

영문자 인식 및 전처리용 신경칩의 설계

正會員 南 鎬 元* 正會員 鄭 鎬 宣*

English Character Recognition and Design of Preprocessing Neural Chip

Ho Won NAM*, Ho Sun CHUNG* *Regular Members*

要 約 영문자 및 기호를 인식할 수 있는 프로그램을 개발하였으며, 이 소프트웨어로 전처리 수행한 결과 속도의 한계성이 있었다. 이 속도의 한계를 극복하고자 신경회로망 알고리즘을 이용해 전처리 과정용 집적회로 칩을 설계하였다. 설계된 칩은 잡음제거, 선형화, 세선화 및 특징점 추출을 위한 것이다. 이 칩들은 단층 구조 퍼셉트론 신경회로 모델에 따라 CMOS 이중 금속 2 μ m 설계 규칙에 의해 설계되었다.

ABSTRACT English character recognition with the neural network algorithm has been performed. Character recognition techniques which are processed by software, have the limit of the recognition speed. To overcome this limit, we realize this system to hardware by using the neural network algorithm. We have designed preprocessing chip using the neural network model, that is single layer perceptron, in the noise elimination, smoothing, thinning and feature point extraction. These chips are implemented as a CMOS double metal 2 μ m design rule.

I. 서 론

영어는 정보의 수집 및 교환 수단으로 널리 사용되고 있으며, 이로 인해 처리해야 할 정보는 날로 늘어나고 있다. 그래서 정보 처리 과정을 사람에게 의존하기 보다는 이 과정을 기계로서

대행하려는 연구의 일환으로 영문자의 자동인식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁻⁸⁾

영문자 인식은 문자 패턴의 분류방법에 의하여 원형정합 (templatematching) 방법⁽⁹⁾, 통계적 (statistical) 방법⁽¹⁰⁾ 및 구조 분석적 (structural analysis) 방법^(11, 12)으로 나누어진다. 원형 비교에 의한 방법에서는 입력 패턴을 원형 패턴과 비교하여 그중에서 거리가 가장 가까운, 즉 입력 패턴과 가장 유사한 원형 패턴을 찾아내어 인식하는

*慶北大學校 工科大學 電子工學科
Dept. of Electronics Eng.
Kyungpook National University.
論文番號 : 90-47(接受1990. 1. 8)

방법이다. 통계적 문자인식 방법에서는 학습단계를 통하여 특성 벡터 공간을 각 부류별로 분리시킨다. 분류 단계에서는 입력 패턴으로부터 추출된 특성 벡터를 판별 함수(discrimination function)을 이용하여 그 벡터가 특성 벡터 공간상에서 어느 부류에 속하는가를 알아냄으로서 인식하는 방법이다. 구조적 문자인식 방법에서는 패턴을 구성하고 있는 기본 원소들을 인식한 다음 규칙이나 문법의 도출(parsing) 과정에 의하여 패턴을 인식한다. 이 방법에서는 문자의 특징을 찾기 위해 세션화 과정이 필요하다는 것이 단점이 된다. 위와 같은 영문자 인식방법에서는 대부분 소프트웨어적인 방법으로 영문자를 인식하고 있다. 인식율은 약 98% 정도이지만 이들 모두의 공통적 문제는 소프트웨어적인 방법으로 인해 인식 속도의 한계성이 있다는 것이다. (13-15) 본 연구에서는 이러한 인식 속도의 한계성을 극복하기 위하여 구조 분석적 방법에 의해 영문자 인식에 필요한 전처리과정 신경 칩과 이에 수반되는 소프트웨어를 개발함으로써 이를 해결하고자 한다. 영문자 인식과정에서는 크게 전처리 과정과 특징점 분류과정으로 나눈다. 전처리과정은 문자분리과정, 잡음제거 과정, 선형화 과정, 세션화 과정 및 특징점 추출과정을 말한다. 문자 입력 장치로서는 스캐너를 사용했으며 영문자 인식을 위해 사용된 특징점으로는 끝점, 가지점 및 굴곡점이다. 다음 단계는 추출된 특징점을 이용하여 문자를 인식하는 단계이며, 4단계의 분류를 통하여 인식하게 된다. 그 첫번째 분류로서는 한 문자가 가지고 있는 특징점의 갯수에 의한 분류이고, 두번째는 특징점의 형태에 의한 분류이다. 세번째는 영역 분할에 의한 분류이며, 끝으로는 특징점과 특징점과의 거리에 의한 분류이다. 영문자 52자 및 기본적인 문장 부호를 그 대상으로 하였다. 영문자 인식을 위해 사용된 자형은 국정 교과서인 중학교 영어 교과서를 사용하였다. 본 연구에서는 문자분리 과정을 제외한 전처리 과정용 칩을 신경회로망 모델인 단층 구조 퍼셉트론 알고리즘을 이용하여 설계하였다. 회로는 병렬 처리함으로써 보다 빠른 처리속도를 가진다. 영상처리 기법의 하드

