의 거리<sup>19)~110)</sup> 등을 이용하여 계층적으로 인식하였는데 각 특징들을 자세히 설명하면 다음과 같다.

#### 1. 문자의 부분 수직투영비와 수평투영비

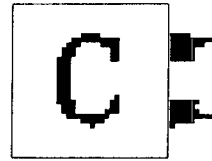
전처리 단계에서는 문자가 차지하는 영역 전체에 대해서 투영한 결과를 이용했는데, 특징 추출 단계에서는 각 문자에 대해서 윗부분, 중간, 아랫부분에서의 수평투영값과 오른쪽, 왼쪽 끝부분 및 중간부분에서 수직투영값을 이용하여 비슷한 값을 갖는 문자별로 몇 개의 부류로 나누었다.

즉, 입력 문자의 양 끝부분에서 그림 5(a)와 같은 수직투영을 구하고 그 투영된 값과 문자가 차지하는 높이와의 비로 정의되는 수직투영비에 따라 부류를 나눈다. 또한 그림 5(b)와 같이 입력 문자의 윗 부분과 아랫 부분의 수평 투영값을 구하고 문자가 차지하는 가로 길이와의 비로 정의되는 수평투영비에 따라 부류를 나눈다.

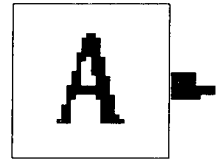
부분투영법을 이용하면 문자에서 여러 가지 특징을 함께 추출할 수 있는 장점이 있는데, 예를 들면 영문 소문자 r의 수직투영비는 좌측 끝부분에서는 거의 1이 되지만 오른쪽 끝부분의 수직 투영비는 0.5 미만이 된다. 이와



(a) left /right



(b) top /bottom



(c) center

그림 5. 부분 투영  
Fig. 5. Partial projection.

같이 위, 아래로 수평투영비를 구하면 영문 소문자 r의 오른쪽 밑 부분은 공간이라는 것을 유추할 수 있다. 또한 그림 5(c)와 같이 문자의 중간 부분의 투영값과 문자의 가로 길이와의 비율 또 하나의 특징으로 사용하였다. 여러 부분에 대해서 부분투영비를 사용하는 것이 전체투영값을 사용하는 경우보다 특징값을 구하는데 있어서, 절반 이상의 시간 단축을 얻을 수 있었으며 또한 인식에 있어서도 전체투영값을 이용하는 것보다 대분류를 쉽게 할 수 있었다.

#### 2. 흑백화소의 변화수

전처리 과정에서 넘겨 받은 문자 각각에 대해 그림 6과 같은 수직, 수평방향에서의 흑백 화소의 변화수를 측정하여 문자들을 여러 부류로 구분하는 특징으로 이용하였다. 특히 문자의 중앙 행에서 수직으로의 흑백 화소의 변화에 중요성을 두었다.

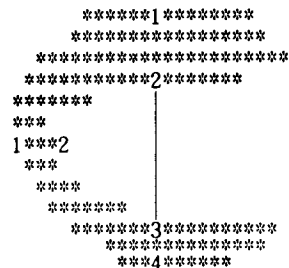


그림 6. 흑백화소의 변화수  
Fig. 6. Number of cross points.

그림 6에서 수직 번호 1, 2, 3, 4는 문자의 중간 열에서 수직으로 탐색하면서 화소값이 변하는 지점을 표시하였다. 수평 번호 1, 2는 중간 행에서 수평으로 탐색하면서 화소값이 변하는 지점을 표시한 값이다. 흑백 화소의 변화수를 특징으로 이용한 경우, 특히 소문자 m, w와 대문자 M, N, W를 구별하는 경우에 유효하였다. 흑백 화소의 변화수에 의한 대표적인 분류 예를 보이면 다음과 같다

- (1) 중간 수직 열의 변화수 6 이상 :  
B, E, G, S, Z e, g, s 등
- (2) 중간 수직 열의 변화수 4 :  
A, C, D, F, K, O, P, Q, R 등
- (3) 중간 수직 열의 변화수 2 :  
H, I, M, N, T 등

3. 문자의 흑화소까지의 거리

문자의 흑화소까지의 거리는 위의 두 특징값과 같이 입력 문자들을 유사한 부류로 분류할 수 있는 특징은 아니지만 각 부류 내에서 문자를 최종인식하는데 중요한 특징이다. 이를 위해 그림 4의 4째줄에 보인 개별문자 각각에 대해서 그림 7과 같이 문자가 차지하는 최소한의 직사각형을 만들어 각 부분에서 이로부터 내린 문자의 흑화소까지의 거리를 특징으로 삼았다.

