

생리학적 퍼지 신경망을 이용한 단일 색상 기반 감성 인식

주이환*, 김배성*, 강동훈*, 성창민*, 김광백**

*신라대학교 컴퓨터정보공학부

**신라대학교 컴퓨터공학과

Recognition of Emotion Based on Simple Color Using Physiological Fuzzy Neural Networks

*Lee-Hwan Ju , *Bea-Sung Kim , *Dong-Hoon Kang, *Chag-Min Sung
and **Kwang-Baek Kim

*School of Computer and Information Engineering, Silla University

**Dept. of Computer Engineering, Silla University

요 약

최근에 개인의 경험을 통해 얻어지는 외부의 물리적 자극에 대한 복합적인 감성을 측정 및 분석하여 공학적으로 처리함으로써 인간이 보다 편리하고 안락한 생활을 영위하도록 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 색채 심리를 바탕으로 한 감성을 인식할 수 있는 생리학적 퍼지 신경망을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 생리학적 퍼지 신경망은 생리학적 퍼지 뉴런 구조를 기반으로 하여 입력층, 퍼지 귀속 시넵스(Fuzzy Membership Synapse) 및 출력층으로 구성되며 지도 학습(supervised learning)으로 동작된다. 제안된 생리학적 퍼지 신경망을 단일 색상 정보에 따른 감성 인식에 적용한 결과, 단일 색상 정보에 따른 감성 인식에 있어서 효율적임을 확인 할 수 있었다.

1. 서론

지능 시스템과 멀티미디어의 발전으로 인간의 형태, 인지 능력, 판단 등의 특성을 정량적으로 분석하여 환경, 제품 개발에 활용하고 있다. 이것은 복합적인 감성을 과학적으로 측정하여 공학적으로 적용시키는 것이다. 감성 처리를 정량적으로 나타내기 위한 연구로 심리학적 이론, 외부 이벤트에 따른 외부 상태의 변화와 외부 이벤트에 따른 외 내부의 감성 상태의 변화로 나눌 수 있다[1]. 색상에 의한 감성 처리 및 인식은 아동의 심리분석과 치료에 응용되고 있다. 색채의 심리학에 따르면 인간의 뇌 조직은 다른 생체 조직들이 열 전기, 자기 등을 일으키는 것과 마찬가지로 여러 가지색의 변화를 일으키고 그에 따라 유쾌한 기분 또는 불쾌한 기분이 생긴다고 말한다[2].

따라서 본 논문에서는 단일 색상에 의한 감성 인식을 효과적으로 적용할 수 있는 새로운 “생리학적 퍼지 단층 신경망(PFNN : Physiological Fuzzy Neural Networks)” 알고리즘을 제안한다. 먼저 기존의 단층

기능을 비교, 분석하여 퍼지 논리를 적용한 새로운 뉴런 구조를 제안하는데, 제안된 뉴런 구조는 퍼지 논리합에 의한 흥분 뉴런 구조, 퍼지 논리합에 의한 흥분 뉴런 구조, 퍼지 논리곱에 의한 전방향 억제 뉴런 구조, 그리고 퍼지논리 부정에 의한 역방향 억제 개체 뉴런 구조로 표현된다. 그리고 새로운 생리학적 퍼지 뉴런 구조 기반의 생리학적 퍼지 신경망을 제안하여, 기본적인 색상 정보에 의한 감정 인식에 적용한다.

2. 단일 색상에 의한 감정 상태

A. Bjurstadt는 여러 가지 측정법을 이용해 색의 선호와 심리상태와의 관계를 조사했다. 결과에 의하면 적색이나 황색의 모양을 잘 사용하고 난색을 분명하게 선호하는 사람은 “자극을 수용하는(stimulus-receptive)” 경향이 있다[3,4]. 난색을 선호하는 사람들은 활동적이고, 직접적이며, 모순된 정보에 부딪치더라도 비판적

이 아니라 이성애적 경향이 강하고, 마음이 흐트러지기 쉽다든가 만족감(인생의 즐거움)을 줄 수 있기 원하든가를 나타내며 짧은 반응시간을 지녔다. 이와는 달리 한색(청색과 녹색)의 모양을 좋아하는 사람은" 자극을 선택하는(stimulus selective)" 경향이 있다. 따라서 단일 색상에 따른 감정 상태는 표 1과 같다.