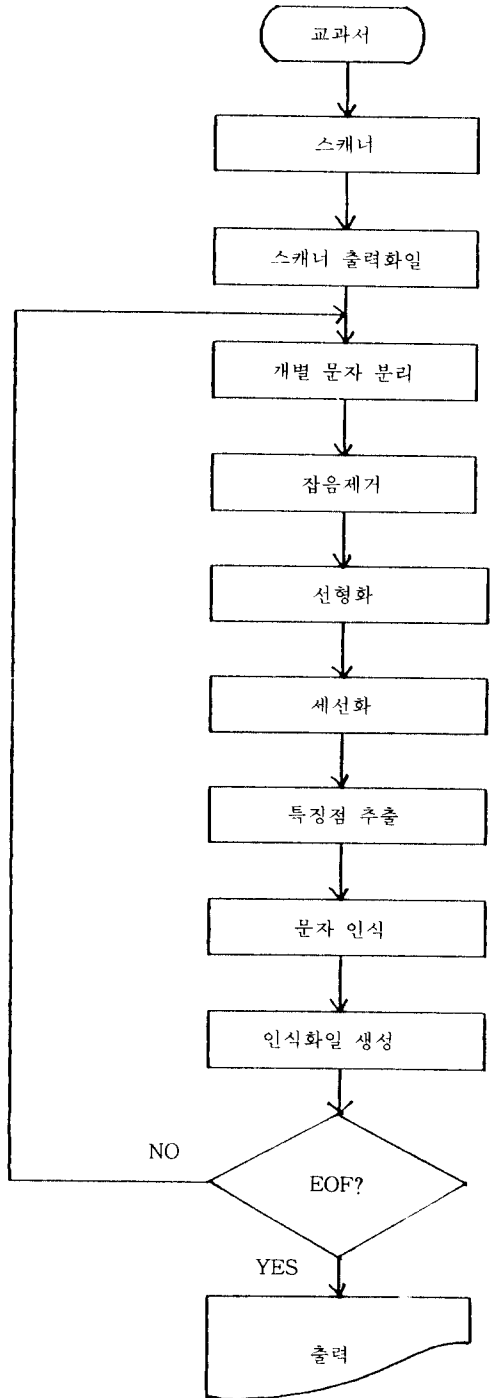


그림 1. 문자 인식을 위한 전체적인 과정
Flowchart for character recognition.

웨어화를 위하여 세션화 알고리즘에는 로젠펠드 알고리즘⁽¹²⁾으로서 3×3 마스크 형태로, 잡음제거 및 특징점 추출은 5×5 마스크 형태로 사용하였다. 이들 마스크는 형태 분류기 (pattern classifier) 에 적용시켜 CMOS 회로로 구현하였다. 레이아웃 (layout) 시 사용된 설계 규칙 (design rule) 은 이중 배선 CMOS 2 μm 설계규칙이며, 레이아웃 에디터는 KUIC-LED (Kyung-pook national University Intelligent CAD-Layout Editor) 를 사용하였다.

II. 영문자 인식을 위한 전체적인 과정

그림1은 본 연구에서 제안한 특징점 분류에 의한 문자 인식의 전체적인 흐름도이다. 문자 영상 입력 장치로 이용한 스캐너(HP 88290A)는 최소 38에서 최대 600 DPI까지 가능하며, 본 영문자 인식을 위해 사용된 DPI는 300 DPI를 사용하였다. 입력된 문자 영상은 개별 문자로 분리하여 잡음제거, 선형화, 세션화, 특징점 추출 과정을 거치게 된다. 개별문자에 대해 특징점이 추출되면 특징점 분류에 의해 문자가 인식된다. 인식된 문자는 프린터로 출력하거나 파일로 저장하게 된다. 이런 전체적인 과정을 소프트웨어로 처리하였을 경우 한 문자를 인식하는데 소요된 시간은 약 3초 정도였다.

II-1. 문자 인식을 위한 전처리 과정

a. 개별문자 분리의 과정

문자 인식을 위해서는 먼저 문자열에서부터 개별문자를 분리한 후, 이들 개별문자에 대해 순차적으로 문자를 인식하게 된다.

b. 잡음제거 및 선형화 과정

영상 입력 장치로부터 입력된 영상 정보는 일반적으로 문자 인식에 바람직하지 않은 잡음 성분이 섞여 있게 된다. 이러한 잡음 성분은 세션화에 의해 제거되지 않고 오히려 특징점으로 오인식되어 인식에 영향을 줄 수 있다. 따라서

이러한 문제를 없애기 위해 잡음을 제거할 필요가 있다. 이를 제거하기 위해 5×5 마스크를 이용해서 잡음을 제거한다. 개별문자를 보면

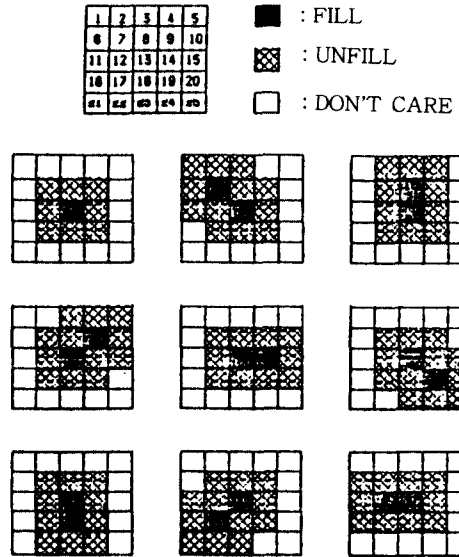


그림 2. 잡음 제거를 위한 마스크 형태
Mask Pattern for noise elimination.

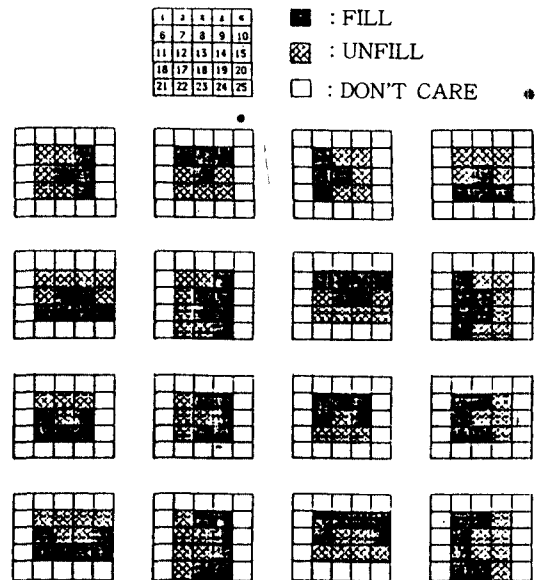


그림 3. 선형화를 위한 마스크 형태
Mask pattern for smoothing.

