
HRI 를 위한 사람의 내적 요소 기반의 인공 정서 표현 시스템

Human emotional elements and external stimulus information-based Artificial Emotion Expression System for HRI

오승원, Seungwon Oh*, 한민수, Minsoo Hahn**

요약

사람과 로봇의 인터랙션에 있어 정서의 역할은 중요하다. 그러므로 사람과 유사한 정서 메커니즘이 로봇에게 필요하다. 본 논문에서는 사람의 정서에 대한 심리적 연구를 바탕으로 사람의 내적 요소에 기반한 새로운 인공 정서 표현 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 external stimulus, emotion, mood, personality, tendency, machine rhythm 의 6 가지 정보 요소를 활용하며, 각 요소들은 그들의 특성에 따라 결과적으로 emotion 표현 패턴의 변화에 영향을 준다. 그 결과 동일한 외부 자극들은 내적 상태에 따라 emotion 의 변화를 만들어 낸다. 제안된 시스템은 사람과 로봇의 자연스러운 인터랙션을 유지하고, 친밀한 관계를 형성할 수 있도록 도움을 줄 것이다.

Abstract

In human and robot interaction, the role of emotion becomes more important. Therefore, robots need the emotion expression mechanism similar to human. In this paper, we suggest a new emotion expression system based on the psychological studies and it consists of five affective elements, i.e., the emotion, the mood, the personality, the tendency, and the machine rhythm. Each element has somewhat peculiar influence on the emotion expression pattern change according to their characteristics. As a result, although robots were exposed to the same external stimuli, each robot can show a different emotion expression pattern. The proposed system may contribute to make a rather natural and human-friendly human-robot interaction and to promote more intimate relationships between people and robots.

핵심어: *artificial, emotion, expression, affective, model, human-robot interaction*

*주저자 : 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 석사과정 e-mail: aegis901@icu.ac.kr

**교신저자 : 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 교수; e-mail: mshahn@icu.ac.kr

1. 서론

요즘 사람과 로봇의 인터랙션에 대해 정서적인 요소를 많이 고려하고 있다. 정서는 사람이 로봇과 보다 친근하고 자연스러운 인터랙션을 위한 핵심 요소이다.[1]

지금까지 많은 감정 모델들이 제안되고 감정 표현이 가능한 로봇들이 연구되었다. 유잔우는 비선형 동적 시스템 기반의 감정 모델을 제안하였고[2], 안호석은 선형 동역학 방정식을 이용하고 성격 요소를 적용한 감정 기반 행동 결정 모델을 제안하였다[3]. 그리고 뇌과학과 인지과학의 이론을 활용한 감정 모델을 가진 로봇에 대한 연구도 진행되고 있었다.[4] 또한 MIT의 Breazeal[5]과 와세다의 Miwa[6]는 3 차원의 감정 공간을 이용한 감정 모델과 감정 표현이 가능한 초기 로봇이라 하였다. 이들 모두 사람과 유사한 감정 모델을 정의하고 있다. 본 논문에서도 위의 연구들처럼 사람과 유사한 감정 모델을 정의하고 있다. 그리고 제안된 감정 모델은 다양한 내적 요소를 고려하고 있다. 왜냐하면 정서는 심리적 상태, 육체적 상태, 주변 환경 등 다양한 요소에 의해 영향을 받기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 심리학적 연구를 바탕으로 사람의 내적 요소를 고려한 인공 정서 표현 시스템(Artificial Emotion Expression System(AES))을 제안한다.

