

공간 위치 변조에 의한 한글자소의 필터링

正會員 姜 大 洙* 正會員 陳 庸 玉*

On the Filtering of Hanguk Character Element with
the Spatial Positioning ModulationDae Soo Kang*, Yong Ohk Chin* *Regular Members*

要 約

본 논문은 한글인식 방법중 주파수 변환영역에서 행하는 필터링의 방법을 제시한 것이다.

한글 문자패턴을 2차원 변조처리하여 공간위치에 의존적인 한글자소의 위상문자적 특징을 주파수 영역으로 사상하였고, 이때 변조 주파수를 정규화함으로서 주파수 영역에서 문자의 크기를 정규화 한다. 또한 한글의 각 자소를 발생위치에 따라 분류하여 표준패턴으로 설정하고, 설정된 각 자소의 표준패턴을 자소 필터로 사용하여 주파수 영역으로 사상된 문자패턴을 필터링하였다.

한글자소의 분별 파라미터로는 정규화된 상호상관함수와 필터링 결과로 부터 유도된 코히어런스함수를 산출하여 분별기준을 설정하였으며, 그 결과로서 문자크기의 변화, 자소의 음착, 제한적인 자획의 유실이나 잡음의 혼입등의 요인이 발생하였을 경우에도 한글자소의 분별이 가능하였고 또한 표준패턴을 설정함에 따라 숫자, 영문자등의 분별에도 적용할 수 있었다.

ABSTRACT

This paper presents the filtering method which is processed on the frequency domain among Hanguk character recognition methods.

It is processed the Hanguk character pattern with spatial positioning modulation and mapped the Hanguk character element which have spatial position variant feature onto frequency domain, at this time, normalized spatial position and so normalized the character size in frequency domain. And it is grouped the Hanguk character element according to the generating position and set the standard pattern, and used each standard character element pattern with character element filter and filtering the character pattern mapped on the frequency domain.

With the classification parameter of Hanguk character, it is derived the normalized cross correlation function and the coherence function led to the filtering results, and calculated classification threshold.

*慶熙大學校 電子工學科
Dept. of Elec. Eng., Kyung Hee Univ.
論文番號 : 92-103(接受1992. 8. 19)

In the result, when it happened variation of character size, the contact of character element, limited stroke loss or noise addition, we can classify the Hangeul character element, and apply it to the classification of a numeral letter and alphabet pattern with each standard pattern setting.

I. 서론

정보화 사회가 진행됨에 따라 문서, 음성, 영상등 다양한 정보에 대한 다중 미디어의 처리는 차세대 컴퓨터 및 통신시스템의 중요한 기능으로 인식되고 있다.

특히 문서정보처리의 근간이 되는 문자인식에 관한 연구는 정보의 효율적인 저장, 전송, 변환처리를 위한 것으로 꾸준한 연구 성과에 힘입어 최근에는 문자의 변형을 고려하는등 문자인식 시스템이 갖는 제한성을 탈피하기 위한 연구가 계속되고 있다.

일반적으로 문자인식 시스템의 성능이 저하되는 요인은 첫째, 문자의 발생 측면에서 문자는 다양한 종류의 서체와 크기를 가지기 때문이고 둘째, 문자 데이터의 획득 측면에서 영상 스캐너와 팩시밀리등 입력장치의 성능이나 통신로상의 잡음으로 인해 정보점이 유실되거나 비정보잡음이 부가되기 때문이며 셋째, 문자의 구조적 측면에서 한글은 초성, 중성, 종성이 조합된 문자이므로 모아쓰기에 의해 자소간의 융착(融着)이 불규칙하게 발생하여 구조적 모호성이 커지기 때문이다. 따라서 이러한 요인들은 문자인식 시스템의 성능을 제고하는 측면에서 장애가되며, 특히 특징의 추출에 중요한 영향을 미치므로 특징의 선별과정에서 반드시 고려해야할 요인이다.

한글을 인식함에 있어 고려해야할 가장 중요한 특징요소는 한글의 기호학적 특성상 위상차에 의하여 기호가 다르고 기호가 같아도 존재하는 위치가 다를때 그 의미나 발음이 달라진다는 것이다.^[2] 이러한 한글의 위상문자적 성질은 다른 문화권의 문자에서는 거의 찾아 볼 수 없는 것으로 한글 인식구조를 결정하는데 있어 중요한 특징이되며, 이 논문은 이러한 특징을 분별하는 방법으로서 한글인식 방법중 본질적으로 주파수 변환영역에서 행하는 필터링의 방법^{[1][6]}에 속한다.

필터링의 방법은 문자의 회전, 크기의 변화에도 적용할 수 있고 비교적 잡음에 강한것이 장점이며, 주로 광학 문자인식 시스템이나 통신로를 통해서 전송되어 온 문서에 대하여 문자단위의 인식을 위해 사용되고 있다. 그러나 한글자소의 유사성과 주파수영역

에서 스펙트럼의 중첩으로 인하여 조합된 문자내의 한 자소를 필터링 방법으로 구분하는 방식은 아직 보고된 바 없다. 그 이유는 신호처리기법의 난해함과 실현기술의 어려움 때문으로 분석된다. 그러나 최근의 디지털 신호처리기술의 급진진과 반도체기술의 성숙으로 인해 이와같은 난점은 별로 문제시되지 않을 것이라는 전제하에 그 알고리즘의 검증에 역점을 두고 기술하려한다.