한 개 혹은 두 개의 화소가 돌출되거나 들어간 요철 성분이 존재한다. 이러한 요철 성분을 제거하는 과정을 선형화 과정이라 한다. 그림2는 잡음제거를 위한 마스크 형태이고, 그림3은 선형화를 위한 마스크 형태이다.

c. 세션화 과정

영상 입력 장치로부터 입력된 문자 영상은 문자의 선폭이 두껍게 나타난다. 세션화 과정이란 이렇게 두꺼운 선폭으로 나타나는 문자의 선폭을 하나의 화소폭으로 변화시키는 과정을 말한다. 그림4는 세션화를 위한 마스크 형태이다.

d. 특징점 추출과정

본 연구에서는 세션화된 문자 영상에서 특징점을 추출하여 이들로부터 문자를 인식하고자 한다. 문자 인식을 위해 필요한 특징점들은 최종점 (terminal point), 가지점 (branch point), 그리고 굴곡점 (edge point)의 세가지 종류로

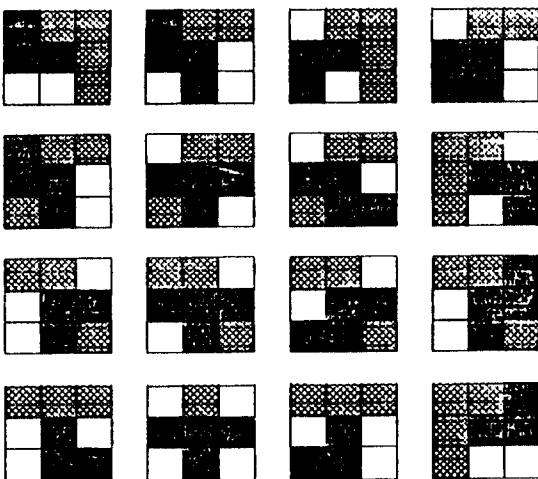
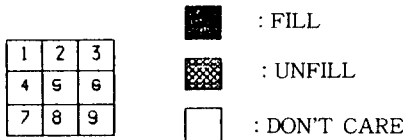


그림 4. 세션화를 위한 마스크 형태
Mask pattern for thinning.

분류된다. 먼저 최종점은 세션화된 각 문자의 마지막점을 나타낸다. 두번째로 가지점은 세션화된 문자 영상에서 가지와 가지가 서로 연결된 점을 나타낸다. 마지막으로 굴곡점은 세션화된 문자 영상에서 가지들의 진행 방향이 변화되는 점을 나타낸다. 그림5는 최종점, 그림6은 가지점, 그림7은 굴곡점의 마스크 형태를 나타내고 있다.

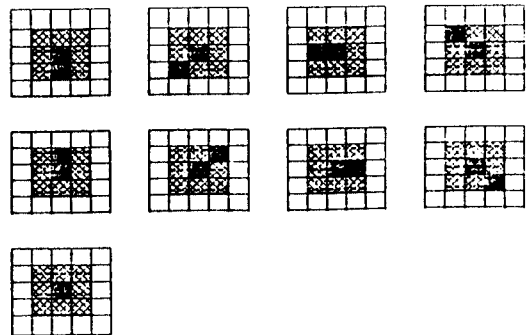
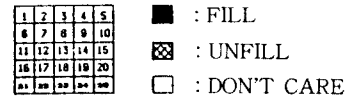


그림 5. 최종점 추출을 위한 마스크 형태
Mask pattern for terminal point detection.

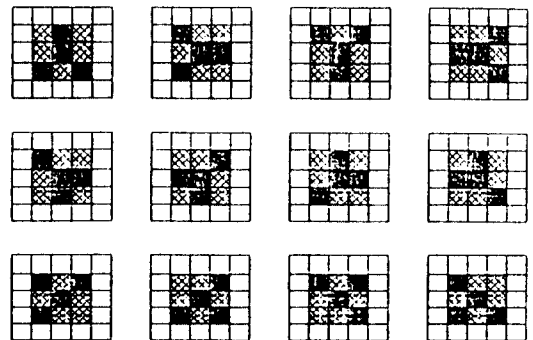
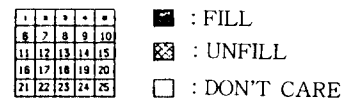


그림 6. 가지점 추출을 위한 마스크 형태
Mask pattern for branch point detection.

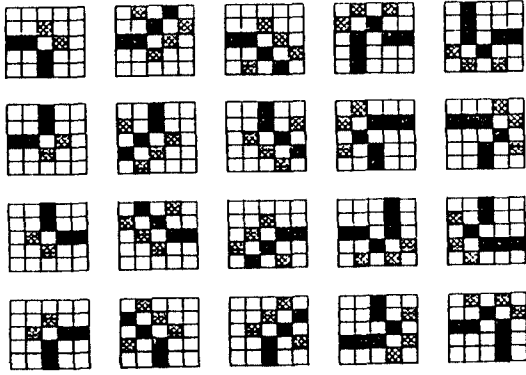
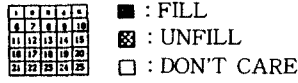


그림 7. 굴곡점 추출을 위한 마스크 형태
Mask pattern for edge point detection.

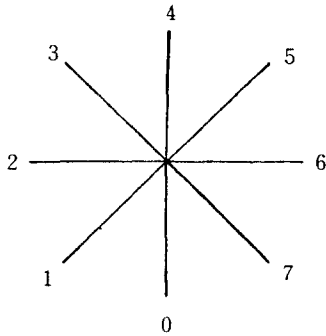


그림 8. 최종점의 방향
Direct of end point.

II-2. 영문 및 기호의 특징점 분류

한 문자가 가지는 특징점은 문자 인식 알고리즘에 따라서 여러 형태로 분류할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 신경 회로망을 이용해서 하드웨어 구현을 쉽게 하기 위해 한 문자가 가지는 특징점을 끝점, 가지점, 굴곡점, 그리고 각각의 특징점에 대한 위치, 특징점과 특징점과의 거리를 영문자 분류에 이용하였다.

a. 최종점 및 가지점 형태에 의한 분류

문자를 인식하는데 필요한 특징점은 스캐너의 출력 영상에서 개별 문자로 분리한 후 세선화 과정을 수행한 문자 데이터에서 추출한다. 최종

표 1. 가지점과 최종점에 의한 특징점 형태 분류
Feature type classification of end and branch type.

