

2 차원 디지털 필터링에 의한 한글 자모의 인식 알고리즘

(A Recognition Algorithm of Hangeul Alphabet
Using 2-D Digital Filtering)

吳吉男*, 申勝渙**, 陳庸玉**

(Kil Nam Oh, Seung Ho Shin and Yong Ohk Chin)

要 約

본 연구는 2 차원 디지털 필터링을 이용한 한글 인식 방법에 관한 것이다. 한글의 실용문자 1,659자의 표준 인쇄체를 초성, 중성, 종성의 위치별로 분석하여 총 170 가지의 자모로 분류하고 이들 각 자모에 대한 2 차원 디지털 필터링된 모형을 얻어냈다. 이것을 바탕으로 하여 한글 조합문자에 중첩의 원리를 적용하여 자소를 분해, 인식하는 알고리즘을 제시하였다. 모의 시험의 결과, 인쇄체의 경우 100%의 인식률을 얻었다.

Abstract

This paper describes a method of Hangeul recognition using 2 - D digital filtering. The 170 patterns classified by the positions of the initial sound (consonant), middle sound (vowel) and terminal sound (consonant) of the 1,659 characters were established and models formed by using 2 - D digital filtering for each patterns were obtained. Based on these models we proposed an algorithm that can recognize KOREAN combinational characters by separating patterns from them with superposition principles. As a result of simulation, 100% of recognition rate is obtained in the case of the print letter.

I. 序 論

한글은 24개의 기본자소로 이루어지고 모아쓰기에 의한 문자의 총수는 33패턴의 14,364자¹⁾에 달하며, 실제 사용 빈도수에 따라 17패턴의 1,600자 정도가 실용되고 있다.²⁾³⁾ 또한 문자 인식을 위해서는 인쇄체, 필기체에 따라 다양한 모양이 있겠으나 어떤 방법에서는

표준패턴을 설정해야 한다.

한글 인식에 대해서는 이미 여러 각도에서 연구되어 왔으나, 본질적으로 topological 방법⁴⁾과 통계적 방법⁵⁾⁶⁾에 의한 시간 영역에서의 해석이 주류를 이루고 있다. 이와같은 시간 영역에서의 해석은 많은 데이터를 처리해야 하므로 처리시간이 길고, 메모리의 용량을 증가시키므로 코스트의 상승을 초래하게 된다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 한글 자모를 2 차원 영상으로 간주하고, 이에 대한 2 차원 디지털 필터링 해석을 시도함으로써 처리할 데이터의 수를 감소시키고, 이를 토대로한 인식 알고리즘을 모색하려 한다.

일반적으로 주파수 영역에서의 데이터는 그 주기성

*準會員, 韓國電氣通信研究所

(Korea Electrotechnology and Telecommunications Research Institute)

**正會員, 慶熙大學校 工科學 電子工學科

(Dept. of Electronics Eng., Kyung Hee Univ.)

接受日字: 1984年 2月 13日

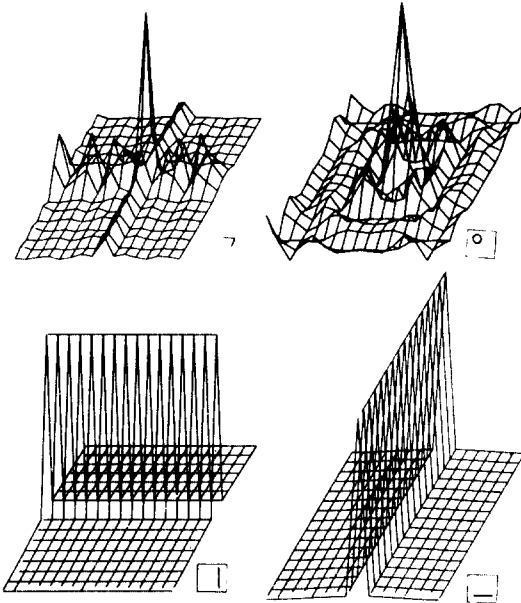


그림 2. 그래픽 처리 예 (ㄱ, ㅇ, ㅣ, ㅡ)
 Fig. 2. Example of graphic processing of Hangeul Alphabet (ㄱ, ㅇ, ㅣ, ㅡ).