표 1. 단일 색상에 따른 감정 상태

색상	감정
흰색	자신의 행동이나 결과에 대한 타인의 평가에 너무 신경을 쓰는 경향이 있음. (경계심)자신감이 없는 것으로 흐린 색을 쓰는 것과 같이 감정을 숨겨 버는 마음의 표현.
검정	정서행동에 결핍을 보여 주는 경향이 있으며, 놀야단을 맞을 지도 모른다는 불안한 감정으로 꾸중을 듣지 않으려는 마음의 표현.
회색	심리적 불안과 무서움의 표현.
노랑	유아적 행복감에 찬 상태를 나타내며 애정의 욕구를 표현.
오렌지	애정의 결핍을 나타내며 사랑하는 마음 때문에 조바심을 내고 있음. 사랑을 받고싶은 간절한 소망과 의식 밑바닥에 존재하는 애수의 감정, 안타까움, 인생무상, 그리움 등을 표현.
검	청결을 지나치게 강요당할 때와 물질적 + 정신적으로 같은 강한 욕구를 나타냅니다. 의지력이 약하며, 의존심이 강한 편으로 항상 불만이 많고 자기의 주장을 잘 나타내지 않음을 표현.
분홍	심리적 고통(마음의 고통)을 나타냅니다. 내성적이어서 표현력도 부족을 표현.
주황	주위 환경에 잘 적응하고, 명랑한 성격으로 겁이 많거나, 소심한 성격으로 내적인 불안의 표출이기도 함을 표현.
빨	신체기능이 왕성하고, 활동적이며, 자유롭게 반응하며 주위 환경에 대하여 행복을 느끼는 상태로 불만, 비강난 등 충동적인 상황이 많으며 공격적 성향을 자주 나타냄을 표현.
녹	자기 자신에 대하여 몹시 자제하는 사고적인 심리입색을 표현.
하늘	내성적인 성격으로 남과 잘 어울리지 못함을 표현.
파랑	어떤 불안이나 공포심을 품고 있음을 표현.
보	흐릿하게 쓰는 색은 아니나 가정적으로 불행을 겪고 있거나, 질병에 걸려 있음을 표현.

3.1 생리학적 뉴런 구조

인간 신경망의 생리학적 구조는 흥분 뉴런과 억제 뉴런으로 구성된다[5,6]. 이들 뉴런들의 생리학적 특성에 대해 구체적으로 살펴보면 주동근 뉴런(antagonistic neuron)은 같은 방향으로 뉴런들을 흥분시켜서 활성화 뉴런으로 동작하게 하고, 억제 뉴런은 전방향 억제 뉴런(feed-forward inhibition neuron)과 역방향 억제 뉴런(feedback inhibition neuron)으로 구분된다. 전방향 억제 뉴런은 억제성 시냅스를 생성하여 전에 흥분된 일이 없어도 억제시키는 뉴런이며, 역방향 억제 뉴런은 자신을 활성화시킨 세포에 작용하여 억제시키는 억제성 개재 뉴런(inhibitory interneuron)을 의미한다. 흥분 뉴런과 억제 뉴런 구조는 그림 1과 같이 나타낼 수 있다[7].

