

기반의 소셜 로봇을 이용한 조현병 환자의 감정 인지치료 시스템 설계 및 구현

, 손세진, 전수완, 조예본¹⁾, 이강희²⁾

Design and Implementation of Emotional Cognitive Treatment System for Schizophrenics Using Mobile-based Social Robot

Da-Hee Kim, Se-Jin Son, Soo-Wan Chun, Ye-Bon Cho¹⁾, Kang-Hee Lee²⁾

약

논문은 조현병 환자를 위한 감정 인지 치료 시스템을 제안하고 이를 모바일 소셜 로봇에 적용해 실제 구현한다. 사용자의 뇌파 신호에 따른 감정 자극과 임의로 설정한 다섯 가지 자극 상황으로 총 여덟 가지 자극 상황을 설정한다. 이를 다시 PICTURE, EEG, TOUCH의 세 가지 분류로 상징화하여 소셜 로봇의 신경 시스템을 설계한다. 본 시스템을 통해 발현되는 소셜 로봇의 감정 상태는 사용자에게 상황에 따른 감정의 당위성을 부여하고 자신의 감정을 직면시켜 준다. 결과적으로 해당 소셜 로봇과 상호작용으로 조현병 환자의 감정 인식 및 공감 능력 향상이 목적이다.

핵심어 : 소셜 로봇, 조현병, 감정 인지 치료, 뇌파, 모바일

Abstract

In this paper, we propose an emotional cognitive treatment system for schizophrenics and apply it to mobile social robot. Eight emotional situations are set by emotion stimulation according to user's brain wave signal and 5 kinds of randomly set stimulation situations. This is symbolized by PICTURE, EEG, and TOUCH, and design the nervous system of social robot. Expressed emotional state of the social robot through this system gives user the right of emotions according to the situation and make user to confront his emotions. As a result, it is aimed to improve the emotional awareness and empathy of the schizophrenics by interacting with the social robot.

Keywords : Social Robot, Schizophrenia, Emotional Cognitive Treatment, Brain Wave, Mobile

1.

조현병은 사회 인지 장애가 크게 나타나는 정신 질환이다. 이는 약물 치료 이외의 치료가 매우

¹ 369 Global School of Media, Soongsil Univ., Sangdo-Ro, Dongjak-Gu, Seoul, South Korea

email: sefide36@gmail.com, thstpwlsq@gmail.com, cswan713@gmail.com, bonejo@gmail.com

² (Corresponding Author) 369 Global School of Media, Soongsil Univ., Sangdo-Ro, Dongjak-Gu, Seoul, South Korea

email: kanghee.lee@ssu.ac.kr

* 논문은 예술인문사회융합멀티미디어논문지의 지원으로 작성되었습니다.

불가능하다고 생각되어 왔다. 하지만 약물 치료는 여러 부작용들을 야기하기 때문에 새로운 치료 방법이 필요하다. 따라서 본 논문은 많은 사회 인지 장애 중 감정 인식 장애에 초점을 맞춰 환자의 감정을 시각적으로 보여주는 소셜 로봇 시스템을 설계 및 구현한다. 본 시스템에서는 뇌파 측정 데이터를 이용하여 환자들의 감정 시스템을 설계하고 이를 소셜 로봇에 주입한다. 그리고 8가지의 상황을 설정해 로봇이 그에 맞게 반응하도록 한다. 이를 통해 환자에게 상황에 따른 감정의 당위성을 느끼게 하고 환자의 감정을 직면시켜 주어 인지 능력을 향상시키는 것이 목적이다[1,2].

2 연구

2.1 로봇

최근 인공지능에 대한 관심이 증가함에 따라 인공지능과 연계된 로봇 기술에 대한 기대와 관심도 증가하였다. 대표적인 사례로 소셜 로봇을 들 수 있다. 소셜 로봇이란 단순히 반복적인 작업 혹은 사람이 하기 힘든 육체적인 일을 수행하는 로봇이 아닌 사람이나 다른 존재와 교류하며 일상적인 의사소통과 교감을 나누고 상대의 행동에 적응해가는 사회적인 행동이 가능한 감성 중심의 로봇이다[3].