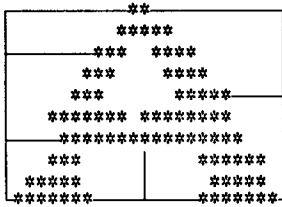


그림 7. 흑화소까지의 거리  
Fig. 7. Distance to black pixels.

그런데 이 특징은 화소의 수를 기준으로 삼는다면 같은 문자라 하더라도 문자의 크기에 따라 달라지므로, 각 문자의 가로, 세로의 길이를 넷 또는 다섯 등분으로 나누어 그 값과 흑화소까지의 거리와의 비를 특징으로 삼았다. 문자의 여러 부분이 파손된 경우 이 특징이 약간의 오류를 범하는 경우도 나타나므로 어떤 한 부분의 거리뿐만 아니라 주위에서의 거리도 구한 후 비교하여 오류를 줄이도록 하였다.

이 특징을 사용함으로써 다른 특징으로 오인식되는 문자도 인식 가능하였으며, 입력 데이터의 해상도가 낮아

각각의 문자내에서 흑화소가 붙어버리는 경우에도 효율적으로 문자를 구별, 인식할 수 있었다.

VI. 문자인식

본 장에서는 V장에서 서술한 여러가지 특징을 이용하여 제한을 둔 필기체 영숫자 및 한글을 인식하기 위한 알고리즘에 대해 서술하였다. 본 연구에서는 여러가지 특징을 이용한 계층적 인식 방법을 사용했는데, 마지막 인식 단계에서는 필기자에 따른 문자의 특징값 변화를 흡수하기 위해 거리특징에 퍼지 척도를 도입하였다.

1. 필기체 영문·숫자 인식

많은 패턴 인식 방법들은 확률을 기본으로 하는 통계적인 기법들을 주로 사용하여 왔다. 우리가 측정된 특징들은 실제로 애매한 것들이기 때문에 임의의 측정에 대한 실제의 분포를 알아내기 위해 확률 밀도를 사용한 통계적인 방법은 적당치 않다고 할 수 있다. 1965년 Zadeh에 의해 제안된 퍼지 개념은 확률적인 개념에서 완전히 탈피하는 것으로서 대상에 대한 불확실성을 퍼지 집합으로 표현하여 대상의 불확실성을 판단하는 것이다.<sup>[11]</sup> 따라서 문자인식에 있어서 특징으로 추출되는 특징값들이 문자의 특징을 나타내는 절대적인 값은 아니며, 그 특징에 가까운 값을 나타낸다고 생각하는 것이 자연스럽다. 그러므로 본 연구에서는 추출된 거리 특징값을 퍼지 개념으로 대응시키고, 필기시에 나타나는 변동량을 최대한 흡수하였다.

퍼지값과 멤버십 값과의 대응관계는 여러가지로 생각할 수 있으나 본 연구에서는 퍼지화 데이터에 완전히 대응하는 퍼지값과의 멤버십값을 1.0으로 하고, 멤버십값이 1.0인 거리특징값과 정규화한 거리차이가 1이상인 곳은 0의 멤버십값을 갖는 삼각형 함수를 사용하였다. 그림 8은 표준문자와 입력문자의 유사도 측정함수를 보여주고 있다. 표준문자와 입력문자의 거리특징에 의한 멤버십 함

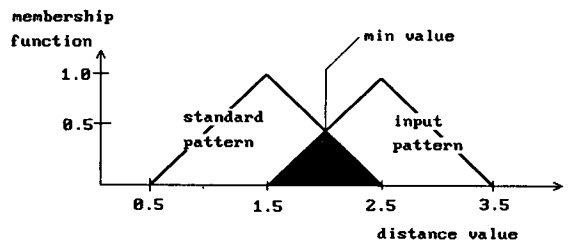


그림 8. 유사도 측정  
Fig. 8. Similarity measure.