따라서 본논문에서 다루려고하는 기본적인 착안점은 한글 문자패턴에 대하여 공간변조를 수행함으로써 공간좌표대 주파수대역의 사상관계를 유도하고, 이에따라 공간위치에 의존적인 자소필터를 구성하여 한글자소를 선별적으로 필터링하려 한다. 이는 앞서 서술한 한글인식의 장애요인에 대처함을 목적으로 하며, 또한 영문자와 숫자등에 적용함으로써 문자인식알고리즘의 범용성을 지향함을 그 특징으로 한다.

II. 한글 문자의 공간위치변조

1. 2차원 필터의 평활화 과정

문자인식시스템의 보편적 전처리 과정으로는 입력된 문자패턴에 대한 혼입잡음의 제거를 들 수 있으며, 대부분 블럭연산자에 의한 비교처리를 행한다. 그러나 본 논문에서 다루려고 하는 필터링 방식에서는 그와같은 전처리과정은 행하지 않으며 2차원 가우시안 저역통과 필터를 사용하는 평활화 방법을 적용한다. 또한 문자의 크기와 위치의 정규화등도 다른 인식방법에서는 전처리과정에서 행하는 것이 보편적 방법이지만, 필터링 방법에서는 전처리과정에서 행하지 않고 이에 대해서는 II-2절의 변조처리 과정에서 처리하였다.

일반적으로 혼입잡음은 영상 스캐너와 팩시밀리등 입력장치의 성능이나 통신로상의 잡음, 문서의 훼손등 다양한 원인과 형태로 나타나므로 이의 효과적인 제거는 어렵고, 저역통과필터를 사용하여 평활화 효과를 기대하는 경우, 저역통과필터는 결국 이동평균 모델로 표현되므로 자획의 폭과 길이에 따라 평활효과가 달라진다.

본 논문에서는 혼입잡음이 발생한 문자패턴의 필

터링 성능도 관심의 대상이므로 이를 제거하는 대신 문자패턴의 각 정보점에 대하여 2차원 정규함수를 퍼지함의 개념을 도입한 윈도링 처리하였다. 즉 문자패턴을 $f(x,y)$ 라 하고 2차원 정규함수를 $g(p,q)$ 라 하면, (2)의 처리결과는 그림 1과 같다.

$$g(p,q) = (1/2\pi\sigma) \exp\{-(p^2+q^2)/2\sigma^2\} \quad (1)$$

$$f_w(x-p,y-q) = \max\{f(x-p,y-q), g(x-p,x-q)\} \quad (2)$$

여기에서 정규함수를 사용한 이유는 정규함수는 주파수영역에서도 정규함수로 나타나고, (1)에서 σ 를 결정하면 p,q 도 결정되므로 문자패턴의 크기에 적용하기 용이하기 때문이다. 또한 이러한 처리의 효과로는 패턴의 변형을 최소화하면서 스펙트럼의 부엽(Sidelobe)의 영향을 줄일 수 있으며, III장에서 서술할 표준패턴에 대한 자소의 형태변형을 고려한 유의영역을 두는 효과가 있다.

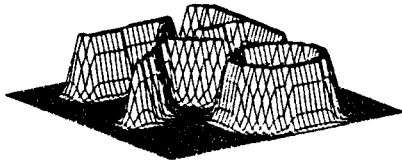


그림 1. 문자패턴의 평활화(한글 “정”의 경우)
Fig. 1. Smoothing of character pattern in the case of “정”.

2. 공간위치변조

문자인식시스템을 설계할때 공통적으로 다루어지는 문제는 문자특징을 선별하고 추출된 특징을 분별처리하기 용이한 특징공간으로 사상(Mapping)시키는 것이며, 이러한 관점에서 필터링의 방법은 문자패턴을 주파수영역으로 변환하고 이를 특징공간으로 하여 미리 설계된 필터를 사용해 특징을 분별처리하는 것이라 할 수 있다.^{[6][8]}

그러나 필터링 방법의 문제점으로 지적되는 것은 문자패턴의 정보점 배열이 구형과의 모양으로 발생하므로 이의 스펙트럼은 영주파수(DC)를 중심으로 각 방향의 스펙트럼이 중첩되어 나타나며, 더우기 한글자소를 필터링하는 경우 한글자소의 유사성과 자소유착의 요인등으로 인해 주파수영역에서 특징의 모호성이 커져서 필터의 성능이 저하되므로 자소의

분별처리가 어렵게 된다는 것이다.

본 논문에서 채용한 변조처리의 목적은 문자패턴을 주파수영역으로 변환할때 스펙트럼의 중첩성을 해소하여 필터의 통과주파수대역 선정을 용이하게 하기 위함이며, 한글의 특징으로서 초성, 중성, 종성이 각각의 공간에 위치하며 이들의 공간조합에 의하여 형성되는 위상문자적 성질을 가진다는 점에 착안하여 자소공간의 위치를 2차원 주파수 대역으로 사상하였다.

