

# 인공지능을 이용한 최적 평가 관리 시스템에 관한 연구

한경희\* · 강혜정\*\*

\*양산대학 뷰티 디자인학과 , \*\*한국해양대학교 전자통신공학과

## A Study on the Optimum Evaluation Management using Artificial Intelligence

Kyung-Hee Han\* · Hye-Jung Kang\*\*

\*Dept. of Beauty Coordination, Yangsan College, Yangsan 626-740, Korea

\*\*Dept. of Electronics & Communication Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-709,  
Korea

요 약 : 이 논문에서 이용된 신경회로망과 퍼지추론 시스템은 실제적인 실험 평가를 공정하고 객관적으로 평가하는데 이용된다. 신경회로망 시스템은 기초기술과 상태, 움직이는 절차, 숙련된 단계와 조화로운 상태 등의 7개 입력변수를 가지고 기능성 점수, 균형성 점수, 작품성 점수의 3개의 출력변수를 가진다. 퍼지 추론 시스템은 기초기술 상태, 움직이는 순서, 숙련된 단계와 조화로운 상태 등의 4개의 입력 변수를 가지고 1개의 출력 변수를 가진다. 이 논문에서 사용된 신경회로망 시스템과 퍼지추론 시스템은 실제 실험의 객관적인 평가를 제안한다.

핵심 용어 : 신경 회로망, 퍼지추론, 인공지능, 최적평가, 시스템인식

ABSTRACT : In this paper, the fuzzy inference system and neural networks are used to evaluate practical examination evaluation impartially and objectively. The neural networks have 7 input variables : basic beauty techniques, postures, operating procedures, skilled levels harmonic states, and so on, and 3 output variables : Scores of technique evaluation, harmony evaluation and creativity evaluation. The fuzzy inference system has 4 input variables : basic beauty techniques, postures, operating procedures, skilled levels, harmonic states, and so on, and 1 output variable. The fuzzy inference and neural network system are proposed for objective evaluation of practical examination.

KEY WORDS : Neural Network, Fuzzy Inference, Artificial Intelligence, Optimum Evaluation, System Identification

\* lynn@yangsan.ac.kr 055)370-8212

\*\* lilac-1012@hanmail.net 051)410-4907

## 1. 서 론

시스템 인식(system identification)은 시스템의 연속적 측정결과로부터 동적 시스템의 수학적 표현으로 추측하는 작업이다. 동적 시스템을 수학적 표현으로 인식하여, 그 인식된 시스템이 응용되어지는 분야는 다양하다. 전형적인 응용은 시뮬레이션(simulation), 예측(prediction), 고장 진단(fault diagnostic) 그리고 제어시스템의 설계 등을 포함한다. 특히, 제어 분야에서는 플랜트(plant)의 모델링이 매우 중요하다. 플랜트를 모델링 하는 방법에는 간단한 선형 시스템에서처럼 물리법칙 등에 의한 수학적 모델링 방법과 복잡한 시스템에 적용하는 시스템 인식 방법이 있다. 기존의 제어이론에 의한 시스템 인식방법은 실험 데이터 취합, 모델 구조 결정, 파라미터 추정(parameter estimation), 검증 등의 과정으로 구성되어 있다. 이에 수학적으로 모델링할 수 없는 복잡한 시스템을 인식하기 위해서는 먼저 플랜트의 실험 데이터를 어떻게 얻을 것인가를 먼저 결정해야 하며, 아울러 플랜트 모델의 구조를 결정해야 한다. 그리고 조합된 데이터와 모델 구조를 이용해서 모델의 파라미터를 플랜트에 맞게 조정하고 최종적으로 모델의 유용성을 확인해야 한다. 이 과정을 통해 얻어진 모델은 복잡한 시스템을 인식하게 된다. 기존의 제어이론에서는 대부분 선형 모델을 채택하고 있으며, 플랜트의 파라미터 추정 방법으로는 수학적으로 잘 정립된 방법을 사용하고 있다[1]. 반면에 시스템 인식방식으로는 신경회로망을 사용할 경우, 플랜트의 출력과 신경회로망의 출력이 동일하도록 신경회로망의 가중치가 조정되면 신경회로망은 플랜트를 정확히 인식하게 된다. 이러한 신경회로망에 의한 시스템 인식 방식은 기존 방식과 비교해 볼 때 신경회로망이 범용성을 갖고 있기 때문에 선형함수뿐만 아니라 복잡한 비선형 함수를

