

엔터테인먼트 로봇의 감성 알고리즘 연구

최재일, 김승우
순천향대학교 정보제어공학과
전화 : 041-530-1369 / 핸드폰 : 016-419-7285

A Study on Emotion-Modeling Algorithm of Entertainment Robot

Jae-II Choi, Seung-Woo Kim
Dept. of Information Control Engineering, Soonchunhyang University
E-mail : 1004-bug@hanmail.net

Abstract

An emotionally modeled robot is dealt in this paper. The emotional model is required especially in the entertainment robot. Recently, the entertainment robots have been developed as the next generation of electronic toys. They require several capabilities such as perceiving, acting, communication, and surviving. The owner recognizes the communication with a entertainment robot by observing its expression and reaction. The expression is realized by emotion-based actions based on moving, dancing, sounding, speaking, and lighting.

Therefore, we propose an emotional modeling algorithm, using the fuzzy logic system, in this paper. Good performance of the algorithm is confirmed by the result of a simulation.

I. 서론

현재의 로봇은 그동안 주류를 이루던 산업용 로봇과는 달리 소프트웨어, 인간친화 인터페이스, 상호작용기술, 음성 인식, 물체 인식, 사용자 의도 파악 등 갖가지 최첨단의 기술들을 요구한다. 이러한 신기술들을 포함한 로봇 기술을 RT(Robot Technology)라 부르며 IT, BT, NT와 함께 21세기에 유망한 첨단기술로

손꼽히고 있다. 이에 발맞추어 퍼스널 로봇, 복지 및 서비스 로봇 등이 현재 각광을 받고 있으며, 특히 퍼스널 로봇 중 오락용, 교육용 로봇들로 대표되는 엔터테인먼트 로봇 분야가 요즘 국내·외에서 활발히 연구되고 있다. 엔터테인먼트 로봇은 인간과 동일한 공간에서 동작하므로 산업용 로봇과는 여러모로 다르다.

산업용 로봇의 기능은 단순하고 반복적인 작업에만 국한되기 때문에 제약되고 잘 정돈된 환경에서 인간과 무관하게 미리 프로그램 된 일만 수행하면 된다. 그러나 엔터테인먼트 로봇은 정형화되지 않은 사무실이나 가정의 환경에서 항상 인간과 접촉하고, 근접한 위치에서 동작하는 경우가 많다. 또한 로봇이 담당하는 업무도 단순반복 작업이 아니라 인간을 지원하거나 보조하는 일이 주종이다. 이와 같은 기술적 난제를 고려할 때, 엔터테인먼트 로봇을 구현하기 위해서는 인간친화성 소재의 개발에서부터 인간과 비슷한 지능의 구현 및 감정표현에 이르기까지 다양한 요소 기술들이 필요하다.

엔터테인먼트 로봇은 정형화된 로봇 작업만을 하는 것이 아니라 여러 가지 작업을 구사한다. 엔터테인먼트 로봇은 교육, 여가활용, 장난감 로봇 등의 역할도 하며, 네트워크와 연관되어 홈 자동화에도 관련이 있다. 엔터테인먼트 로봇은 주로 인간과의 감성교류를 바탕으로 하여 장난감 로봇과 비슷한 구도로 발전을 해왔다. 이러한 엔터테인먼트 로봇의 개발을 위해서는 전방향 구동 휠 메커니즘과 네트워크 기술, 자기 위치

인식 기술, 학습 기능, 감정표현 기술 등이 필요하다. 본 논문에서는 엔터테인먼트 로봇의 감성 알고리즘을 제안하고 지능 알고리즘인 퍼지 논리 시스템을 이용하여, 그것의 실험적인 결과들을 제시함으로써 알고리즘의 타당성을 확인한다.

II. 엔터테인먼트 로봇의 지능

2.1 신개념의 엔터테인먼트 로봇

개인용 로봇이 미래 로봇산업의 중심으로 자리 매김 할 것이라 전망되는 가운데 엔터테인먼트 로봇은 현시점에서 가장 유망한 로봇이다. 엔터테인먼트 로봇은 친근한 이미지가 중요한 부분을 차지한다. 때문에 로봇 기술과 지능시스템 및 캐릭터가 종합된 엔터테인먼트 로봇은 로봇의 새로운 패러다임을 형성할 것이다. 그러나, 기존의 엔터테인먼트 로봇들은 거의 대부분의 기능들이 제작 시에 고정되며, 지적 능력이 미흡하여 인간에게 친숙한 느낌을 주기 힘들다. 앞으로는 인간과의 감성교류 및 자율적인 학습능력 등의 지적 능력이 엔터테인먼트 로봇의 구현을 위한 필수 기술이 될 것이다.