2차원 변조처리에 의한 사상의 관계는 2차원 푸리어(Fourier)변환의 주파수천이에 대한 정리로 알려져 있으며 식(3)(4)로 나타낼 수 있다.^[9]

$$f_w(x,y) \Leftrightarrow F_w(u,v) \quad (3)$$

$$f_w(x,y) \exp\{i(x'x+y'y)\} \Leftrightarrow F_w(u-x',v-y') \quad (4)$$

여기에서 $F_w(u,v)$ 는 입력문자패턴 $f_w(x,y)$ 의 푸리어 변환쌍이다. 또한 x' 와 y' 는 각각 x 축과 y 축방향의 변조주파수를 의미하며, 이를 공간좌표에 따른 변수로 설정하면 각 정보점의 공간위치를 공간주파수의 변위로 사상할 수 있다. 예를들어 문자의 크기를 $N \times N$ 이라두고 표본화정리를 적용하면 (5)의 관계식으로부터 공간좌표에 따른 변조주파수 값을 설정할 수 있고, 문자는 주파수영역으로 일대일 사상이 된다. 그림 2는 (4)의 좌변항에서 실수부분과 허수부분의 공간위치에 따른 변조주파수의 강도를 나타낸 것이다.

$$x' = x - N/2, \quad y' = y - N/2 \quad (5)$$

변조처리 과정에서의 공간좌표대 주파수간의 사상 관계는 한글자소의 공간위치에 대한 위상문자적 특징을 적용하는 측면에서 중요하며, 다양한 크기를 가지는 문자패턴에 대하여 이러한 사상의 관계를 이용하면 주파수영역에서 문자크기에 대한 정규화를 할 수 있다. 즉 입력되는 문자의 크기를 $M \times L$ 이라두고 이를 정규화 할 처리영역의 크기를 $N \times N$ 이라하면 (5)의 관계식으로부터 상대적 공간좌표를 설정하여 (6)의 공간좌표대 주파수의 관계식을 구할 수 있다. 따라서 이 관계식을 이용하여 변조주파수를 설정하면 다양한 크기의 문자패턴을 일정한 주파수대역으로 사상할 수 있다. 그림 3은 입력 문자패턴을 변조처리하여 크기 정규화된 주파수영역으로 사상한 것이다.

$$x' = \frac{N}{M} x - \frac{N}{2}, \quad y' = \frac{N}{L} y - \frac{N}{2} \quad (6)$$

Ⅲ. 한글자소의 필터링

1. 자소필터의 구성

한글은 각 자소가 공간위치에 의존하여 조합되는 문자이므로 자소 표준패턴을 설정하기 위해서는 한글 각 자소의 발생위치를 규정하는 과정이 선행되어야 한다.

그러나 한글은 동일 자소에 대해서도 초성, 중성, 종성의 종류에 따른 조합규칙이 다르고, 동일 조합규칙이 적용되는 자소에 대해서도 함께 조합되는 자소의 종류에 따라 공간위치의 차이를 보이게 되므로 자소의 발생위치를 일의적으로 규정하기는 어렵다. 실제로 문서에서 발생하는 활자체는 글자모양을 고려하여 시각조정이 된 것이므로 미세한 자소의 위치이동이나 자소모양의 변형이 나타난다.¹⁵⁾ 따라서 이러한 요인들을 고려하면 많은 수의 표준패턴이 필요하게 되지만 II 상에서 논의한 원도원처리와 필터링 방법의 상점때문에 미세한 자소의 위치이동이나 자소모양의 변형에 대해서는 적용할 수 있고, 특히 다음 절에서 논의할 국소상관처리에 의해 자소의 발생위치를 대분류할 수 있으므로 필요한 자소별 표준패턴의 수는 줄어든다.

본 논문에서는 표준패턴을 설정하는데 있어 초성, 중성, 종성의 조합조건에 따라 자소의 공간위치를 규

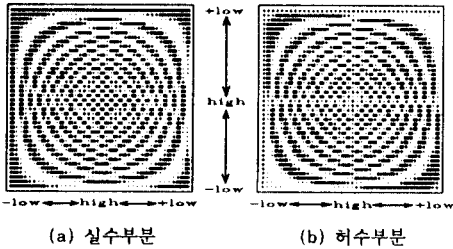


그림 2. 공간위치에 따른 변조 주파수
Fig. 2. Modulation frequency depend on spatial position.

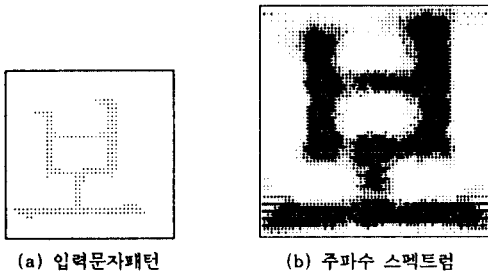


그림 3. 크기정규화된 주파수 스펙트럼
Fig. 3. Size normalized frequency spectrum.

표 1. 자소의 공간위치에 따른 표준패턴의 분류

Table 1. Grouping of the character element standard pattern depend on spatial position.

자 소	위치구분	조 합 조 건	예	
초 성	1	C_1V_1	가, 내, 려	
	2	$C_1V_1C_2$	각, 낸, 령	
	3	C_1V_2	(V_2 가 고, 교--인 경우)	고, 교, 드
		C_1V_2	(V_2 가 ㅏ, ㅓ인 경우)	구, ㅓ, 누
	4	$C_1V_2C_2$		국, 눈
5	$C_1V_1V_2$	(V_1 이 ㅏ, ㅓ인 경우)	과, 괴, 귀	
	$C_1V_1V_2C_2$	(V_1 이 ㅏ, ㅓ인 경우)	곽	
6	$C_1V_1V_2$	(V_1 이 ㅑ, ㅕ인 경우)	쾌, 깨	
	$C_1V_1V_2C_2$	(V_1 이 ㅑ, ㅕ인 경우)	쾌	
중 성	1	C_2 가 없는 경우	가, 너, 대	
	2	C_2 가 있는 경우	간, 님, 맥	
종 성	1			

(C_1 : 초성자음, C_2 : 중성자음, V_1 : 수직모음, V_2 : 수평모음)

정하기 위해 한글의 기본 6형식을 재 분류하였는데, 이는 한글의 기본 6형식이 구조상의 분류를 우선한 것이므로 자소의 발생 위치에 대한 기준은 될 수 없기 때문이다. 표 1은 이러한 공간위치에 따라 분류한 표준패턴이며 초성은 6벌, 중성은 2벌, 종성은 1벌로 분류하였다.