	POINT			TERMINAL TYPE								BRANCH TYPE													
	TP	BP	EP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	4	4			2					2		2					1							1	
B	2	4										1	1	1										1	
C	2	0						1		1															
D	2	2				2						1			1										
E	6	4		1	2		1	1		1		1	1	1	1	1									1
F	6	4		1	2		1	1		1		1	1	1	1	1									1
G	4	2		1	1		1			1		1	1	1	1	1									1
H	8	6				4				4		2			2	1									1
J	4	2				2				2		1	1	1	1	1									1
K	5	4		1	2					2		2			1	1				1	1	1	1	1	1
L	7	5				3				4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	4	2				2			1	1		1	1	1	1	1									1
N	6	4		1	3					3		2	1	1	1	1									1
O	0	0				1	3			3		3	2	1	1	1									1
P	3	3				2				1		1	1	1	1	1									1
Q	1	2				2				1		1	1	1	1	1									1
R	4	4				2				2		1	1	1	1	1									1
S	2	0				1				1		1	1	1	1	1									1

표 2. 가지점과 최종점의 개수에 의한 분류
Classification of end and branch's number.

E	BRANCH NUMBER								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B	0, o		C S c a U Z l u	j	j				l j ?
1		e		v l v	i	l			
2			D a p p q	p q	G J L T U I n n t u r	f			
3		g		p p q		v w n w m n v y			
4			B		A R	K k	E F N W Y m w		
5						A		K M W k m w	
6									H W W
7									
8									
x	Q	f t		X x f l			f l		

점은 개별 문자에서 하나의 문자가 가지는 끝점의 형태를 8 방향으로 찾아서 문자의 분류에 이용한다. 그림 8은 최종점의 방향을 나타내고

있으며, 표시한 숫자는 표1을 위해 방향을 수로 표시한 것이다. 가지점은 앞서 설명한 것과 같이 8방향의 획과 획이 연결된 부분을 찾는 것이다. 이와 같이 최종점과 가지점에 의해 영문자와 기호에 대해서 분류한 것을 표1에 나타내었다. 그리고 표2에서는 이와 같이 가지점과 최종점을 찾은 후 그 갯수로서 그룹을 나타낸 표이다.

b. 4영역 위치에 의한 분류

한 문자에 대해서 특징점이 어느 위치에 놓여져 있는가를 찾는 경우이다. 그림9는 이와 같은 위치를 4영역으로 구분하여 나타낸 그림이다. 4영역 분류는 최종점, 가지점 분류에 의해서 서로 구분하기 어려운 문자에 대해서 4영역 위치를 사용한다.

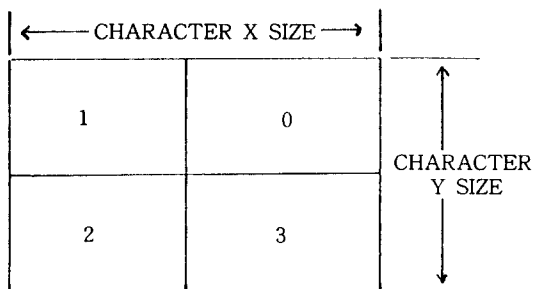


그림 9. 영역 분할
Region assignment.

c. 특징점과 특징점과의 거리에 의한 분류

문자를 인식하는데 있어서 최종점 및 가지점에 의한 분류, 그리고 4영역에 의한 분류, 이 두 분류에 의해서 문자를 인식하지 못하는 경우가 있을 수가 있다. 이와 같은 문제점의 해결을 위해 특징점과 특징점과의 거리를 측정하여 한 문자가 가지고 있는 특징을 좀 더 크게 해 줄 수 있다. 첫번째 특징점 분류에서 먼저 최종점의 갯수가 가지점의 갯수로서 만들어진 문자들 그룹 내에서 특정한 문자와 문자가 구별하기가 모호할 때 이 방법을 이용한다. 하나의 예로써 그림 10에서 그룹 E4B2 내에서 "r"과 "l"의 경우를

설명한다. 위에서 설명한 두 가지의 분류방법으로써는 두 문자를 인식하기는 어렵다. 그래서 그림11과 같이 A와 B의 거리를 측정하여 두 문자를 구별한다.

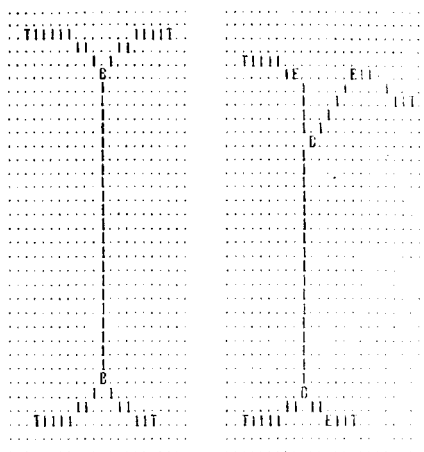
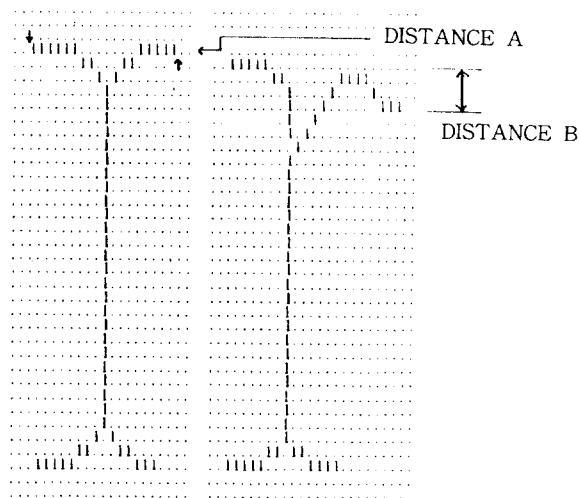


그림 10. 'r'과 'l'의 특징점 비교
Comparison of 'r' and 'l' in E4B2 group.