2. 인공 정서 표현 시스템

정서는 살아있는 생명체에 존재하는 것이고, 인공적인 로봇에는 존재하지 않는 것이 일반적이다. 그러므로 로봇이 정서를 갖기 위해서는 추가적인 시스템이 필요하다. 이 논문의 목적은 로봇에는 존재하지 않는 정서를 인공적인 시스템을 이용하여 구현하는 것이다. 사람과 로봇이 보다 친근하고 자연스럽게 인터랙션을 하기 위해 사람의 정서 기반으로 시스템을 설계해야 한다. 따라서 사람의 정서에 대한 심리학적 연구를 바탕으로 사람의 내적 상태를 의미하는 요소들을 정의하였다. 외부자극(External Stimulus)과 함께 사람의 내적 요소로 성격(Personality), 성향(Tendency), 기계리듬(Machine Rhythm), 기분(Mood), 감정(Emotion)을 적용한 시스템을 제안한다.

2.1 인공 정서 표현 시스템의 구조

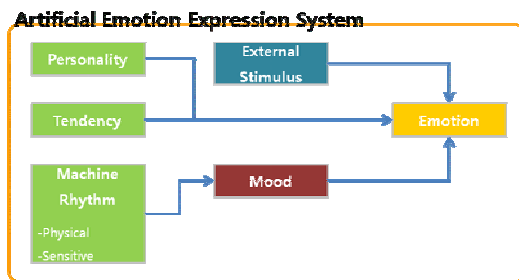


그림 1 인공 정서 시스템의 구조

2.1.1 성격(Personality)

성격(Personality)은 개인을 특정 짓는 지속적이며 일관된 행동 양식을 의미한다. MBTI 검사로 잘 알려진 용의 심리유형론(Psychological Type Theory)을 적용하여 성격을 정의하였다. MBTI 검사에서 성격을 정의하는 항목은 다음과 같이 정의된다.[7]

분류	유형
태도	내향성, 외향성
의식(정신)	감각, 직관, 사고, 감정
행동방식	인식, 판단

총 8 가지 항목 중 AES에서는 정서 표현의 측면과 관련이 있는 내향성, 외향성의 유형을 성격의 속성으로 정의하였다. 최대 내향성(-1)과 최대 외향성(+1)사이의 값으로 설정된 성격 속성은 주어지는 자극이 감정(Emotion)에 미치는 영향에 변화를 주게 된다.

2.1.2 성향(Tendency)

성향(Tendency)은 심리학에서 일정한 자극에 대하여 일정한 반응을 보이는 유기체의 경성을 의미한다. Pierre Janet 에 의하면, 성향에는 하급에서 상급에 이르는 여러 종류가 있어, 그것들은 단계적 질서를 이루며, 상급성향은 하급성향을 기초로 하여 비로소 성립된다고 하였다. 동물에서는 하급의 성향이, 인간에서는 거기에 상급의 성향이 보태진다.[8] Pierre Janet 의 Hierarchy 를 인용하여 성향을 하급, 상급 두 가지로 정의하였고, 정의된 성향은 감정(Emotion)의 표현 패턴의 변화에 영향을 준다.

2.1.3 기계 리듬(Machine Rhythm)

바이올리듬(Bio Rhythm)은 생물체의 생명 활동에 생기는 여러 종류의 주기적인 변동을 의미한다. AES에서는 생물체가 아니기 때문에 유사한 기능을 하는 요소로 기계 리듬(Machine Rhythm)이라 정하였다.

바이올리듬은 19 세기 독일의 의사 Wilhelm Fliess 에 의해 처음 연구가 되었다. 자신의 환자들의 기록을 토대로 2 가지의 주기적인 리듬을 발견하는데 신체리듬은 23 일의 주기를 갖는 사인곡선이며, 감정리듬은 28 일의 주기를 갖는 사인곡선이다. 이러한 생체리듬은 사람에게 영향을 주는 다양한 주기적인 환경 요인들에 의해 생겨난다고 한다.[9] 이와 같은 생체리듬은 내적 상태를 나타내는 하나의 지표가 될 수 있다. 기계리듬을 통해 시간에 따라 지속적이며 주기적으로 변하는 내적 상태인 기분(Mood)을 정의한다.