이상과 같이 설정된 표준패턴은 자소필터로서 사용되며 입력문자에 따라 모든 자소필터를 사용하는 것은 비효율적이므로 표 2와 같이 한글자소의 유사성에 따라 필터를 군분류^[1]하여야 한다. 이의 기준은 자소의 포함측면에서 단순성과 자소 발생확률^[3]에 근거한다. 예를들어 초성의 원형계열 자소의 평균 발생확률은 0.089이며 수평사선계열 자소의 평균 발생확률은 0.055이므로 원형계열의 자소를 상위에 두며, "ㅇ"패턴은 "ㅎ"패턴보다 단순하고 발생확률이 높으므로 우선적으로 필터링하게 된다.

표 2. 유사도에 따른 자소필터의 군 분류
Table 2. Grouping of the character element filter depend on similarity.

초성	원형 계열	ㅇ ㅎ
	수평 사선 계열	ㄱ ㅋ ㆁ
	수평 수직 계열	ㄴ ㄷ ㄹ ㅁ ㅂ ㅅ ㅈ ㅊ ㅌ ㅍ ㅑ ㅓ ㅕ ㅗ ㅛ ㅜ ㅠ
	사선 계열	ㅆ ㅊ ㅌ ㅍ ㅑ ㅓ ㅕ ㅗ ㅛ ㅜ ㅠ
중성	수직 계열	ㅣ ㅌ ㅊ ㅌ ㅋ ㅈ ㅈ ㅈ ㅈ
	수평 계열	ㅡ ㅌ ㅌ ㅌ ㅌ
	혼합 계열	ㄱ ㅊ ㅌ ㅌ ㅌ ㅌ ㅌ ㅌ
종성	ㄹ 계열	ㄹ ㄹ ㄹ ㄹ ㄹ ㄹ ㄹ ㄹ
	ㅇ 계열	ㅇ ㅎ
	ㄱ 계열	ㄱ ㅋ ㄱ ㄱ
	ㄴ 계열	ㄴ ㄴ ㄴ
	ㅁ 계열	ㅁ ㅂ ㅅ ㅈ ㅊ ㅌ ㅍ
ㅆ 계열	ㅆ ㅆ ㅆ ㅆ	

2. 한글자소의 분별

한글 각 자소의 공간위치에 따라 설정된 표 1의 표준패턴은 자소 필터의 수를 줄이기 위해 자소의 발생 위치에 대한 범위를 고려하여 대분류한 것이므로, 각 표준패턴에 해당하는 자소가 입력 문자패턴에 나타날 때 공간위치의 차이가 있을 수 있다. 그러한 경우 필터의 성능은 저하되며 자소분별 파라미터의 임계

치 설정이 어렵게 된다. 따라서 필터링에 앞서 표준패턴의 위치를 교정할 필요가 있으며, 본 논문에서는 표준패턴과 입력패턴간의 국소상관(Locally Correlation)을 구하여 상관정도가 최대로 되는 좌표로 표준패턴을 이동시킨다. 즉 표준패턴 $h(x,y)$ 와, 이와같은 크기로 정규화된 (4)의 $F_w(u-x',v-y')$ 의 국소상관은 (7)과 같으며, $C_{Loc}(p,q)$ 의 값이 최대가 되는 p,q 의 좌표를 각각 p',q' 라 하면 표준패턴은 (8)과 같이 위치교정된다.

$$C_{Loc}(p,q) = \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-1} F_w(x-x',y-y') \cdot h(p+x-L/2, q+y-L/2) \quad (7)$$

$$(0 \leq p \leq L, 0 \leq q \leq L)$$

$$h_{Loc}(x,y) = h(x+p'-L/2, y+q'-L/2) \quad (8)$$

여기에서 L 은 국소상관의 범위이며, 본 논문에서는 정규화된 문자크기의 10%로 설정하여 ($L=N/10$) 공간위치의 차이에 적용할 수 있는 범위의 기준으로 정하였다.

이상과 같이 공간위치가 교정된 표준패턴을 사용하여 한글소자를 분별할 수 있는 파라미터로서 첫째, 입력 문자패턴과 표준패턴 사이의 상호상관함수와 둘째, 필터 출력패턴과 표준패턴에 대한 전력 스펙트럼의 유사도를 나타내는 척도로서 코히어런스(Coherence) 함수를 사용한다.^[10]

상호상관함수는 유사한 패턴군을 검출하는데 효과적이며 필터링에 앞서서 처리할 수 있으므로 알고리즘의 효율을 높이는 측면에서 이를 우선적으로 고려해야 할 필요가 있다. 그러나 상호상관함수는 비교되는 패턴에 따라 그 산출값이 유동적이므로 이를 파라미터로 사용하기 위해서는 정규화 과정을 거쳐야 한다. 따라서 본 논문에서는 (10)에 나타난 표준패턴의 자기상관함수를 구하고 이를 정규화 인자로 하여 (9)의 상호상관함수의 최대값을 정규화한 (11)의 λ 를 한글자소의 1차 분별 파라미터로 사용한다. 그림 4는 상호상관함수의 예로서 입력 문자패턴의 자소와 표준패턴이 동일한 경우와 다른 경우를 보인 것이다.