용이하게 구현할 수 있다. 그리고 신경회로망으로 동적 시스템을 인식할 수 있는 방법이 많은 연구자에 의해 연구되었으며, 응용되어지고 있다[2]. 퍼지이론은 시스템 파라미터들 사이의 상관관계를 정량적으로 명확하게 규명하기가 힘들고 전문가의 경험에 의존하여 어느 정도 밝혀져 있는 경우에 매우 유용한 제어 알고리즘이다[3]. 이 논문에서는 신경회로망과 퍼지추론을 실기시험에 적용하여 주관적이고 애매한 평가 방법을 보다 객관적이고 공정한 평가 방법의 하나로 제시하고자 한다. 먼저 실기시험에서 실기 시험 평가자들이 수험생들의 실기에 대해서 Cut, Permanent, Fingerwave, Setroller, Pincurls, Make-up(신부화장)의 여섯 분야에 대해평가자들의 견해에 따라 심사방법에 약간의 차이가 생길 수 있으므로 정확하고, 공정하게 평가했다고 말하기 어려운 애매한 결과가 나오게 된다. 이러한 주관적인 평가방법에 신경회로망의 학습 알고리즘과 퍼지추론을 통해 객관적이고 정확한 평가 방법을 도입하면 실기시험의 평가가 더욱 공정성이 있도록 개선될 수 있다고 할 수 있다. 그러므로 이 논문에서는 신경회로망과 퍼지를 이용한 실기 시험 평가 방법을 제시함으로써 보다 더 객관적이고 공정한 실기시험 평가방법의 과학화와 합리화를 이루어 보고자 한다.

## 2. 신경 회로망

신경회로망은 학습을 통해 지식과 경험을 축적하여 스스로 상황을 판단할 수 있는 인간과 유사한 것을 만들고자 생겨난 인공지능의 한 분야이다. 신경회로망의 발달은 뇌의 생물학적 신경세포와 그들의 연관관계를 단순화시키고 수학적으로 모델링함으로써 뇌가 나타내는 지능적 형태를 구현해 보자고 하는 것이다. 신경회로망은 개념적으로 매우 단순하며 주어진 입력에 대해 자신의 내부구조를 스스로 조

직화하여 학습해 나간다. 신경회로망에 대한 연구는 1943년 맥컬럭(McCulloch)과 피츠(Pitts)에 의해 처음으로 가능성이 제안되었다. 이들은 인간의 두뇌를 많은 신경세포들로 이루어진 계산기라 생각했다. 그리고 단순한 논리적 임무를 수행하는 모델을 보여주었으며, 패턴분류가 인간의 지능적인 행위를 규명하는데 매우 중요하다는 것을 인식시켰다. 헵(Hebb)은 두 뉴런사이의 가중치를 조정할 수 있는 최초의 학습규칙을 제안하였으며, 이 학습에 관한 연구는 적응 신경회로망의 연구에 많은 영향을 끼쳤다. 1957년 로젠블랫(Rosenblatt)은 퍼셉트론(Perceptron)이라는 신경모델을 발표함으로써 실질적인 신경회로망에 관한 연구가 활성화 되었다. 그 후 민스키(Minsky)와 파퍼트(Papert) 등이 퍼셉트론 모델을 수학적으로 철저하게 분석하여, XOR 함수와 같이 단순한 비선형 문제를 풀 수 없다는 것을 밝혀낸 후 신경회로망에 관한 연구는 20년간 침체기를 맞게 되었다[4]. 그러나 1980년대에 들어서 홉필드(Hopfield), 코호넨(Kohonen), 코스코(Kosko), 파커(Parker)에 의해 신경회로망이 새롭게 발전하게 되었다. 오늘날 가장 일반적으로 사용하는 신경회로망의 학습알고리즘인 오류 역전파 알고리즘(Error back propagation algorithm)은 웨보스(Werbos)와 파커(Parker)에 의해 정립되었다. 이런 역사적인 배경으로 발전한 오늘날의 신경회로망은 패턴인식, 음성인식, 제어시스템, 의료진단, 통신시스템 등 여러 분야에 널리 응용되고 있다[5]. 본 절은 신경회로망들이 본 연구에서 어떤 형태로 이용되는지를 보여주기 위해 먼저 신경회로망의 구조와 학습 알고리즘, 그리고 패턴 인식과 예측을 위한 신경회로망 모델을 논의한다.

