

인공 감정 모델의 설계

Design of an Artificial Emotion Model

이인근, 서석태, 정혜천, 권순학*

In K. Lee, Suk T. Seo, Hye C. Jeong, Soon H. Kwon

영남대학교 전기공학과

Dept. of Electrical Engineering, Yeungnam University

요 약

인간의 감정을 모방하여 다양한 외부 자극에 대해 인위적으로 감정을 생성하는 인공 감정에 관한 연구가 최근에 시작되어 이루어지고 있다. 그러나 기존의 인공 감정 연구에서는 외부 감정 자극에 대한 감정 상태를 선형적, 지수적으로 변화시킴으로써 감정 상태가 급격하게 변하는 단점을 갖고 있다. 본 논문에서는 외부 감정 자극의 강도와 빈도뿐만 아니라 자극의 반복 주기를 감정 상태에 반영하고, 시간에 따른 감정의 변화를 시그모이드 곡선 형태로 표현하는 인공 감정 생성 모델을 제안한다. 그리고 기존의 감정 자극에 대한 회상을 통해 외부 감정 자극이 없는 상황에서도 감정을 생성할 수 있는 인공 감정 시스템을 제안하고 컴퓨터 모의실험 결과를 통해 그 효용성을 보인다.

키워드 : 인공 감정 모델, 감정 생성, 시그모이드 곡선

Abstract

Researches on artificial emotion which generates emotion artificially from various external excitations imitating human emotion has been initiated in recent years. But the conventional studies in which the emotion state is changed exponentially or linearly by external emotion excitation have a drawback that the variation of emotion state is changed rapidly and abruptly. In this paper, we propose an artificial emotion generation model which reflects not only strength and frequency of external emotion excitations but also period of it in the emotion state and represents the emotion state with a sigmoid curve w.r.t. time. And we propose an artificial emotion system which generates emotion at the situation of no external emotional excitations through recollection of past emotional excitations, and show its effectiveness through computer simulation results.

Key Words : artificial emotion model, emotion generation, sigmoid curve

1. 서 론

인간의 음성과 표정, 그리고 인간이 작성한 문장 등으로부터 인간의 감정 상태를 인식하는 감정 인식(Emotion Recognition)에 관한 연구와 함께, 인간의 감정을 모방하여 다양한 외부 자극에 대해 인위적으로 감정을 생성하는 인공 감정(Artificial Emotion)에 관한 연구가 이루어지고 있다. 인공 감정은 외부 자극에 대한 수치적 연산을 통해 특정 감정의 상태를 수치화 하여 표현하는 것이다[1-2].

인간의 감정을 모방하여 인공 감정을 생성하기 위해서 i) 인간이 표현하는 감정의 종류를 정의하고, ii)외부 자극이 인간의 감정에 미치는 영향과 외부 자극에 의한 감정 상태를 파악한다. 그리고 iii)인간의 감정 상태에 따른 감정 표현을 분석하여 인간의 감정을 모델링 한다.

Wilson[1]은 외부 자극에 의한 감정의 생성과 감정의 표현 행동을 결정하기 위해 “일시적인 감정(Momentary emotions)”, “기분(Mood)”, “성격(Personality)”의 세 개의 계층

을 정의하였다. 그리고 외부 자극에 대해 감정을 생성하여 외부에 행동 반응을 보이는 AEE(Artificial Emotion Engine)을 설계하였다. AEE에서 Momentary emotion은 외부 자극으로부터 Ekman[3]이 제안한 6가지의 감정, 즉 “기쁨(joy)”, “노여움(anger)”, “공포(fear)”, “혐오(disgust)”, “놀람(surprise)”, “슬픔(sadness)”에 대해 일시적으로 표현되는 행동이다. Mood는 Momentary emotion의 누적된 효과로 인해 좀 더 오래 지속되는 정서적인 상태이다. Personality는 외부 자극과 무관하게 일반적으로 외부로 표현되는 태도를 나타내는데, Momentary emotion과 Mood의 상태에 대한 기반이 된다. Personality는 Extroversion, Fear, Aggression에 대해 3차원 공간으로 표현한 EFA Space를 이용하여 나타내며, Personality에 따라서 감정의 상승과 완화 속도를 조절함으로써 다양한 감정 표현이 가능한 개체들을 만들 수 있다.