DISTANCE A > DISTANCE B
그림 11. 특징점 거리에 의한 'r'과 'l'의 비교
Comparison of 'r' and 'l' by feature point distance.

II-3. 영문자 인식 및 출력 과정

영문자 인식을 위해 사용된 자형은 국정 교과

서인 중학교 교과서를 이용하였으며, 문자 입력 장치로는 스캐너를 이용해 300 DPI를 사용하였다. 그림12의 (a)는 중학교 영어 교과서의 내용이며, (b)는 (a)의 영상을 스캐너로 입력 받아 인식한 결과이다. 그림12의 (b)에서 “*”는 특징점 분류에서 다른 문자와 혼동되는 경우이거나 분류표에서 특징점이 분류되지 못한 경우이며, 오인식된 경우는 원영상 데이터가 파손되었거나 분류표에서 다른 문자로 추론된 경우이다. 인식 결과에서 오인식의 경우는 “Yellow”의 “Y”가 “w”로, “Far”의 “F”가 “E”로 오인식되었다. 이 문자 인식 과정이 끝나면 출력 형태는 프린터로 출력하거나, ASCII 화일로 저장하여 수정이 가능하도록 하였다. 그림12의 (b)는 인식한 결과를 프린터로 출력한 결과이다.



그림 12. 문자 인식 예
 (a) 원 영상
 (b) 인식 결과
 Example of character recognition
 (a) Original image.
 (b) Result of recognition.

Ⅲ. 신경회로망을 이용한 형태 분류

Ⅲ-1. 단층 구조 퍼셉트론 모델

Perceptron은 1959년 Rosenblatt에 의해서 제안된 모델로서 Feed-forward 연결구조를 가지며 패턴 분류의 기능을 갖는 간단한 형태의 신경회로망이다. 그림13은 단층 구조 Perceptron의 노드들 간의 연결구조를 나타낸다. Perceptron의 주기능은 패턴 분류로서 입력 패턴을 구별하여 그 패턴이 어떤 분류에 속하는가를 분류하는 것이다. 이와 같은 단층 Perceptron의 알고리즘을 이용하여 문자 인식의 전처리 과정에 사용하였다.

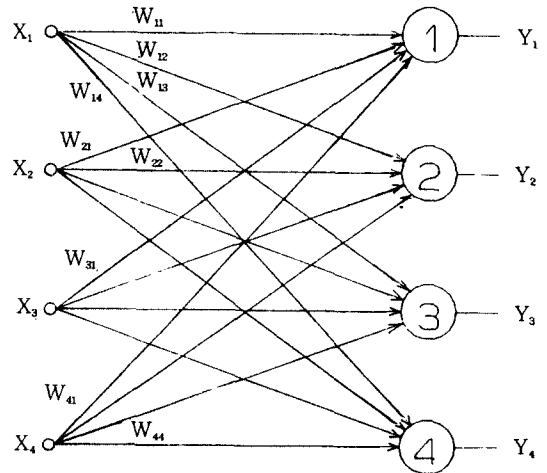
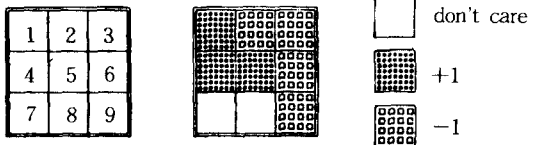


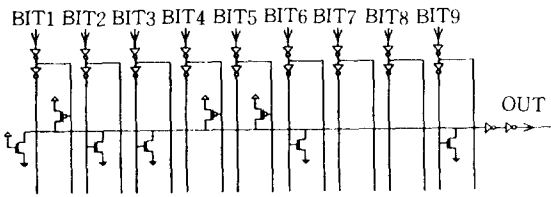
그림 13. 단층 구조 퍼셉트론의 연결 구조
 Connects of single layer perceptron.

Ⅲ-2. 단층 구조 퍼셉트론을 이용한 형태 분류기

그림14(a)에서 한 화소당 가질 수 있는 상태는 -1, 0 및 +1의 세가지이다. 마스크의 +1 상태는 그 화소가 문자 영역이어야만 하고, 0의 상태는 문자 영역 또는 배경 영역이 되어도 상관없다. 그리고 -1의 상태는 항상 배경 영역이어야만 한다. 이 마스크 형태의 벡터를 그림14(b)



(a) Example of 3x3 mask pattern.



(b) CMOS circuit of pattern classifier.

그림 14. 형태 분류기
Pattern classifier.

와 같은 형태 분류기에 저장하였다. 이러한 조건이 만족되는 입력이 들어오면 레이블 유닛은 "High" 상태를 출력하게 된다. 레이블 유닛의 상태가 "High"이면 3x3 마스크의 중간점을 "0"의 값으로 변환시킴으로써 세선화가 수행된다. 그림13(b)에서 형태 분류기는 마스크의 세가지 상태에 대해서 +1의 상태는 PMOS로, -1 상태는 NMOS로 그리고 0 상태는 소자를 연결하지 않는 것으로 하여 구성하였다. 이 회로는 PMOS의 W/L의 값을 $6\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 로, NMOS의 W/L 값을 $2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 로 하여 컨덕턴스의 값을 같게 하였다. 또한 마스크 형태와 동일한 입력에 의해서만 레이블 유닛의 출력이 "High"가 되도록 하기 위해서 입력과 관계없는 NMOS 소자를 하나 더 추가하였다. 이 NMOS 소자의 W/L 값은 $(2 \times N)\mu\text{m}/2\mu\text{m}$ 로 주어진다. 여기서 N은 마스크에서 결정된 +1 상태의 갯수이다. 따라서 마스크의 상태에 문자 영역이 들어오게 되면 레이블 유닛의 상태는 항상 "Low"가 되고, 마스크의 입력을 만족하는 입력이 들어오면 그 내적의 합은 0이 된다. 그러나 공정변수에서 전자의 이동도는 $580(\text{Cm}/\text{V}\cdot\text{sec})$ 이고, 정공의 이동도는 $200(\text{Cm}/\text{V}\cdot\text{sec})$ 으로 컨덕턴스의 값이 동일하여 내적의 합이 0이지만 레이블 유닛의 출력은 "High"가 된다.