## 2.1 신경회로망 모델

신경회로망에 관한 연구는 두뇌와 신경세포 모델에 대한 연구에서 시작되었다. 뇌의 무게

는 약 3파운드를 조금 넘고, 100~140억 개의 뉴런(Neuron)이라고 불리는 신경세포로 구성되어 있다. 모든 인간의 행동은 최종적으로 작은 세포들의 활동에 기인하고 뉴런은 다른 뉴런들과 상호 연결되어 있어서 신경회로망이라고 하며, 뉴런들로 조밀하게 서로 상호 연결되어 있다. 이러한 광범위한 상호 연결은 대단히 큰 연산과 기억 능력을 제공해 준다[6].

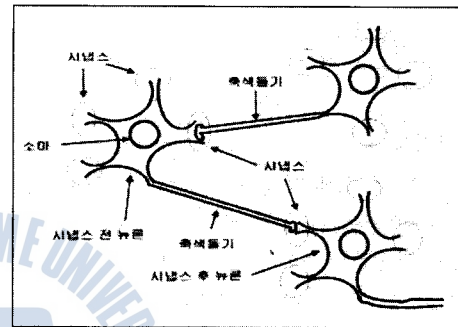


Fig. 1 Structure of Biological Neuron

뉴런은 중추신경계의 기본 단위로, 생물학적 뉴런의 대략적인 모습은 Fig. 1에 나타내었다. 여기서 정보처리의 관점에서 보면 개개의 뉴런은 다른 뉴런으로부터 정보를 받는 수상돌기(dendrite), 다른 뉴런으로부터 수상돌기가 받는 정보를 수집 및 조합하는 세포체(soma 또는 cell body), 세포체의 결과를 다른 뉴런으로 전달하는 축색 돌기(axon)로 구성되어 있다. 그리고 한 뉴런의 수상돌기와 다른 뉴런의 축색돌기의 연결지점을 시냅스(synapse)라 하며 시냅스는 과거의 축적된 경험이나 지식 등을 기억한다[7]. 정보의 처리와 전송은 시냅스 전 뉴런의 활동전위 펄스가 시냅스 후 뉴런의 막전위를 변화시킴으로서 정보가 뉴런 고유의 한계 값보다 커지면 뉴런은 발화(fire)되어 다른 신경세포에 자신의 출력을 전달한다. 이러한 뉴런을 인공적인 뉴런으로 모델링(modelling)하면 Fig. 2와 같이 된다. 생물학적 뉴런의 성질이 복잡하고 다양하기 때문에 그

모델 특성을 요약하기가 어렵다. 뉴런은 다른 뉴런 또는 외부로부터 입력을 받으며 그 입력들의 가중된 합은 Fig. 2에서 나타낸 비선형 활성화 함수로 입력된다. 그리고 입력들의 가중된 합이 정해진 뉴런의 임계치를 넘었을 때 뉴런이 발화되어 다른 뉴런으로 출력된다. 이 뉴런 함수를 수학적으로 표현하면 식 (1)과 같다[8].

