

로봇의 인간과 유사한 행동을 위한 2차원 무드 모델 제안

Proposal of 2D Mood Model for Human-like Behaviors of Robot

김 원 화¹, 박 정 우², 김 우 현², 이 원 형³, 정 명 진⁴

Won Hwa Kim¹, Jeong Woo Park², Woo Hyun Kim², Won Hyong Lee³,
Myung Jin Chung⁴

Abstract As robots are no longer just working labors in the industrial fields, but stepping into the human's daily lives, interaction and communication between human and robot is becoming essential. For this social interaction with humans, emotion generation of a robot has become necessary, which is a result of very complicated process. Concept of mood has been considered in psychology society as a factor that effects on emotion generation, which is similar to emotion but not the same. In this paper, mood factors for robot considering not only the conditions of the robot itself but also the circumstances of the robot are listed, chosen and finally considered as elements defining a 2-dimensional mood space. Moreover, architecture that combines the proposed mood model and a emotion generation module is given at the end.

Keywords : Mood Generation, Emotion Generation, Human-Robot Interaction

1. 서론

지능 로봇에 관련한 기술이 발달함에 따라 로봇은 점차 우리 삶 속으로 들어오고 있다. 로봇이 인간 사회에 잘 적응하기 위해서, 화려하고 다양한 기술이 필요할 뿐만 아니라 사람, 적어도 생물과 비슷하게 행동할 수 있어야 한다. 감정은 생물만이 가지고 있는 특성이고, 이는 그 생물이 살아있다는 것을 증명해주며 사회성과 신뢰성을 부여 해준다.

감정을 발현하는 로봇은 행동의 성능을 향상시켜 준다. 최근 로봇 공학자들은 사용자가 의도하는 행동을 돕거나 사용자의 편의를 수용하도록 하는 연구를 활발히 수행해

왔다.^[1] 따라서 로봇 또는 구현된 에이전트에 감정 생성 모델을 구현하는 것은 필수적이며, 이와 관련하여 여러 연구가 진행되고 있다.

지금까지 인공지능 분야는 추론이나 행동 결정에 있어서 감정과 직관의 역할을 크게 고려하지 않았다. 여러 감정 모델이 제안되었지만, 대부분의 경우 감정 인식,^[2] 신뢰성 있는 종합적인 에이전트를 만들기 위한 수단으로써의 감정, 또는 감정을 행동 또는 학습과 동기화 시키는 등의 특정 관점에 집중이 되어 있다.

게다가 사람들이 로봇을 주어진 임무에 따라 최적화된 옵션을 선택하고 정확하게 행동하는 기계와 같이 생각하지만, 실제로 살아있는 생물은 그렇지 않다. 자각이 있을 때 어떠한 사람 또는 생물이 어떻게 반응을 할지 예상할 수 있으나, 불확실성 때문에 이를 완벽하게 확신할 수는 없다. 이것은 감정을 생성하는데 있어서 매우 중요하고, 로봇이 주어진 동일한 상황에서 항상 똑같이 행동하는 다른 기계와 차별화 시켜주는 요소이다.

감정의 발현과 관련하여 무드(mood)의 역할이 대두되

Received : Mar. 23. 2010; Reviewed : Jul. 11. 2010; Accepted : Jul. 15. 2010

※ 본 연구는 한국과학기술원 로봇 비전&인지 연구센터를 통한 지식경제부/한국산업기술진흥원 융복합형로봇전문인력양성사업의 지원으로 수행되었음

¹ 현대자동차 연구원(wwplato@gmail.com)

² KAIST 전기및전자공학과 박사과정

³ KAIST 전기및전자공학과 석사과정

⁴ KAIST 전기및전자공학과 교수

고 있고, 이러한 무드는 감정과는 매우 유사하지만 감정 보다는 덜 구체적이고, 덜 집중되어 있으며, 감정에 비해 변화가 덜하다는 점에서 감정과는 차이가 있다. 무드는 일반적으로 긍정적인(positive) 무드와 부정적인(negative) 무드로 나뉜다. 무드는 오랜 친구를 갑작스레 만나거나 믿었던 동료에 의해 배신을 당하는 것 등과 같은 생각하지 못했던 사건에 의해 변화할 수 있으며, 뇌의 화학적 불균형 등에 의해 발생하는 우울증과 같은 의학적 진단과는 다른 현상이다.^[3]

본 논문에서는 감정 생성에서 중요한 역할을 하는 무드에 대해 논하고, 이에 관련한 여러 요소에 대해 언급한 후, 내부적, 외부적 요소를 구분하여 이에 대한 2차원 무드 모델을 제안하고자 한다.

