

소셜 로봇을 위한 동기부여 기반 행동결정모델 설계 및 구현

유수정*, 박정민**

*한국과학기술원(KAIST) 지식서비스공학과

**한국과학기술연구원(KIST) 로봇연구단

e-mail : crystalu@kaist.ac.kr, pjm@kist.re.kr

Design and Implementation of Motivation based Behavior Decision Model for Social Robot

Soo-jeong Yu*, Jung-Min Park**

*Dept. of Knowledge Service Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology(KAIST)

**Center for Robotics Research, Korea Institute of Science and Technology (KIST)

요 약

최근 소셜 로봇은 단순히 인간의 사회적 행동을 모방하는 것에 그치지 않고 인간에게 유용한 서비스를 제공하는 데에 초점을 맞추고 있다. 소셜 로봇이 효과적으로 서비스를 제공하기 위해서는 자발적으로 행동을 실행할 수 있도록 지원하는 메커니즘이 필요하나 이에 대한 연구는 미비하다. 본 연구는 소셜 로봇과 상호작용하는 사람에게 효과적인 서비스를 제공하기 위하여 소셜 로봇의 행동을 결정하는 동기 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안된 행동 결정 동기 시스템은 장노년층의 스마트폰 활용 도우미 서비스를 제공하는 소셜 로봇에 적용하였으며, 이를 위해 스마트폰 기반의 소셜 로봇을 설계하고 구현하였다.

1. 서론

최근 관심을 모으고 있는 소셜 로봇(Social Robot)은 단순 반복 작업을 수행하는 로봇과 달리 사용자와의 상호작용에 초점을 맞추어 사회적인 행동이 가능한 로봇이다. 로봇은 크게 산업용 로봇과 서비스 로봇으로 나뉘며, 서비스 로봇은 전문서비스 로봇과 개인서비스 로봇으로 나뉜다.[1]

<표 1> 로봇의 분류[1]

로봇 분류	세부 용도별 분류
제조업용 로봇	Manufacturing
서비스 로봇	Field, cleaning, inspection, construction, logistics, medical, military, rescue, security, underwater, humanoid
	전문서비스 로봇
	Home tasks, entertainment(toy, hobby), handicap assistance
개인서비스 로봇	

이 분류에 따르면 소셜 로봇은 개인서비스 로봇에 속한다. 초기의 소셜 로봇은 주로 인간의 사회적 행동을 모방하는 데에 중점을 두었다. 얼굴 표정으로 드러나는 인간의 비언어적 의사소통을 모방하거나[2] 얼굴 표정뿐만 아니라 몸짓 및 공감 능력을 모방하기도 하였다.[3] 일본 AIST 에서 개발된 PARO 는 단순한 소셜 인터랙션을 제공하지만 기존의 동물 보조 심리 치료의 장점을 살려 환자와 노인들의

정서적 안정에 도움을 주는 서비스를 제공하였다. 실제 노인보호시설에서 PARO 를 활용한 로봇 치료요법연구를 실시한 결과 노인들의 우울증 치료에 효과가 있다는 연구 결과가 보고되었다.[4] 최근 MIT 에서 개발된 Dragonbot 과 Huggable 은 스마트폰을 활용한 소셜 로봇이다. Dragonbot 은 아이들의 학습을 돕는 소셜 로봇으로, 스마트폰에 내장된 카메라와 마이크를 입력장치로 사용하고 디스플레이를 통해 로봇의 얼굴 움직임을 표현한다. 또한 Dragonbot 은 동적으로 행동하기 위하여 인간과 유사한 감정 상태를 표현해야 한다고 주장하며, 입력에 따라 유발되는 감정 상태를 상이하게 하여 성격이 다른 로봇들을 제안하였다.[5] Huggable 은 곰인형 로봇으로 초기 개발 시 헬스케어, 교육, 소셜 커뮤니케이션의 분야에서 활용할 수 있도록 개발되었으나, 2014 년 스마트폰을 탑재하여 병원에서 어린이에게 두려움을 완화하는데 도움을 주기 위해 새롭게 개발되었다. [6]

