

# 퍼지추론과 면역 메커니즘을 기반으로 한 인공 색채-감성처리

## The Artificial Color-Emotion Process Based on Fuzzy Reasoning and Immune Mechanism

손창식, 정환목

대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부

Chang-Sik Son, Hwan-Mook Chung

Faculty of Computer and Information Communication Engineering

E-mail : scs5152@hanmail.net

### 요 약

본 논문에서는 퍼지추론과 면역 네트워크의 세 가지 메커니즘을 바탕으로 인간의 외부 자극 (색상정보)에 따른 내부 감성상태를 인식할 수 있는 방법을 제안한다.

인간의 내부 감성상태는 심리학에서 많이 사용하는 색채심리를 바탕으로 추론을 하였으며 추론된 값은 색상 정보의 정도에 따른 감성상태이다. 이러한 감성상태의 값들 간에 유사성을 계산하여 면역 네트워크에 세 가지 메커니즘에 적용하여 인공적인 감성상태를 인식할 수 있는 방법을 나타내었다.

### 1. 서론

기존의 컴퓨터 과학자와 공학자는 복잡한 문제를 해결하기 위해서 자연으로부터 새로운 기법을 얻기 위한 연구가 계속되어 왔다. 최근에, 이런 문제점을 해결하기 위해서 생물학적 기법을 사용한, 인공 면역 시스템이라고 하는 면역 알고리즘을 생성하기 위한 새로운 기법이 제안되어져 왔다[1]. 면역 네트워크는 자아-조절, 기억, 학습, 특징 추출, 인식 등과 같은 계산상의 문제점들을 해결하기 위한 하나의 중요한 도구로 사용되어지고 있다[2]. 일반적으로, 면역 네트워크는 체외로부터 세균이 생물체의 체내로 침입하였을 때 이런 세균을 막아내기 위한 항원이나 항체가 생겨나서 생체를 보호하게 되는 메커니즘을 의미한다. 이런 메커니즘의 기능으로는 외부에서 들어오는 세균들을 인식하는 기능, 내부의 면역세포 간에 인식하는 기능 그리고 전체의 조화를 유지하는 기능으로 나눌 수 있다.

따라서 본 논문에서는 면역 시스템이 가지는 기본적인 성질을 바탕으로 심리학에서 주로 사용되는 색상에 따른 인간의 내부 감성상태를 판별할 수 있는 색채 심리를 이용하여 인공적인 감성을 처리할 수 있는 방법을 제안한다. 우선, 색상에 따른 감성은 기준에 따라 다르므로, 이 기준을 보다 정량적으로 나타낼 수 있도록 하기 위해서 퍼지 추론을 이용하여 색상에 대한 정도를 구분하고 색상에 따른 감성상태의 정도를 정량화된 값에 사상시킨다. 다음에 면역 네트워크 이론의 메커니즘을 바탕으로 유사성을 계산하여 색상에 대한 감성상태를 인지한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 일반적인 퍼지추론 과정을 설명하고, 3장에서는 2장에 퍼지추론을 이용하여 심리학에서 주로 사용하는 색채에 따른 심리(감성상태)를 정량화하고, 정량화된 값들 사이에 유사성을 계산하여 면역 메커니즘에 적용한다.

## 2. 퍼지추론

### 2.1 규칙 베이스

퍼지 이론에서 추론은 몇 개의 퍼지명제에서 연역적으로 각각 하나의 별도(근사적인) 퍼지 명제를 유도하는 것을 기본으로 하고 이것을 퍼지추론(fuzzy reasoning) 혹은 근사추론(approximate reasoning)이라고 부른다.

퍼지추론을 수행하기 위해서는 추론 규칙이 필요하고, IF-THEN 형식으로 기술되고 있다. 퍼지 추론에서 사용하는 IF-THEN 규칙을 특히 퍼지 IF-THEN 규칙이라고 하고 다음과 같이 나타낸다.

Rule: IF  $C_1$  is A and  $C_2$  is B..THEN E is C  
여기서 A, B, C는 퍼지집합이다.

### 2.2 추론부

입출력에 대한 언어적 값의 소속 함수로부터 출력력을 얻기 위해서 MAX-MIN 연산에 의해 다음과 같이 구해진다.

$$\mu_R(C_1, C_2, \dots, C_n, E) = \text{MIN}(\mu_{C_1}(A_1), \dots, \mu_{C_n}(A_n), \mu_E(A_i)) \quad (2.1)$$

여기서 입력되는 값은 언어적인 값이 아니고 수치적인 값이다. 이런 수치적인 값을 퍼지화한 다음 이 입력값으로 추론하여 결과값을 계산한다.