대부분의 경우 자기상관함수는 상호상관함수보다 크므로 λ 는 1보다 작은 값을 가지며 상관함수의 물리단위는 전력이므로 λ 의 임계치는 0.5(-3dB)가 이론적 수치이나, 잡음의 영향등으로 상호상관함수가 커지는 경향이 있으므로 실제 임계치는 이보다 큰 0.7로 정하였다.

$$C_{hf}(m,n) = \frac{1}{N^2} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} H(u,v) Fw^*(u-x',v-y') \exp(j2\pi u/N) \exp(j2\pi v/N) \quad (9)$$

$$C_{hh}(m,n) = \frac{1}{N^2} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} H(u,v) H^*(u,v) \exp(j2\pi u/N) \exp(j2\pi v/N) \quad (10)$$

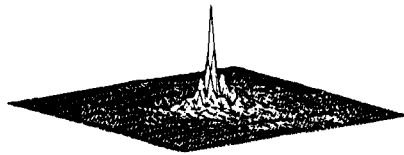
$$\lambda = \frac{\max[C_{hf}(m,n)]}{\max[C_{hh}(m,n)]} \quad (11)$$

여기에서 $G_{hh}(u,v)$, $G_{zz}(u,v)$ 는 각각 표준패턴과 필터 출력의 전력 스펙트럼이며, $G_{hz}(u,v)$ 는 이들의 상호 전력 스펙트럼으로서 (14)(15)(16)과 같다.

$$G_{zz}(u,v) = \frac{1}{N^2} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} Z(u,v) Z^*(u,v) \quad (14)$$

$$G_{hh}(u,v) = \frac{1}{N^2} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} H(u,v) H^*(u,v) \quad (15)$$

$$G_{hz}(u,v) = \frac{1}{N^2} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} Z(u,v) H^*(u,v) \quad (16)$$



(a) "스"과의 상호상관



(b) "ㅂ"과의 상호상관

그림 4. 상호 상관 함수(한글 "정"의 경우)

Fig. 4. Cross correlation function.

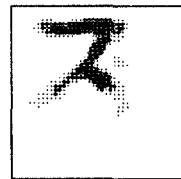
λ 의 임계치를 만족하는 유사 표준패턴군에 대해서 필터 출력패턴과의 전력 스펙트럼의 유사도를 검증하기 위한 두번째의 파라미터로서 코히어런스(Coherence) 함수를 사용한다. 코히어런스 함수는 주로 잡음이 존재하는 시스템의 성능을 평가하기 위한 수단으로 사용되며, 본 논문의 경우 입력된 문자패턴에 대해 필터링을 수행한 필터 출력패턴과 표준패턴과의 유사도를 측정하는 파라미터로서 표준패턴 이외의 부분에 대해서는 잡음으로 간주하게 된다.

주파수 영역에서 입력 문자패턴에 대한 표준패턴의 필터링은 (12)와 같이 처리되고, 필터 출력 스펙트럼 $Z(u,v)$ 와 표준패턴의 스펙트럼 $H(u,v)$ 에 대한 코히어런스 함수는 (13)과 같이 정의된다. 그림 5는 입력 문자패턴의 자소와 표준패턴이 동일한 경우와 다른 경우의 필터 출력 스펙트럼의 예를 보인 것이다.

$$Z(u,v) = Fw(u-x',v-y') H(u,v) \quad (12)$$

$$\delta^2 = \frac{|G_{hz}(u,v)|^2}{G_{hh}(u,v) G_{zz}(u,v)} \quad (13)$$

(13)의 코히어런스 함수는 비교되는 패턴의 유사도에 따라 0과 1사이의 값을 가지는데 두 패턴의 일치성의 큰 경우에는 1에 가까운 값이 된다. 코히어런스 함수로 한글 자소를 분별할 수 있는 기준은 최대값의 판정이며, (11)에 나타난 λ 의 임계치를 만족하는 표준패턴 중에서 코히어런스 함수의 값이 최대가 되는 패턴을 선택하는 것이다. 그러나 코히어런스 함수는 절대적 유사도를 나타내기 때문에 유사도의 하한을 정할 필요가 있고, 자획의 유실이나 패턴의 변형등을 고려하여 70% 이상의 일치성을 보이는 패턴을 분별하기 위해 임계치는 0.7로 한다.



(a) 자소필터 "스"의 경우



(b) 자소필터 "ㅂ"의 경우

그림 5. 필터 출력 스펙트럼(한글 "정"의 경우)

Fig. 5. Filter output spectrum.

IV. 결과 및 고찰

한글 각 자소의 공간위치에 따라 설정된 표 1의 표준패턴을 저장하여 두고, 저장된 표준패턴과 입력문자패턴을 각각 공간 위치 변조하여 필터링함으로써 한글자소를 분별하는 알고리즘의 전체 흐름도는 그림 6과 같다.