<그림 1>은 2011년도에 일본 산업 기술 총합 연구소(AIST)에서 개발한 세계 최초의 감성치료 로봇 파로(PARO)이다. 파로는 사람에게 정서적 안정, 마음의 즐거움, 그리고 편안함을 제공한다. 연구 결과에 따르면 파로는 사용자의 스트레스를 낮추고 치매환자를 돕는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 파로는 형성된 행동시스템을 기반으로 행동 계획을 세우며 예상치 못한 자극에 대한 반응을 눈동자와 머리, 팔, 꼬리를 이용한 동적을 통해 나타낸다. 파로를 다정하게 어루만지거나 포옹을 하게 되면 긍정적인 반응을 받고 때리게 되었을 때에는 부정적인 반응을 얻게 된다. 이 외에도 부끄러워하는 등의 다양한 감정표현을 통해 사용자와의 공감적 상호작용을 한다. 파로는 실제 심리 치료 방법에서 주요 쓰이는 세 가지 요소인 감각(시각, 청각, 촉각), 감정(공감), 인터랙션(모방)을 통해 사용자들의 정신적 안정감과 심리적인 치유를 유도한다[4].

본 프로젝트의 무지봇은 자극에 대한 반응을 얼굴표정 그리고 행동으로써 나타내며 때리거나 쓰다듬을 경우엔 상황에 따른 반응을 보인다. 또한, 사용자의 공감각적 상호작용을 이끌어내기 위해 생리욕(수면욕, 식욕)을 넣었다. 무지봇은 감각(시각, 촉각), 감정(공감), 인터랙션(모방)의 세 가지 치유 요소를 기반으로 설계되었다.



[1] 감성 소셜 로봇 파로(PARO)

[Fig. 1] Emotion Social Robot PARO

2.2 신호(EEG)

신호는 감정을 인식할 수 있는 주요 기술 중 하나이다. 뇌에서 발생하는 전기신호를 뇌파 신호(EEG:Electroence phalogram, 이하 EEG)라 하는데, 특정 시점의 뇌의 특정 지점에서 발생하는 전기운동으로 기록된 뇌 활동을 측정하는 방법이다. EEG는 진동하는 주파수의 범위에 따라 인위적으로 델타파(3Hz 이하), 세타파(4-7Hz), 알파파(8-12Hz), 베타파(13-30Hz), 감마파(30Hz 이상)으로 구분하여 부른다. 델타파와 감마파는 주로 무의식 상태 또는 불안, 흥분 시에 나타나며 정상인이 긴장하거나 특정 과제에 주의를 집중하여 정신활동을 할 때에는 베타파가 활성화되고, 대뇌가 안정되고 이완된 상태에서는 알파파가 나타난다. 세타파는 사물에 적극적으로 몰입할 때, 지적인 주의 집중, 높은 각성 수준을 유지하는 기능과 밀접한 관련이 있고 즐겁거나 불안 상태 또는 졸고 있는 상태에서 나타난다. 외부 정보에 주의 집중 시에는 베타파가 우세하고 내적 경험에 주의를 집중하여 사고하는 경우에는 세타파가 우세하게 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 이용하여 사용자의 감정을 신호의 수치 정보로 구별할 수 있다[5, 6].

2.3 조현병

사회인지란 타인의 감정, 의도, 행동 등을 지각하고 해석하고 반응하는 과정, 즉 사회적 상호 작용과 연관된 기능을 의미한다. 조현병은 이러한 사회 인지 장애를 보이는 신경정신과 영역의 대표적 질환으로 환자 대부분이 만성적인 경과를 보이며 증상이 자주 재발한다. 때문에 환자의 증상을 완화하는 것 뿐 만 아니라 환자의 개인적 사회적 삶의 질을 높이는 것이 중요하다[7]. 약물치료가 기본적으로 증상을 조절하는데 효과적인 것으로 입증되었지만 약물 치료만으로는 언어능력 감소나 이해능력 저조 및 퇴행된 행동 양상이나 사회적 고립, 사회기술 부족 등을 완화시킬 수 없으며 부작용 문제 또한 간과할 수 없다[8].

