

논문 2012-50-4-11

기억회상과 지식추론에 따른 감정 상태 변화의 추이

(The Changing Trace of Emotional state by Memory retrieval and Knowledge Reasoning process)

심 정 연*

(JeongYon Shim)

요 약

최근 들어 뇌과학적인 연구가 활발해짐에 따라 두뇌기능을 공학적으로 응용하려는 연구가 많아지고 있다. 두뇌 기능 중 기억과 감정을 담당하는 부분을 살펴보면 기억을 담당하는 해마체와 감정중추인 편도체가 긴밀히 협조하고 있는 것을 알 수 있다. 실제적으로 지식은 감정에 영향을 미치고 감정은 지식에 영향을 미친다. 인간의 모든 판단과 결정에 있어서 감정요소는 배제할 수 없는 아주 중요한 영향을 미친다. 보다 정교한 지능 시스템을 구축하려면 감정이 결합된 지식베이스를 설계하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 해마체와 편도체의 공조 시스템에 착안하여 지식과 감정이 결합된 지식감정 결합 시스템을 설계하고 기억회상과 추론 과정에서 변화하는 감정 상태의 추이를 감지하는 메커니즘을 제안하고자 한다.

Abstract

Many studies adopting brain functions to the engineering systems have been made for recent years as the brain Science has developed. If we investigate the parts which take part in memorizing and emotional process, we can know that Hippocampus of memorizing center and Amygdala of Emotional center closely cooperate each other. Actually Knowledge effects on Emotion and Emotion effects on Knowledge. During the human decision making, emotional factor has much important effects on Decision making process. For implementing more delicate intelligent system, the knowledge base coupled to emotional factor should be designed. Accordingly in this paper starting from the idea of cooperating system between Hippocampus and Amygdala,, we design Knowledge Emotion Binding System and propose Emotional changing mechanism by Memory retrieval and knowledge reasoning process.

Keywords: 기억감정결합 노드, 기억감정 네트워크, 지식 스프레드, 감정 반응 모델, 감정변화추이

I. 서 론

최근 들어 감정에 대한 공학적 연구가 관심을 가지고 많이 진행되고 있다. 수천 년 동안 진행되어온 연구에 따르면 이성보다 감정은 생존에 직결되는 부분이라고 한다. 실제적으로 뇌의 구조를 살펴보면 감정중추는 편도체가 담당하고 있는데 주로 생명유지의 주요활동을 담당하고 있는 원시 뇌로 두뇌 안쪽에 깊숙이 자리 잡

고 있다. 반면 이성에 해당하는 처리, 사고활동 및 기억에 관련된 부분은 뇌의 바깥쪽 대뇌피질이 연관되어 있고 이 대뇌피질은 뇌가 진화하면서 발달한 부분이다. 이러한 구조만 보더라도 감정이라는 것이 진화적 측면에서 일찍 발달되었으며 생존과 본능에 직결되어 있음을 유추할 수 있다.

우리가 흔히 주변에서 감성을 자극하는 마케팅을 많이 하는 것을 볼 수 있다. 이것은 인간의 감정이 제품을 선택할 때 큰 영향을 미치기 때문에 디자인을 고려한 감성 마케팅에 집중 공략하는 것이다.

지식은 감정에 영향을 미치고 감정은 지식에 영향을

* 정회원, 강남대학교 교양학부
(Division of General Studies, Kangnam University)
접수일자: 2013년1월1일, 수정완료일: 2013년3월18일

미친다. 이러한 감정적 요소는 사물의 판단이나 결정에 무의식적으로 막대한 영향을 미치는 것이 사실이다.

실질적으로 뇌는 정보를 기억시킬 때 해마체와 편도체가 면밀히 공조한다. 이 과정에서 기억되는 지식정보에 감정이 실리게 된다. 감정이 실린 기억이 오래 남는다는 연구도 있다. 또한 과거의 기억을 회상하고 기뻐하거나 눈물을 흘리기도 한다. 이것은 기억 속에 저장된 감정이 같이 올라오기 때문이다. 따라서 정교한 지능 시스템을 설계하려면 이러한 지식과 감정이 결합된 모델이 설계되어야 한다.