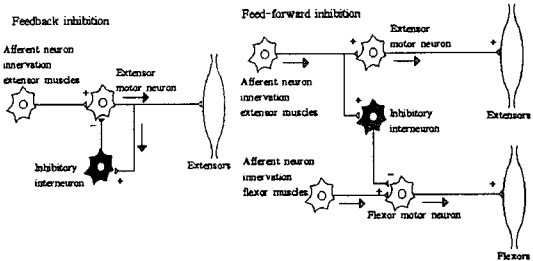
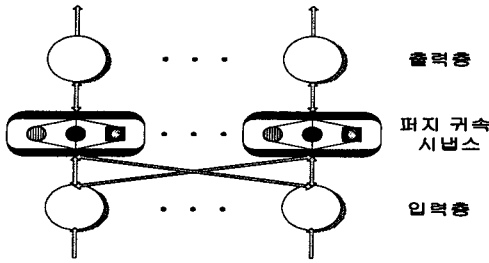


그림 1. 생리학적 뉴런 구조

기존의 인공 신경망에서는 시냅스를 흥분성 시냅스와 억제성 시냅스로 분류하고 단순히 연결 가중치 형태로 표현하는 반면, 그림 1에서 제시된 것과 같이 전방향 흥분성, 전방향 억제성, 그리고 역방향 억제성 등 시냅스의 다양한 정보 전달 기능에 대해서는 고려하지 않는다. 따라서 본 논문은 그림 1에서 제시된 시냅스의 다양한 기능에 대해 퍼지 논리 연산을 이용한 뉴런 구조로 제시하고, 이를 바탕으로 단일 색상에 따른 감정 인식에 적용할 수 있는 새로운 퍼지 신경망을 제시한다.

3. 생리학적 퍼지 신경망(PFNN : Physiological Fuzzy Neural Networks)



- 퍼지 논리함에 의한 활성화 뉴런
- 퍼지 논리곱에 의한 전방향 억제 뉴런
- 퍼지 논리 부정에 의한 역방향 억제 뉴런

그림 2. 생리학적 퍼지 신경망 모형

3.2 생리학적 퍼지 신경망

3.2.1 생리학적 퍼지 신경망

본 논문에서 제안하는 생리학적 퍼지 신경망 모형은 그림 2와 같이 생리학적 퍼지 뉴런 구조를 기반으로 하여 입력층, 퍼지 귀속 시냅스(Fuzzy Membership Synapse) 및 출력층으로 구성되며 지도학습(supervised learning)으로 동작된다. 퍼지 귀속 시냅스는 퍼지 논리 함에 의한 흥분 뉴런 구조로 표현되는 흥분성 시냅스, 퍼지 논리곱에 의한 전방향 억제 뉴런 구조로 표현되는 전방향 억제성 시냅스, 퍼지 논리 부정에 의한 역방향 억제 개재 뉴런 구조로 표현되는 역방향 억제성 시냅스 등으로 구성된다.

생리학적 퍼지 신경망은 입력층에서 입력값이 흥분성 시냅스와 전방향 억제성 시냅스가 동작하게 되며, 이 과정에서 입력층과 퍼지 귀속 시냅스간의 연결 가중치를 이용한 퍼지 귀속 함수값, 즉 퍼지 귀속 정도를 계산하고, 계산 결과가 1을 초과하는 경우에는 역방향 억제성 시냅스가 동작하게 된다. 퍼지 귀속 시냅스는 퍼지 귀속 함수값을 이용하여 목표값에 따라 출력값을 계산하며 목표값과 출력값의 차이가 있으며 입력층과 출력층 사이의 연결 가중치를 조정한다.

3.2.2 생리학적 퍼지 신경망 알고리즘

생리학적 퍼지 신경망 알고리즘의 학습 단계는 전방향 단계와 역방향 단계로 구분된다. 전방향 단계에서는 입력값, 퍼지 귀속 시냅스 그리고 입력층과 출력층 사이의 연결 가중치에 의해 퍼지 귀속 정도가 계산된다. 그리고 실제 출력 값은 목표값에 따라 활성화와 비활성화 뉴런여부를 결정하여 퍼지 논리 연산자인 Max와 Min 연산자를 이용한다. 역방향 단계에서는 실제 출력값을 목표값과 비교하여 입력층과 출력층 사이의 연결 가중치를 조정한다. 새로운 생리학적 퍼

지 신경망 알고리즘은 다음과 같다.