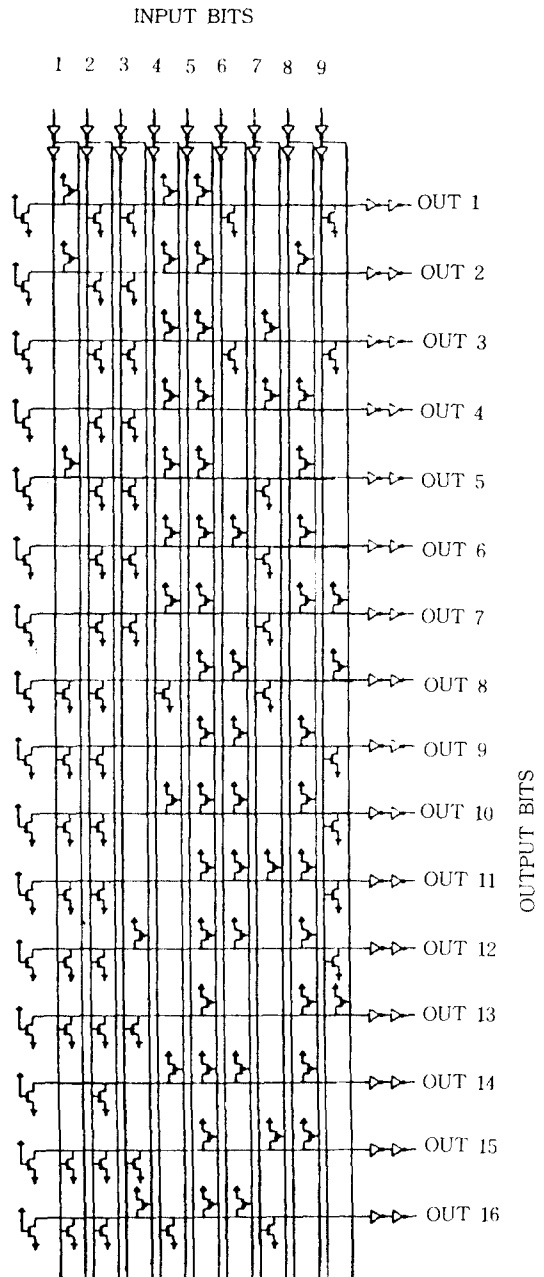


그림 15. 세선화 회로.
Circuit of thinning.

III-3. 회로 설계

전처리 과정의 회로 구성은 앞에서 설명한 것과 같이 각각의 기능을 갖는 마스크에서의

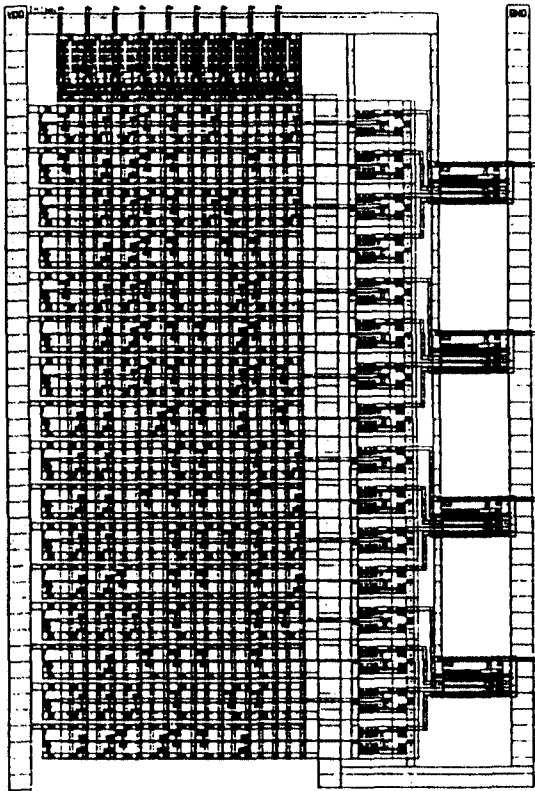


그림 16. 세션화 회로의 레이아웃
Layout of thinning circuit.

표 3. 세션화를 위한 스냅스 연결 방법
The Method of a Connecting Synapse for Thinning.

off set tr.		INPUT DATA BIT								
(NMOS) W/L		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6/2	P	N	N	N	P	P	N			
6/2	N	N	P	N	P	P	P			
6/2	N	N	N		P			P	P	
6/2		N	N	P	P			P		
8/2	P	N	N	P	P				P	
6/2		N	N	P	P	N	P		N	
6/2	N	N		N	P	P	N	N		P
6/2	N	N	N		P	P	P	P		
6/2	N	N			P	P		P		
8/2		N		P	P	P				

“-1”을 NMOS로, “+1”을 PMOS로 대치시켜 회로를 구성하였다. 이와 같이 하여 구성한 세션화 신경 회로망은 그림15와 같다. 세션화 회로는