인공 감정 모델과 관련한 기존 연구[4-7]에서는 i)여러 가지 센서의 신호로부터 생성된 외부 감정 자극을 통해 감정에이전트(emotional agent)의 감정 상태를 결정하고, ii)감정 상태에 따라 에이전트의 표정이나 행동과 같은 외부 반응을 보이도록 하였다. 또한 iii)과거의 일정 자극들을 기억하여 현재의 감정 생성에 반영하였고, vi)외부 자극에 의해 생성된 감정 상태를 시간에 따라 점차적으로 감소시켜 평정 상태

접수일자 : 2007년 4월 1일

완료일자 : 2007년 7월 30일

*Corresponding author

(calm state)를 유지하도록 인공 감정 모델을 설계하였다.

기존 연구에서는 감정의 자극(excitation)으로 생성된 감정 상태가 시간에 따라 완화(appeasement)되는 정도를 선형적, 지수적으로 변화시킴으로써 감정 상태가 급격하게 변화하는 형태를 보인다[4,6,7]. 그림 1은 기존의 인공 감정 연구에서의 감정 상태 변화 형태를 보인다.

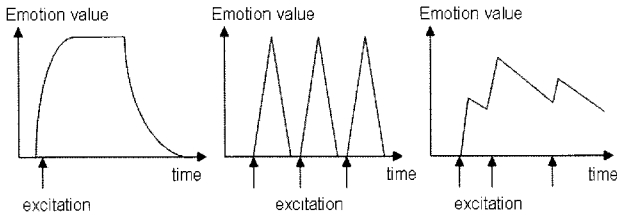


그림 1. 기존의 감정 상태 변화

Fig. 1. Previous variation line of emotion state

본 논문에서는 외부 감정 자극의 강도와 빈도뿐만 아니라 자극의 반복 주기를 감정 상태에 반영하고, 시간에 따른 감정의 변화를 시그모이드(sigmoid) 곡선 형태로 표현하는 인공 감정 생성 모델을 제안한다. 그리고 기존의 감정 자극에 대한 “회상(recollection)”을 통해 외부 감정 자극이 없는 상황에서도 감정을 생성할 수 있는 인공 감정 시스템을 제안한다.

2. 인공 감정 시스템

제안한 인공 감정 시스템은 그림 2와 같이 기존의 일반적인 인공 감정 시스템[8]에 “회상 모듈(Recollection module)”을 추가하여 구성하였다.

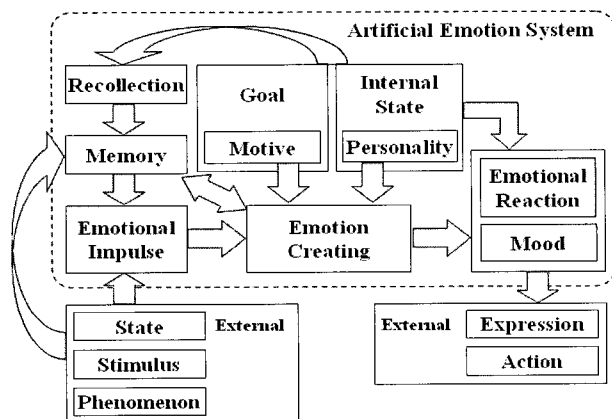


그림 2. 제안한 인공 감정 시스템

Fig. 2. A proposed Artificial Emotion System

“감정 생성 모듈(Emotion Creating module)”은 “외부 자극(External Stimulus)”의 종류와 강도에 따라 감정의 종류와 감정 상태의 크기를 결정한다. 감정 생성 과정에서 감정 에이전트 고유의 성질을 나타내는 “성격(Personality)”은 생성할 감정 상태의 크기와 감정 변화 속도(moody and stable)를 결정한다. 같은 외부 자극에 대해서 감정 에이전트의 “동기(Motive)”에 따라 자극의 강도와 자극할 감정의 종류가 달라진다. 지속적인 외부 자극과 생성된 감정 상태는 “기억

공간(Memory)”에 저장되며, 저장된 외부 자극과 감정 상태는 현재의 감정 생성에 영향을 준다. 생성된 감정에 따라 “감정 반응(Emotional Reaction)”이 결정되며, 에이전트는 감정 반응에 따라 감정 상태를 “표현(Expression)”하거나 특정한 “행동(Action)”을 보이게 된다.