수의 min값을 구하고, min값의 최대치를 유사도 값으로 나타낸다. 한 문자에 대해 몇 개의 구간에서 유사도 값을 측정 한 후, 유사도 값이 가장 큰 표준문자를 입력문자로 인식하게 된다. 이러한 입력 문자와 기준 문자와의 퍼지 유사척도를 이용하여 각 문자를 인식했는데 제한을 둔 필기체 영숫자 인식<sup>[12]</sup> 과정은 다음과 같다.

필기체 영숫자 인식의 첫 단계에서 개별 문자의 몇 개의 부분에서 수직투영비와 수평투영비를 이용하여 몇 개의 부류로 나눔으로써 후보 문자를 줄이는 방법을 취하는데, 이는 인식에 소요되는 계산량을 줄임으로써 실시간 처리에 가깝게 하기 위함이다. 그리고 나뉘어진 각 부류에 대해서 필요한 몇 개의 문자에 대해서는 흑백화소의 변화수를 이용하여 다시 부류를 나누거나 문자를 인식하며, 마지막으로 퍼지 특성 함수를 이용한 거리 특징으로 최종문자를 인식하였다.

위에서 서술한 바와 같이 몇 개의 특징을 이용하여 제안한 계층적 필기체 영숫자 인식알고리즘의 흐름도를 그림 9에 나타냈다. 각 후보문자는 때로는 중복될 수 있도록 고려하였으며 그림 9에 보인 흐름도의 특징에 따라 후보 문자를 분류하면 다음과 같다.

- (1) 수직 방향의 흑·백 변화수  
한개 : I  
두개 : C D c
- (2) 수평 방향의 흑·백 변화수  
한개 : I  
두개 : D S s 8
- (3) 나머지
- 3) 중간 부분 투영비가 큰 문자  
A B F G R e f h t 4 6
- (1) 수직 방향의 흑·백 변화수  
한개 : f t  
두개 : A F G f t 4  
세개 : B G e 6
- (2) 나머지
- 4) 나머지 문자
- (1) 왼쪽변의 투영비가 큰 문자  
D K L P b h k p r
- (2) 오른쪽변의 투영비가 큰 문자  
J d g j q 7 9
- (3) 윗쪽의 투영비가 큰 문자  
J T f m n
- (4) 나머지 문자

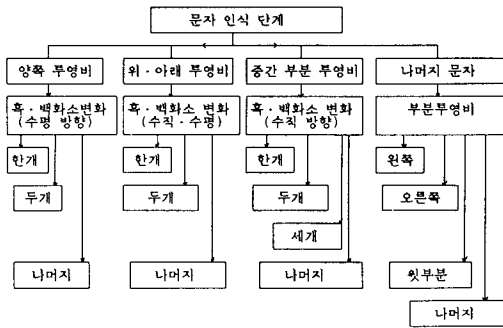


그림 9. 제안한 계층적인 필기체 영숫자 인식의 흐름도  
Fig. 9. Flowchart of a proposed hierarchical character recognition for handwritten alphanumerics.

- 1) 양쪽 투영비가 큰 것  
H M N U i i l O u m n l  
(1) 수평 방향의 흑·백 변화수  
한개 : I i l l  
두개 : H U O u n  
나머지 : M N m
- 2) 위·아래 투영비가 큰 문자  
C D E I S Z a c s 2 3 5 8

2. 필기체 한글 인식

한글 인식에 대한 연구는 1960년대에 시작되었다. 초기의 인식 방법으로는 index-window 방법을 사용하여 초성, 중성, 종성을 분리하여 인식하였으나, 필기체의 경우 모음 판정시 자음의 일부가 모음으로 판정되는 경우가 있고 초성과 종성이 붙어 있는 경우에는 분리하기가 어렵다. 또 세선화 과정을 거치지 않고 윤곽선 추적을 이용하여 인식한 경우도 있는데 이 경우에는 세선화에 따른 계산 시간을 감소시킬 수 있으므로 수행속도가 빠른 반면, 글자체의 변형 등에 민감한 반응을 보인다. 또한 ‘ㅎ’, ‘ㅈ’과 같이 몇 개의 획으로 이루어진 기본자소의 경우에는 오류가 생길 수 있으므로 이 방법을 필기체 문자에 적용시키기에는 부적합하다. 또 다른 한글 인식방법은 구문론적 방법에 의한 트리 문법으로서 패턴 그래프를 하향(top-down)적으로 순차 인식하는 방법이 있다.<sup>[13]-[16]</sup>