따라서, 각 항목에 대해서 임의의 추정값이 입력되면 그 값에 대한 퍼지 변수의 모든 소속 함수를 가지지 않고 해당하는 점수의 값만을 가지는 방법을 사용한다.

$$\mu_{C_i}(A_i) = \begin{cases} 1 & A_i = A_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.2)$$

그리고 후건부 E에 대한 소속함수는 다음과 같이 나타낸다.

$$\mu_E(A_i) = \text{MAXMIN}(\mu_{C_1}(A_1'), \dots, \mu_{C_n}(A_n'), \mu_E(A_i)) \quad (2.3)$$

### 2.3 비퍼지화

퍼지 규칙들로부터 추출된 최종적인 결과값은 퍼지값, 즉 입력으로 사용하기 위해서는 실수값으로 만드는 비퍼지화 과정이 필요하다.

따라서 일반적으로 비퍼지화하기 위해서 가장 많이 사용하는 무게중심법을 사용한다.

$$D = \frac{\sum(\mu_i \times u_i)}{\sum \mu_i} \quad (2.4)$$

여기서  $\mu_i$ 는 소속함수이고,  $u_i$ 는 대집합을 의미한다.

## 3. 인공 색채-감성처리

### 3.1 인공 색채-감성처리의 구조

본 시스템의 구조는 추론부, 비퍼지화, 유사성 계산, 번역 메커니즘으로 구성되어 있다.

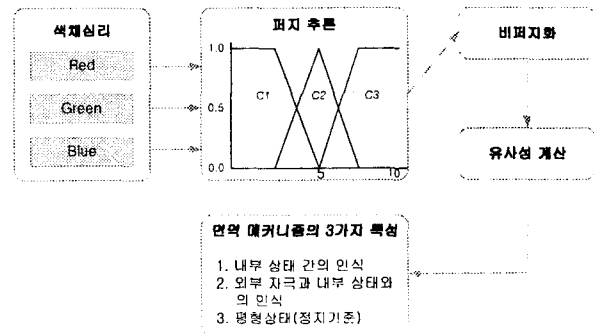


그림 3.1 인공 색채-감성처리의 구조

감성처리의 구조는 입력변수로부터 받은 색상의 정도를 소속함수 구간에 매핑시켜 비퍼지화 하여 정량화된 값을 얻고, 정량화된 값에 대해서 유사도를 측정한다. 여기서 정량화된 값은 색상 정도에 따른 감성 정도이고, 유사도는 감성 정도간의 거리를 의미한다.

계산된 유사도는 번역 메커니즘의 3가지 특성에 적용하여 감성을 처리한다.

### 3.2 인공 색채-감성 추론

색채-감성 처리는 언어적 형식의 규칙으로 구성되었고, 합성 규칙에 의해서 입력이 결정된다. 본 논문에서는 심리학에서 많이 사용되는 색상에 따른 심리상태 즉, 색채심리를 바탕으로 IF-THEN 규칙을 구성하였다[3,4,5].

퍼지 IF-THEN 규칙은 다음과 같다.

Rule: IF  $C_1$  is H and  $C_2$  is M and  $C_3$  is L THEN E,

여기서,  $C_1, C_2, C_3$ 은 색상(Red, Green, Blue)이고, E<sub>i</sub>은 감성상태의 정도를 나타내고, H(High), M(Medium),L(Low)은 색상의 정도를 의미한다.

H, M, L에 대한 소속 구간은 다음과 같다.

$$C_1 : 0 \leq x < 5$$

$$C_2 : 2.5 < x < 7.5$$

$$C_3 : 5 < x \leq 10$$

규칙에서 사용되는 언어적 변수들의 애매함을 0과 1의 명확한 값이 아니라 0에서 1까지의 구간 내에서 정량적으로 나타내기 위해 소속함수를 사용하였다. 즉, R, G, B에 사용 빈도가 H, M, L에 따른 애매함을 정량적으로 나타내기 위한 것이다. 최종적으로 감성 상태의 정도는 27가지의 규칙이 사용되었다.

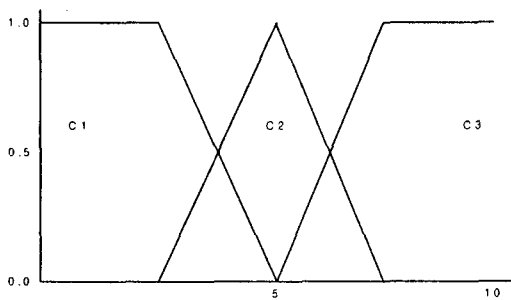


그림 3.2 입력 변수에 대한 소속함수 추론 규칙은 다음과 같다.