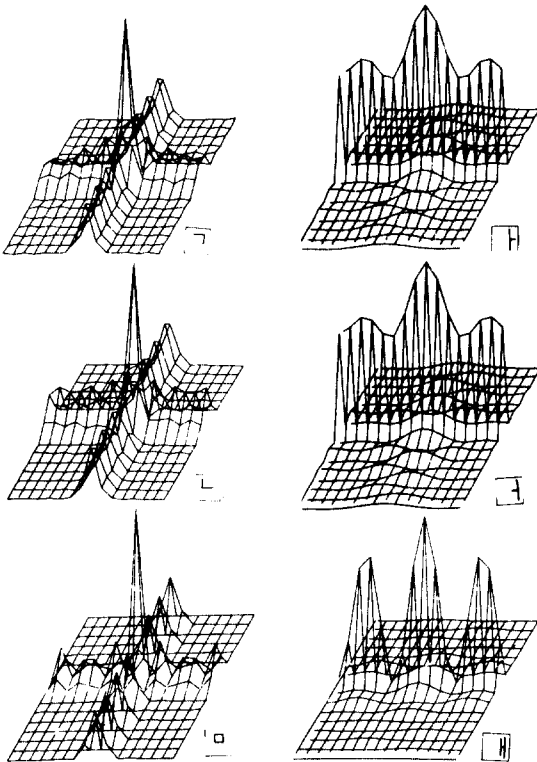
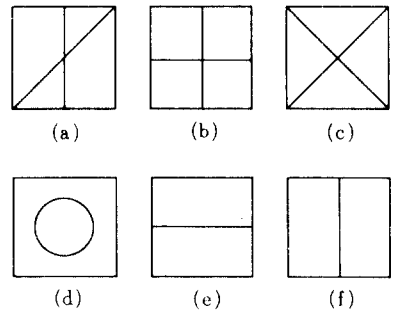


그림 3. 모형의 특징 비교 (ㄱ, ㅋ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ)
 Fig. 3. Characteristic comparison of models (ㄱ, ㅋ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ).

과 'ㄴ' (혹은 'ㄷ'과 'ㄹ')의 합성으로 이루어지는 경우는 FFT의 대칭성에 의해 유사한 특성을 갖게 된다. 이러한 모형의 비교는 그림 3 과 같다.

기본자모 24개로 구성되는 한글의 모형을 분석한 결과 그림 4 와 같이 6 개의 패턴 (이를 각각 수직사선계열, 혼합계열, 사선계열, 원형계열, 수평계열, 수직계열이라 칭함)으로 이루어짐을 알 수 있었다. 문자가 확대 또는 축소된 영상이라 할지라도 일정한 모형이 형성됨을 알 수 있다. 각 패턴이 구성하고 있는 자모의 유형은 표 2와 같다.



(a) 수직사선계열 (b) 혼합계열 (c) 사선계열
 (d) 원형계열 (e) 수평계열 (f) 수직계열

그림 4. 영상의 기본 모형
 Fig. 4. Basic patterns of image.

표 2. 패턴에 의한 자모의 분류
 Table 2. Pattern classification of Hangeul Alphabet.

모 형	기본자소
수 직 사 선 계 열	ㄱ, ㅋ
혼 합 계 열	ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅆ
사 선 계 열	ㅈ, ㅊ, ㅌ
원 형 계 열	ㅇ, ㅎ
수 평 계 열	ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ
수 직 계 열	ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ

IV. 한글 인식의 처리 방법

한글은 각 자모의 구조가 한자나 알파벳에 비해 비교적 간단할 뿐만 아니라 주로 선형패턴으로 구성되어 있다. 그림 5에서와 같이 각각의 자모를 그래픽 패턴으로 표현하여 각 자모의 패턴을 합성한 것과 조합된 문자의 패턴을 비교하면 상호 연관성이 있음을 알 수 있다.

이런 관점에서 그림 5의 모형은 표 3에서와 같이 그

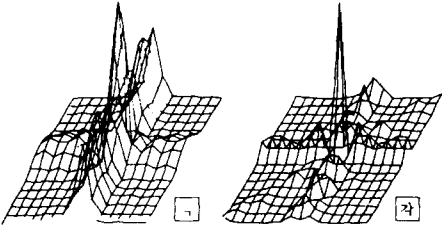
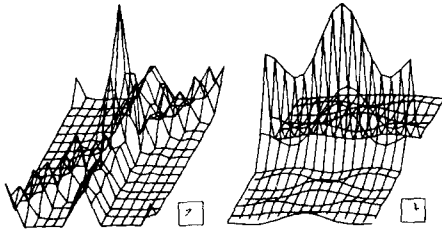


그림 5. 조합 문자의 비교
Fig. 5. Comparison of combinational character.