$$O = f\left[\sum_{i=1}^n W_i X_i - W_0\right] \quad (1)$$

여기서  $X_1, \dots, X_n$ 는 뉴런의 입력,  $W_1, \dots, W_n$ 는 시냅스 가중치,  $O$ 는 뉴런의 출력,  $W_0$ 는 임계치(역치),  $f$ 는 비선형 활성화 함수이다. 신경회로망에서 많이 사용되는 활성화 함수의 종류로는 Fig. 3에 나타내었고, 대표적으로 단극성 선형함수(unipolar linear function), 양극성 선형함수(bipolar linear function), 양극성 계단 함수(bipolar step function), 단극성 시그모이드 함수(unipolar sigmoid function), 양극성 시그모이드 함수(bipolar sigmoid function)등이 있다[9].

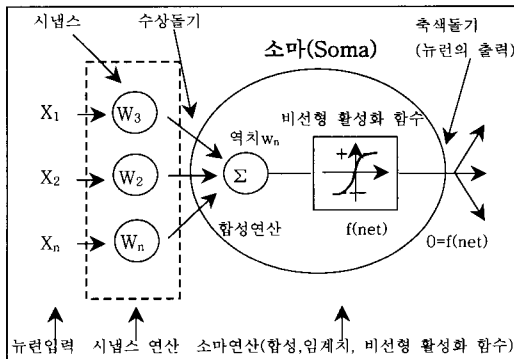


Fig. 2 Structure of Artificial Intelligent Neuron

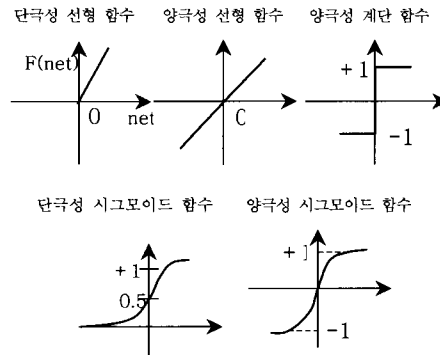


Fig. 3 Activation Function of Neuron

### 3. 퍼지 추론

다입력, 다출력을 가지는 퍼지 제어 시스템은 다음과 같은 일반적인 형태의 퍼지 제어 규칙을 가진다.

IF  $X_{1(i)}$  AND  $X_{2(i)}$  AND  $X_{3(i)}$  THEN  $Y_{1(i)}$  AND  $Y_{2(i)}$

IF  $X_{1(j)}$  AND  $X_{2(j)}$  AND  $X_{3(j)}$  THEN  $Y_{1(j)}$  AND  $Y_{2(j)}$

IF  $X_{1(n)}$  AND  $X_{2(n)}$  AND  $X_{3(n)}$  THEN  $Y_{1(n)}$  AND  $Y_{2(n)}$

여기에서  $X_{k(i)}$ 와  $Y_{j(i)}$ 는 각각 언어적 규칙부의 가정과 결론부의 규칙들을 나타내고,  $k$ 는 입력변수의 갯수,  $j$ 는 출력변수의 갯수,  $n$ 은 추론 규칙의 갯수를 나타낸다. 그리고 입력  $X_k$ 와 관계 행렬  $R_{kj}$ 이 주어질 때 계산되는 출력값  $Y_j$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$Y_1 = X_1 \circ R_{11} \wedge X_2 \circ R_{21} \wedge X_3 \circ R_{31}$$

$$Y_2 = X_1 \circ R_{12} \wedge X_2 \circ R_{22} \wedge X_3 \circ R_{32}$$

이때 각각의 입력  $X_k$ 와 출력  $Y_k$ 에 대한 관계 행렬  $R_{kj}$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$(k = 1, 2, 3, \quad j = 1, 2)$$

$$R_{kj} = \bigvee_{i=1}^n X_{k(i)} \wedge Y_{j(i)}$$

Fig. 4에서는 관계 행렬로 표현된 다변수 퍼지 제어 시스템을 나타내었다[10].