알고리즘 : 생리학적 퍼지 신경망 알고리즘

입력 : $x_i^p = (x_0^p, \dots, x_{n-1}^p)$

출력 : $o_j = (o_0, \dots, o_{m-1})$

단계 1. 입력 패턴 (x_i^p)과 목표 패턴 (t_j^p)을 제시한다.

단계 2. 입력층과 출력층 사이의 연결 가중치 ($W_{AND_n}, W_{OR_n}, W_{NT_n}$), 퍼지 귀속 시냅스 내의 연결

가중치 ($V_{AND_n}, V_{OR_n}, V_{NT_n}$), 그리고 목표값에 따른

뉴런의 활성화 및 비활성화 여부를 구분하는 정보 ($ON_{AND_n}, ON_{OR_n}, ON_{NT_n}$)을 다음과 같이 초기화한

다.

· Logic_weight : $W_{AND_n} = 1, W_{OR_n} = 1, W_{NT_n} = 1$

· Fuzzy_membership_weight :

$$V_{AND_n} = \frac{1}{I}, V_{OR_n} = 1, V_{NT_n} = -1$$

· Logic_mark :

$$ON_{AND_n} = 1, ON_{OR_n} = 1, ON_{NT_n} = 1$$

단계 3. 퍼지 귀속 시냅스를 구성하는 뉴런(Synapse_n)들을

이용하여 퍼지 귀속 정도를 계산하고 0과 1 사이의 값으로 정규화한다.

$$Synapse_n = (ON_{AND_n} \times x_i^p \times V_{AND_n} \times W_{AND_n}) + (ON_{OR_n} \times x_i^p \times V_{OR_n} \times W_{OR_n})$$

$$If (Synapse_n > 1.0) Synapse_n = Synapse_n + V_{NT_n}$$

단계 4. 목표값(t_j^p)에 따라 퍼지 논리 연산자 Max와 Min을

사용하여 출력값(o_j)을 계산한다.

If ($t_j^p \geq 0.5$)

$$o_j = (Synapse_0 \vee, \dots, \vee Synapse_{m-1})$$

If ($t_j^p < 0.5$)

$$o_j = (\text{Synapse}_{j0} \wedge, \dots, \wedge \text{Synapse}_{jn-1})$$

여기서, p 는 제시되는 패턴들의 수, \vee 는 퍼지 Max

논리 연산자이며 \wedge 는 퍼지 Min 논리 연산자이다.

단계 5. 입력층과 출력층 사이의 연결 가중치들 (W_{AND_n}, W_{OR_n})들을 조정한다.

$$e_j = t_j^p - o_j$$

If ($(W_{AND_n} \leq 1.0) \text{ and } (ON_{AND_n} = 1)$)

$$W_{AND_n} = W_{AND_n} + \alpha \times e_j \times \frac{(x_i^p \times W_{AND_n})}{x_i^p},$$

$$ON_{AND_n} = 1$$

If ($(W_{AND_n} > 1.0)$)

$$W_{AND_n} = W_{AND_n} - 1.0, ON_{AND_n} = 0$$

If ($(W_{OR_n} \leq 1.0) \text{ and } (ON_{OR_n} = 1)$)

$$W_{OR_n} = W_{OR_n} + \alpha \times e_j \times \frac{(x_i^p \times W_{OR_n})}{x_i^p}$$

$$ON_{OR_n} = 0$$

If ($(W_{OR_n} > 1.0)$) $W_{OR_n} = W_{OR_n} - 1.0, ON_{OR_n} = 1$

여기서, 학습률 α 는 0과 1 사이의 값을 가진다.

단계 6. 한 패턴에 대한 모든 목표 패턴들이 학습될 때까지 단계 3으로 가서 반복한다.

단계 7. 모든 패턴들의 총오차 자승합이 오류 한계보다 작을 때까지 단계 2로 가서 반복한다.