2.1.4 기분(Mood)

기분(Mood)은 감정을 불러일으키는 직접적인 자극이 분명하지 않고, 미약하며 지속적인 감정을 의미한다.[10] 기분은 내적으로 존재하는 기계리듬에 의해 계산되어서 Negative(-100)부터 Positive(+100) 사이의 값을 갖게 된다.

기분을 요소를 사용했던 관련 논문에서는 기분이 좋을 때에는 주어지는 자극에 대해 더 긍정적으로 받아들이게 되고, 기분이 안 좋을 때에는 자극에 대해 더 부정적으로 받아들이게 된다.[11] 그리고 논문에서 기분의 변화는 감정의 변화에 따라 변하는 종속적인 역할을 한다. 그러나 AES 에서는 기분의 정의에서처럼 직접적인 자극이 분명하지 않고 지속적인 감정으로써 독립된 하나의 역할을 갖는다.

2.1.5 감정(Emotion)

감정(Emotion)은 비교적 강하게 단시간 동안 계속되는 감정을 의미한다. 즉, 사람에게 보여주는 로봇의 정서가 되는 것이다. 감정의 종류로 가장 기분이 되는 일차적 감정이라고 하는 Angry, Depression, Fear, Satisfaction 네 가지를 정의하였다.

Kemper 는 네 개의 일차적 정서는 생리적 바탕을 갖는다고 하였고, 대부분의 동물에서도 이들이 관찰된다는 점, 모든 문화권에서 발견된다는 점, 인간 발달의 초기에 나타난다는 점, 뚜렷한 생리적 변화의 양상과 결합되어 있다는 점을 근거로 들었다.[12] 또한 대부분의 심리학자들이 정서를 정의할 때 이 네 개의 감정은 항상 포함시킨다. AES 에서는 Angry, Depression, Fear, Satisfaction 의 기본 감정과 보통 상태를 포함하여 다섯 가지의 정서를 표현한다.

2.1.6 외부자극(External Stimulus)

외부자극(External Stimulus)은 로봇과 인간의 인터랙션에서 발생하는 자극들을 의미한다. AES 에서는 로봇에게 자극을 주기 위해서 몇 가지 사용자가 로봇에게 할 수 있는 행동들을 정의하였다. 행동에 정의된 속성에 의해 로봇은 자극을 받게 되고 자극과 로봇의 내적 요소에 의해 로봇은 정서의 변화를 일으키게 된다.

2.2 감정 공간(Emotion Space)

많은 심리학자들은 정서가 서로 어떻게 연관이 있는가에 대한 문제를 다루는 한 가지 접근방식으로서 정서의 일반적 특성을 인식하는 데서 시작한다. 일반적인 특징으로서 정서는 강도와 유사성의 측면에서 서로 다르다는 점과 정서는 양극성을 보인다는 점 등이 있다.[10]

정서의 특성을 활용하여 기분이 되는 네 가지 감정을 이차원 공간에 두 개의 축(affection, approach)을 기준으로 정의하였다.

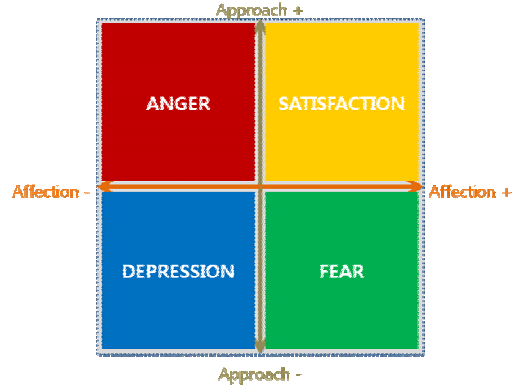


그림 2 감정 공간

정서는 크게 좋은 정서, 나쁜 정서 두 가지로 분류할 수 있다. 그러므로 affection 은 하나의 축을 형성하게 된다. 그리고 진화론적 관점에서 정서는 복잡하고 순환적인 피드백 체계에 속한다. 환경에 적응해 가면서 좋은 것은 가까이하고 좋지 않은 것은 멀리하며 자신의 행동을 환경에 순응시키고, 행동의 결과에서 얻어지는 피드백에 근거하여 대안적인 행동들을 선택한다.[10] 그러므로 특정 대상에 대한 approach 또한 하나의 축을 형성하게 된다.