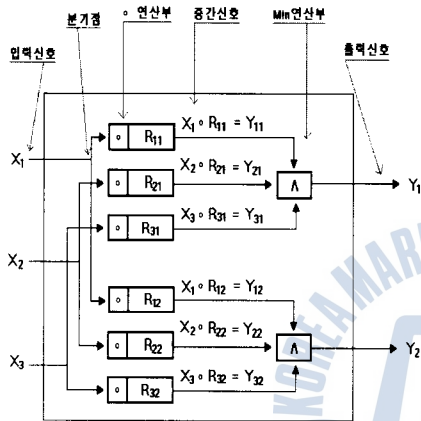


Fig. 4 Multivariable Structure Fuzzy Control System

#### 4. 평가 방법

##### 4.1 신경망 평가 방법

먼저 Fig. 5와 같은 시험 대상물에 대한 실기 평가방법에 대해서 나타내면 Fig. 6과 같다.



Fig. 5 Object of Practical Examination

그리고 신경회로망 학습 알고리즘을 도입한

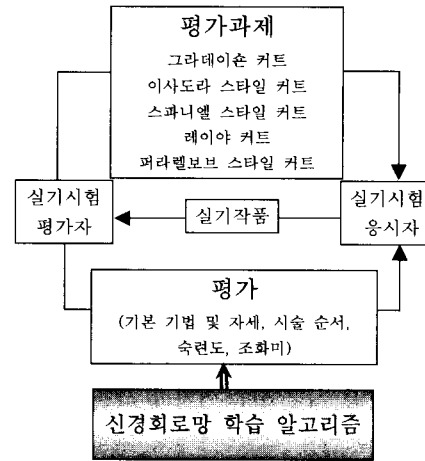


Fig. 6 Evaluation Method of Practical Examination

실기 평가방법의 블록도를 그려보면 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 평가항목으로 신경망의 입력 뉴런에 입력되는 것은  $X_1$ : Cut 평가,  $X_2$ : Permanent 평가,  $X_3$ : Fingerwave 평가,  $X_4$ : Set-roller 평가,  $X_5$ : Pincurls 평가,  $X_6$ : Make-up(신부화장) 평가,  $X_7$ : Bias의 7개의 입력 변수를 가지며  $Y_1$ : 기능성 점수,  $Y_2$ : 균형성 점수,  $Y_3$ : 작품성 점수의 3개의 출력변수를 가진다. 본 논문에서 사용된 신경회로망의 구조는 Fig. 7에서 나타내었고 세부사항은 다음과 같다.

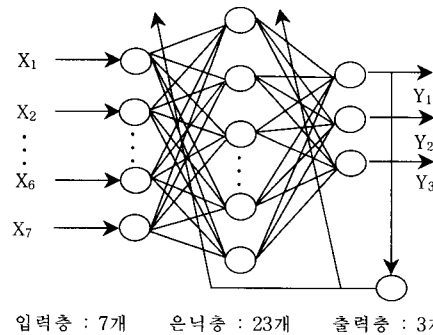


Fig. 7 Block Diagram of Neuron Networks

- ① Activation function :  $\lambda = 0.001$ , bipolar
- ② Learning constant :  $\eta = 5.95$
- ③ Momentum : 0.9
- ④ Input node : 9(바이어스 : -1 포함)
- ⑤ Hidden node : 23(바이어스 : -1 포함)
- ⑥ Output node : 3