최근 몇 년간 감정을 시스템에 붙여넣는 공학적 연구가 많이 진행되고 구현이 되었으나 아직 지식과 감정이 결합된 모델에 대한 연구는 미비한 편이다.

본 논문에서는 뇌 안에서의 해마와 편도체의 공조시스템에 착안하여 지식과 감정이 결합할 수 있는 지식감정 결합 모델을 설계하고자 한다.

또한 이러한 모델을 바탕으로 기억의 회상과 지식추론에 따른 감정 변화의 추이를 나타내는 메커니즘을 제안하고자 한다.

II. 정보의 기억과 감정

1. 뇌의 기억과 감정처리

연구 결과에 의하면 뇌에서 해마체는 기억의 획득과 회상하는 기능을 하고 편도체는 감정중추로서 감정을 처리하는 기관으로 알려져 있다.

먼저 기억을 담당하는 해마체를 살펴보면 해마체(Hippocampus)는 대뇌변연계에 속하며 시상과 대뇌피질 사이에 위치하고 1cm정도의 지름과 5cm정도의 길이를 가지고 있으며 107개 정도의 뉴런으로 구성되어 있지만 한 개의 뉴런이 대략 2만~3만 개의 뉴런과 네트워크를 형성하고 있다.

해마체는 주로 기억을 담당하는데 측두엽의 양 쪽에 2개가 존재하며 좌측 해마는 최근의 일을 기억하고 우측 해마는 새로운 기억을 획득하는 곳으로 해마체에서 만들어진 기억은 일시적으로 보존되지만 최종적으로는 대뇌피질로 전송되어 기억된다.

기억 획득에는 해마체 안에 있는 CA1령이 기억의 회상에는 CA3령이 중요한 역할을 한다고 알려져 있다.

해마체에 정보가 전달되는 경로에는 두 가지가 있다 첫 번째는 감정 처리 중추인 편도체를 거쳐서 해마체에

들어가는 경로로 시상으로부터 들어온 정보가 오감의 감정을 느끼도록 해주는 편도체를 거치면 정보는 감정을 수반한 정보로 변한다. 일반적으로 감정을 수반한 기억이 더 오래 가는 것으로 알려져 있다. 두 번째는 편도체를 거치지 않고 후주위 피질로부터 직접 해마체로 들어가는 경로로 이 경우에는 시상을 거쳐 후주위 피질로 들어온 정보를 그대로 기억한다. 이 경로를 거치면 정보에 감정이 수반되어 있지 않다.

한편, 편도체(Amygdala)는 대뇌변연계에 속하며 해마체 옆에 있으면서 감정을 담당하는 부분이다. 즉, 행복, 사랑, 증오, 슬픔, 두려움, 분노와 같은 감정을 느끼게 해주는 감정 중추이다. 여기서 감정적 평가가 이루어지고 감정을 통제한다.

이와 같이 해마체와 편도체는 서로 협력하면서 기억과 감정처리에 관여하고 있다.

2. 감정 모델링

감정은 행동선택, 학습, 메모리, 동기화, 계획 등의 인지 과정에 많은 영향을 미친다. 조나단(Jonathan Gratch)과 스테시(Stacy Marsella)는 감정 모델을 의사소통 지향 방법과 시뮬레이션 기반 접근 방법으로 나누었다. 의사소통 지향 방법은 감정을 의사소통 수단으로 사용하는 것으로 언어기반 방법을 사용하기도 한다. 주로 6 가지 기본 감정(disgust, fear, anger, sadness, surprise, joy) 을 표현하는 Ekman의 모델이 대표적이다.