2. 무드(Mood) 결정 요소

이 장에서는 무드를 결정짓는 요소에 대해 알아본다. 무드는 명확하게 정의를 하기는 쉽지 않은 매우 애매모호한 개념으로, 무드와 연관되는 여러 요소가 존재하며 이 요소들은 크게 내부적인 요소와 외부적인 요소로 구분될 수 있다.

Rippere는 런던의 여러 표본 인구에게 ‘당신은 우울할 때 어떠한 행동을 합니까?’라는 설문조사를 하였고, 이에 대해 가장 빈번하게 나오는 응답 카타고리는 사회적 행동(social activity), 원인에 대한 인지적 행동(cognitive activity), 운동(exercise), 직접적인 행동(direct action), 집중 방해 행동(distraction), 음악 감상 순으로 나타났다.^[5] Morris와 Reily는 self-report에 대한 편향을 제거한 설문조사를 했고, 사람들이 자신의 무드를 조절하기 위해 스스로에게 상을 주고(self-reward), 술을 마시며, 감정을 표출하는 행위 등을 하는 것을 증명하였다.^[6] 1989년에 행해진 Gallup poll에서 사람들은 우울함을 달래기 위해 사회 활동, 식사, 종교활동, 운동, 쇼핑 등을 하는 것을 보였다.^[7] 위와 같은 연구들을 통해 사람들은 대개 무드를 조절하기 위해 특정 행동들을 하고, 이는 자신의 에너지 상태(기운)와 관련이 있다.

사람들이 자신의 내부적 에너지(기운)를 조절하는 것과는 다르게 환경적인 요소 역시 무드와 밀접한 관련이 있다. 특별한 색깔을 지닌 무드 촛불도 있고, 파티에서 분위기를 조성하기 위해 사용되는 무드등도 있다. Will Pappenheimer의 Public Mood Ring Project에서는 실험적 공간을 만들었는데, 이는 인터넷과 일반 뉴스의 감정 상태를 색깔로 표현하는 공간을 조합한 것으로 7가지의 primary 무드를 ring color로 나타낸다.^[8] 날씨, 온도, 습도

등과 같은 환경적인 요소들 또한 무드를 결정하는 요소이다. 섭씨 16도가 사람이 가장 활동하기 좋은 온도이며, 상대습도 60%에서 가장 편안함을 느낀다.^[4]

2.1 외부 요소(External Factor)

로봇의 무드를 결정하는 외부 요소로는 온도, 습도, 날씨 등 환경적인 요소를 들 수 있다. 좋아하는 물건이나 사람이 주변에 있는 것 역시 무드에 영향을 줄 수 있으며, 분위기, 주변 색깔 및 조도 역시 외부적인 요소에 해당된다. 이러한 여러 외부적 요소 중, 오래 지속되고 급격한 변화를 잘 보이지 않는, 즉 무드의 특성과 가장 유사한 특성을 보이는 요소인 온도와 습도를 선택하여 모델링을 하였다. 이 두 가지 요소는 날씨 변화와도 밀접한 관계가 있을뿐더러 인위적으로 바꾸기 어려운 요소이기도 하다. 이 요소들은 로봇에 크게 직접적인 영향을 주지는 못하지만 사람을 이해하고 그에 알맞게 혹은 사람과 유사하게 행동하기 위해 필요한 요소이다.

온도와 습도를 이용한 객관적인 지표로 많이 사용되는 것으로 불쾌지수(Discomfort Index)가 있다. 이는 1959년 미국의 Thom에 의해 정의된 이후 Temperature-Humidity Index(THI)라는 이름으로 기상학자들에 의해 널리 사용되었다. DI를 구하는 식은 2.1과 같지만, 이는 화씨 온도와 건구습도를 사용하므로, 우리나라에서는 이를 섭씨와 상대습도로 변환한 DI를 사용하며, 그 식은 2.2와 같다.^[9]

$$DI = 0.4(T_a + T_{wb}) + 4.8 \quad (2.1)$$

$$DI = \frac{9}{5}T - 0.55(1 - RH)\left(\frac{9}{5}T - 26\right) + 32 \quad (2.2)$$