2.3 사용자 행동 정의(User Action Definition)

사용자가 로봇에게 표현할 수 있는 행동 13 가지를 정의하고, 각각의 행동들은 감정 공간의 두 축을 속성으로 가진다. 두 속성의 값이 외부 자극으로써 AES 에 전달되면, 내적 요소의 영향을 받아 로봇의 감정이 변하게 된다.

표 2 행동 정의

행동	Affection	Approach
인사하기	+1	+1
선물하기	+3	+3
칭찬하기	+5	+5
괴롭히기	+3	-3
위협하기	+5	-5
무시하기	-3	+3
때리기	-5	+5
꾸짖기	-3	-3
놀리기	-4	-4
짜증내기	-5	-5

위로하기	+5	+5
사과하기	+5	-5
안심시킴	-5	+5

2.4 내적 요소들의 영향

위에서 언급했던 인공 정서 표현 시스템의 내적 요소들이 어떻게 자극에 영향을 주는지 정의하였다.

2.4.1 성격(Personality)의 영향

$$P(a) = (1+\alpha)a \quad , \quad -1 \leq \alpha \leq 1 \quad (1)$$

a : 사용자 행동의 모든 속성

α : 미리 정의된 내향성(-1)과 외향성(+1) 사이의 값

정해진 성격에 의해 자극에 대한 반응 정도는 변하게 된다. 식(1)을 통해 내향적일수록 같은 자극에 대해 더 적은 감정 표현을 하게 되고 외향적일수록 자극에 더 민감한 반응을 보이게 된다.

2.4.2 성향(Tendency)의 영향

$$T(a) = (1-\beta)a[\text{approach}] \quad , \quad -1 \leq \beta \leq 0 \quad (2)$$

$$= (1+\beta)a[\text{affection}] \quad , \quad 0 \leq \beta \leq 1$$

$a[\text{approach}]$: 사용자 행동의 approach 속성

$a[\text{affection}]$: 사용자 행동의 affection 속성

β : 미리 정의된 low(-1)와 high(+1) 사이의 값

정해진 성향에 따라 자극을 받았을 때 특정한 속성에 더 민감하게 반응한다. 식(2)를 통해 low 일수록 더 본능적인 자극이라고 할 수 있는 approach 의 반응이 더 강하게 되고 high 일수록 affection 의 반응이 더 강하게 된다.

2.4.3 기분(Mood)의 영향

$$M(a) = (1-\gamma)a \quad , \quad -100 \leq \gamma \leq 0, \quad \text{affection} < 0, \text{approach} < 0 \quad (3)$$

$$= (1+\gamma)a \quad , \quad 0 \leq \gamma \leq 100, \quad \text{affection} > 0, \text{approach} > 0$$

γ : Machine rhythm 에 의해 계산된 값

기분은 날마다 규칙적으로 변하는 기계리듬에 의해 결정되고 기분이 좋으면 좋은 자극에 더 민감하게 반응하고 기분이 나쁘면 싫은 자극에 더 민감하게 반응한다.

3. 사이버 캐릭터를 이용한 실험 및 분석

AES 를 시뮬레이션 하기 위해 아래의 그림처럼 4 가지 표정 변화가 가능한 사이버 캐릭터의 얼굴과 캐릭터와 인터랙션을 할 수 있는 행동메뉴를 구성하고 FLEX 개발도구를 사용하여 웹 어플리케이션을 개발하였다. 사이버 캐릭터의 표정 이미지는 ARTNATOMY 사이트[13]에서 제공하는 이미지를 사용하였다.