림 4의 a, b, c 형의 합성모형으로 이루어 졌다. 따라서 한글 인식의 처리 방법은 표 4에서와 같이 각 자소를 변환한 계수의 합과 조합문자를 변환한 값이 같으므로써 다음식의 중첩의 원리가 증명됨을 알 수 있다.

$$H[\sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i(t)] = \sum_{i=1}^n a_i \cdot H[x_i(t)]$$

표 3. 문자 구성 예
Table 3. Example of character composition.

모 형	추출자소	조합문자
수 직 사 선 계 열	가	각
수 평 계 열	ㅏ	
혼 합 계 열	ㄱ	

본 연구에서는 한글 자모 영상에 대한 주파수 영역에서의 디지털 필터 해석을 위해 표준패턴 170개에 대한 필터 계수를 구하여 필터 뱅크(filter bank)를 설치하였다. 주파수 영역에서의 2차원 필터링 방법을 이용한 한글 문자 인식은 입력 문자 데이터를 우선 2차원 FFT로 처리한 필터 계수를 구하고, 중첩의 원리에 의해 필터 뱅크의 필터 계수에서 이 입력 문자의 필터 계수를 분리하는 방식이다(그림 6 참조).

V. 인식 알고리즘과 처리 결과

한글의 자모중에는 복잡한 구조를 가진 자모의 부분 패턴으로 구성된 자모가 있다. 예를들면 자음의 경우, “ㄱ”, “ㅃ”등이고 모음의 경우 “ㅛ”, “ㅜ”, “ㅠ”, “ㅝ”

표 4. 문자 구성의 필터계수 (a) 위상성분이 0인 필터계수 (b) FFT실수계수 (c) FFT 허수계수

Table 4. Filter coefficients of character composition.

- (a) Filter coefficients of zero phase.
- (b) FFT real coefficients.
- (c) FFT imaginary coefficients.

가	(a)	-7	7	-1	3
	(b)	-0.924	-1.293	-0.383	-2
	(c)	0.015	0.707	0.412	1
ㅏ	(a)	-1	-3	9	11
	(b)	0.324	-8.293	0.217	8
	(c)	8.783	0.293	-7.910	1
ㄱ	(a)	0	-10	4	14
	(b)	-0.184	-4.293	0.256	5
	(c)	4.924	0.707	-4.383	-1
각	(a)	-8	-6	12	38
	(b)	-0.784	-13.879	0.09	11
	(c)	13.722	1.707	-11.881	1

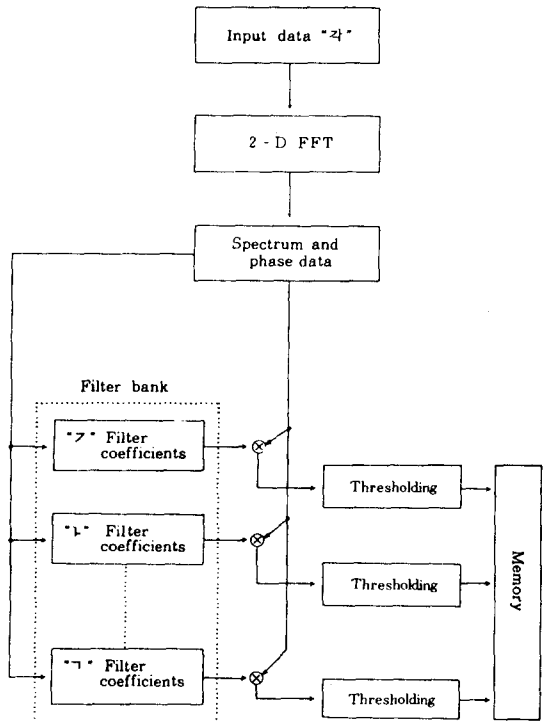


그림 6. “가”자에 대한 2차원 디지털 필터 해석의 모델링
Fig. 6. Modeling of 2-D digital filter analysis on the character “가”.

등이다. 그러나 본 연구에서는 표 1에 나타낸 바와 같이 합성자음이나 합성모음으로 이루어진 자모의 경우도 한 개 자모의 부분패턴으로 간주하였다.