본 논문에서는 한글 인식의 문제점을 해결하기 위해 먼저 개별문자의 수직투영비와 수평투영비를 이용하여 중성모음의 위치를 추출한 후, 세선화한다. 세선화 후 수직획과 수평획의 길이 및 위치를 기준으로 중성 부분을 추출하고 교차점의 위치 및 방향을 이용하여, 중성모음 부분을 인식한 후, 중성모음 부분을 제거한다. 이때 중성모음과 초성이 접촉되어 획이 두방향의 값을 가질 때는 처음 방향에 우선 순위를 두었다. 이런 방법으로 중성모



음 부분을 제거한 후 남은 초성 부분과 중성 부분을 인식하는데, 먼저 초성과 중성이 복자음으로 이루어졌는가를 판단한 후 인식한다. 초성과 중성 부분 인식은 세선화의 특징인 끝점과 교차점의 갯수 및 위치를 이용한다. 그런데 이들은 필기체 문자의 경우 일정치 않기 때문에 본 논문에서는 세선화 특징값을 보완하기 위해 필기체 영숫자 인식에 사용했던 부분투영비 및 거리특징을 이용하였다. 제한된 필기체 한글인식의 경우 부분투영비와 거리특징값의 변화가 심하지 않으므로 유용한 특징으로 사용할 수 있었다. 이런 특징들을 이용함으로써 중성 부분과 초성 부분 또는 중성 부분과 중성 부분이 붙어 있는 경우에도 인식이 가능하도록 하였으며 초성이나 중성 부분이 복자음으로 이루어진 경우에도 인식이 수월해졌다.

Ⅶ. 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 문자코드/화소패턴 변환 및 G3/G4 부호화/복호화와 필기체 영숫자 및 한글인식에 대한 실험을 하였다. 각 부분에 대한 실험결과를 간단히 설명하면 다음과 같다.

그림 10은 한영 혼합문서이고, 그림 11은 이 혼합문서를 그래픽 문서로 변환한 결과이다. 이를 G3 부호화기법에 의하여 부호화한 결과 처음 코드화된 문서의 크기는



그림 10. 한영 혼합문서  
Fig. 10. Korean/English document.

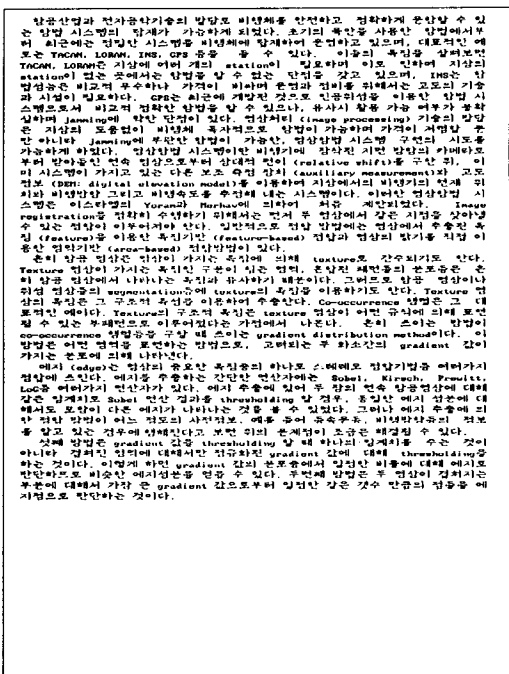


그림 11. 한영 혼합문서의 비트맵 영상  
Fig. 11. Bit-map image of a Korean/English document.

3,360 바이트이며 이를 이미지 화일로 변환한 결과 513, 216 바이트를 얻었으며, 이를 G3로 부호화하여 46,908 바이트를 얻어 팩시밀리 부호화에 의해 약 11배의 감축비를 얻었다.

그림 12는 팩시밀리를 통해서 받은 200dpi의 해상도를 갖는 입력문서 1이다. 이 문서는 숫자와 영문을 함께 사용하였으며, 특수문자도 몇 개 포함시켰다. 그림 13은 입력문서 1에 대한 인식 결과를 보여주고 있다. 그림 2에서 보인 것처럼 팩시밀리 입력시 혹은 전송시의 오류로 인해 왜곡된 문자는 인식을 계산에서 제외했는데 본 문서의 인식률은 약 95%이고 인식속도는 초당 약 40자이다. 마지막 부분의 오인식은 그림 2에서와 같은 팩시밀리 문서 입력시의 오류에 의해 생긴 것이다.