최종적으로 각각의 파라미터가 ①~⑥과 같을 때 양호한 학습속도를 보였고, 오차율 0.1%에 쉽게 접근할 수 있었으며 활성화함수는 시그모이드 함수를 사용했다. 여기서 사용되어진 신경회로망은 다층 신경회로망을 사용하였고 학습 알고리즘으로는 오류역전파 알고리즘을 사용했다. 신경회로망에서 각 뉴런들의 Cut 평가, Permanent 평가, Fingerwave 평가, Set-roller 평가, Pincurls 평가, Make-up(신부화장) 평가, Bias 등이 신경회로망의 입력 변수가 되고 신경 회로망의 출력은 3개로 그 출력값은 기능성 점수, 균형성(조화성 점수), 작품성 점수 등이다 [11]. 채점 기준에 따라 각각의 입력에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실행하였다. 시뮬레이션 하기 위한 데이터를 Table 1과 같이 구성한다. 각각의 입력 변수 패턴에 대하여 출력변수의 값이 나오도록 학습하였다. 각각의 입력 변수에 해당하는 것이 있으면 1, 그렇지 않으면 0을 입력 뉴런에 입력하고 그 학습 패턴수는 100개로 하였다.

Table 1 Learning Data of Neural Network for Input & Output Variables

종목 점수 (출력변수)	입력 변수					
	Cut 평가( $X_1$ )	Permanent 평가( $X_2$ )	Fingerwave 평가( $X_3$ )	Set-roller 평가( $X_4$ )	Pincurls 평가( $X_5$ )	Make-up (신부화장) 평가( $X_6$ )
10	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
25	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
40	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
55	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
70	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
85	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
100	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1

## 4.2 퍼지 평가 방법

시험대상물에 대한 헤어컷트 실기 평가 방법에 대해서 나타내면 Fig. 8과 같다. 그리고 퍼지 추론을 도입한 헤어컷트 평가 방법의 블록도를 그려보면 Fig. 9와 같다.

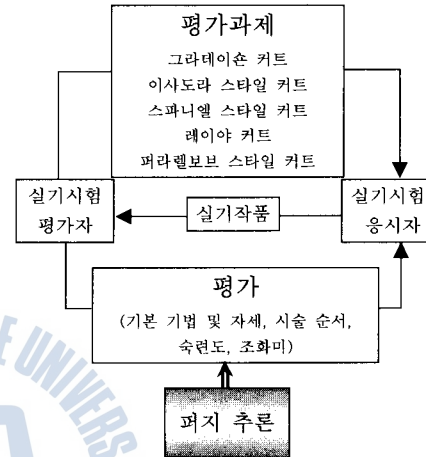


Fig. 8 Evaluation Method of Hair-Cut

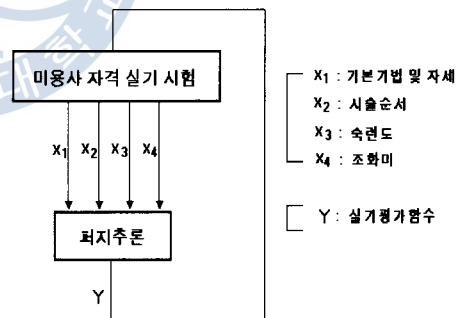


Fig. 9 Block Diagram of Hair-Cut Evaluation by Fuzzy Inference

Fig. 9에서 평가 항목  $X_1, X_2, X_3, X_4$ 는 퍼지추론의 입력변수가 되고, Y는 퍼지추론의 출력변수가 된다. 여기서 입력변수  $X_1, X_2, X_3, X_4$ 에 대한 출력변수 Y의 언어적 표현의 퍼지모델을

다음과 같은 형식으로 구성한다.

IF  $X_{1(i)}$  AND  $X_{2(i)}$  AND  $X_{3(i)}$  THEN  $Y_{1(i)}$  AND  $Y_{2(i)}$

.

.

IF  $X_{1(i)}$  AND  $X_{2(i)}$  AND  $X_{3(i)}$  THEN  $Y_{1(i)}$  AND  $Y_{2(i)}$

.

IF  $X_{1(n)}$  AND  $X_{2(n)}$  AND  $X_{3(n)}$  THEN  $Y_{1(n)}$  AND  $Y_{2(n)}$

그리고 입력과 출력변수의 소속 함수를 Table 2와 같이 구성한다.