그림 1 신개념의 엔터테인먼트 로봇

2.2 엔터테인먼트 로봇의 지능 구조

로봇의 지능은 계산적 능력의 성장과 복합적이고 동적으로 변화하는 환경을 감지하고, 결정하여 어떻게 동작하는지에 대한 정보를 축적하고, 이를 관찰하여 성장하고 진화할 수 있다. 지능은 지각 처리, 환경 모델링, 행동 생성과 가치 판단의 4가지 요소로 구성되어지며, 지능시스템의 입·출력은 센서들과 액츄에이터들을 경유한다. 엔터테인먼트 로봇의 지능시스템은 지식 공학, 컴퓨터 사이언스, 메카트로닉스와 로봇 공학 등을 포함하며, 인공지능(AI)은 센서들에 의해 주위의 환경을 지각하고 결정하고 동작을 취하는 지적 에이전트를 구축한다. 신경망(NN), 퍼지 논리(FL) 그리고 진화 계산(EC)등을 포함한 계산 지능 방법들은 엔터테인먼트 로봇에 지능 및 감성을 깨닫게 하기 위하여 적용할 수 있으며, 본 논문에서는 퍼지논리를 이용

하여 감성 알고리즘을 구현하였다.

인간은 감지한 정보와 내적 감정상태를 기반으로 결정하고 동작을 취한다. 따라서, 인간을 지능 시스템으로 생각할 수 있다. 또한, 인간은 외부 환경으로부터 정보를 얻거나 지각하는 것을 통해 학습을 할 수 있다. 이처럼, 인간은 지각과 의사 결정 그리고 행동을 그림 2에서와 같이 수행한다. 엔터테인먼트 로봇은 이것들을 인식하여 외부환경에서 지능적이고 자율적인 능력이 요구되어진다. 지능시스템과 자율적 능력에 대한 중요한 기술들은 인식, 추론, 검색, 계획, 학습, 예측에 기초한 지식표현과 감정표현 등이며, 지능시스템은 시스템들의 다양한 지능적 능력들의 합성으로부터 나타난다. 이렇듯 엔터테인먼트 로봇이 지능적으로 인간과 감성적 교류를 이루기 위해서는 인간과 같은 지능과 감성에 기초한 형태의 엔터테인먼트 로봇이 필요하며, 본 논문에서는 지능의 모든 구조를 고려한 엔터테인먼트 로봇의 감성 알고리즘에 대한 연구 및 실험적인 결과들을 제시한다.

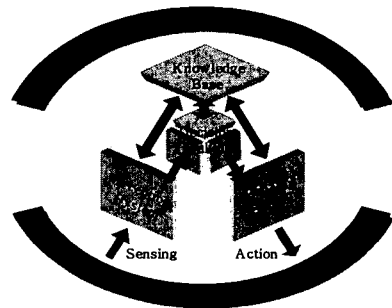


그림 2 지능시스템과 환경사이의 상호작용

III. 엔터테인먼트 로봇의 감성알고리즘

3.1 엔터테인먼트 로봇의 감성 모델

이 장에서는 엔터테인먼트 로봇이 감정을 표현하기 위한 감성알고리즘을 다룬다. 엔터테인먼트 로봇은 센서를 통하여 외부환경으로부터의 자극을 받아들여 그 자극의 종류 및 강도에 따라 그에 적합한 감정을 생성하여 표현하게되며, 외부환경으로부터의 자극은 접촉과 빛으로 설정하였다. 엔터테인먼트 로봇의 감성 모델은 다음의 식과 같다.

$$Emotion = \sum_{i=0}^n \{ a \cdot Feel(i) + a \cdot Mood(i) \}$$

여기서 a 는 센서의 값을 증폭하기 위한 게인(Gain)으로 그 값은 '2'로 설정하였고, Feel과 Mood는 각각 접촉(Touch)과 빛(Light)으로 설정하였다. 접촉 센서

(Touch Sensor)와 광 센서(Optical Sensor)들로부터의 입력은 각각 Feel과 Mood정보로 변환되며, 그림 3과 같이 이 두 정보의 합으로 엔터테인먼트 로봇의 감정이 결정된다.