그림 14는 팩시밀리를 통해 취득한 200dpi 해상도를 갖는 입력문서 2를 보여주는데 문서의 구성은 대문자와 소문자로 이루어졌으며, 문서 마지막에는 정규화과정 없이 인식을 행하는 본 알고리즘의 글자 크기에 따른 성능을 보이기 위해 다른 문자보다 크게 썼다. 문자의 크기는 16×16 화소로부터 30×30 화소 정도이다. 그림 15는 비교적 양호한 상태의 입력문서 2에 대한 결과로 결과에서 보듯이 전반적으로 인식이 잘 되었다. f의 경우는 윗 부분이 파손되어 오인식되었으나 다른 문자에 대해서는 좋

Technical Papers

1991 ACSM

VOLUME 6

Auto - carto

VTR 2 Set

T. v 3 set

Zadeh , King - Sun Fu ,

Madan M. Gupta

Ronald R. Yager

1 2 3 4 5 7 8 9 0

그림 12. 팩시밀리를 통해 취득한 입력문서 1 (200 dpi)

Fig. 12. Input document 1 from a facsimile (200 dpi).

Technical PaPers

1991 Acsm

volume 6

Auto - carto

vTR 2 Set

T.v 3 set

Zadeh^ King - sun Fu,

Madan M. Gupta

~~~~~

그림 13. 입력문서 1의 인식 결과

Fig. 13. Recognition result of the input document 1.

은 결과를 보여주고 있다. 그림 16은 기존의 세선화를 이용한 방법에 의한 인식 결과이다.<sup>[17]</sup> 여러 해상도 문서의 실험 결과, 세선화를 이용한 방법은, 문서의 해상도가 높은 경우에는 좋은 결과를 나타내지만, 이와 같이 저해상도의 문서일 경우에는 인식률이 저하되는 문제점이 있었다. 세선화를 사용한 방법을 저해상도의 문서에 적용할 경우에는 세선화 방법이 가지고 있는 단점을 보완해 줄 수 있는 여러가지 규칙을 추가하여야 한다.

그림 17은 제한을 약간 적게 하여 4 사람이 쓴 문서를 팩시밀리를 통해서 취득한 입력문서 3이며, 그림 18은 입력문서 3에 대한 인식 결과를 보여주고 있는데 영문 소문

```

A B C D E F G H I J K L M N O P
a R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q
r s t u v w x y z

A B C D E F G H I J K L M N O P a
R S T U V W X Y Z a b c d e f g h
i j k l m n o p q r s t u v w x y z

A B C D E F G H I J K L M N O P a
R S T U V W X Y Z a b c d e f g h
i j k l m n o p q r s t u v w x y z

A B C D E F G H I J K L M N O P
Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g
h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

```

그림 14. 팩시밀리를 통해 취득한 입력문서 2 (200 dpi)  
Fig. 14. Input document 2 from a facsimile (200 dpi).

```

A B C D E F G H I J k L M N O p
Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k m n o p q
r s t u v w x y z
A B C D E F G H I J k L M N o p Q
R S T U V W X Y Z a b c d e ^ g h
i j k m n o p q r s t u v w x y z
A B C D E F G H I J K L M N O P Q
R S T U V W X Y Z a b c d e f g h
i j K l m n o p q r s t u v w x y z
A B c D E F G H I J k L M N o p
Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g
h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

```

그림 15. 입력문서 2의 인식 결과(제안한 방법)  
Fig. 15. Recognition result of the input document 2(proposed algorithm).