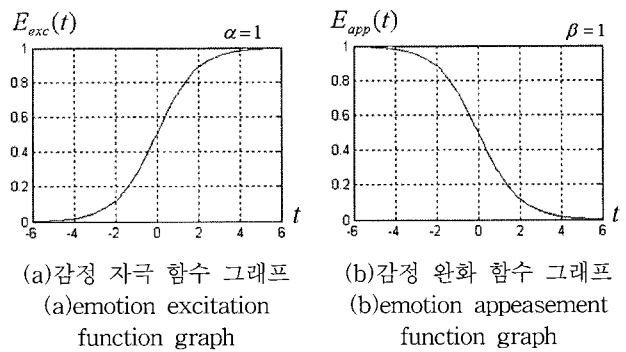
제안한 인공 감정 시스템에서 “회상 모듈(Recollection module)”은 외부 자극이 없는 상황에서도 과거의 자극을 기억하여 에이전트 스스로 자극을 생성하는 부분이다. 기존의 인공 감정 시스템에서는 외부 자극이 없는 상황이 지속되면 에이전트의 감정은 평정 상태가 된다. 그러나 제안한 시스템의 회상 모듈은 기억 공간에 저장되어 있는 과거의 자극이나 감정 상태를 새로운 감정의 자극으로 이용하는 것이다. 에이전트는 회상을 통해 스스로 감정을 생성할 수 있게 된다. 그리고 회상의 빈도나 회상한 자극의 강도는 에이전트 고유의 성격이나 동기에 의해서 조절된다.

3. 인공 감정 생성 모델

본 논문에서는 감정 상태의 변화를 그림 3의 시그모이드 곡선 형태로 표현한다. 식 (1)과 식 (2)는 감정의 자극(E_{exc})과 감정의 완화(E_{app})에 대한 기본 함수를 나타내며, 식 (1)과 식 (2)의 그래프는 그림 2와 같다.

$$E_{exc}(t) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha \cdot t}} \quad (1)$$

$$E_{app}(t) = \frac{1}{1 + e^{\beta \cdot t}} \quad (2)$$



(a) 감정 자극 함수 그래프
(a)emotion excitation function graph

(b) 감정 완화 함수 그래프
(b)emotion appeasement function graph

그림 3. 감정 상태 기본 함수 그래프

Fig. 3. Basis function graph for emotion state

3.1. 감정 상태 함수

식 (1)과 식 (2)를 이용하여 식 (4)와 같이 감정 상태 함수를 제안한다.

$$R_{exc}(t) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_e(t - t_{exc}^m - t_{exc}^s)}}, (\alpha_e \geq 0, t \geq 0)$$

$$R_{app}(t) = \frac{1}{1 + e^{\beta_e(t - t_{app}^m - t_{app}^s - T_{exc})}}, (\beta_e \geq 0, t \geq 0)$$

$$R_e(t) = \min(R_{exc}(t), R_{app}(t)) \quad (3)$$

$$E(t) = S \cdot R_e(t) \quad (4)$$

여기서,

$$t_{exc}^s = \left| -\frac{1}{\alpha_e} \log \left(\frac{1}{r_{exc}^s} - 1 \right) \right|, \quad (0 < r_{exc}^s < 1)$$

$$t_{exc}^c = \left| -\frac{1}{\alpha_e} \log \left(\frac{1}{r_{exc}^c} - 1 \right) \right|, \quad (0 < r_{exc}^c < 1)$$

$$t_{app}^s = \left| \frac{1}{\beta_e} \log \left(\frac{1}{r_{app}^s} - 1 \right) \right|, \quad (0 < r_{app}^s < 1)$$

$$t_{app}^c = \left| \frac{1}{\beta_e} \log \left(\frac{1}{r_{app}^c} - 1 \right) \right|, \quad (0 < r_{app}^c < 1)$$

$$T_{exc} = t_{exc}^s + t_{exc}^m$$

$R_{exc}(t)$ 와 $R_{app}(t)$ 는 외부 자극에 대한 감정의 상승과 완화의 정도를 나타낸다. 여기서 α_e 는 감정의 상승 속도, β_e 는 감정의 완화 속도를 의미한다. 따라서 식 (3)과 같이 시간(t)에 대한 감정 상태의 변화 함수($R_e(t)$)를 구하고, 식 (4)에서 자극 강도(S)에 대한 감정 상태($E(t)$)를 구한다.

그림 4는 $t=0$ 에서의 자극($S=1$)에 대한 식 (4)의 감정 상태 함수의 그래프를 나타낸다.