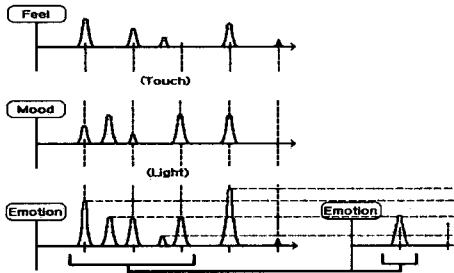


그림 3 Mood와 Feel 및 Emotion의 상관관계

이러한 외부환경으로부터의 자극들은 퍼지추론에 의하여 감정으로 결정된다. 퍼지논리를 사용하기 위해서는 센서들로부터 입력되는 수치적인 값을 언어적인 값으로 변환해야한다. 본 논문에서는 제어시스템에 센서들로부터 유입되는 랜덤 노이즈(Random Noise)가 있기 때문에 삼각형 소속함수를 사용하여 센서들로부터 입력되는 수치적인 값을 퍼지논리에서 사용하는 “작다”, “중간”, “크다”와 같은 언어적인 값으로 표현하였다. 삼각형 소속함수 A는 일반적으로 다음과 같이 표현된다.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x - a_1)/(a_2 - a_1) & a_1 \leq x \leq a_2 \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2) & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

일반적으로, 퍼지 If-Then 규칙을 사용한 단순화된 퍼지 추론방법은 다음과 같이 정의된다.

If x_1 is A_1 and x_2 is A_2 then y is B .

인간의 감정상태를 기반으로 If-Then 규칙들에 의해 만들어진 제어규칙은 다음과 같다.

Touch	Small	Middle	Big	None
Light	Small	Neutral	Bad	Bad
	Small	Bad	Neutral	Bad
	Middle	Neutral	Good	Bad
	Middle	Neutral	Good	Neutral
	Big	Good	Good	Neutral
	Big	Good	Good	Good
	None	Neutral	Good	Bad
	None	Neutral	Good	Neutral

표 1 퍼지 제어규칙

퍼지 근사 추론(Fuzzy Approximate Reasoning)방법은 Mamdani의 최소 최대 방법(Min-Max Method)을 사용하였다. 퍼지제어의 퍼지추론에 의해 추론결

과는 제어출력의 가능성 분포(Possibility Distribution)를 표시하는 퍼지집합이기 때문에 이 가능성 분포로부터 가장 효과적인 제어기 출력 값을 정해야 한다. 이러한 과정을 비퍼지화(Defuzzification)라 하며, 본 논문에서는 여러 가지 방법 중 무게 중심 방법(Center-of-Gravity Method)을 사용하였고, 출력 μ_0 는 다음과 같이 계산된다.

$$\mu_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i m_{\epsilon}(\mu_i)}{\sum_{i=1}^n m_{\epsilon}(\mu_i)}$$

이렇게 계산된 μ_0 값은 주어진 퍼지집합 C^0 를 가장 잘 대표하는 수치 값 중 하나로 간주할 수 있다.

본 논문에서는 센서로부터 입력된 값에 의한 Feel과 Mood의 정도를 퍼지 논리 시스템을 통하여 감정의 정도로 표현하였다. 그러나 센서로부터 입력되는 값은 수치로 변하고 외부환경으로부터 입력되는 노이즈 또한 무시 할 수 없기 때문에 단순히 한번의 입력으로 감정을 결정하는 것이 아니라 5번의 샘플링을 통하여 감정의 추이를 살펴 최종적인 감정상태를 결정하도록 하였다.

IV. 실험결과 및 고찰

4.1 감성 시뮬레이션

본 논문에서는 자극과 감정의 변화 그리고 그것을 엔터테인먼트 로봇의 얼굴에 나타내는 알고리즘을 퍼지논리를 이용하여 설계하였다. 퍼지 논리 시스템의 설계에 사용한 기본적인 데이터는 심리학자 Izard의 “MAX System의 유아감정 표현 물”을 사용하였다 [1],[2].

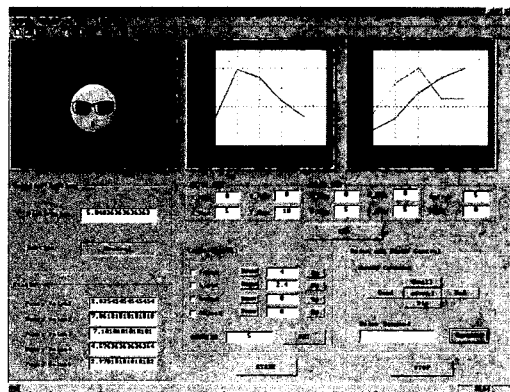


그림 4 감성 시뮬레이션 프로그램

그림 4는 퍼지논리를 이용한 감성 알고리즘 시물레이션 프로그램이다. 센서들로부터의 입력되는 값을 각각 설정하여 실행하면, 그 값에 따른 퍼지제어기의 출력인 감정의 정도를 5번 샘플링하여 그 변동추이를 살펴 그림 5와 같이 애니메이션으로 출력하며, 그래프로 각각의 센서 입력과 감성출력을 실시간으로 표현하여 그 결과를 쉽게 확인할 수 있게 하였다.