시뮬레이션 기반의 접근 방법은 감정의 인지적 기능에 중점을 두어 내부 감정 변화를 모델링하는 기법이다. 이 시스템은 외부 상황과 이것이 미치는 내부 영향력 등을 다루고 있다. 일반적으로 많이 쓰이는 모델은 OCC(Ortony, Clore and Collins) 모델로 외부 상황의 특성을 목표(바라는 상황), 표준(행동 방식), 성향(좋아함 혹은 싫어함) 으로 나누어 처리한다. 12개의 감정 상태를 표현하고 있는데 긍정적 감정 6개 (joy, hope, relief, pride, gratitude, love)와 부정적인 감정 6개 (distress, fear, disappointment, remorse, anger, hate)로 구성되어 있다.

이런 분류 외에 Dimension 모델이 있는데 감정을 2차원이나 3차원의 벡터 스페이스로 표현한다. 감정의 연속적인 값을 표현할 수 있다는 장점이 있다.

III. 지식 감정 결합 시스템에서의 감정변화 메커니즘

이 장에서는 우선 새로운 감정 표현 모델을 구성하고 지식과 감정을 포함한 지식네트워크의 기억 시스템 즉, 지식감정결합시스템을 설계하고 이를 이용한 감정의 변화의 추이를 감각할 수 있는 메커니즘을 제안한다.

1. 감정 표현 모델

감정 상태를 표현하고 감정상태의 엔트로피를 표현하기 위해서 새로운 감정 표현 모델을 설계하였다. 그림 2에서 보인바와 같이 감정상태 E_i 는 Positive(긍정적), Active(활동적), 안정적(Stable) 정도로 표현하며 [-1.0,1.0]의 값으로 표시한다. 0.0의 값은 중립(neutral) 상태를 의미하며 감정이 없음을 의미한다.

감정상태 E_i 는 다음 식(1)과 같이 표현하며 Positive degree, Active degree, Stable degree로 표현한다.

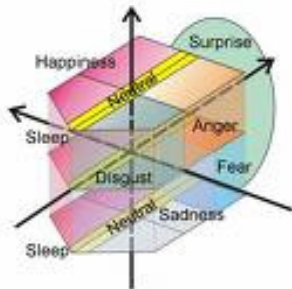


그림 1. 감정 벡터 스페이스
Fig. 1. Emotional Vector Space.

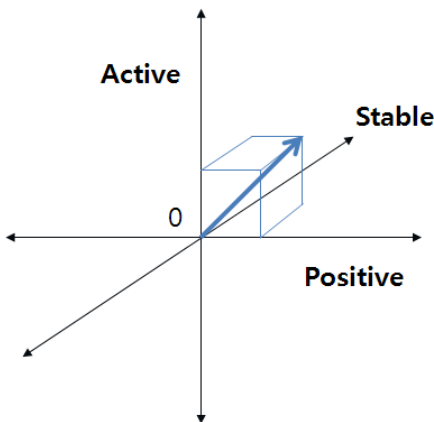


그림 2. 감정 표현 모델
Fig. 2. Emotional Representation Model.

$$E_i = (P_i, A_i, S_i) \quad (1)$$

P_i : positive degree
 A_i : Active degree
 S_i : Stable degree

감정 상태 E_i 의 에너지, E_{K_i} 는 다음 식(2)와 식(3)을 이용하여 구한다.

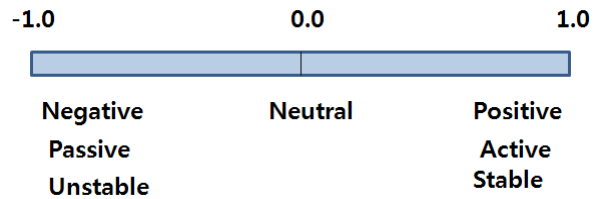


그림 3. 감정 상태 값
Fig. 3. The value of Emotional State

$$E_{s_i} = (P_i + A_i + S_i)/3.0$$

$$temp = E_{s_i} \quad (2)$$

$$E_f = \begin{cases} 1.0, & \text{if } temp \geq 0.0 \\ -1.0, & \text{if } temp < 0.0 \end{cases}$$

$$E_{K_i} = E_f \sqrt{((P_i)^2 + (A_i)^2 + (S_i)^2)/3.0}$$

표 1.은 기본적인 8개의 감정을 Positive, Active, Stable degree로 표현한 것이다.