여기서 T 는 섭씨온도, RH 는 상대습도(Relative Humidity)이며, 이 지수에 따라 인간이 불쾌함을 느끼는 정도를 나타내준다. 불쾌지수에 따라 불쾌함을 느끼는 정도는 표 1과 같다.^[10]

본 논문에서는 설정된 환경, 온도는 -20~50°, 상대 습도 0%~100%의 상태로 제한하고, 불쾌지수가 68이하인

표 1. Categorization of Emotions on Expression

DI	온도	불쾌 정도
68 이하	20 이하	전원 쾌적
70	21	불쾌를 나타냄
75	24	10%정도 불쾌
80	26.5	50%정도 불쾌
83	28.5	전원 불쾌
85	30	매우 불쾌

경우에는 쾌적한 상태, 그 이외의 경우에는 외부요소의 영향이 긍정적인 영향(1)에서 부정적인 영향(-1)으로 표 1의 값을 변환, 2차 함수 Curve Fitting을 사용하여 감소하도록 정의하였다. 그 식은 다음 (2.3)와 같다.

$$Mood_{external} = \begin{cases} 1 & (DI \leq 68) \\ -0.0058DI^2 + 0.7621DI - 24.004 & (DI > 68) \end{cases} \quad (2.4)$$

위 식을 모델링 한 그래프는 그림 1과 같다. DI가 68이 하인 구간에서는 항상 좋은 상태를 유지하다가 약 70을 기점으로 급격하게 감소한다.

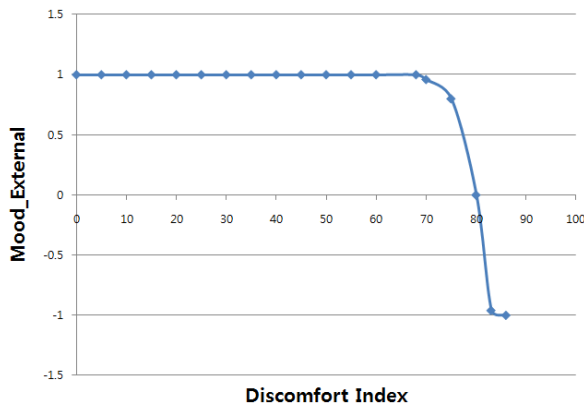


그림 1. Model of $M_{external}$ using discomfort index

2.2 내부 요소(Internal Factor)

사람의 무드는 배고픔과 활동에 관련한 에너지 레벨 즉 배고픔 상태와 기운과 연관이 있다. 여기서, 로봇을 위한 무드의 내부 요소로는 로봇에 내재해 있는 요소들을 고려해야 하므로, 로봇의 앞선 감정 상태와 로봇의 배터리 레벨을 고려하도록 한다.

로봇의 감정 생성 모델이 가질 수 있는 여러 종류의 감정이 있을 것이고, 이에 따라 생성된 이전의 감정을 크게 두 가지, 즉 긍정적인 감정과 부정적인 감정으로 분류한다. 이전 감정 상태의 크기를 이용하여 무드 요소중 한 가지를 이끌어 낸다. 여기서 전 단계의 감정상태의 크기 역시 normalize하여 0에서 1사이의 값을 취하게 하고, 전 감정의 크기가 크고 긍정적인 감정이었다면 1에 가까운 값을, 감정의 크기가 크고 부정적인 감정이었다면 0에 가까운 값을 취하도록 한다. 모델링 된 $M_{emotion}$ 의 식은 (2.5)와 같고, 여기서 i_e 는 감정의 크기, max는 감정 크기의 최대값을 의미한다.

$$M_{emotion} = \begin{cases} i_e/2 + 0.5 & \text{emotion} = \text{good} \\ -i_e/2 + 0.5 & \text{emotion} = \text{bad} \\ 0.5 & \text{emotion} = \text{neutral} \end{cases} \quad (2.5)$$

로봇의 에너지 상태는 normalized root 형태로 모델링되며, 이는 로봇의 배터리가 거의 떨어졌을 때 무드 레벨을 급격하게 감소시킨다. 배터리가 방전에 가까운 상황에서 무드의 상태가 좋지 않고, 반대로 완전히 충전된 상황에서는 좋은 무드 상태를 가지는 성향을 유지하면서도, 사람의 성향이 개개인마다 다르듯, 성향값 n 의 값에 따라 로봇의 에너지에 대한 성향이 달라지도록 설정할 수 있다. 에너지의 양(energy)은 0부터 100 사이의 값을 취하고, 이에 따른 모델의 식과 그래프는 각각 식 (2.6)과 그림 5와 같다.