Kismet, Leonardo 와 같은 초기 소셜 로봇들은 정서 및 인지 시스템에 기반한 자발적인 행동 결정 시스템을 기반으로 사회적 행동을 구현하는 데에 초점을 뒀으나[2][3], 최근의 소셜 로봇인 Dragonbot 과 Huggable 은 감정 표현 기능은 유사하지만 자발적 행동 결정모델보다는 원격 조종 기능에 초점을 두고 있다.[5][6] 로봇의 원격 조종은 상호작용의 현실감을

향상시키는 장점이 있지만 노동력의 소모가 크고 비효율적이라는 단점이 있다. 또한 소셜 로봇은 인간과 일회적인 상호작용보다는 지속적인 상호작용을 지향하므로[7] 소셜 로봇이 사용자에게 도움이 되는 정보와 서비스를 제공함으로써 상호작용의 지속성을 향상시킬 수 있다.

따라서 본 연구는 서비스 중심의 소셜 로봇에 동기 시스템에 기반한 행동 결정 모델을 제시하고, 이를 적용하여 사회적 행동과 서비스를 동시에 제공하는 소셜 로봇을 구현하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 제안하는 동기 시스템을 구체적으로 설명한다. 3 절에서는 본 연구에서 개발한 스마트폰 기반 소셜 로봇의 하드웨어 구성과 소프트웨어의 프레임워크 및 행동결정 모델을 적용한 결과를 설명하고 4 절에서 결론을 맺는다.

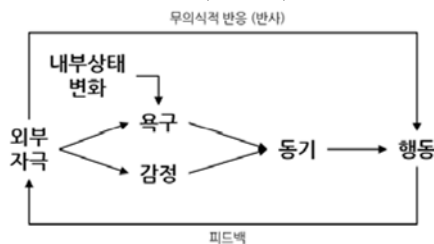
2. 서비스 기반의 소셜 로봇을 위한 동기 시스템

로봇이 행동을 자율적으로 결정하기 위해서는 행동 결정 모델이 필요하다. 이를 위해 본 연구는 감정과 욕구를 기반으로 한 동기 부여 모델을 제시한다.

2.1 욕구와 감정에 의한 동기 이론

동기란 행동을 일으키는 내적인 요인의 총칭이다. 심리학에서 욕구란 유기체가 내부의 부족함을 느끼는 상태로, 자연적으로 부족함을 채우려는 동기를 불러 일으킨다. 또한 James-Lange 이론에 따르면, 감정은 동기를 일으키는 원인으로 외부의 자극에 의해 발생하는 즉각적인 생리적 반응이다.[8] 다윈에 따르면 감정은 신경이 근육을 자극해 나타나는 얼굴 표정으로 표현되며 인간을 포함한 동물은 분노, 행복, 슬픔, 혐오, 공포, 놀람의 보편적 감정이 있다고 설명한다.[9]

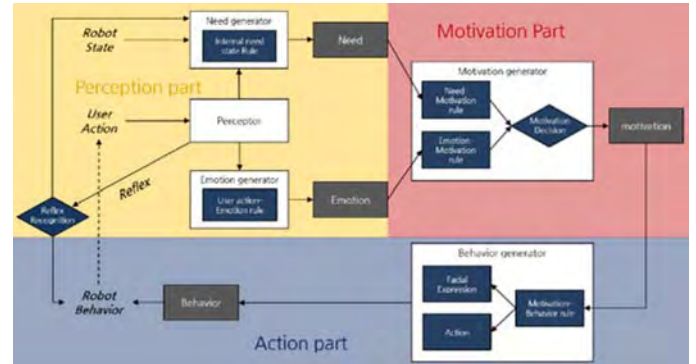
욕구와 감정은 모두 행동을 일으킨다. 욕구는 내부의 상태가 만족될 때까지 지속되나, 감정은 시간이 지나면서 급속히 약해진다. 욕구는 신체의 내부적 요구를 반영하는 반면, 감정은 외부 자극에 대한 반응이다. 이러한 심리 현상을 기반으로 로봇 동기부여 시스템의 개념적 모델을 (그림 1)과 같이 구성하였다.