```

A B c o E F G H I J K L M N O p
Q R s T u u W x Y z
a b c d e f g h d k m n o p q
r s l u u w x Y z
A B c D E F G H I J K L M n o p Q
R s T u v W X Y z a b c d e t g h
j k l m n o p q r j t u u W x y z
A B c o E F E H I J K L m N o p Q
R s T T u u x Y z a b c d e G G h
l j k l m O p q r s t u u x y z
A b c d E F G H I J K L M ^ ^ ^
Q R s T u u W x Y z a b c d p f Q
H J k m h o p q r j t u u W x y z

```

그림 16. 입력문서 2의 인식 결과(세선화 방법)  
Fig. 16. Recognition result of the input document 2(thinning method).

Find the Fourier series complex  
 What is the value  
 Convolve graphically  
 A joint pdf function is specified

그림 17. 팩시밀리를 통해 취득한 입력문서 3 (200 dpi)  
 Fig. 17. Input document 3 from a facsimile (200 dpi)

Find the Fourier series complex  
 What is the value  
 Convolve graphically  
 A joint pdf function is specified

그림 18. 입력문서 3의 인식 결과  
 Fig. 18. Recognition result of the input document 3.

Find the Fourier series complex  
 What is the value  
 Convolve graphically  
 A joint pdf function is specified

그림 19. 퍼지 척도를 사용하지 않고 실험한  
 입력문서 3의 인식결과  
 Fig. 19. Recognition result of the document 3 not using a fuzzy measure.

자 "a"가 영문 소문자 "o"와 구별이 되지 않아 2군데에서 오인식이 일어났다. 이는 두가지 형태의 소문자 "a"에 대해 한 형태에 대해서만 기준 패턴을 가지고 있기 때문에, 다른 형태의 a가 입력으로 들어왔을 때 유사도 측정에 있어 소문자 "o"와 더 유사한 특징 값을 갖기 때문이다. 이를 해결하기 위해서는 필기시에 제한을 두어 한 가지 형태의 "a"만 쓰도록 하면 해결할 수 있다. 그림 19는 퍼지 척도를 사용하지 않고 인식한 결과로 퍼지 척도를 적용한 결과에 비해 나쁜 결과를 보였다. 이 방법을 사용할 경우 특징값들이 각 문서마다 다르기 때문에 각 문서별로 특징값을 변화시켜야만 하는 단점이 있다.

그림 20은 200dpi 해상도의 스캐너를 통해 취득한 필기체 한글 입력문서 4를 보여주고 있다. 한글문자의 크기는 40x40 화소 정도이다. 그림 21은 본 논문에서 제안한

그러나 기존의 도형이나 사진  
 그리고 그림 등과 함께 만들어진 다중매체 문서인 경우에 기존의 코드만 가지고 표현할 수 없는 부분들이 존재한다

그림 20. 스캐너를 통해 취득한 입력문서 4(200 dpi)  
 Fig. 20. Input document 4 from a scanner (200 dpi).

그러나 기존의 도형이나 사진  
 그리고 그림 등과 함께 만들어진 다중매체 문서인 경우는 기존의 코드만 가지고 표현할 수 없는 부분들이 존재한다

그림 21. 입력문서 4의 인식 결과  
 Fig. 21. Recognition result of the input document 4.

방법을 이용하여 입력문서 4를 인식한 결과를 보여주고 있다. 결과에서 보듯이 문자의 상태가 양호한 경우에는 인식에 어려움이 없으나, 초성이나 중성의 자음이 화소끼리 접촉된 경우는 세선화 후, 올바른 특징값을 측정할 수 없으므로 인식에 어려움이 따른다. 또한 여러가지 입력문서를 실험한 결과, 복잡한 복자음으로 이루어진 문자로 초성과 중성 또는 중성과 중성이 접촉되거나 중성의 복자음끼리 접촉된 문자에 대해서는 오인식되는 경우가 있었다.

실험결과에 의하면 영상화일의 팩시밀리 사양에 맞는 부호화 과정으로 513,216 바이트의 영상이 G3 팩시밀리의 경우에는 입력되는 문서에 따라서 약 10배 가량 압축이 가능하였으며, G4 팩시밀리의 경우에는 같은 문서를 입력하였을 때 G3 팩시밀리보다 약 1.2배 정도 높은 압축률을 얻었다. 이로써 문서영상을 팩시밀리로 보내는데 상당한 대역감축 효과와 시간절약이 가능하게 된다. 부호화된 영상문서의 부호화 과정으로 수신단에서 올바르게 복호화하여 원영상과 동일하게 생성됨을 실험을 통해서 확인하였다.

문서인식의 전처리 단계에서는 문자 크기 표준화 과정을 거치지 않으므로 알고리즘을 좀 더 단순화시켰다. 필