4. 실험 및 결과 분석

단일 색상 정보에 따른 감성 인식을 구현하기 위하여 제안된 퍼지 신경망을 이용하여 Intel Pentium IV-2GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 IBM 화환 PC상에서 Delphi 7.0으로 실험하였다.

본 논문에서 적용된 생리학적인 퍼지 신경망 시스템의 구성은 표 2와 같이 입력노드 6개, 출력 노드 4개로 구성하였고 기본 색상 13개를 적용하였다.

표 2. 단일 색상에 대한 학습 패턴 및 목표값

	흰색	검정색	회색	노랑	갈색	분홍	주황	빨강	녹색	하늘색	파랑	보라
색상 패턴	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목표값	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1

13개의 단일 색상에 대한 제안된 퍼지 신경망의 학습 매개 변수 설정과 학습 결과는 표 3과 같고 생리학적인 퍼지 신경망에 의한 기본 색상에 따른 감성 인식 화면은 그림 3과 같다.

표 3. 학습 매개 변수 설정 및 학습 결과

학습 상수 (α)	0.1
오류 한계	0.05
Epoch 수	51
TSS	0.0

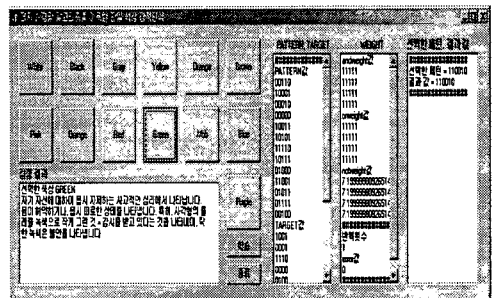


그림 4 생리학적인 퍼지 신경망에 의한 기본 색상에 따른 감성인식 화면

5. 결론 및 향후 연구 과제

개인의 경험을 통해 얻어지는 외부의 물리적 자극에 대한 복합적인 감성을 측정 및 분석하여 공학적으로 처리함으로써 인간이 보다 편리하고 안락한 생활을 영위하도록 하는 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 색채 심리를 바탕으로 감성을 처리할 수 있는 생리학적 퍼지 신경망을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 생리학적 퍼지 신경망은 생리학적 퍼지 뉴런 구조를 기반으로 하여 입력층, 퍼지 귀속 시넵스(Fuzzy Membership Synapse) 및 출력층으로 구성되며 지도 학습(supervised learning)으로 동작된다. 제안된 생리학적 퍼지 신경망을 13개의 단일 색상 정보에 따른 감성 인식에 적용한 결과, 단일 색상에 따른 감성 인식에 있어서 효율적임을 확인 할 수 있었다.

향후 연구 방향은 제안된 생리학적 퍼지 신경망을 이용하여 단일 색상 정보뿐만 아니라 다중 색상에서 발생 할 수 있는 복수의 감정 상태를 나타낼 수 있도록 적용할 것이고, 색상 정보를 이용하여 유아의 심리 상태를 분석 할 수 있도록 확장 할 것이다.

참고문헌

- [1] 손창식, 허절희, 정환목, "다치-신경망을 이용한 감성 처리," 한국 퍼지 및 지능 시스템 학회 발표 논문집, pp.497-501, 2002.
- [2] 파버 · 비렌, The Psychology of Color, 東國出版社, 1985.
- [3] Deborah T. Sharpe, The Psychology of Color and Design, 泰林文化社, 1996.
- [4] 색채 심리, <http://simri.netian.com/>
- [5] K. B. Kim, J. H. Lee and E. Y. Cha, "The Fuzzy Neuron Learning Based on The Physiological Organization," ITC-CSCC, Vol.2, pp.345-348, 1996.
- [6] D. W. Fausett, "Strictly Local Backpropagation," IJCNN, Vol.3, pp.125-130, 1990.
- [7] S. W. Kuffer, J. G. Nicholls and A. R. Martin, From Neuron to Brain : A Cellular Approach to the Function of the Nervous System, 2nd ed. Sunderland, Mass. : Sinauer, 1984.