한글 인식을 위해서 초성, 중성, 종성의 위치를 분리시킨 후, 각 자모에 대해 2-D FFT를 적용하여 위상성분이 zero인 4개의 성분을 추출한 다음, FFT의 대칭성을 이용하여 사분 평면에 대해서만 인자분해를 행한다. 그림 3의 모형에서와 같이 횡축, 종축과 대각선 성분만 추출하고 이를 기준 데이터로 삼았다. 따라서 조합문자의 패턴인식 알고리즘은 기준 데이터를 추출한 순서대로 먼저 위상성분을 비교하고, 그 다음 횡축, 종축과 대각선 성분중 4개의 데이터만 비교하였다. 4개의 데이터를 비교하여도 오인식 가능성 및 sorting의 어려움은 없었다. 한글 인식 처리의 알고리즘은 그림 7에 표시하였다. 본 인식 알고리즘의 유용

성, 정확성을 검토하기 위해 FORTRAN 프로그램을 작성, KAIST의 CYBER computer를 사용하여 인쇄체 한글의 인식 실험을 행하였다. 인식 실험에 사용된 문자는 현재 통용되고 있는 1,659자중 random하게 50자를 선택하여 본 연구에서 채택한 알고리즘의 효용성을 검토하였다. 실험결과 100%의 인식율을 얻었다.

IV. 結 論

한글 자모 영상을 2차원 low pass filter로 해석하고 필터링시킨 패턴의 grouping 및 sorting에 의한 인식 방법을 제시하였다. 이 방법에서는 문자가 중첩된 영상이거나 축소 또는 확대된 영상이라 할지라도 필터링시킨 패턴은 일정하므로 이러한 인식 방법은 시간영역에서의 인식 방법보다 훨씬 용이함을 알 수 있다. 또한 푸리에 변환에 의한 처리는 반도체 기술의 진보로 firmware에 의한 실시간 처리도 가능하며 필기체에 대한 인식 방법도 오차 한계를 적당히 늘리므로써 가능하리라 본다. 따라서 본 연구의 인식 방법을 필기체에까지 적용할 수 있도록 더욱 개발해야 할 것이며 또한 마이크로프로세서로 실시간 처리할 수 있는 시스템 구성에 대하여도 계속 연구하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] 이주근, "한글 문자의 인식에 관한 연구(IV)", 전자공학회지, 제 9 권, 제 4 호, pp. 25-32, 9월 1972년.
- [2] 홍사용, "Image project 방식을 이용한 한글 모아쓰기 Display 한 방안," 경희대학교 대학원 석사학위 논문, 8월 1980년.
- [3] 한글기계화연구소, "한글 기계화 연구", 1975년.
- [4] 이주근, 남궁재찬, 김영건, "한글 Pattern 에서 Subpattern 분리과 인식에 관한 연구", 전자공학회지, 제 18 권, 제 3 호, pp. 1-8, 6월 1981년.
- [5] 김재석, 김재곤, "한글 Graphic Image Data의 통계적 특성에 관한 연구", 전자공학회지, 제 17 권, 제 2 호, pp. 15-22, 4월 1980년.
- [6] 이주근, 최홍문, "한국어 음절의 Entropy에 관한 연구", 전자공학회지, 제 11 권, 제 3 호, pp. 15-21, 6월 1974년.
- [7] 강찬희, "스펙트럼 인자분해를 이용한 2차원 순환 디지털 필터의 결정", 경희대학교 대학원 석사학위 논문, 2월 1982년.

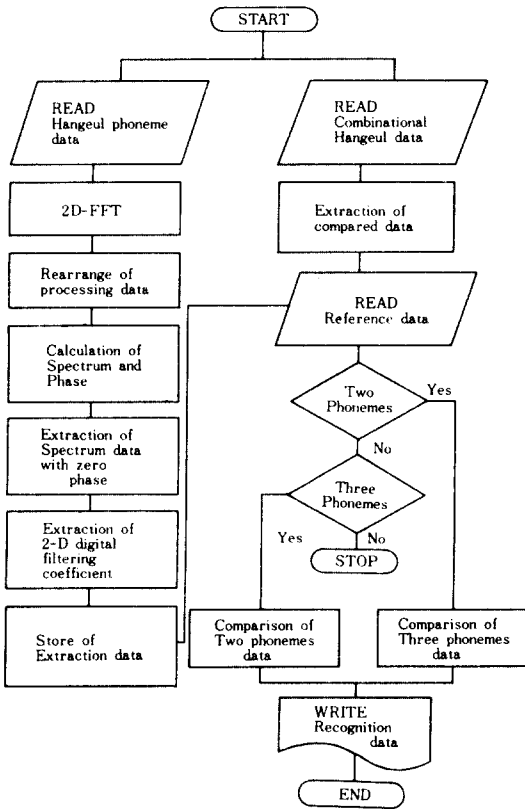


그림 7. 인식 과정의 신호 흐름도
Fig. 7. Flow chart of the recognition process.