기체 영숫자의 경우 필기시에 제한을 두어 입력을 취득하였으며 여러 문서의 실험결과 팩시밀리 입력과정의 오류로 인해 일그러진 문자를 제외한 인식률은 약 95% 정도이고, 인식속도는 초당 약 40자 정도이다. 필기체 한글 인식의 경우는 세선화 과정을 거치고 증성 부분부터 인식하고 초성과 종성을 인식하는 방법을 취한 결과 증성과 종성이 연결된 문자에 대해서도 인식이 가능하였다. 제한된 필기체 문서에 대해서는 인식률은 약 95% 정도이고, 인식속도는 초당 약 12자 정도이다.

## Ⅷ. 결 론

본 논문에서는 주어진 문자코드를 이미지화일로 바꾸는 변환시스템을 구축하였으며 팩시밀리 부호화 과정도 수행하였다. 자동입력 시스템으로서, 인쇄체 및 제한을 둔 필기체 영숫자 및 한글로 이루어진 문서의 인식시스템을 구현하였다.

문자/화소패턴 변환에 의해 아스키코드와 KSC5601 완성형 한글코드로 구성된 입력 문서를 그래픽 화소 패턴으로 정상적으로 변환함을 실험을 통해 보였다. 나아가 영상화일의 팩시밀리 부호화 과정을 거침으로써 문서영상을 팩시밀리로 보내는 경우 상당한 대역감축 효과와 시간절약이 가능하게 된다. 또한 부호화된 영상문서의 복호화 과정실험을 통해 수신단에서 원영상과 동일하게 복원함을 확인하였다.

본 논문에서는 개별적인 문자뿐 아니라, 인쇄체와 제한을 둔 필기체 영숫자와 필기체 한글로 이루어진 저해상도의 문서를 팩시밀리나 스캐너로 받아들여 몇 가지의 특징을 이용하여 계층적으로 인식하는 알고리즘을 제안하였으며, 이의 효율성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 보였다. 필기체 영숫자 인식에서는 거리 특징을 이용하여 입력 문자를 인식하는 과정에서 필기자에 따른 특성을 최대한 흡수하기 위해 퍼지 척도를 도입하였으며 필기체 한글 문서 인식에서는 세선화를 행한 후 증성을 먼저 인식하고 남은 초성과 종성을 인식하는 알고리즘을 제안하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 제안한 계층적 문자인식 알고리즘의 효율성을 보였다.

앞으로의 과제는 통합시스템에서의 각 알고리즘의 효율성을 높혀 보다 빠른 인식속도를 얻는 점과 한/영 혼합 문서인식, 그래픽 데이터나 사진 데이터 처리에 대한 부분을 보완하는 것이다.

## 參 考 文 獻

[1] T. Pavlidis, "A thinning algorithm for dis-

crete binary images," *Comput. Vision, Graphics, Image Processing*, vol. 13, pp. 142-157, June 1980.

[2] M. Shridhar and A. Badreldin, "High accuracy character recognition algorithm using Fourier and topological descriptors," *Pattern Recognition*, vol. 17, pp. 515-524, 1984.

[3] 한글 기계화 연구소, 한글 기계화 연구, 1975.

[4] CCITT Blue Book Volume VII, Fascicle VII. 3-Recommendation T.4.

[5] D. Wang and S. N. Shihari, "Classification of newspaper image blocks using texture analysis," *Comput. Vision, Graphics, Image Processing*, vol. 47, pp. 327-352, Sept. 1989.

[6] H. S. Baird and K. Thompson, "Reading chess," *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*, vol. PAMI-12, pp. 552-559, June 1990.

[7] S. Kahan, T. Pavlidis, and H. S. Baird, "On the recognition of printed characters of any font and size," *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*, vol. PAMI-9, pp. 274-288, Mar. 1987.

[8] S. Mori, K. Yamamoto, and M. Yasuda, "Research on machine recognition of handprinted characters," *IEEE Trans. Analysis Machine Intelligence*, vol. PAMI-6 pp. 386-405, July 1984.

[9] 함영국, 도상운, 김우성, 박래홍, 이창범, 김상중, "저해상도 영·숫자 데이터의 고속인식," 춘계종합 발표회 논문집, 한국통신학회, 제 10권, 제 1호, pp. 106-109, 1991년 5월.