Table 2 Fuzzy Membership of Input & Output Variables

Universe	N	NZ	Z	ZP	P
40점	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
50점	1.0	1.0	0.5	0.0	0.0
60점	0.5	1.0	1.0	0.0	0.0
70점	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
80점	0.0	0.0	1.0	1.0	0.5
90점	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0
100점	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

여기서 N = Negative,  
 NZ = between Negative and Zero,  
 Z = Zero,  
 ZP = between Zero and Positive,  
 P = Positive 이다.

Fig. 10에서는 추론에 사용될 퍼지추론 알고리즘을 제시하였다. 여기서 퍼지 추론 결과는 퍼지 집합으로 출력된다. 퍼지집합으로 출력하면 정확한 평가 점수를 나타낼 수가 없으므로 정확한 평가가 될 수 없다. 그러므로 출력부 전체집합에서 정의된 퍼지 점수를 정확한 점수로 변환시켜 주는 작업이 필요한데 이를 비퍼지화 또는 일점화라 한다[12]. 이 과정을 식으로 표현하면

$$U_0 = \text{defuzzifier}(U)$$

U : 퍼지추론의 퍼지결과

$U_0$ : 평가 점수가 되는 비퍼지값

와 같이 된다. 비퍼지화 방법에는 여러 가지가 있으나, 여기서는 무게 중심법을 이용하였다.

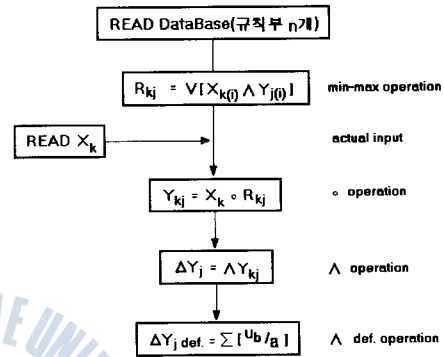


Fig. 10 Algorithm of Fuzzy Inference

## 5. 실험 결과

### 5.1 신경회로망 실험결과

이 장에서는 본 논문에서 제안한 신경회로망 학습 알고리즘을 이용한 학습의 결과를 보여준다.

예1)

종목		점수(출력변수)						
		10	25	40	55	70	85	100
입 력 변 수	Cut 평가( $X_1$ )	0	0	1	0	0	0	0
	Permanent 평가( $X_2$ )	0	0	0	0	1	0	0
	Figerwave 평가( $X_3$ )	0	0	0	1	0	0	0
	Set-roller 평가( $X_4$ )	0	0	0	1	0	0	0
	Pincurls 평가( $X_5$ )	0	0	0	0	0	1	0
	Make-up (신부화장) 평가( $X_6$ )	0	0	0	0	1	0	0

출력값

$$Y_1: 71$$

Y<sub>2</sub>: 69  
 Y<sub>3</sub>: 70  
 종합평가는 70

예2)

종목		점수(출력변수)						
		10	25	40	55	70	85	100
입력 변수	Cut 평가(X <sub>1</sub> )	0	0	0	0	0	0	1
	Permanent 평가(X <sub>2</sub> )	0	0	0	0	1	0	0
	Fingerwave 평가(X <sub>3</sub> )	0	0	0	0	0	0	1
	Set-roller 평가(X <sub>4</sub> )	0	0	0	0	0	1	0
	Pincurls 평가(X <sub>5</sub> )	0	0	0	0	0	0	1
	Make-up (신부화장) 평가(X <sub>6</sub> )	0	0	0	0	1	0	0

출력값

Y<sub>1</sub>: 90  
 Y<sub>2</sub>: 84  
 Y<sub>3</sub>: 81  
 종합평가는 85

### 5.2 퍼지추론 실험 결과

본 연구에서 제안한 퍼지 추론 알고리즘을 이용한 추론의 결과를 보여준다.