표 1. 8가지 감정 표현
Table 1. 8 Emotional Representation.

Emotion	Positive	Active	Stable
Happy	1.0	1.0	1.0
Sad	-1.0	-1.0	-0.5
Surprise	0.0	1.0	-1.0
Fear	-1.0	-1.0	-1.0
Disgust	-1.0	-0.5	0.5
Interest	1.0	0.5	0.5
Angry	-1.0	1.0	-1.0
Boring	0.0	-1.0	1.0

2. 지식 감정 시스템에서의 감정 변화 메커니즘

가. 지식 감정 결합 노드의 표현

지식과 감정의 결합은 그림 4와 같이 한 노드에 각 요소들이 속성으로 함께 표현되는 형태로 디자인되었다. ID_i 는 지식감정결합 노드 K_i 를 식별하는 식별자

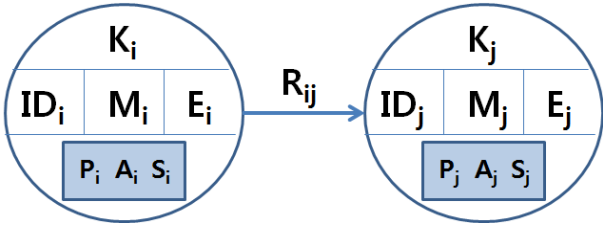


그림 4. 지식감정 결합 노드와 네트워크 표현

Fig. 4. Knowledge Emotion Binding node and its Network Representation

이름이고 M_i 는 지식감정결합 노드의 잠재 에너지이며 E_i 는 감정 에너지이다. 지식감정 노드의 잠재 에너지 M_i 는 식(4)와 같은 엔트로피 값으로 표현된다. 감정에너지 E_i 는 P_i, A_i, S_i 로 표현된다. 이는 각각 Positive degree, Active, degree, Stable degree를 의미한다.

$$M_i = - \sum_{i=1}^n P_{K_i} \log P_{K_i} \quad (4)$$

데이터 처리의 효율성을 위하여 기억장치에 저장되는 데이터의 기본 형태를 네트워크의 형태로 디자인하였다. 지식 노드 (Knowledge node)를 기본으로 그의 개념적인 연관성에 따라 연결되는 네트워크를 구성한다.

지식 네트워크를 구성하는 지식노드, K_i , 는 연관성에 따라 연결되어 있다. 연관관계 R_{ij} 는 식 (5)에 의해서 산출된다.

$$R_{ij} = P(K_i | K_j) \quad (5)$$

3. 기억회상과 추론에 따른 감정추이 메커니즘

지식과 감정이 결합된 지식감정 노드의 설계와 이를 바탕으로 연결된 네트워크를 지식베이스로 하는 지식감정 시스템이 소개되었고 아울러 이 시스템 상에서 작동하는 지식 네트워크 추출 알고리즘도 이미 제안되었다^[1]. 이렇게 추출된 지식네트워크를 지식 스프레드라 명명하였고 이 지식 스프레드는 기억회상과 추론의 사고활동에 쓰이게 된다. 이 장에서는 이렇게 추출된 지식스프레드가 처리되면서 발생하는 감정 변화의 추이 메커니즘을 제안하고자 한다. 단, 본 연구에서는 외부에서 유입되는 감정 자극이나 현재의 기존에 남아 있는 잔류 감정 상태는 배제하고 지식 추출에 따른 감정 상태 변화만 고려하고 감정 중립(Neutral) 상태에서 시작하는 것으로 한다.