그림 3 AES 를 적용한 웹 어플리케이션



그림 4 캐릭터 얼굴 표정 (왼쪽부터 FEAR, Angry, Depression, Satisfaction)

다음과 같은 순서로 행동메뉴를 사용하여 사이버 캐릭터에게 자극을 주었다.

표 3 실험 시나리오

행동 순서	행동
1	인사하기
2	선물하기
3	칭찬하기
4	무시하기
5	무시하기
6	때리기
7	사과하기

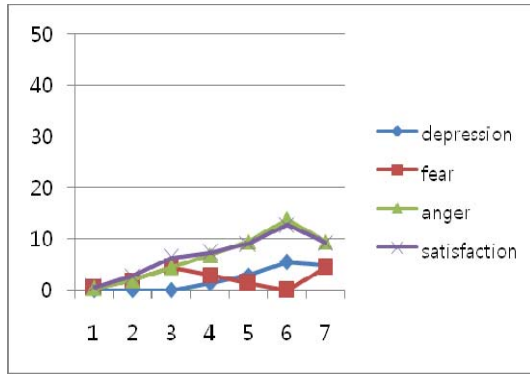


그림 5 자극에 따른 감정의 변화
(Personality:-0.5, Tendency:-0.5)

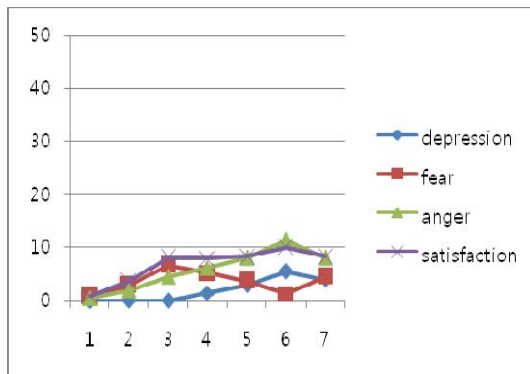


그림 6 자극에 따른 감정의 변화
(Personality:-0.5, Tendency:+0.5)

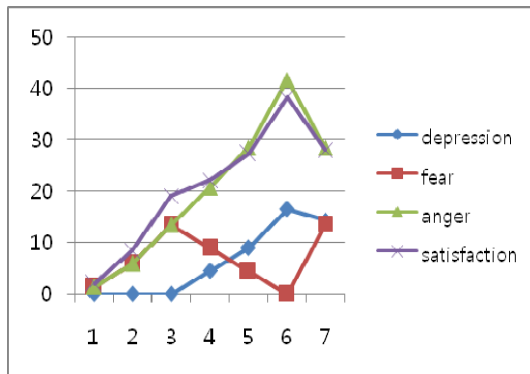


그림 7 자극에 따른 감정의 변화
(Personality:+0.5, Tendency:-0.5)

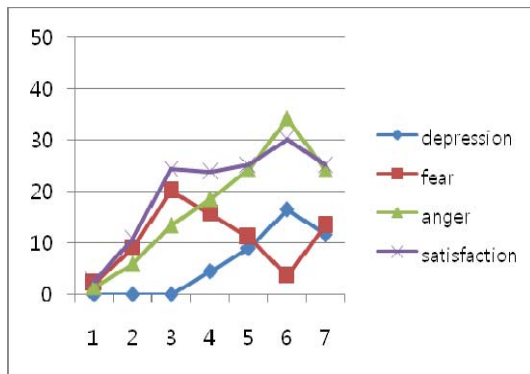


그림 8 자극에 따른 감정의 변화
(Personality:+0.5, Tendency:+0.5)

그림 5,6,7,8 은 각각 성격(Personality)과 성향(Tendency)을 다르게 정의했을 때 동일한 외부의 자극에 대한 각 감정들의 변화 양상을 나타낸다. AES 는 네 종류의 감정이 독립적인 값을 가지며 변화하기 때문에 동시에 여러 정서가 형성될 수 있다. 어플리케이션은 평상시에는 보통의 상태를 나타내다가 각 감정의 값들이 미리 정의된 기준치를 초과하게 되면 그 중 최대값을 가진 감정을 로봇의 정서로 표현한다.