[10] Y. K. Ham, C. B. Lee, W. S. Kim, S. Y. Doh, R. -H. Park, and S. J. Kim, "A simple sequentially designed rule-based alphanumeric recognition algorithm for OCR document processing using a thinning process," in *SPIE Proc. Intelligent Robots and Computer Vision X: Algorithms and Techniques*, vol. 1607, pp. 146-157, Boston, MA, Nov. 1991.

[11] L. A. Zadeh, "Fuzzy set," in *Fuzzy Set and Application: Selected Papers*. R. R. Yager, Ed., pp. 29-44, 1987.

[12] 함영국, 도상운, 김우성, 박래홍, "퍼지이론을 이용한 필기체 영·숫자 인식", 1991년도 제 4회 신호처리 합동학술대회 논문집, 제 4권 제 1호, pp.

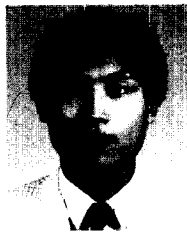
127-130, 1991년 9월.  
 [13] 이균하, "한글문자인식에 관한 사례연구," 정보과학회지, 제 9권, 제 1호, pp. 45-53, 1991년 1월.  
 [14] 고건, 이대영, "중첩운곽 형상에 의한 한글패턴의 정점검출," 한국통신학회논문지, 제 15권, 제 2호, pp. 112-123, 1990년 2월.  
 [15] T. Agui, M. Nakajima, T. K. Kim and E. T. Takahashi, "A method of recognition and representation of Korean characters by tree grammars," *IEEE Trans. Pattern Analysis Ma-*

*chine Intelligence*, vol. PAMI-1, pp. 245-250, July 1979.  
 [16] 이주근, 남궁재찬, 김영건, "한글 pattern에서 subpattern 분리와 인식에 관한 연구," 전자공학회논문지, 제 18권, 제 3호, pp. 1-8, 1981년 6월.  
 [17] G. Baptista and K. M. Kulkarni, "A high accuracy algorithm for recognition of handwritten numerals," *Pattern Recognition*, vol. 21, no. 4, pp. 287-291, 1988.

著 者 紹 介



**咸 永 國 (準會員)**  
 1966年 7月 6日生. 1990年 서강대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992年 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1992년~현재 서강대학교 전자공학과 박사과정. 주관심분야는 패턴인식, 신경망 컴퓨터비전, 영상처리 등임.



**都 相 潤 (準會員)**  
 1966年 4月 7日生. 1989年 2月 서강대학교 수학과 졸업(이학사). 1990年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992年 8月 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1992年 7月~현재 주식회사 데이콤 정보통신연구소 컴퓨터공학 연구실 연구원으로 근무. 주관심분야는 패턴인식과 컴퓨터비전, 영상처리 등임.



**丁 鴻 奎 (準會員)**  
 1970年 2月 18日生. 1992年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992年 2月~현재 서강대학교 전자공학과 석사과정 재학중. 주관심분야는 컴퓨터비전, 패턴인식, 영상코딩 등임.

**朴 來 弘 (正會員)** 第23卷 第6號 參照  
 현재 서강대학교 전자공학과 부교수



**金 禹 成 (正會員)**  
 1957年 7月 27日生. 1980年 서강대학교 전자공학과 졸업(학사). 1983年 Texas A & M 대학 전기공학과 석사학위 취득. 1991년 서강대학교 대학원 박사과정 수료. 1985년~1987年 한국전자통신연구소 연구원. 1987년~현재 호서대학 컴퓨터공학과 조교수. 주관심분야는 컴퓨터비전, 패턴인식, 뉴럴 네트워크 등임.



**李 昌 範 (正會員)**  
 1955年 3月生. 1979年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업(학사). 1990年 8月 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1991年 9月~현재 동대학원 박사과정. 1979年 3月~1983年 3月 국방과학연구소 연구원. 1983年 3月~현재 한국전자통신연구소 통신접속연구실 선임연구원. 주관심분야는 컴퓨터비전, 패턴인식 등임.



**金 庠 仲 (正會員)**  
 1949年 5月生. 1977年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업(학사). 1980年 8月 연세대학교 전자공학과 졸업(석사). 1992年 3月~현재 아주대학교 대학원 전자공학과 박사과정. 1977年 3月 한국전자통신연구소 통신접속연구실 실장. 주관심분야는 컴퓨터비전, 영상처리, 영상통신 등임.