감정의 변화는 일정한 TC(Time Clock)를 두어 계산하고 측정하는데 지식스레드 추출시기와 안정 시기로 나누어 연산한다. 지식 추출 시기는 지식감정 베이스로부터 지식스레드가 추출되는 시기로 감정의 흥분기이고 안정 시기는 감정적 흥분이 가라앉는 시기로 TC가 진행되면서 점차적으로 안정되어 평정 상태, 즉 감정적 중립(Neutral)상태로 돌아간다.

지식스레드 추출시기 지식 스프레드가 추출되면서 이루어지는 현재 감정에너지 E_{C_i} 의 변화는 다음과 같은 식(6)과 같다.

$$E_{C_i} = \frac{E_{C_{i-1}} + M_i * E_i}{2} \quad (6)$$

안정시기의 현재 감정에너지는 다음과 같이 계산된다.

$$E_{C_{i-1}} \geq 0.0 \text{ 인 경우,}$$

$$c_i = E_{C_{i-1}} - \sum_{t=0}^n \delta, \quad E_{C_i} = f(c_i), \quad f(c_i) = \begin{cases} c_i, & c_i \geq 0.0 \\ 0.0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

$$E_{C_{i-1}} < 0.0 \text{ 인 경우,}$$

$$c_i = E_{C_{i-1}} + \sum_{t=0}^n \delta, \quad E_{C_i} = f(c_i), \quad f(c_i) = \begin{cases} c_i, & c_i \leq 0.0 \\ 0.0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

IV. 실험

본 실험에서는 그림 5에서 제시한 12개의 지식감정 노드로 구성된 마스터 지식 네트워크를 사용하였다. 표 2에서 보이고 있는 각 감정지식 노드를 구성하는 에너지 값과 감정벡터 값을 가지고 추출된 지식 스프레드에 의하여 감정 상태가 어떻게 변화하는지에 대한 추이를 시뮬레이션을 하였다.

다음 표 3은 지식 추출 알고리즘^[1]에 의하여 추출된 6개의 지식 스프레드를 나타낸 것이다.그림 6, 그림 7, 그림 8, 그림 9, 그림 10, 그림 11은 추출된 지식스레드가 기억 회상 과정에서 처리되었을 때 변화하는 감정 에너지

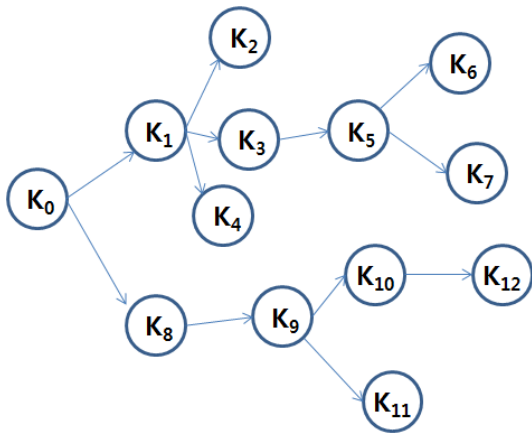


그림 5. 지식감정 결합 네트워크
Fig. 5. Knowledge Emotion Binding Network.

표 2. 지식감정 노드 K_i 의 M_i, P_i, A_i, S_i 값
Table 2. The value M_i, P_i, A_i, S_i of Knowledge Emotion node.

K_i	M_i	P_i	A_i	S_i
K_0	1.0	0.0	0.0	0.0
K_1	0.9	1.0	0.5	0.5
K_2	0.5	0.0	1.0	-1.0
K_3	0.8	1.0	1.0	1.0
K_4	0.2	0.0	-1.0	1.0
K_5	0.9	1.0	1.0	1.0
K_6	0.8	1.0	0.5	0.5
K_7	0.3	0.0	1.0	-1.0
K_8	0.9	-1.0	-1.0	-1.0
K_9	0.9	-1.0	-0.5	0.0
K_{10}	0.9	-1.0	1.0	-1.0
K_{11}	0.7	-1.0	1.0	1.0
K_{12}	0.6	0.0	1.0	-1.0

표 3. 추출된 지식 스레드
Table 3. The extracted Knowledge Thread.