(그림 1) 동기 부여 시스템의 개념적 모델

2.2 동기 시스템 기반 로봇 행동 결정 모델

로봇의 행동 결정 모델은 물리적인 로봇과 독립적으로 로봇의 행동을 설계할 수 있도록 한다. 동기부여 시스템을 적용하여 사용자와 로봇간의 비언어적 의사소통을 가능하게 함으로써 사용자는 로봇과 더 긴밀하고 지속적으로 상호작용할 수 있다.[7] 동기 시스템 기반 로봇 행동 결정 모델은 인식부, 동기부여부, 행동부로 구성된다.



(그림 2) 동기 시스템 기반 로봇 행동 결정 모델

인식부는 로봇의 내부 상태 및 외부 자극인 사용자의 행동을 인식하여 로봇이 받아들일 수 있는 형태의 값으로 치환한다. 또한 로봇 내부에 정해진 감정 및 욕구 규칙에 따라 감정 및 욕구를 유발하는지 검사한다. 사용자의 특정 행동은 로봇의 무의식적인 반사 반응을 일으키며, 반사 반응의 누적은 로봇의 휴식 욕구를 자극한다. 동기부여부는 인식부에서 로봇의 감정 및 욕구가 유발되었을 경우 로봇 내부에 정해진 규칙에 따라 동기를 선택한다. 심리적 특성상, 욕구 동기는 감정 동기보다 우선적으로 선택된다. 행동부는 동기별 얼굴 표정과 행동을 정의하고 이를 출력한다. 이러한 로봇의 행동은 사용자의 행동을 유발하는 피드백 기제가 될 수 있다.

로봇의 감정 동기는 외부 입력에 대응해 즉각적으로 발생하며, 욕구 동기는 외부 입력에 따라 내부 상태가 변한다. 내부 상태가 불만족할 때 욕구 동기가 발생한다. Maslow의 욕구 위계이론[11]에 따라 욕구는 우선순위가 있는 것이 자연스럽다고 판단하여 하위 욕구가 불만족하면 상위 욕구 동기는 무시된다.

3. 노인을 위한 스마트폰 기반의 소셜 로봇 구현

3.1 개발 배경

한국의 장노년층 스마트폰 사용자 수는 점점 늘고 있다. 2014년 한국인터넷진흥원 인터넷 이용 실태조사에 따르면 만 60세 이상의 인터넷 이용률은 32.8%로 절반 이상(55.1%)이 인스턴트 메시지를 이용하는 것으로 나타났다. 이는 전년 대비 6.5%p 증가한 것으로, 인스턴트 메시지 이용자의 대부분(97.2%)이 스마트폰으로 메시지를 이용한다고 보고된 바, 고령층 스마트폰 사용자가 점점 증가하고 있다는 것을 보여준다. 하지만 2015년 LG 전자가 50~70세 중·장년층 60명을 대상으로 스마트폰 이용 실태를 두 달여간 조사한 결과, 대다수는 스마트폰의 단순한 기능도 자유롭게 사용하지 못하고 있었다. 또한 통신사들은 피쳐폰에 대한 서비스를 점차 줄여나가고, 실제로 피쳐폰을 스마트폰으로 바꿔주는 다양한 정책을 펴내고 있다.[11] 이에 따라 많은 노인들은 원치 않아도 스마트폰과 마주하게 되는 일을 겪고 있다.

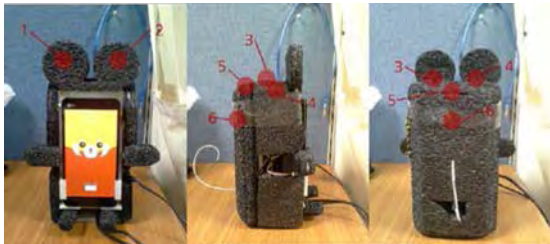
한편 2013년 정보화진흥원 장노년층 정보격차 실태조사에서 스마트폰 비이용 이유를 조사한 결과, 절반 이상이 스마트폰의 이용 방법 및 활용도를 모르기 때문이라고 답했다. 노인의 스마트폰 이용수준 및 이

용도유형도는 삶의 만족도에 직접적으로 영향을 미치는 요인이므로[12], 본 연구는 노년층 스마트폰 사용자의 스마트폰 이용 수준을 높이기 위해 가장 직관적인 음성 인터페이스로 스마트폰을 조작할 수 있는 서비스를 제공하고 사용자와 로봇이 장시간 상호작용하도록 동기부여 시스템을 도입하여 스마트폰 기반의 소셜 로봇 ‘SSEM(Smartphone-based Social robot for the Elderly with Motivation system)’을 구현하였다.