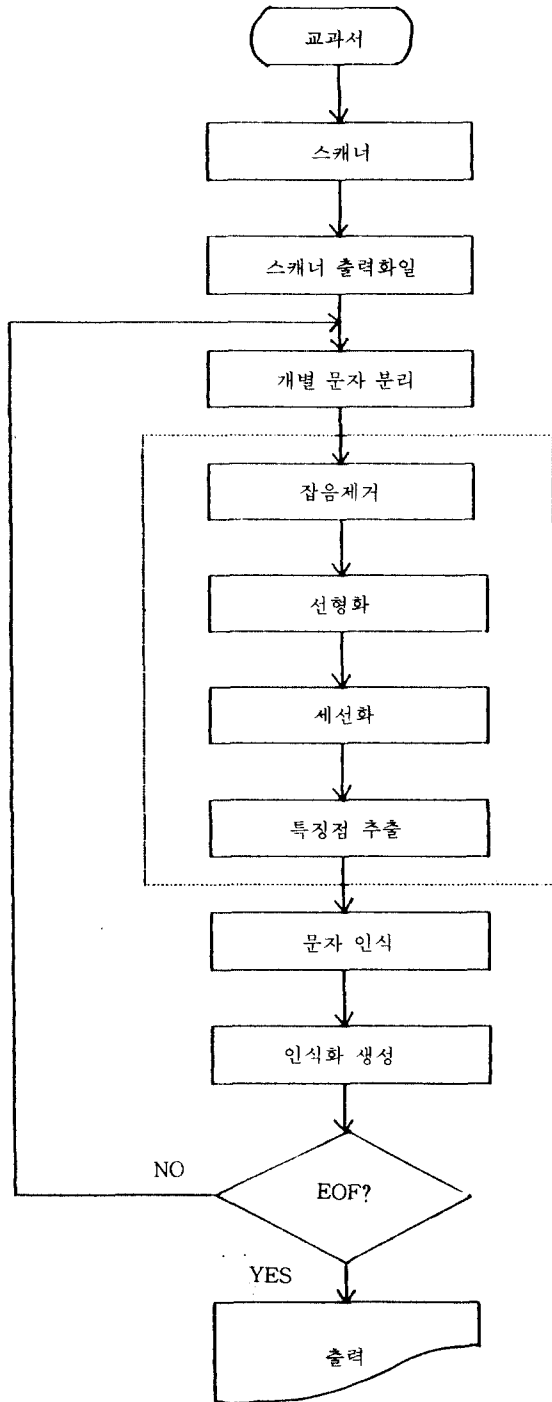


그림 17. 영문자 인식의 전체 흐름도
Flowchart for character recognition.

표3과 같은 연결세기를 기준으로 회로를 구성하였다. 표3은 세션화 중에서 북쪽 마스크에 해당한다. 이러한 방법으로 전처리 과정의 다른 회로를 설계할 수 있다. 그림16은 그림15의 레이아웃도면이다.

Ⅲ-4. 인식 프로그램

그림17은 본 연구에서 제안한 영문자 인식의 전체적인 흐름을 나타낸 것이다. 이 과정을 크게 4단계로 구분해 보면, 스캐너에 의해 문자 영상을 받아들이는 원 영상 입력단계, 입력된 영상에서 개별문자로 문자를 분리하여 잡음제거, 세션화, 특징점 추출 과정을 담고 있는 전처리 단계, 그리고 추출된 특징점에 의한 문자 인식 단계, 마지막으로 인식된 문자를 처리하는 파일 생성 단계로 나눌 수 있다. 점선으로 둘러싸인 부분은 집적회로로 설계된 부분이다.

IV. 결과 및 고찰

본 영문 및 기호 인식 소프트웨어 시스템은 IBM-PC / AT에서 C 언어를 사용하여 구현되었다. 문자 영상은 Scangal 광학 스캐너를 통하여 입력되는데 입력 가능한 문자의 최대 크기는 A4 용지 크기이며 결과로서 1600×1600 크기의 이진 영상을 출력한다. 본 연구에서 문자 인식 시스템의 연구 결과는 다음과 같다.

1) 본 영문 인식 시스템은 영문자 및 기호의 구조적 특성을 이용해 문자를 정확하게 인식하였다. 그리고 처리 속도의 한계성을 극복하기 위해 전처리 과정을 하드웨어화 하였다.

2) 한 문자가 가지고 있는 특징점을 보다 명확히 하기 위해 스캐너의 해상도를 300 DPI 사용하였다. 스캐너의 해상도를 200 DPI 이하로 하였을 때는 문자인식의 전처리 과정에서 시간 단축은 되지만 필요한 특징점의 유실로 정확한 인식을 할 수 없었다.

3) 본 논문에서는 한 문자가 가지고 있는 끝점, 가지점 및 굴곡점을 이용하여 문자를 인식하

므로 문자의 크기에는 관계하지 않는다. 단지 영상에서 개별 문자로 분리할 때 여러개의 문자가 하나의 문자로 취급되는 것을 막기 위해 최대 크기를 정하였다. 75 DPI에서는 문자 최대 크기를 30×30, 300 DPI에서는 60×60, 600 DPI에서는 90×90으로 정해서 이 크기보다 적으면 가능하다.

4) 스캐너로부터 얻은 문자 영상을 본 연구를 통하여 소프트웨어 시스템으로 IBM-PC / AT 상에서 수행시켰을 때 각 단계별 수행시간은 표4와 같다. 본 시스템을 위해 사용한 언어는 C 언어를 사용하였다.

5) 한 라인에서 어떤 문자가 너무 커서 아래 또는 위에 라인과 겹치면 잘못된 문자 영상이 추출되기도 하는 문제점을 안고 있다.