표 3 실험 시나리오는 1 번부터 3 번까지는 긍정적이고 호감이 생기는 행동을 함으로써 캐릭터가 만족감을 느낄 수 있도록 하다가 4 번부터 6 번까지 캐릭터를 화나게 한 후 마지막으로 캐릭터에게 사과하는 것이다.

내향적인 성격을 가진 경우(그림 5,6)는 외향적 성격을 가진 경우(그림 7,8)보다 정서 표현이 미약함을 확인할 수 있었다. 또한 성향이 상급인 경우(그림 6,8)는 바로 화를 내지도 않고 한번의 사과로 화가 풀렸지만 하급인 경우(그림 5,7)는 금방 화를 내고 사과를 해도 계속 화가 난 상태가 지속되었다. 이것을 통해 성향이 하급일수록 화가 나는 것에 더 민감한 것을 확인할 수 있었다.

실험 결과를 통해 일련의 같은 외부 자극들에 대해 내적 요소의 특성에 따라 감정 표현 패턴의 변화가 다르게 나타나고 다양한 정서를 표현하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 사람과 유사한 정서 메커니즘을 표현하기 위해 사람의 내적 요소에 기반한 인공 정서 표현 시스템(AES)을 제안하였다. 실험을 통해 시스템이 사람의 정서에 대한 심리학적 연구들의 특성과 유사한 정서 표현을 하는 것을 확인할 수 있었다. 제안된 시스템을 활용한다면 사람은 로봇과 자연스러운 인터랙션을 통해 친밀한 관계를 형성할 수 있을 것이다.

앞으로 지금의 시스템을 기반으로 하여 인공 정서 표현 시스템을 더 정확히 검증할 수 있는 방법을 찾고, 이번에 제안한 내적 요소들 이외의 필요한 다른 요소들과, 더 다양한 감정, 행동, 자극들을 통합하여 시스템을 확장할 것이다.

참고문헌

[1] Donald A.Norman, Emotional Design, Basic Books, 2004, pp. 161~169.
 [2] C.-W. Yu and J.Choi, "Behavior decision model of robot based on emotion and dynamic personality," International Conference on Control, Automation, Systems, 2005.

- [3] 안호석, 최진영, “지능형 서비스 로봇을 위한 선형 동적 시스템 기반의 감정 기반 행동 결정 모델”, 제어 자동화 시스템공학 논문지, 제 13 권, 제 8 호, 2007.
- [4] Gunn-Yong Park, et. al., “Neurocognitive Affective System for an Emotive Robot”, International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006.
- [5] C. Breazeal, “Function meets style: insights from emotion theory applied to HRI”, Systems, Man and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on, vol. 34, no. 2, pp.187-194, 2004.
- [6] Miwa H., et. al., “A New Mental Model for Humanoid Robots for Human Friendly Communication”, International Conference on Robotics & Automation, 2003.
- [7] 김윤주, 성격심리학, 현학사, 2003, pp. 109~121.
- [8] I. Sailot, “Pierre Janet's Hierarchy : Stages Or styles?”
- [9] <http://www.whitestranger.com/introduction.htm>
- [10] Robert Plutchik, Emotions and Life : Perspectives From Psychology, Biology, and Evolution, American Psychological Association, 2003
- [11] Rachel Gockley, Reid Simmons, and Jodi Forlizzi, “Modeling Affect in Socially Interactive Robots”, Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN06), 2006
- [12] Kemper, T.D., “How many emotions are there? Wedding the social and the autonomic component”. American Journal of Sociology, 93, 263-271, 1987
- [13] <http://www.artnatomia.net/uk/artnatomy.html>