3.2 하드웨어 설계

SSEM 은 디스플레이와 압력센서를 통해 사용자의 물리적 상호작용을 인식하며, 스피커로 사용자의 음성을 듣고 인식한다. 동기 시스템을 통해 동기가 결정되면 디스플레이와 모터로 출력된다. 즉 SSEM 은 크게 처리기 및 입출력 장치인 스마트폰과 센서 입력 및 모터 출력을 처리하는 아두이노 보드로 구성된다.

로봇을 만지는 사용자의 행위를 측정하기 위해 사용한 FSR 센서는 약 20g 부터 10kg 까지의 압력을 측정한다. 로봇을 만지는 사용자의 의도를 명확히 반영하기 위해 자주 접촉되는 위치를 중심으로 (그림 3)과 같이 양 귀와 머리, 등, 그 사이에 총 6 개의 센서를 내장하였다.



(a)정면 (b)측면 (c) 후면
(그림 3) SSEM 압력센서 위치 선정

경험적으로 총 센서 값의 합이 2500 을 넘지 않으므로 3 으로 나누어 스마트폰과 통신 시 0~1023 사이의 값을 유지하여 신뢰도를 유지하였다.

로봇의 양 팔과 다리 및 꼬리는 5 개의 서보 모터로 움직인다. 모터를 고정시키기 위한 부품과 모터 혼을 연장하기 위한 부품을 제작하였다. 모터는 동기에 따라 각기 다른 정도로 방향과 속도를 달리하여 움직이도록 설계되었다.

3.3 외형 디자인

외형은 스마트폰, 아두이노 보드, 기관과 프레임, 압력 센서의 센싱을 위한 내피, 그리고 심미성과 원활한 상호작용을 위한 외피로 구성되어 있다.

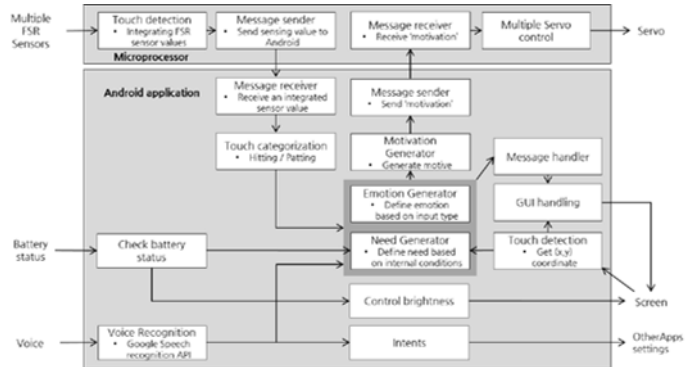
로봇 프레임은 3D 프린터로 제작하였다. 프레임 외부에는 원활한 압력 센싱을 위한 내피를 제작하였다. 로봇 외형은 동물의 형태로 연출하기 위하여 인공 털로 만든 외피를 부착하였다. 일반적으로 사람들은 기분에 따라 애완동물에게 접촉하는 행동을 달리하여 의도를 전달하므로 접촉을 통한 상호작용은 의사소통의 중요한 수단 중 하나이다.[13][14] 즉, 동물을 닮은 외형으로 사용자가 로봇과 친밀하게 상호작용할 수 있도록 하였다.



(a)프레임 (b)내피 (c)외피
(그림 4) 외형 디자인 단계별 결과

3.4 소프트웨어 설계

SSEM 의 행동은 사용자 행동에 따른 반사 반응과 감정에 동기화된 행동, 내부 상태의 변화에 따른 욕구 행동의 세 가지로 구성된다. 이를 위해 사용자는 로봇과 접촉하거나 음성으로 명령한다.