표 4. 수행시간
Execution time

단 계	수행 시간(초)
문자 분리	0.377
잡음 제거	0.377
돋출 세기	0.192
세션화 과정	1.504
특징점 추출	0.563
문자 인식 및 파일생성	0.191
총 수행시간	3.2

V. 결 론

본 연구에서는 스캐너를 통해 입력된 영문자 영상으로부터 문자분리, 잡음제거, 선형화 및 세션화를 수행하고 세션화된 영상으로부터 특징점을 추출하여 영문자 및 기호를 인식할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 전처리 과정에서 문자분리 과정을 제외한 잡음제거, 선형화 및 특징점 추출 과정을 단층구조 퍼셉트론 모델을 이용해 신경회로망 칩을 설계하였다. 중학교 영예교과서를 이용하여 98%의 문자 인식을 하였으며, 42×44 크기의 한 문자를 인식하는데 소요된 시간

은 약 3.2초 정도였다. 잡음제거 과정에서 0.3초, 선형화 과정에서 0.19초, 세션화 과정에서 1.5초, 특징점 추출 과정에서 약 0.19초 정도 소요되었다. 연구에서는 영상 처리를 신경회로망으로 구현하기 위하여 형태 분류기를 사용하였다. 또한 기존의 형태 분류기의 문제점을 제시하였고, 이를 보완하였다. 그리고 전처리 과정용 칩의 제작을 편리하도록 하기 위해 설계된 표준셀을 이용하였다. 표준 셀은 이중 배선 CMOS 2 μm 설계 규칙에 따라 설계하였다. 본 연구에서 설계된 회로는 전처리 과정의 각 단계별로 회로가 분리되어져 있다. 이렇게 분리된 회로로서 문자 인식을 위한 전체적인 시스템을 구성한다면, 컴퓨터와 뉴럴 칩간 데이터 주고 받음의 횟수가 많아진다. 실제로 뉴럴 칩내에서 데이터 처리 시간보다 컴퓨터와 뉴럴 칩간의 데이터 인터페이스 하는데 더 많은 시간이 소요된다. 그래서 이런 문제를 없애기 위해서는 전처리 과정의 여러 단계를 하나의 칩화하는 것이 필요할 것이다. 그리고 현재 소프트웨어로 처리하고 있는 특징점 추출후의 인식 과정을 다층 구조 퍼셉트론을 이용해서 하드웨어 하는 것도 매우 중요할 것이다. 앞으로의 연구과제는 전처리 과정에서 인식 과정까지를 단일 칩화하여 한 칩에서 이룩되도록 하는 것이다.

*본 연구는 삼성전자(주)의 연구비 지원을 받아 수행되었기에 이에 감사드립니다.

參 考 文 獻

1. T. L. Dimonod, "Reading Handwritten Characters", Bell Lab, Rec ard, 1985.
2. C. Y. Suen, M. Berthod and S. Mori, "Automatic Recognition of Hand-printed Character—the State of the Art", Proc. IEEE, Vol. 68, No. 4, pp. 469~489, 1980.
3. N. J. Naccache and R. Shinghal, "SPTA : A Proposed Algorithm for Thinning Binary Patterns", IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, SMC14, pp. 409, 1984.
4. G. T. Toussaint, "The use of Context in Pattern Recogniti on", Pattern Recognition, Vol. 10, pp. 189~204, 1978.
5. G. T. Toussaint and R. Shinghal, "Cluster Analysis of English Text", In Proc. IEEE Conf. Pattern Recognition and Image Processing", Chicago, IL, pp. 164~172, 1978.
6. J. J. Hull and S. N. Srihari, "Experiments in Text Recognition with Binary n-gram and Viterbi Algorithms", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intel, Vol. PAMI-4, pp. 520~530, 1982.
7. D. C. Bouchard and G. T. Toussaint, "Heuristic Search Methods for Efficient Use of Dictionary Information in Text Recognition", School Comput. Sci., McGill Univ. Massachusetts, Amherst, 1980.
8. W. W. Bledsoe and J. Browning, "Pattern Recognition and Reading by Machine", In Pattern Recognition, L. Uhr, Ed. New York : Wiley, pp. 301~316, 1986.
9. R. L. Kashyap and B. J. Oommen, "An Effective Algorithm for String Correction Using Generalized Edit Distance", Inform. Sci., Vol. 23, pp. 123~142, 1981.
10. W. H. Abdulla and A. O. M. Saleh, "A Preprocessing Algorithm for Hand-written Character Recognition", Pattern Recognition Letter, pp. 13~18, 1988.
11. W. H. Abdulla, A. O. M. Saleh, A. H. Morad, "A Preprocessing Algorithm for Hand-written Character Recognition", Pattern Recognition Letters : pp. 13~18, Vol. 7, No. 1, 1988.
12. A. Rosenfeld, L. S. Davis, "A Note on Thinning", IEEE Trans. on Systems, Men, & Cybernetics : pp. 226~228, March, 1976.
13. H. P. Graf, L. D. Jackel and W. E. Hubbard, "VLSI Implementation of a Neural Network Model", IEEE Trans. Computer : pp. 41~49, March, 1988.
14. David W. Tank, John J. Hopfield, "Simple Neural Optimization Networks : An A/D Converter, Signal Decision Circuit, and a Linear Processing Circuit", IEEE Trans. Circuits and Systems : Vol. CAS-33, No. 5, pp. 533~544, 1986.
15. John. J. Hopfield, "Artificial Neural Network, IEEE Circuits and Device Magazine", pp. 3~9, 1988.

16. 류종필, "신경 회로망을 이용한 문자인식용 칩 설계", 경북대학교 석사학위 논문: 1989.
17. 배창석, "신경 회로망 알고리즘을 이용한 한글 문자 인식", 경북대학교 석사학위 논문: 1989.

南 鎬 元(Ho Won NAM) 正會員
1964年生
1988年 2月: 慶北大學校 電子工學科 卒業
1990年 2月: 慶北大學校 大學院 電子工學科 碩士學位 取得
※主關心分野는 文字認識, 神經 回路網의 VLSI 구현 등임.



鄭 鎬 宣(Ho Sun CHUNG) 正會員
1943年 1月29日生
1969年 2月: 仁荷大學校 電氣工學科 卒業
1975年 2月: 서울大學校 大學院 電子工學科 碩士學位 取得
1980年10月: 프랑스 ENSEEIHT 電子工學科 博士學位 取得.
1976年 5月~現在: 慶北大學校 工科大學 電子工學科 副教授.

※主關心分野는 CAD 시스템開發, 神經回路網의 VLSI 구현 및 神經컴퓨터 開發 등임.