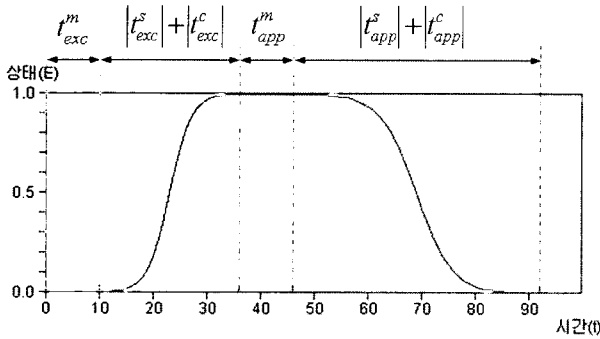


그림 4. 제안한 감정 상태 함수 그래프

Fig. 4. Proposed emotion state function graph

t_{exc}^s 와 t_{exc}^c 는 $E_{exc}(t)$ 가 각각 r_{exc}^s 와 r_{exc}^c 가 되는 시간이다. 또한 t_{app}^s 와 t_{app}^c 는 $E_{app}(t)$ 가 각각 r_{app}^s 와 r_{app}^c 가 되는 시간이다. 즉 $R_e(t)$ 곡선에서, 감정이 상승하기 시작하는 지점(t_{exc}^s)과 감정 상승이 끝나는 지점(t_{exc}^c), 그리고 감정이 완화되기 시작하는 지점(t_{app}^s)과 감정 완화가 끝나는 지점(t_{app}^c)을 각각 일정 상수($r_{exc}^s, r_{exc}^c, r_{app}^s, r_{app}^c$)로 지정한 것이다. 그리고 t_{exc}^m 과 t_{app}^m 은 각각 감정의 상승과 완화가 시작되기 전 현재 감정이 유지되는 시간을 나타낸 것이다.

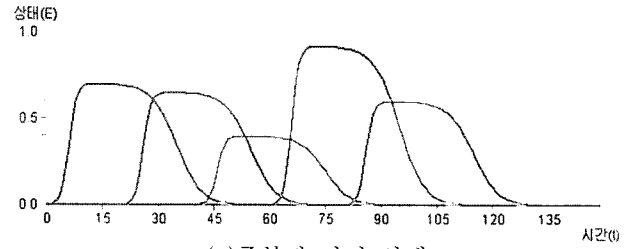
연속 자극에 의해 생성된 감정은 식 (5), 그림 5와 같이 각 자극에 대한 중복된 감정 상태에서 최고 감정 상태를 선택하여 표현한다.

$$E_T(t) = \max (S_i \cdot R_{e,i}(t)) \quad (5)$$

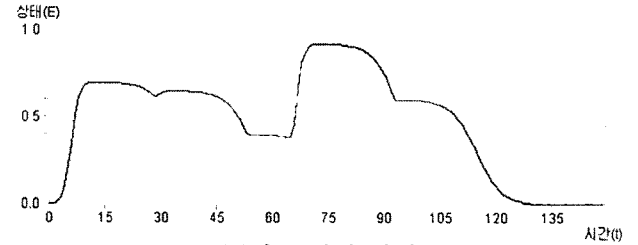
여기서 S_i 는 i 번째 자극 강도, $R_{e,i}(t)$ 는 i 번째 자극에 대한 감정 변화 함수를 나타낸다.

3.2. 기분 상태 함수

감정 상태 함수는 외부 자극에 대한 일시적인 감정 반응을 나타내기 위한 함수이다. 그러나 과거 자극의 강도와 빈도에 따라 현재의 동일한 자극에 대해 감정 에이전트마다 각



(a)중복된 감정 상태
(a)overlapped emotion states



(b)최고 감정 상태
(b)the maximum emotion state

그림 5. 연속 자극에 대한 감정 상태

Fig. 5. Emotion state by frequent excitations

기 다른 감정 상태를 나타낼 수 있다. 이와 같이 과거의 감정들의 누적된 효과로 인해 좀 더 오래 지속되는 정서적인 상태인 기분(Mood)을 표현하는 기분 상태 함수($M(t)$)를 제안한다.

$$M(t) = S' \cdot R_m(t) \quad (6)$$

여기서,

$$S' = C_m \cdot S, \quad (0 < C_d < 1)$$

$R_m(t)$ 는 식 (3)에서 $R_{exc}(t)$ 와 $R_{app}(t)$ 의 α_e 와 β_e 를 식 (7)과 식 (8)에서 구한 α_m' 와 β_m' 로 치환하여 구한 것이다.