예 1)

X<sub>1</sub> = ZP, X<sub>2</sub> = P, X<sub>3</sub> = ZP, X<sub>4</sub> = P 일때

Y = [ 0.0 0.0 0.0 0.5 1.0 1.0 1.0 ] ≅ ZP

비퍼지값

Y = 85

예 2)

X<sub>1</sub> = Z, X<sub>2</sub> = ZP, X<sub>3</sub> = P, X<sub>4</sub> = P 일때

Y = [ 0.0 0.0 0.5 1.0 1.0 1.0 1.0 ] ≅ ZP

비퍼지값

Y = 83

예 3)

X<sub>1</sub> = P, X<sub>2</sub> = P, X<sub>3</sub> = P, X<sub>4</sub> = P 일때

Y = [ 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.0 ] ≅ P

비퍼지값

Y=98

## 6. 결 론

본 논문에서는 실기 시험 평가 방법에 신경 회로망과 퍼지이론을 적용하여 평가자의 주관적이고 애매한 평가 방법의 문제점을 객관적이고 공정한 평가 방법으로 평가하는 방법을 제시하여 그 타당성을 검토하였다. 먼저 신경 회로망에서는 다층 구조 신경회로망 시스템을 설명하고 실기 시험 평가 시스템의 구성 및 그 학습 알고리즘을 제시하였다. 퍼지 추론에서는 다변수 구조 퍼지추론 시스템을 설명하고 헤어컷트 실기 시험 평가 시스템의 구성 및 그 추론 알고리즘을 제시하였다. 그리고 제시된 알고리즘의 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기대한 결과를 얻을 수 있었으며, 이 방법을 실기 시험 평가의 모든 분야에 적용하면 보다 더 좋은 평가 방법이 될 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] K. Hornik, M. Stinchcombe, and H. White "Multi layer feedforward networks are universal approximators", Dept. Economics, University of California, San Diego, CA, discussion pap., Dept. Economics, pp. 98-144, June 1988.
- [2] K. S. Narendra and L. E. Mcbride, Jr., "Multiparameter self-optimizing system using correlation techniques", IEEE Trans. Automat. Contr., Vol. AC-9, pp. 31-38, 1964.
- [3] S. Weerasooria and M. A. EI-Sharkawi, "Identification and Control of a dc motor using back-propagation neural network", IEEE Trans., pp. 187-198, 1969.
- [4] M. Minsky and S. Paper, Perceptrons, MIT Press, pp. 21-45, 1969.
- [5] Y. Cnen and F. Bastani, "ANN with Two Dendrite Neurons and Weight Initialization",



- Proc. IJCNN, Baltimore, Vol.3, pp. 139-146, 1992.
- [6] C. Koch, T. Zurada, Introduction to Artificial Neural Systems., West publishing Company, pp. 163-235, 1993.
- [7] Jacek M. Zurada, Introduction to Artificial Neural Systems., West Publishing Company, pp. 163-235, 1993.
- [8] Siger Omatu, MAzuki Khalid and Rubiyah Yusof, "Neuro-Control and its Application", Springer, pp.96-118, pp. 34-166, 1996.
- [9] W. Bandler and L.J. Kohout, *The four modes of inference in fuzzy expert systems*, in : R. Trappl, ED.,Cybernetics and Systems research Vol. 2, pp. 237-243, 1984.
- [10] D. Dubois and H. Prade, *Fuzzy logics and the generalized modus opens revisited*, Cybernetics and Systems : An International Journal Vol. 15, pp. 293-331, 1984.
- [11] M. Mizumoto, *Extended fuzzy reasoning Approximate Reasoning in Expert Systems*, M. M. Gupt, A.Kandel, W. Bandler, J.B. Kiszka, Elsevier Science Publishers. B. V.(North-Holland), pp. 264-287, 1985.
- [12] V. Ovchinnikov, *Transitive fuzzy orderings of fuzzy numbers*, Fuzzy Sets and Systems 30 pp. 283-295, 1989.

---

원고접수일 : 2006년 12월 15일

원고채택일 : 2007년 1월 24일