규칙	C1	C2	C3	E	규칙	C1	C2	C3	E
규칙1	H	H	H	Hope(H)	규칙15	M	M	L	Pain(M)
규칙2	H	H	M	Joy(H)	규칙16	M	L	H	Pain(M)
규칙3	H	H	L	Joy(H)	규칙17	M	L	M	Anx(M)
규칙4	H	M	H	Joy(M)	규칙18	M	L	L	Happy(L)
규칙5	H	M	M	Joy(M)	규칙19	L	H	H	Anx(H)
규칙6	H	M	L	Joy(M)	규칙20	L	H	M	Rep(M)
규칙7	H	L	H	Joy(M)	규칙21	L	H	L	Rep(L)
규칙8	H	L	M	Happy(M)	규칙22	L	M	H	Pain(M)
규칙9	H	L	L	Happy(L)	규칙23	L	M	M	Rep(M)
규칙10	M	H	H	Anx(H)	규칙24	L	M	L	Rep(L)
규칙11	M	H	M	Rep(H)	규칙25	L	L	H	Pain(L)
규칙12	M	H	L	Rep(M)	규칙26	L	L	M	Pain(L)
규칙13	M	M	H	Pain(H)	규칙27	L	L	L	Pain(L)
규칙14	M	M	M	Pain(M)					

표 3.1 추론 규칙

여기서, Hope, Joy, Pain, Happy, Anxiety, Reproach는 전건부에 R, G, B의 사용 빈도에 따라 색채심리를 바탕으로 정해진 감성들을 의미한다. 각 항목에 수치적인 값이 입력되면 총 27개의 규칙에 대응되는 규칙을 추출하고, 그 규칙에 적용된다. C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>에 소속 구간을 이용하여 소

속함수를 생성한 다음 출력은 식(2.1)에 MAX-MIN 연산에 의해서 구해진다.

그리고 각 항목(H, M, L)에 대해서 임의의 측정값이 입력되면 해당하는 점수의 값만을 얻기 위해 식(2.2)을 사용한다.

그리고 후건부 E<sub>i</sub>에 대한 소속함수는 식(2.3)으로 나타낸다. 이렇게 얻어진 결과값은 퍼지값이므로, 입력으로 사용하기 위해서 식(2.4)에 무게 중심법을 사용하여 비퍼지화 한다.

### 3.3 감성상태 추론 예

입력에서 Red의 정도가 3, Green이 정도가 5, Blue의 정도가 7이라고 가정하면, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>의 소속값은 다음과 같다.

$$C_1 = (0.8, 0.2, 0.0)$$

$$C_2 = (0.0, 1.0, 0.0)$$

$$C_3 = (0.0, 0.2, 0.8)$$

그리고 각 퍼지 라벨 값 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>에 대한 규칙을 추출하면, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>23</sub>이 된다.

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>에서 정의된 소속구간을 이용하여 추출된 규칙을 연산하면 다음과 같이 구해진다.

$$R_{13} : 0.2 \wedge 1.0 \wedge 0.8 \\ \wedge [0.4/6, 0.8/7, 1.0/8, 1.0/9, 1.0/10] \\ = [0.2/6, 0.2/7, 0.2/8, 0.2/9, 0.2/10]$$

$$R_{14} : 0.2 \wedge 1.0 \wedge 0.2 \\ \wedge [0.2/3, 0.6/4, 1.0/5, 0.6/6, 0.2/7] \\ = [0.2/3, 0.2/4, 0.2/5, 0.2/6, 0.2/7]$$

$$R_{22} : 0.8 \wedge 1.0 \wedge 0.8 \\ \wedge [0.2/3, 0.6/4, 1.0/5, 0.6/6, 0.2/7] \\ = [0.2/3, 0.6/4, 0.8/5, 0.6/6, 0.2/7]$$

$$R_{23} : 0.8 \wedge 1.0 \wedge 0.2 \\ \wedge [0.2/3, 0.6/4, 1.0/5, 0.6/6, 0.2/7] \\ = [0.2/3, 0.2/4, 0.2/5, 0.2/6, 0.2/7]$$

식(2.3)에 의해서,

$$\mu_{E(A_i)} = [0.2/3, 0.6/4, 0.8/5, 0.6/6, 0.2/7, 0.2/8, 0.2/9, 0.2/10]$$

식(2.4)에 무게중심법을 이용하여, 비퍼지화를 하면 다음과 같다.