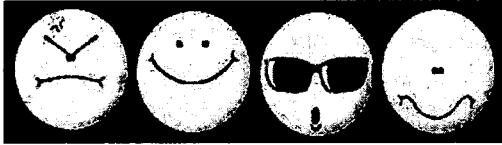


그림 5 엔터테인먼트 로봇의 감정표현

4.2 시물레이션 결과

다음의 그래프들은 시물레이션 프로그램의 실행결과이다. 청색 파형은 접촉센서(Touch Sensor)로부터 입력되는 Feeling의 값을 나타내며, 적색 파형은 광 센서(Optical Sensor)로부터 입력되는 Mood의 값을 나타낸다. 그림 7, 9, 11의 파형들은 각각 화난상태(Anger), 평상상태(Neutral), 기쁜상태(Happiness)를 나타내고 있다.

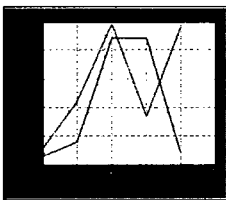


그림 6 Sensor Input

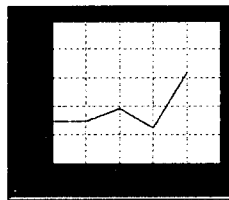


그림 7 Anger

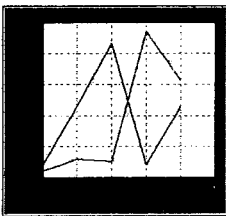


그림 8 Sensor Input

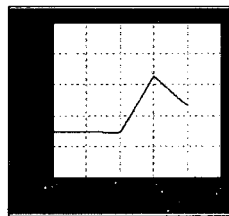


그림 9 Neutral

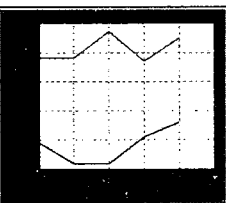


그림 10 Sensor Input

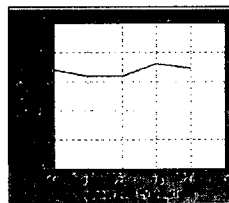


그림 11 Happiness

V. 결론

21세기에 유망한 첨단기술인 IT, BT, NT를 포함한 RT의 산물인 퍼스널 로봇 중에 요즘 국내·외에서 활발한 연구 개발되고 있는 엔터테인먼트 로봇이야말로 미래의 전형적인 로봇의 형태가 될 것이다. 이러한 엔터테인먼트 로봇이 지능적으로 인간과 감성적 교류를 이루기 위해서는 인간과 같은 지능과 감성에 기초한 형태의 엔터테인먼트 로봇이 필요하다.

본 논문에서는 퍼지 논리를 이용하여 지능의 모든 구조를 고려한 엔터테인먼트 로봇의 감성 알고리즘에 대한 연구 및 실험 결과들을 제시하였다. 아직은 시물레이션으로 엔터테인먼트 로봇에 감성을 이식하였지만, 실험결과가 만족할만하기 때문에 이를 실제로 엔터테인먼트 로봇에 구현하면 지능적·감성적 능력을 지닌 더욱 진보된 형태의 엔터테인먼트 로봇이 될 것이라 확신하며, 또한, 엔터테인먼트 로봇 개발을 위한 기초자료가 될 것이라 사료된다.

참고문헌

- [1] Izard, C. E. (1979). The maximally discriminative facial movement scoring system. Unpublished manuscript, University of Delaware.
- [2] Izard, C. E., Hembree, E. A., & Huebner, R. R. (1987). Infant's emotion expressions to acute pain. *Developmental Psychology*, 23, 105-113.
- [3] 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 (CEC '00), Vol. 2, pp. 1231-1237 (2000).
- [4] Funge, J., Tu, X. and Terzopoulos, D. 1999. Cognitive Modeling: Knowledge, Reasoning and Planning for Intelligent Characters. In *Proceedings of SIGGRA-PH 99*, 29-38: New York, NY. ACM SIGGRAPH.
- [5] Yoon, S.-Y. 2000. Affective Synthetic Characters. Ph D. diss. Department of Brain and Cognitive Sciences, Massachusetts Institute of Technology. Forthcoming.
- [6] Proceedings of the 2001 IEEE/RSJ "International Conference on Intelligent Robots and Systems", Maui, Hawaii, USA, Oct. 29 - Nov. 03, 2001.
- [7] Kline, C. and Blumberg, B. The Art and Science of Synthetic Character Design. *Proceedings of the AISB 1999 Symposium on AI and Creativity in Entertainment and Visual Art*, Edinburgh, Scotland, 1999.