$$M_{energy} = \frac{1}{\max} \sqrt[n]{energy} \quad (2.6)$$

이 두가지 요소들은 외부 요소와 마찬가지로 서로 곱해지고, 식 (2.7)과 같이 -1부터 1 사이의 값으로 스케일링된다.

$$M_{internal} = (M_{emotion} \times M_{energy} - 0.5) \times 2 \quad (2.7)$$

3. 무드 공간 정의

무드의 외부 요소와 내부 요소가 앞서 정의가 되었으므로, 이를 이용하여 최종적인 무드를 모델링해야 한다. 이전 인지심리학 분야에서는 2차원 모델을 제안하였고, 최근 심리학 분야에서 폭넓은 동의를 얻고 있다. Robert E. Thyer은 무드가 energy(vs. tiredness), 그리고 tension(vs. calmness)에 관련한 일반적인 신체의 상태와 관련이 있다는 가정 하에 2차원 무드 모델을 제안하였다.^[11] 이 2차원 모델은 Watson과 Tellegen에 의해 Positive 그리고 Negative Affect로 용어만 수정되어 사용하기도 하였다.^[12]

위 연구에서 사람의 상태만을 고려한 것과는 달리 본 논문의 경우, 내부적인 요소와 외부적인 요소를 모두 고려하여 각각을 -1부터 1사이의 값을 갖는 하나의 축으로 정의하여 2차원의 모델을 제안하였다. 내부적, 외부적 요소 중 어느 한쪽이 너무 작지 않고, 둘 다 좋은 상태를 유지하고 있으면 무드는 좋은 상태를 유지하지만, 반대로 로봇의 상태가 좋지 않으면, 즉 로봇 주변이 너무 덥거나 춥거나, 혹은 습하거나 건조하거나, 또는 배터리가 얼마

남지 않았거나, 또는 이전의 감정 상태가 좋지 않을 경우 로봇의 무드 요소는 부정적일 것이고, 내부적인 요소와 외부적인 요소 둘 다 상태가 좋지 않으면 무드는 나쁜 상태를 유지하게 된다.

2차원 모델 공간 상에서 무드의 상태를 정의하는 영역은 표 2와 같이 정의되고, 그림 2와 같이 그려진다. 앞서 설명한 바와 같이 내부 또는 외부 요소 중 어느 한 가지가 다른 요소에 비해 상대적으로 작은 경우는 크게 영향을 미치지 못한다는 가정 하에 10%정도의 마진을 두어 영역을 정의하였다.

표 2. Definition of Mood Space

Mood	Condition
Good	$-10^\circ \leq Mood_{phase} < 100^\circ$
Bad	$170^\circ \leq Mood_{phase} < 280^\circ$
Neutral	others

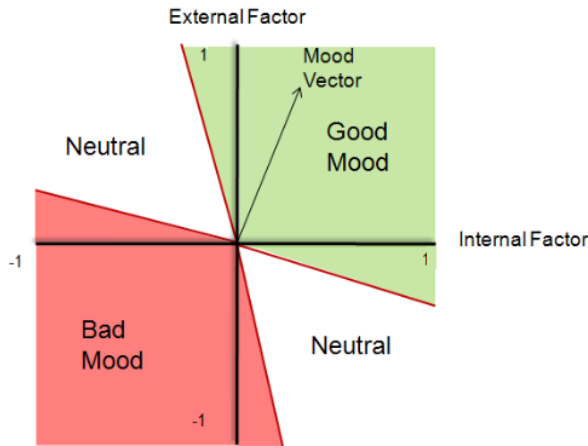


그림 2. Two dimensional mood space model

4. 실험 결과

제안된 무드 모델을 검증하기 위해 온도, 습도, 에너지 변화에 따른 무드 벡터의 변화에 대한 실험을 진행하였다.