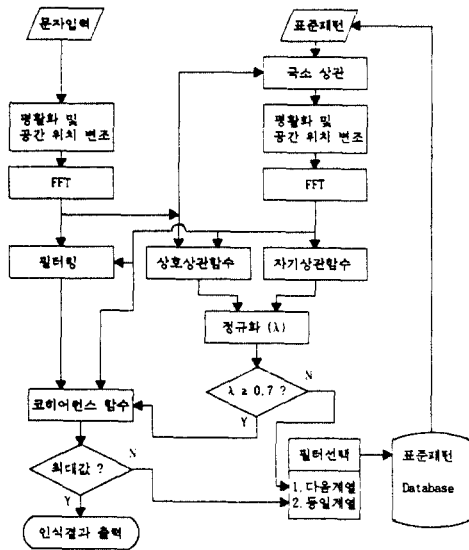


그림 6. 전체 흐름도
Fig. 6. Flowgraph for the algorithm

실험에 사용된 데이터는 한글 명조체 10pt.(1pt. = 1/72 inch)의 활자로 인쇄된 문서를 300dpi의 해상도로 획득하였고, 이 중에서 각 자형별 총 206개의 개별문자에 대하여 초성, 중성, 종성을 각각 분할하고 분류함으로써 표준패턴의 데이터베이스를 구축하였다.

표준패턴의 인출은 흐름도에 나타낸 것과 같이 자소 분별과정의 판단정보를 이용하는데, 특히 III-2절의 표 2에 나타낸 각 계열별 표준패턴을 선별하기 위한 파라미터로서 입력 문자패턴과 표준패턴의 상호상관함수로 부터 도출된 λ 파라미터를 이용하였다. 상호상관함수는 비교 패턴에 대한 전력의 상관정도를 나타내어 유사한 패턴을 검출할 수 있는 특성이 있으므로, 유사 패턴군에 대해 단순성의 측면으로 분류된 표2의 각 계열별 첫번째 표준패턴은 나머지 패턴에 비해서 작은 λ 값을 가진다. 따라서 각 계열의 첫번째 표준패턴이 λ 의 임계치를 만족하면 해당 계열에 대해서만 필터링 과정을 수행하여 코히어런스함수의 최대값을 구하였으므로 효율적인 처리를 할 수 있었다.

표 3과 표 4는 각각 초성자음과 중성모음에 대한 자소의 분별 결과를 예시한 것이다. 표의 수치는 코히어런스함수의 값을 나타내는데 이는 λ 의 임계치가 0.7 이상이 되는 표준패턴에 대해서만 필터링을 수행한 결과이며, 표의 각 행에서 최대값을 찾으면 해당 표준패턴의 자소가 입력패턴 자소의 분별 결과가 된다.

표 3. 한글자소의 분별 결과(초성 자음)

Table 3. Classification results of Hangul character element. (First consonants)

입력패턴	표준패턴													
	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㆁ	ㅅ	ㅇ
각	0.81	-	-	-	-	-	-	-	0.64	-	0.72	-	-	-
낙	-	0.84	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
닥	-	0.82	0.85	-	0.75	-	-	0.66	-	-	-	0.66	-	-
락	0.62	0.76	0.71	0.87	0.68	0.79	-	-	-	-	0.69	0.83	0.69	-
막	-	0.76	0.77	-	0.88	0.73	-	0.76	-	-	-	0.60	-	-
박	-	0.73	0.68	0.68	0.74	0.85	-	0.63	-	-	-	0.69	0.61	-
삭	-	-	-	-	-	-	0.84	-	0.61	-	-	-	-	-
악	-	0.72	0.72	-	0.86	-	-	0.88	-	-	-	-	-	0.48
작	0.78	-	-	-	-	-	0.78	-	0.83	0.74	0.73	-	-	-

착	0.64	-	-	-	-	-	0.72	-	0.72	0.81	0.70	-	-	-
각	0.77	-	-	-	-	-	-	-	0.60	0.62	0.84	-	-	-
탁	-	0.79	0.75	0.82	0.71	0.79	-	0.65	-	-	0.68	0.87	0.74	-
팍	0.63	0.73	0.73	0.67	0.68	0.63	-	0.55	0.55	0.54	0.62	0.72	0.82	-
학	-	0.71	0.67	0.67	0.71	0.79	-	0.67	0.65	0.53	-	0.69	0.60	0.87

표 4. 한글자소의 분별 결과 (중성 모음)

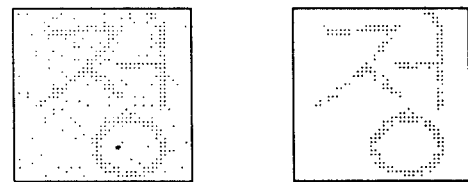
Table 4. Classification results of Hangeul character element. (Mid vowels)

입력패턴	표준패턴									
	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ
각	0.80	0.67	0.55	-	0.74	-	-	-	-	-
약	0.75	0.78	0.59	-	0.74	0.64	0.65	-	-	0.60
걱	0.63	0.61	0.78	0.64	0.79	-	0.66	-	-	-
겉	0.62	-	0.77	0.79	0.79	-	-	-	-	-
익	0.73	0.69	0.71	0.58	0.86	0.66	-	-	-	-
꺾	0.62	-	0.64	-	0.59	0.85	-	0.74	0.73	-
육	0.68	0.65	-	-	-	0.70	0.84	-	0.76	0.84
꺾	0.61	0.56	0.57	-	0.52	0.69	-	0.83	-	0.66
육	0.74	0.63	-	-	-	0.80	0.76	0.69	0.84	0.85
육	0.63	-	-	-	-	0.75	0.74	-	0.75	0.83