$$\alpha_m' = \alpha_m \left(1 + \frac{\sum_{n=2}^{N_E} \left(\frac{S_n}{S_n + S_{n-1}} \cdot \left(1 - \frac{1}{C_\alpha^{(t_n - t_{n-1})}} \right) \right)}{N_E - 1} \right) \quad (7)$$

$$\beta_m' = \beta_m \left(1 + \frac{\sum_{n=2}^{N_E} \left(\left(1 - \frac{S_n}{S_n + S_{n-1}} \right) \cdot \frac{1}{C_\beta^{(t_n - t_{n-1})}} \right)}{N_E - 1} \right) \quad (8)$$

여기서 α_m 과 β_m 는 기분 상승과 감소의 기본 속도, t_n 과 S_n 은 n 번째 자극이 주어진 시간과 자극의 강도를 뜻한다. 그리고 C_α 와 C_β 는 $C_\alpha > 1, C_\beta > 1$ 인 상수, N_E 는 누적된 감정 자극의 개수이다.

그림 6은 두 개의 연속 자극에 대해 기분 상태의 변화를 그래프로 보인 것이다. 그림 6(a), 6(b)과 같이 자극 강도는 동일하나 두 자극 사이의 시간 간격이 클수록 기분 상승 속도(α_m')는 커지고 기분 완화 속도(β_m')는 작아진다. 또한 그림 6(c), 6(d)과 같이 강도가 다른 연속 자극에 대해서는 자극 강도가 커질수록 기분 상승 속도(α_m')는 커지고 기분 완화 속도(β_m')는 작아진다.

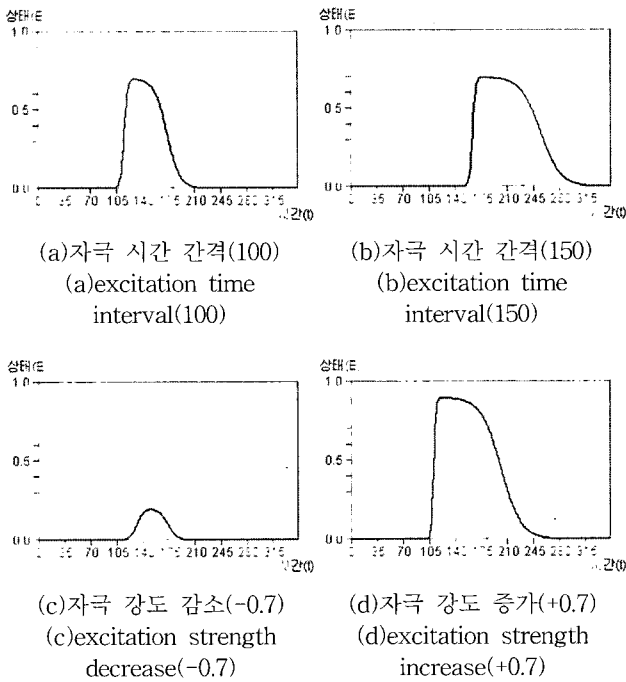


그림 6. 기분 상태 함수 그래프
Fig. 6. Mood state function graph

동일한 감정 자극에 대해서 감정 에이전트의 성격에 따라 감정 상태가 달라질 수 있다. 따라서 감정 에이전트의 Personality 설정에 따라 감정과 기분의 변화 속도($\alpha_e, \beta_e, \alpha_m, \beta_m$)를 6가지의 감정 종류별로 다양하게 정의한다. 감

정 에이전트의 성격에 따른 각 감정과 기분의 변화 속도를 식 (9)와 표 1을 이용하여 결정한다.

$$\alpha_{e,joy} = \alpha_e + (w_{Fear}P_{Fear} + w_{Aggr}P_{Aggr} + w_{Extro}P_{Extro}) \quad (9)$$

$$(-1 \leq w \leq 1, -1 \leq P \leq 1)$$

여기서 $P_{Fear}, P_{Aggr}, P_{Extro}$ 는 각각 Fear, Aggression, Extroversion에 대한 Personality 설정 값(P)이다. 그리고 $w_{Fear}, w_{Aggr}, w_{Extro}$ 는 각각 Fear, Aggression, Extroversion의 Personality 설정 값에 대한 가중치(w)이다.

그리고, $\alpha_{e,anger}, \alpha_{e,fear}, \alpha_{e,surprise}, \alpha_{e,sadness}, \alpha_{e,disgust}$ 도 식 (9)와 표 1을 이용하여 $\alpha_{e,joy}$ 와 같은 방법으로 구한다. 또한 각 감정의 종류에 따른 $\beta_e, \alpha_m, \beta_m$ 도 $\alpha_{e,joy}$ 와 같은 방법으로 구한다.