첫 번째 실험의 결과는 그림 3과 같다. Internal Factor를 0.32로, 상대습도를 70%로 고정시키고 온도를 상온 15°에서 40°까지 선형적으로 증가시키면서 무드 변화를 관찰하였다. 처음에는 1.07 ∠ 68.23의 좋은 무드상태에서 시작하였고 온도가 20°를 넘어가자 DI가 68을 넘으면서 좋은 무드 상태의 크기가 줄어들기 시작하고, 온도가

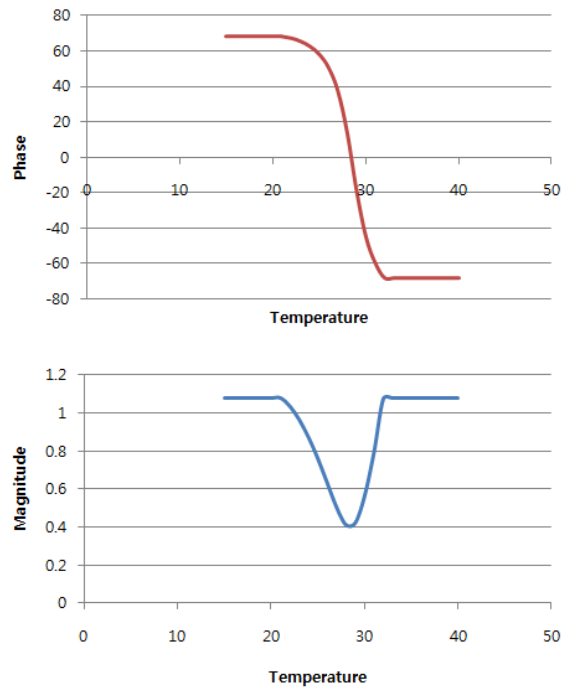


그림 3. Phase and magnitude changes of mood vector with temperature increasing from 15 to 40

28°를 넘자 결국 좋은 무드상태가 끝나고 최종적으로 1.077 ∠ -68.23인 중립 무드 상태가 되었다. 하지만 Internal Factor가 양수로 고정되어 있기 때문에 나쁜 무드상태로 전환되지는 않는다.

두 번째로 Internal Factor를 0.32로, 온도를 30°로 고정 한 상태에서 상대습도를 0%에서 100%까지 증가시키면서 무드 변화를 관찰하였고, 그 결과는 그림 4와 같다. 처음에는 0.98 ∠ 65.8의 좋은 무드상태에서 시작하여 점점 그 크기가 줄어들다가, 상대습도가 55%를 넘어가면서 무드의 상태가 변하게 된다. 최종적으로는 1.07 ∠ -68.2의 중립 무드로 끝나게 된다. 첫 번째 결과 와 마찬가지로 Internal Factor가 양의 값으로 고정되어 있기 때문에 나쁜 무드상태로 전환되지는 않는다.

세 번째로 외부 요소인 에너지 상태를 변화시키면서 그 결과를 관찰하였다. 성향값 n 은 3으로 설정하여 에너지 상태를 cubic root square로 모델링 하고, External Factor를 -0.54, 감정은 좋은 상태에 0.8의 크기를 유지시키면서 에너지 상태를 0%에서 100%까지 증가시켰다. 처음에는 1.13 ∠ -151.7의 나쁜 무드상태로 시작하여 에너지 레벨이 점점 증가함에 따라 그 크기가 점점 줄어들다가 에너지 상태가 21% 이상이 되자 무드가 중립상태로 변화하였다. 위 두 실험과 마찬가지로 External Factor가 음으로 고정되어 있기 때문에 좋은 무드 상태로 전환되지는 않지만,

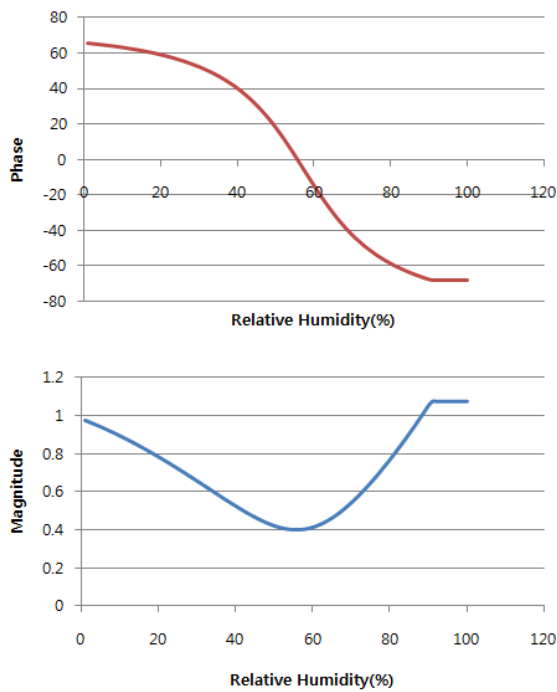


그림 4. Phase and magnitude changes of mood vector with relative humidity increasing from 0% to 100%