Thread	Nodes
Thread 1	K0 K1 K2
Thread 2	K0 K1 K3 K5 K6
Thread 3	K0 K1 K3 K5 K7
Thread 4	K0 K1 K4
Thread 5	K0 K8 K9 K10 K12
Thread 6	K0 K8 K9 K11

지의 추이를 나타낸 그래프이다. 15번의 Time Clock (TC)로 계산하고 측정하였다. 그림 6, 그림 7, 그림 8, 그림 9는 주로 긍정적 에너지를 가진 지식 스레드가 추출되었을 때 보이는 감정 변화로 0보다 큰 값의 변화를

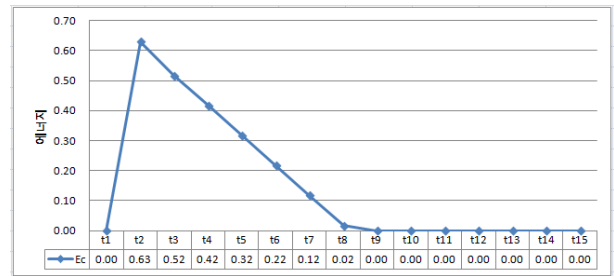


그림 6. 지식스레드1이 활성화된 경우의 감정변화
Fig. 6. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 1 activation.

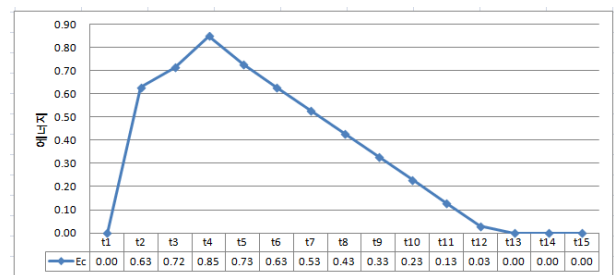


그림 7. 지식스레드2가 활성화된 경우의 감정변화
Fig. 7. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 2 activation.

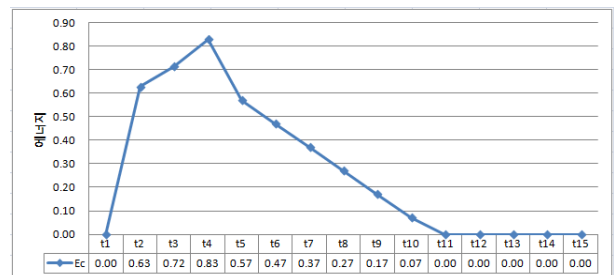


그림 8. 지식스레드3이 활성화된 경우의 감정변화
Fig. 8. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 3 activation.

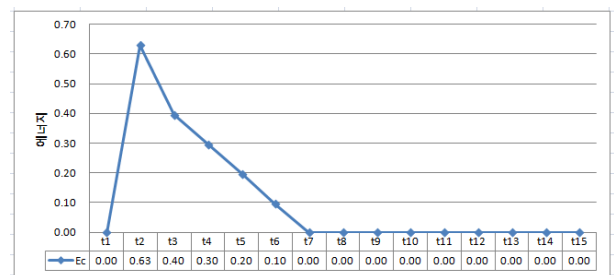


그림 9. 지식스레드4가 활성화된 경우의 감정변화
Fig. 9. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 4 activation.

보이며 지식 스레드 처리 후 안정기로 들어가면 감소되어 일정한 TC후에는 감정적 중립상태, 즉 감정 에너지

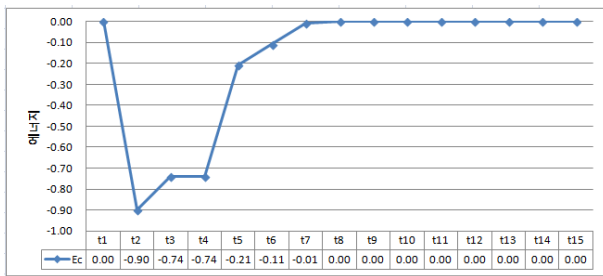


그림 10. 지식스레드5가 활성화된 경우의 감정변화
 Fig. 10. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 5 activation.