4. 모의실험

제안한 인공 감정 생성 모델에서 연속 자극에 대한 감정 변화와 감정 자극원에 대한 행동 반응을 가상공간에서 모의 실험을 통해 확인한다.

감정 에이전트에게 5가지의 목표 수행 대한 동기를 부여하고, 가상공간의 중앙에서 출발하여 5가지의 목표점을 찾아가도록 한다. 가상공간에는 joy, anger, fear, disgust, surprise, sadness의 6가지 감정 자극원을 각각 20개씩 분포시키고, 감정 에이전트가 자극원에 접근할 때 자극원마다 각기 다른 강도의 자극이 감정 에이전트에게 전달되도록 하였다. 그리고 감정 에이전트의 현재 감정 상태에 따라 감정 자극원에 대한 행동 반응을 보이도록 하였다.

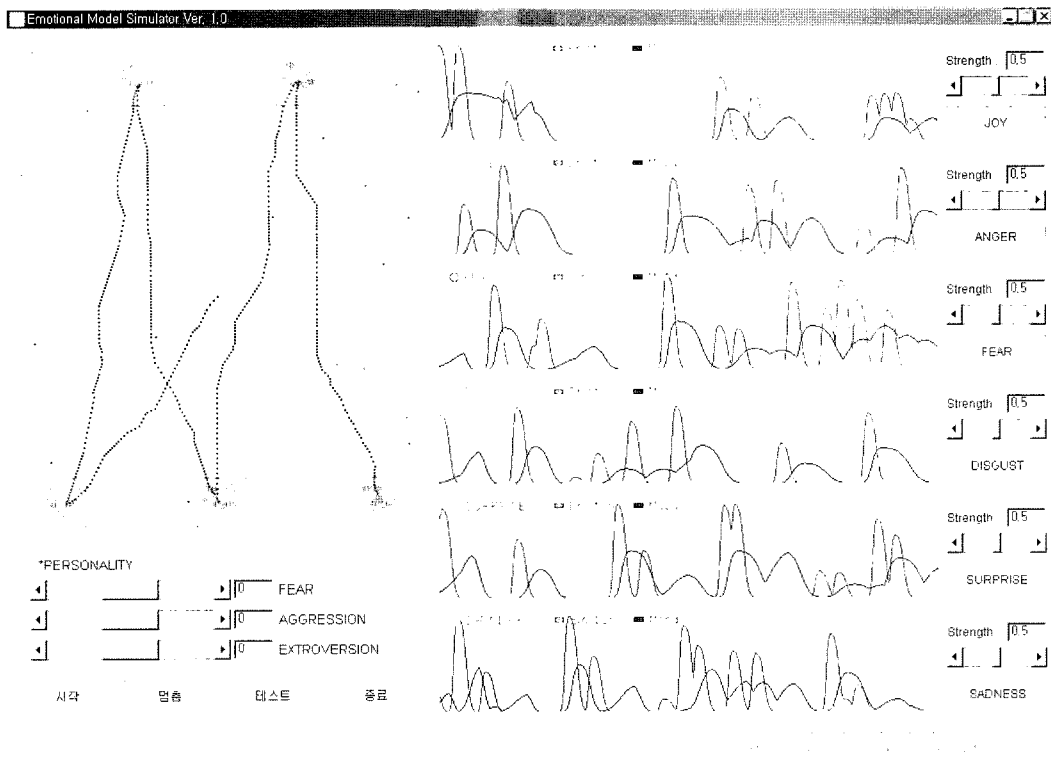


그림 7. 가상 환경에서의 인공 감정 실험 결과 #1
Fig. 7. Simulation result #1 of artificial emotion on virtual environment

표 1. 감정(기분) 변화 속도 결정 가중치
Table 1. Determination weights for emotion(mood) variation rate

(a) α 결정 가중치

(a)determination weights for α

Personality Mood Emotion	w_{Fear} (Fear)	w_{Aggr} (Aggression)	w_{Extro} (Extroversion)
joy	-0.3	0	+0.3
anger	-0.3	+0.3	+0.3
fear	+0.3	0	0
surprise	-0.3	0	+0.3
sadness	+0.3	0	+0.3
disgust	-0.3	+0.3	+0.3

(b) β 결정 가중치

(b)determination weights for β

Personality Mood Emotion	w_{Fear} (Fear)	w_{Aggr} (Aggression)	w_{Extro} (Extroversion)
joy	-0.3	0	+0.3
anger	-0.3	+0.3	+0.3
fear	-0.3	0	0
surprise	-0.3	0	+0.3
sadness	+0.3	0	+0.3
disgust	-0.3	+0.3	+0.3