표 3의 결과에서는 모든 입력패턴의 초성자음이 분별 되었으며, III-2절의 표 2에서 나타낸 것과 같이 “ㄱ”, “ㄴ”, “ㅅ”, “ㅇ” 자소를 기준으로 한 표준패턴의 군 분류가 타당하다는 것을 알 수 있다. 표 4에서 보면 “걱”, “육”과 “꺾”, “육”의 입력패턴에서 코히어런스함수의 최대값이 같거나 모음이 “ㅣ” 또는 “ㅡ”로 분별 되었다. 그 이유는 모음은 유사성이 크고 특히 “ㅣ”, “ㅡ”는 모든 모음에 공통적으로 포함되어 있기 때문이며, 국소상관처리에 의해 이 두가지 모음은 다른 모음이나 자음등과 일치하기 때문으로 분석된다. 이 결과로부터 모음의 표준패턴을 수직모음과 수평모음에 대해 “ㅣ”, “ㅡ”를 기준으로 구분하는 것은 타당하지만, 이 두가지 모음이 분별되었을 때는 국소상관처리를 차등적으로 적용하는 등의 다른 처리와 판단기준이 필요하다는 것을 알 수 있다. 즉 표 4에서와 같이 코히어런스함수의 최대값이 같은 경우나, 또는 “ㅣ”, “ㅡ” 모음의 코히어런스함수가 최대값이 되고 이를 제외한 나머지 표준패턴의 코히어런스함수

의 최대값이 “ㅣ”, “ㅡ” 모음의 경우와 근사한 차를 보일 경우는 패턴의 복잡도에 따라 분별할 수 있는 기준을 마련하여야 할 것이며 이에 대해서는 실험을 통해서 계속 연구되어야 할 과제이다.

그림 7은 잡음이 혼입된 경우와 자획이 유실된 경우의 문자패턴을 나타낸 것이다. 이러한 경우는 주로 팩시밀리를 통해 전송되어 온 문서에서 많이 발생하며, 본 논문에서는 혼입잡음을 가우스성 잡음으로 가



(a) 잡음혼입 패턴(20%) (b) 자획유실 패턴

그림 7. 잡음혼입과 자획의 유실(한글 “정”의 경우)
Fig. 7. Noise addition pattern and stroke loss pattern.

정하고 x축과 y축을 랜덤변수로하는 2차원 가우스성 잡음을 발생시켜 실험함으로써 필터링 방법의 유용성을 검토하였다.

표 5는 그림 7의 문자패턴에 대한 초성자음의 분별 결과이며, 잡음은 문자크기에 대한 백분율로 나타내었다. 표에서 보면 자획유실의 경우와 20%의 잡음이

혼입된 경우는 올바르게 분별되었으나 30%의 잡음이 혼입된 경우에는 “스”와 “ㅁ”의 코히어런스함수의 값이 각각 0.73, 0.74로서 근사한 차이로 잘못 분별된 결과를 보인다. 이러한 결과는 필터링의 방법이 비교적 잡음에 강하며, 제한적인 자획의 유실에도 적용이 가능함을 나타낸다.

표 5. 잡음혼입 패턴과 자획유실 패턴의 분별 결과

Table 5. Classification results of noise addition or stroke loss pattern.

입력패턴	표 준 패 턴														
	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㅌ	ㅍ	ㅎ	
자획유실	0.77	-	-	-	0.65	-	0.74	-	0.82	0.68	0.68	-	-	-	
잡음20%	0.72	0.59	0.65	0.64	0.67	0.60	0.64	0.63	0.74	0.66	0.68	0.64	0.67	0.63	
잡음30%	0.71	0.69	0.71	0.64	0.74	0.69	0.63	0.65	0.73	0.66	0.68	0.65	0.67	0.61	

또한 표 6과 표 7은 숫자와 영문자 패턴에 대한 분별 결과를 예시한 것이며, 이들 패턴에 대해서도 필터링 방법이 유용함을 알 수 있다. 그러나 숫자와 영

문자등을 한글과 함께 분별하기 위해서는 한글자소의 표준패턴과 함께 이들 패턴의 유사성을 분석하는 과정이 선행되어야 할 것이다.

표 6. 숫자 패턴의 분별 결과

Table 6. Classification results of numeral pattern.

입력패턴	표 준 패 턴									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	0.88	-	-	-	-	0.73	-	-	-
3	0.64	0.68	0.89	-	0.71	0.62	0.60	0.72	0.68	0.63
4	0.79	-	-	0.91	-	0.69	-	-	-	-
5	-	-	0.69	-	0.90	0.71	-	0.65	0.61	-
6	-	-	0.61	0.68	0.70	0.91	-	-	-	-
7	0.69	-	-	-	-	-	0.88	-	-	-
8	-	0.72	0.85	0.62	0.82	0.72	0.58	0.92	0.73	0.74
9	-	-	0.68	-	0.67	-	-	0.63	0.91	0.69
0	-	-	0.66	-	0.67	-	-	-	0.69	0.92

표 7. 영문 패턴의 분별 결과(대분자)

Table 7. Classification results of alphabet pattern.