(그림 5) 로봇 행동결정 소프트웨어 프레임워크

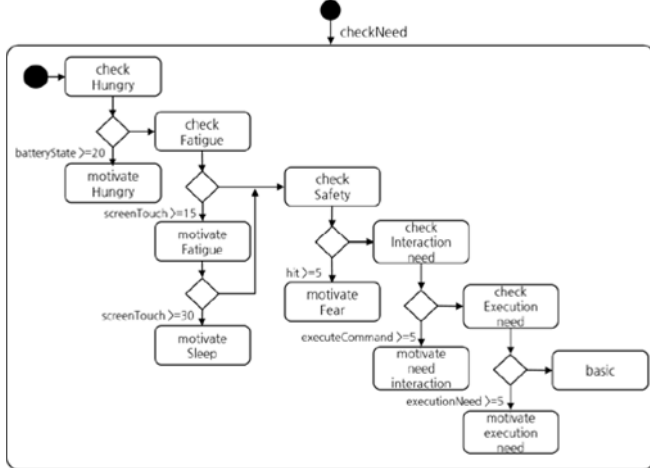
SSEM 은 2 절의 동기시스템에 기반하여 행동을 결정한다. 욕구는 우선순위가 높은 순서대로 식욕, 휴식 욕구, 안전욕구, 애정욕구, 명령수행욕구를 갖는다. 사용자의 행동 및 로봇의 내부 상태에 따라 각각의 욕구는 증감하며, 내부적으로 정해진 불만족 기준을 만족하면 욕구 동기가 유발되어 행동한다. 식욕은 스마트폰의 배터리 상태에 의해 결정된다. 배터리가 20% 이하일 때 식욕 동기가 유발되어 다른 모든 사용자 행동에 대한 반응이 식욕 동기로 나타난다. 또한 식욕을 화면 밝기로 표현하여 사용자가 로봇의 상태를 알 수 있도록 한다. 휴식욕구는 반사반응에 연동한다. 안전욕구는 사용자와 로봇의 물리적 접촉 강도에 따라 증가 또는 감소하며, 애정욕구는 사용자의 긍정적인 사회적 상호작용에 의해 증가하며 사용자의 일방적 명령에 의해 감소한다. 마지막으로 명령수행욕구는 일정 시간 내에 명령수행이 없으면 증가하고, 명령을 수행하면 감소한다.



(a)hungry (b)sleepy (c)sleep (d)need love (e)need instruction (f)fear (g)angry (h)joy (i)sorrow (j)surprise

(그림 6) 동기에 따른 행동(로봇 얼굴 표정)

SSEM 은 외부 자극에 대한 즉각적 반응으로 감정을 표현한다. 로봇은 기본 감정 이론[15]을 기반으로 기쁨(joy), 슬픔(sorrow), 두려움(fear), 놀람(surprise), 화남(anger)을 표현한다. 기본 감정 중 하나인 역겨움(disgust)은 서비스 로봇이 표현하기에는 부적절하다고 판단하여 제외하였다. 두려움(fear)은 안전욕구동기의 발현으로 나타나는 감정동기로 정의된다. 특정 시점에 욕구 동기와 감정 동기가 동시에 유발되면 욕구 동기가 감정 동기보다 높은 우선순위를 갖는다.



(그림 7) SSEM 계층적 욕구동기 검사 구조도

SSEM 과의 상호작용에 의한 물리적 접촉은 FSR 센서에서 감지되며 아두이노 보드에서 측정하여 스마트폰에 전달된다. 이는 측정값의 범위에 따라 쓰다듬기 또는 때리기로 구분하여 각각 기쁨(joy)또는 슬픔(sorrow) 동기를 발생시킨다. 동기는 스마트폰 화면을 통해 해당하는 얼굴 표정으로 표현된다.

SSEM 에서 무의식적 반응, 즉 반사반응 입력은 얼굴 터치(화면터치)로 구현하였다. SSEM 은 사용자가 터치한 디스플레이 위치를 인식하여 눈동자를 움직임으로써 반사적으로 반응한다. 외부자극인 화면 터치는 휴식 욕구를 증가시켜 특정 횟수 이상의 누적된 반사 반응은 휴식 욕구 동기를 발생시킨다.