그림 7은 가상 환경에서의 에이전트의 인공 감정에 대한 실험 결과를 보인다. 감정 상태 결정을 위한 변수는 $\alpha_e = 1$,

$\beta_e = 0.5$, $t_{exc}^m = 0$, $r_{exc}^s = 0.001$, $r_{exc}^c = 0.999$, $t_{app}^m = 0$, $r_{app}^s = 0.999$, $r_{app}^c = 0.001$ 로 설정하였고, 기본 상태 결정을 위한 변수는 $\alpha_m = 0.1$, $\beta_m = 0.05$, $C_\alpha = 1.01$, $C_\beta = 1.01$, $C_d = 0.5$ 로 설정하였다. 그림 7의 좌측 가상공간에서의 점선은 에이전트의 이동 경로를 나타낸다. 에이전트가 목표점을 찾아가는 과정에서 자극원에 대해 반응을 보이고, 경로를 조금씩 수정하여 이동하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 그림 7의 우측 그래프에서 감정 자극에 대한 감정 에이전트의 감정 반응과 기분의 변화를 확인할 수 있다.

그림 8은 그림 7의 실험과 동일한 환경에서 개체의 Personality를 $P_{Fear} = -0.6$, $P_{Aggr} = -0.9$, $P_{Extro} = -0.6$ 으로 조정하였을 때의 인공 감정 실험 결과이다. 개체의 Personality에 따라 감정과 기분의 상태 변화 곡선 형태가 달라짐을 확인할 수 있었다. 즉 외부 자극에 대해 감정과 기분의 상승과 완화 속도를 조절함으로써 상황에 따른 각기 다른 성격을 가진 개체의 감정을 다양하게 표현할 수 있음을 확인하였다.

그림 8의 좌측 그래프는 생성된 감정과 기분의 상태를 감정 공간(Emotional space)에 표현한 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 과거의 감정 자극에 대한 “회상”을 통해 외부 감정 자극이 없는 상황에서도 감정을 생성할 수 있는 인공 감정 시스템을 제안하였고, 감정의 시간에 따른 변화를 시그모이드 곡선 형태로 표현하는 인공 감정 생성 모델을 제안하였다. 그리고 가상환경에서의 실험을 통해 감정 자극원에 대한 감정 에이전트의 감정 변화를 확인하고, 각 상황에