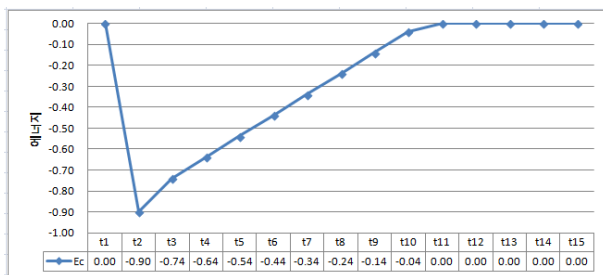


그림 11. 지식스레드6이 활성화된 경우의 감정변화
 Fig. 11. The Emotional change in the case of Knowledge Thread 6 activation.

=0.0, 로 평정됨을 알 수 있다. 그림 10, 그림 11은 부정적 에너지를 가진 지식 스레드가 추출되었을 때 보이는 감정 변화로 0보다 작은 값의 변화를 보이며 지식 스레드 처리 후 안정기로 들어가면 증가되어 일정한 TC후에는 감정적 중립상태, 즉 감정 에너지=0.0, 로 평정된다. 실험 결과 지식스레드 추출에 따라 민감한 감정 에너지 변화를 보이며 만족할만한 결과를 산출함을 알 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 새로운 감정 모델을 설계하고 지식과 감정이 결합된 지식감정 결합 시스템을 설계하고 기억회상과 추론 과정에서 변화하는 감정 상태의 추이를 감지하는 메커니즘을 제안하였다. 12개 지식감정 노드로 구성되어 있는 마스터 지식네트워크로 이루어진 가상메모리에 적용하여 지식스레드를 추출하고 기억회상과 지식추론에 따른 감정 에너지 변화를 15개의 Time Clock을 두어 시뮬레이션하였다. 실험 결과 6개의 지식스레드가 추출되었고 지식스레드 추출기와 안정기 모두 감정에너지가 민감하게 반응하는 성능을 나타내는 의도

하던 대로 타당한 성공적인 결과를 얻을 수 있었다. 본 논문에서 제시한 감정변화 추이메커니즘은 정교한 지능 시스템을 갖는 HCI를 구현하는데 많은 기여를 할 수 있으리라 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] JeongYon Shim, 'Emotion Tuning Mechanism by linguistic term in KEB system', ICCAS 2011.
- [2] Jean-Marc Fellous, Michael A. Arbib, 'Who needs Emotions? The brain meets the Robot', Oxford Press, 2005.
- [3] JeongYon Shim, 'Personal Knowledge Network Reconfiguration Based on Brain like function using Self Type Matching Strategy', IDEAL, volumn 5326, Springer, 2008.
- [4] JeongYon Shim, 'Knowledge Network Management System with medicine Self Repairing strategy} ICES2007, LNCS4684, pp119-128, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2007.
- [5] Bruce Goldstein, 'Sensation and Perception', Fifth edition, Brooks/Cole Publishing Company, 1999.
- [6] Michael A. Arbib, Jeffrey S. Grethe, 'Computing the brain : A guide to Neuroinformatics', Academic Press, 2001.

저 자 소 개



심 정 연(정희원)
 1989년 고려대학교 컴퓨터학과
 학사 졸업
 1991년 고려대학교 컴퓨터학과
 석사 졸업
 1998년 고려대학교 컴퓨터학과
 박사 졸업.

현 강남대학교 부교수
 <주관심분야: 인공지능, 기계학습, 감성시스템
 ICA, Information Theory, 지식공학시스템>