사용자의 음성성은 스마트폰이 제공하는 STT(Speech To Text)서비스를 활용하여 의미 있는 단어를 기준으로 의미를 파악한다. 로봇은 이를 바탕으로 명령을 수행하거나 사회적 행동을 표현한다.

<표 2> 자극-행동 표

입력 형태	입력 종류	감정	욕구
음성	긍정적 상호작용	기쁨	애정욕구-1
	부정적 상호작용	화남	
	이름 부르기	놀람	애정욕구+1
	명령		명령수행욕구-1
접촉	쓰다듬기	기쁨	안전욕구-1 애정욕구-1
	때리기	슬픔	안전욕구+1 휴식욕구-5
	얼굴터치		휴식욕구+1
내부 상태	배터리 1%감소		식욕+1
	1분 경과		명령수행욕구+1

4. 결론

본 논문에서는 소셜 로봇이 감정과 욕구를 반영하여 행동을 결정하도록 동기부여시스템을 제안하고, 이를 소셜 로봇의 스마트폰 사용을 돕는 서비스에 적용하였다. 이를 위해 스마트폰 기반 소셜 로봇을 개발하였다. 동기부여 시스템을 서비스 기반의 소셜 로봇에 적용함으로써 단순히 명령을 수행하는 로봇에서 로봇 자체가 욕구와 감정을 가지게 되어 더 재미있고 활발한 상호작용이 일어날 수 있도록 하였다. 향후 연구로는 동기부여시스템으로 구현된 서비스 기반의 소셜 로봇과 동기부여시스템 없이 구현된 서비스 기반의 소셜 로봇의 사용성을 비교함으로써 제안된 동기 시스템의 효과를 검증할 계획이다.

참고문헌

- [1] IFR(International Federation of Robotics), from <http://www.ifr.org/>
- [2] Breazeal, Cynthia. "Emotion and sociable humanoid robots." *International Journal of Human-Computer Studies* 59.1 (2003): 119-155.
- [3] Thomaz, Andrea Lockerd, Matt Berlin, and Cynthia Breazeal. "An embodied computational model of social referencing." *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication(ROMAN)* 2005.
- [4] Wada, Kazuyoshi, et al. "Effects of three months robot assisted activity to depression of elderly people who stay at a health service facility for the aged." *SICE Annual Conference*. 2004.
- [5] Setapen, Adam Adam Michael. *Creating robotic characters for long-term interaction*. Diss. Massachusetts Institute of Technology, 2012.
- [6] Jeong, Sooyeon, et al. "Designing a socially assistive robot for pediatric care." *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, 2015.
- [7] Kidd, Cory David. "Designing for long-term human-robot interaction and application to weight loss." (2008).
- [8] Lange, Carl Georg, and William James. *The emotions*. Hafner Pub. Co., 1967.
- [9] Darwin, Charles, Paul Ekman, and Phillip Prodger. *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA, 1998.
- [10] Maslow, Abraham Harold, Robert Frager, and Ruth Cox. *Motivation and personality*. Eds. James Fadiman, and Cynthia McReynolds. Vol. 2. New York: Harper & Row, 1970..
- [11] 유은영, "피쳐폰 시대 폐막...노인들 스마트폰 사용 불가피", *백세시대*, 374 호, 2013.06.14, <http://www.100ssd.co.kr/news/articleView.html?idxno=23275>
- [12] 강월석, 김명숙, 고재욱. "스마트폰 정보 활용과 이용성도가 노인의 삶의 만족도에 미치는 영향." *한국노년학* 33.1 (2013): 199-214.
- [13] Stiehl, Walter Dan, and Cynthia Breazeal. "Affective touch for robotic companions." *Affective Computing and Intelligent Interaction*. Springer Berlin Heidelberg, 2005. 747-754.
- [14] Iwata, Hiroyasu, and Shigeki Sugano. "Human-robot-contact-state identification based on tactile recognition," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* 52.6 (2005): 1468-1477.
- [15] Ekman, P. "Emotion in the human face," Cambridge University Press. Cambridge, MA (1982).