입력패턴	표 준 패턴									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B		0.87	0.73	0.75	0.81	0.78	0.73	-	-	-
C			0.91	0.69	-	-	0.74	-	-	-
D		0.72	0.74	0.91	-	0.64	0.74	-	-	-
E		0.68	0.65	-	0.86	0.82	-	-	-	-
F		-	-	-	0.75	0.88	-	-	-	-
G		0.69	0.82	0.75	-	0.62	0.92	-	-	0.65
H		-	-	-	-	0.60	-	0.90	-	-
I		-	-	-	-	-	-	-	0.88	-
J		-	-	-	-	-	-	-	0.64	0.90

V. 결 론

본 논문에서는 한글의 특징으로서 조성, 중성, 풍성이 각각의 공간에 위치하며 이들의 공간조합에 의하여 형성되는 위상문자적 성질에 착안하고, 한글자소를 분별하기 위한 필터링의 방법을 제시하였다. 이는 한글자소의 공간위치를 2차원 주파수영역으로 사상하는 과정에서 공간 위치 변조의 개념을 도입하고 처리함으로써 가능하였으며, 이 과정에서 변조주파수를 정규화하여 주파수영역에서 문자의 크기를 정규화함으로써 문자의 크기에 무관한 한글자소의 분별을 시도하였다.

자소의 분별과정에서는 정규화된 상호상관함수를 유사패턴의 대분류 파라미터로 하고 필터링결과로부터 코히어런스함수를 도입하여 표준패턴과의 유사 정도를 수치화함으로써 정량적인 자소분별 방법이 가능하였다. 특히 정규화된 상호상관함수로 분류된 결과는 표준패턴의 유사성으로 분류한 자소필터의 계위구조와 잘 부합됨을 확인하였다.

필터링 방법의 유용성을 검토하기 위한 실험을 통하여 문자크기에 대한 백분율로 약 20% 정도까지의 잡음이 혼입되어 있는 문자에서 자소를 분별할 수 있었고, 제한적인 자획의 유실에도 적용가능한 결과를 얻었으며, 이러한 결과로부터 필터링의 방법이 팩시밀리로 전송된 문서에도 적용 가능함을 예견할 수 있

다. 또한 한글과 함께 숫자 영문자등에도 필터링 방법을 적용함으로써 알고리즘의 범용성을 고찰하였는데, 표준패턴의 설정이 전제되면 한자등의 패턴에도 적용 가능한 것으로 생각된다.

그러나 본 논문에서 고려하지 못한 문제점으로는 분별된 자소를 검증하는 문제로서, 특히 모음의 분별에 있어 "ㅣ"와 "ㅡ"는 모든 모음에 공통적으로 포함되어 있어 입력문자에서 분별하고자하는 모음과 함께 검출되는 결과를 초래하므로 이의 판정기준등이 연구되어야 할 과제이다.

또한 본 논문에서는 필터링 방법의 유용성과 범용성을 검증하는데 역점을 두었으나, 최근에 들어 고속화 추세에 있는 신호처리용 프로세서를 사용하거나 병렬처리구조에 의한 필터링의 방법을 시도한다면 한글인식시스템의 실용화에 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 오길남, 신승호, 전용옥, "2차원 디지털 필터링에 의한 한글 자모의 인식 알고리즘," 전자공학회지, 제21권, 제3호, pp.55-59, 1984년 5월.
2. 강대수, 전용옥, "필터링에 의한 한글자소의 특징점 추출과 해쉬함수에 의한 자소 분별 알고리즘," 전자공학회지, 제29권, B편, 제5호, pp.1-10, 1992년 5월.

3. 이재홍, 오상현, "한글 음절의 초성, 중성, 종성 단위의 발생확률, 엔트로피 및 평균 상호정보량," 전자공학회지, 제26권, 제9호, pp.1-9, 1989년 9월.
 4. 진용옥 역, 통신시스템의 이론과 원리, 희중당, pp.28-33, pp.143-147, 1989년.
 5. 김진평, 한글의 글자표현, 미진사, 1987년.
 6. H. Niemann, *Pattern Analysis*, Springer-Verlag, pp.38-51, 1981.
 7. N. Ahmed and K.R.Rao, *Orthogonal Transforms*

for Digital Signal Processing, Springer-Verlag, pp.225-253, 1975년.
 8. Stephen P. Banks, *Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, Prentice Hall, pp.127-177, 1990.
 9. Friedrich M. Wahl, *Digital Image Signal Processing*, Artech House, pp.5-42, pp.108-117, 1987.
 10. Fred J. Taylor, *Digital Filter Design Handbook*, Marcel Dekker Inc., pp.105-127, 1983.



姜大洙(Dae Soo Kang) 正會員
 1961년 6월 14일생
 1983년 2월: 경희대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1985년 2월: 경희대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1984년~1985년: (주)삼성반도체 통신통신종합연구소 연구원

1986년~1987년: (주)제우스컴퓨터 시스템연구소 연구원
 1987년 9월~현재: 경희대학교 대학원 박사과정
 ※주관심분야: 디지털 신호처리, 패턴인식 등임

陳庸玉(Yong Ohk Chin) 正會員
 1943년 3월 21日生
 1968년 2월: 延世大學校 工科大学 電氣工學科 卒業
 1975년 2월: 延世大學校 大學院 電子工學科(工學碩士)
 1981년 8월: 延世大學校 電子工學科(工學博士)
 1980年: 通信技術士
 1976年~現在: 慶熙大學校 工科大学 電子工學科 教授