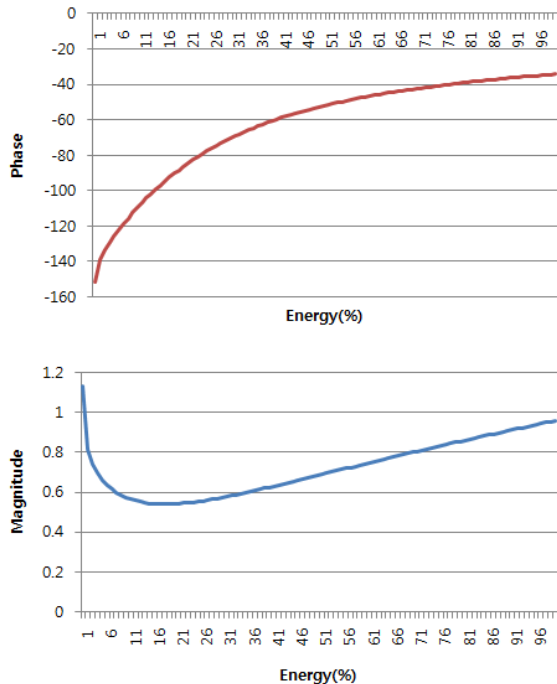


그림 5. Phase and magnitude changes of mood vector with battery status increasing from 0% to 100%

위 세가지 실험을 통해 온도, 습도, 에너지 변화에 따라 무드가 연속적으로 변화하며, 갑작스럽게 변화하지 않는

다는 점을 확인할 수 있다.

마지막으로 동일한 감정 상태에서 타 요인들의 변화에 따른 무드 변화를 알아보기 위해 습도와 에너지 상태는 0%에서 100%까지 증가, 온도는 40°에서 -10°까지 감소시키면서 무드의 변화를 관찰하였고, 그 결과는 그림 6과 같다. 처음 무드 벡터는 1∠177.2의 나쁜 무드상태로 시작하였으나, 그 값이 연속적, 점차적으로 변화하여 최종적으로는 1∠90.23의 좋은 무드상태로 변이하는 과정을 보였다. 변화하는 과정에서 외부, 내부 상태 변화가 있더라도 무드는 연속적으로 완만한 곡선을 그리며 변화하며, 그 변화가 주변 환경 상황을 적절하게 해석하여 무드 상태를 결정함을 알 수 있다.

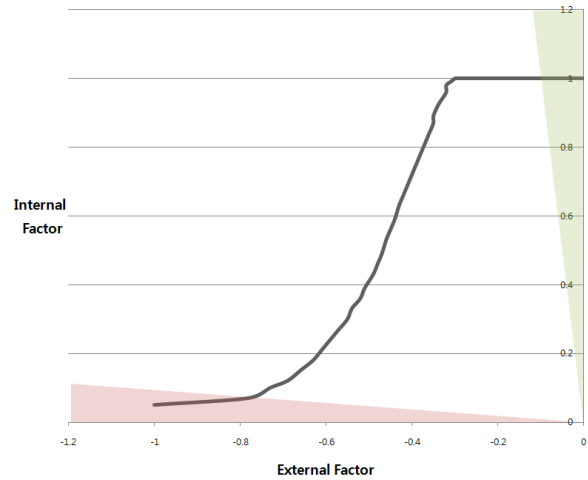


그림 6. Changes of mood in the moodo space with temperature, humidity, energy level changes

5. 결론

5.1 감성 모델과 무드 모델의 연계

위와 같이 정의된 무드는 최종적으로 감정 생성 모듈과 연계되어 로봇이 사람의 상태를 이해하는 것을 돕고 보다 사람과 유사한 감정을 생성해내는데 사용될 수 있고, 아키텍처는 그림 7과 같은 연계 아키텍처로 사용될 수 있을 것이다.

아래 그림에서와 같이 감정 생성 모듈에서 생성된 감정은 로봇의 현재 배터리 상태와 함께 인식 모듈로 피드백되어 무드를 정의하고, 이렇게 정의된 무드는 다시 감정 생성 모듈에서 감정을 생성하는데 영향을 줌으로써 로봇의 환경 및 내부 상태를 고려하여 보다 신뢰성 있고 생물과 유사한 감정 생성을 할 수 있도록 해준다.