$$D = \frac{37 \times 0.2 + 10 \times 0.6 + 5 \times 0.8}{0.2 \times 5 + 0.6 \times 2 + 0.8 \times 1} = 5.8$$

이런 방법으로, 입력(수치)의 경계부분을 모두 계산하면 색상(R, G, B)에 사용 빈도에 따른 감성 상태의 정도를 정량화할 수 있다. 계산된 값은 면역 네트워크 이론의 3가지 메커니즘 즉, 외부에서 들어오는 세균들을 인식하는 기능, 내부의 면역세포 간에 인식하는 기능 그리고 전체 면역체계의 조화를 유지하는 기능에 적용된다.

### 3.4 색채-감성과 면역 메커니즘

일반적으로 면역 네트워크 이론은 체외로부터 세균이 생물체의 체내로 침입하였을 때 이런 세균을 막아내기 위한 항원이나 항체가 생겨나서 생체를 보호하게 되는 메커니즘을 의미한다. 이런 메커니즘의 기능을 바탕으로 추론된 색상에 따른 감성 상태의 정도를 평가하기 위해서 다음 단계로 수행한다.

첫째, 내부의 면역세포 간에 인식하는 기능 즉, 색상에 따른 내부의 감성상태를 인식하는 기능이다. 여기서 감성상태는 퍼지추론의 비퍼지화 한 결과값을 이용하고 다음과 같은 식에 의해서 계산된다.

서로 다른 개체  $E_i, E_j$  사이의 거리  $d_{ij}=d(E_i, E_j)$ 는 일반적으로 다음 조건을 만족한다.

- $d_{ij} \geq 0, d_{ii} = 0$
- $d_{ij} = d_{ji}$
- $d_{ik} + d_{jk} \geq d_{ij}$

위의 조건을 만족시키는 거리의 척도는 유클리드 거리에 의해서 나타낸다.

$$d_{ij} = \sqrt{(E_i - E_j)^2} \quad (3.1)$$

여기서  $E_i, E_j$ 는 각각  $i$ -번째,  $j$ -번째 상태의 값을 나타낸다.

두 번째, 전체의 조화를 유지하는 기능(정지기준)을 나타낸다.

$$S = \sum_{i=1}^n N - d_{ij} \quad (3.2)$$

여기서  $N$ 은 감성들의 수를 의미한다.

세 번째, 외부에서 들어오는 세균(즉 색상정보)들을 인식하는 기능이다.

즉, 첫 번째 단계에서 내부 감성상태의 정도를 유클리드 거리로 유사도를 측정하였으므로, 외부에서

들어오는 색상정보가 내부 감성상태의 분포에 해당하는지를 판별하기 위한 단계이다.

$$T_{ij} = \sqrt{(d_{ij} - C_{ij})^2} \quad (3.3)$$

여기서  $d_{ij}$ 는 첫 번째 단계에서 계산된 감성상태 간의 유사성 척도이고,  $C_{ij}$ 는 색상 정보를 의미한다.

## 4. 결론

본 논문에서는 인간의 내적인 감성상태를 처리하기 위해서 심리학에서 주로 사용하는 색채심리를 바탕으로 인공적인 감성을 처리할 수 있는 방법을 제안하였다. 여기서 색상에 따른 내부 감성상태를 정량적으로 나타내기 위해서 퍼지 추론을 이용하였고, 정량화된 값은 다시 면역 메커니즘의 3가지 특징을 바탕으로 유사성을 계산함으로써 색상에 따른 내부 감성 상태를 분석하고 처리하였다.

따라서 인공 감성 생성이 요구되는 지능 시스템이나 게임 등에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 5. 참고문헌

- [1] Leandro N. de Castro, Fernando J. Von Zubaen, "Immune and Neural Network Models : Theoretical and Empirical Comparisons", International Journal of Computational Intelligence and Applications(IJCA), 1(3) pp.239-257, 2001.
- [2] Jon Timmis, "aiVis - Artificial Immune Network Visualization", In EuroGraphics UK 2001 Conference Proceedings, pp.61-69, 2001.
- [3] 색채심리, <http://simri.netian.com>
- [4] 박경수, "감성공학과 감각생리", 영지문화사, pp.187-210, 2002.
- [5] 손창식, 허철희, 정환목, "다치-신경망을 이용한 감성 처리", 2002 추계 퍼지 및 지능시스템학회 논문집, 12권 2호, pp.497-501.