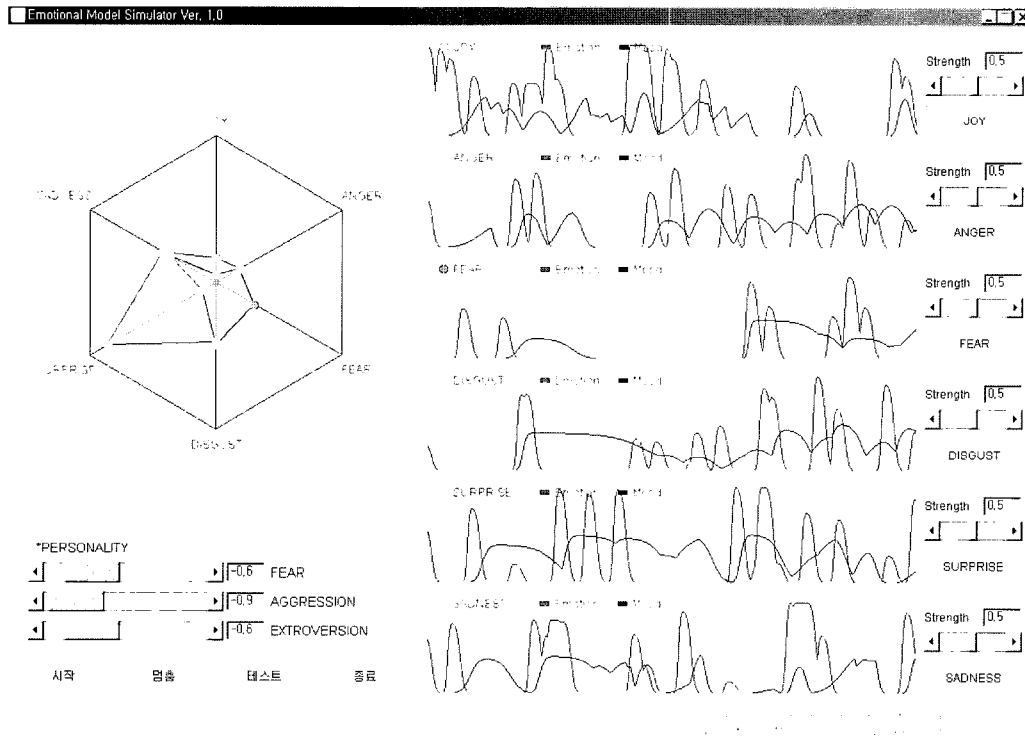


그림 8. 가상 환경에서의 인공 감정 실험 결과 #2

Fig. 8. Simulation result #2 of artificial emotion on virtual environment

대해서 다양한 감정을 생성할 수 있음을 확인하였다.

본 논문에서 제안한 바와 같이, 외부 자극에 의한 감정 생성뿐만 아니라 과거 자극에 대한 기억이 새로운 감정 자극원이 될 수 있다. 또한 감정 에이전트의 동기와 상황에 따라서 동일한 자극원에 대해서도 감정 에이전트마다 각기 다른 감정이 표현될 수 있다. 따라서 감정 에이전트의 동기와 목적에 따른 감정 생성에 대한 구체적인 연구가 필요하며, 또한 과거 자극의 회상과, 생성한 감정에 따른 구체적인 감정 표현에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Ian Wilson, "The Artificial Emotion Engine : Driving Emotional Behavior," *In: AAAI Spring Symposium on Artificial Intelligence and Interactive Entertainment*, 2000.

[2] N.Kubota, Y. Nojima, N. Baba, F. Kojima, and T. Fukuda, "Evolving Pet Robot with Emotional Model," *Proc. of the 2000 Congress on Evolutionary Computation*, Vol. 2, pp. 1231-1237, 2000.

[3] P. Ekman, and R. Davidson, *The Nature of Emotion : Fundamental Questions*, Oxford University Press, New York, 1994.

[4] 이준용, 김창현, 이주장, "외부 환경 감지 센서 모듈을 이용한 소프트웨어 로봇의 감정 모델 구현," *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제16권, 1호, pp. 37-42, 2006.

[5] 우종하, 박정은, 오경환, "강화학습과 감정모델 기반의 지능적인 가상 캐릭터의 구현," *한국퍼지 및 지능시스템학회 추계학술대회 논문지*, 제15권, 2호, pp. 431-435, 2005.

[6] 김지환, 조성현, 최중학, 양정진, "디지털 캐릭터를 위한 온톨로지 기반의 감성엔진," *한국지능정보시스템학회 06 춘계학술대회*, pp. 255-261, 2006.

[7] 안형철, 박명수, 최진영, "동기와 계층화된 감정에 기반한 로봇의 행동 결정," *한국퍼지 및 지능시스템학회 추계학술대회 논문지*, 제15권, 2호, pp. 431-435, 2005.

[8] 안형철, 최진영, "지능로봇의 감성행동 기술 동향," *전자공학회지*, 제32권, 1호, pp. 50-59, 2005.

저 자 소 개



이인근(In K. Lee)
 2001년 : 영남대학교 재료금속공학부 (공학사)
 2004년 : 영남대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
 2006년~현재 : 동 대학원 전기공학과 박사과정

관심분야 : 지식 기반 지능 시스템, 온톨로지, 영상 이해
 E-mail : iklee@ynu.ac.kr



서석태(Suk T. Seo)
 2004년 : 영남대학교 전자정보공학부 (공학사)
 2006년 : 영남대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
 2006년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정

관심분야 : 지능 시스템, 영상 처리, 영상 이해
 E-mail : kenneth78@ynu.ac.kr



정혜천(Hye C. Jeong)
 1998년 : 경일대학교 전자공학과 (공학사)
 2000년 : 영남대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
 2006년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정

2000년~2005년 LG전자 디스플레이 제품 연구소
 2005년~현재 한국섬유기계연구소 자동화 기술 팀장

관심분야 : 제어 시스템, 지식 기반 지능 시스템
 E-mail : doldory@kotmi.re.kr



권순학(Soon H. Kwon)
 1983년 : 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)
 1985년 : 서울대학교 대학원 제어계측공학과 (공학석사)
 1995년 : 동경공업대학 시스템과학 (공학박사)
 1996~현재 : 영남대학교 전기공학과 교수

관심분야 : 지식 기반 지능 시스템
 E-mail : shkwon@yu.ac.kr