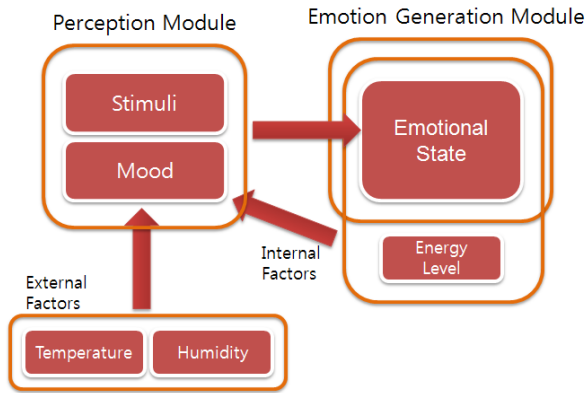


그림 7. Combination architecture of perception module and emotion generation module

5.2 Further Work

본 논문에서는 인간과 유사한 감정 생성을 하기 위한 무드에 대해서 알아보고, 이에 대한 모델을 정의하였으며, 제안된 모델이 앞으로 감정 생성 모듈과 접목될 것인지에 대해서 언급을 하였다. 앞으로 있을 지능형 로봇의 상용화를 대비하여 보다 인간과 유사한 로봇을 구현하기 위한 목적으로 연구를 진행하였고, 추후 실제 감정 생성 모듈과 제안된 무드 모델을 실제로 연계시켜 종합적인 감정 생성 모델을 구현하는 연구가 진행되어야 하겠다.

참고문헌

[1] Qingji, G., Kai, W. and Haijuan, L. "A Robot Emotion Generation Mechanism Based on PAD Emotion Space," International Federation for Information Processing, Vol.288

[2] K. F. MacDorman and H. Ishiguro, "Generating Natural Motion in an Android by Mapping Human Motion," Proceeding IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, Aug. 2005, pp.1089-1096

[3] Schinnerer, J.L. (2007), "Guide to Self: The Beginner's Guide to Managing Emotion and Thought", Authorhouse

[4] Mood and Temperament, New York, Guilford Publications, 2000, 340pp.

[5] Rippere, V. "What's the thing to do when you're feeling depressed?"- A pilot study. Behaviour Research and Therapy. 15, 185-191, 1977

[6] Morris W. N., Reilly, N.P., "Toward the self-

regulation of mood: Theory and research," Motivation and Emotion, 11, 215-249, 1987

[7] G. Gallup. Jr., J. Castelli, The people's religion. New York: Macmillan, 1989

[8] A. J. Jones, "Report on the Digital Art Weeks 2007," The Tempa Mood Ring Project, 2007

[9] The Discomfort Index, Morality and the London Summers 1976 and 1978, Int. J. Biometeorol, 1980

[10] 대한민국 기상청 기상용어 해설

[11] Thayer, R. E., "Toward a psychological theory of multidimensional activation (arousal)," Motivation and Emotion, 2, 1-34, 1978

[12] Watson, D., Tellegen, A. "Toward a consensual structure of mood," Psychological Bulletin, 98, 219-235, 1985



김원화

2008 성균관대학교 정보통신공학부(공학사)
2010 KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
2010~현재 현대자동차 연구원
관심분야 : HRI, 컴퓨터비전



박정우

2005 경북대학교 전자전기공학부(공학사)
2007 KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
2007~현재 KAIST 전기및전자공학과 박사과정



김 우 현

2007 KAIST 전기및전자공학
과(공학사)
2009 KAIST 전기및전자공학
과(공학석사)
2009~현재 KAIST 전기및전자
공학과 박사과정



이 원 형

2008 KAIST 전기및전자공학
과(공학사)
2008 KAIST HRI 센터 위촉연
구원
2008~현재 KAIST 전기및전자
공학과 석사과정



정 명 진

1973 서울대학교 공과대학전
기공학과(공학사)
1977 미시간대학교 전기공학
과(공학석사)
1983 미시간대학교 제어공학
과(공학박사)

1976 국방과학연구소 연구원

1981~1983 미시간대학교 CRIM 연구 조교

1983~현재 KAIST 전기및전자공학과 교수

관심분야 : 서비스 로봇, Human-Robot Interaction