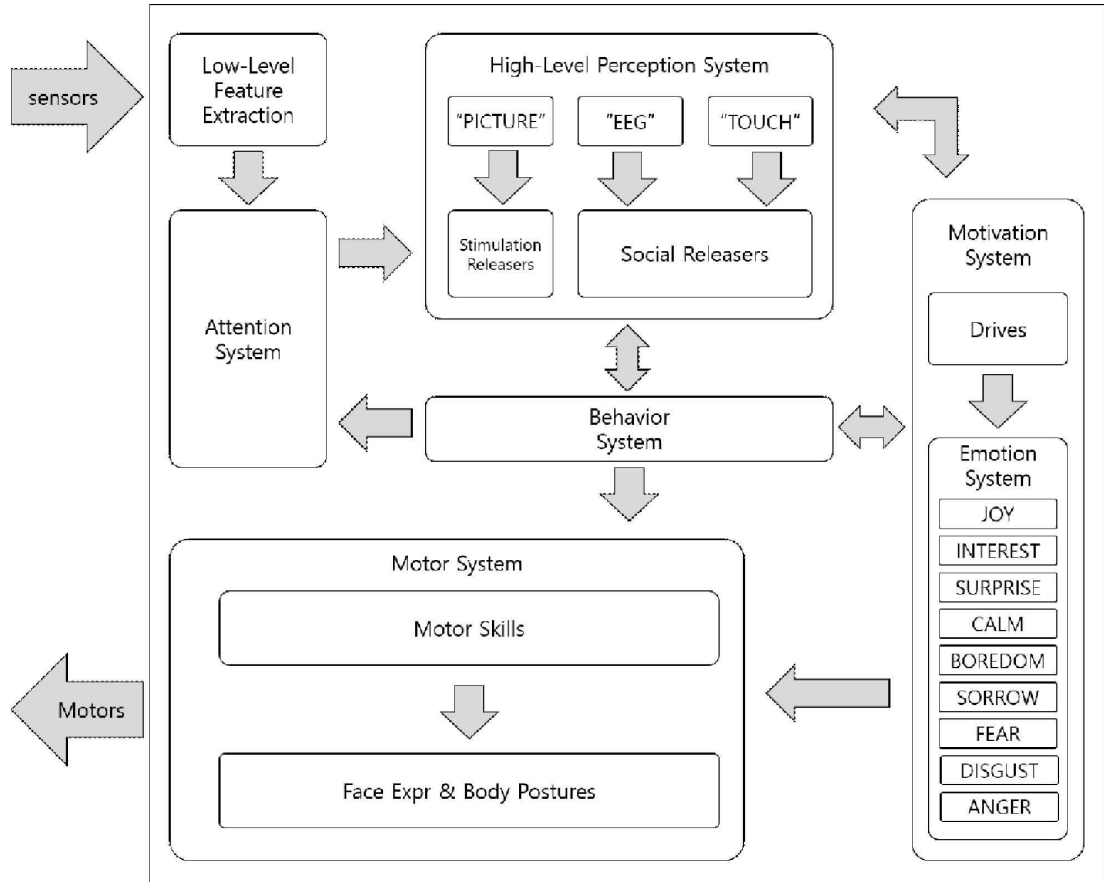
기기가 널리 보급되면서 멀티미디어 자료를 이용한 조현병의 정서 문제와 관련된 연구나 사회 재활을 위한 프로그램이 많이 활용되고 있다. 조현병 환자에게 멀티미디어를 활용한 치료를 할 경우, 기존의 딱딱하고 형식적인 치료와는 달리 환자들의 주의와 흥미를 끌고 동기가 유발되어 치료 받은 내용을 보다 효율적으로 수용하게 한다. 멀티미디어를 활용한 사회 인지 치료가 조현병환자의 사회예측력을 향상시킨다는 결과가 보고되었다. 최근 조현병 환자를 대상으로 한 얼굴 표정 동영상을 이용한 집단 치료가 그렇지 않은 집단에 비해 사회성 기술이 향상되었고 환자의 자존감과 대인관계를 향상시키는데 도움이 되었다고 나타났다[9]. 본 프로젝트에서는 모바일 소셜 로봇을 활용한 치료를 통해 사용자의 흥미를 유발하고 소셜 로봇의 행동과 표정을 통해 사용자의 인지와 행동 영역에 도움을 주고자 한다.

3. 로봇을 이용한 조현병 환자 치료 시스템 설계

3.1 정의

조현병을 앓고 있는 환자들은 전 세계적으로 증가하고 있는 추세이다. 조현병 환자들은 사회적 기능의 수행 능력이 부족해 여러 인지치료를 필요로 한다. 이를 위해 주로 약물 치료가 시행되는데 이는 환자들은 경련, 지연성 운동장애 등의 다양한 부작용을 야기한다. 뿐만 아니라 과다 복용 시 인지기능이 더 저하될 수 있다. 때문에 환자들에게 비약물적 치료를 하는 것은 중요한 문제이다. 따라서 본 논문에서는 조현병 환자를 대상으로, 뇌파 측정 데이터를 활용한 소셜 로봇 기반의 감정 인식 치료 시스템을 제안한다[10].

3.2 소셜 로봇을 이용한 조현병 환자 치료 시스템 설계



[2] 전체 시스템 설계 블록

[Fig. 2] Entire System Design Block

(MujiBot)은 시각 센서와 촉각 센서를 이용한다. 각각의 센서로 들어온 데이터는 Low-Level Feature Extraction System에서 수치화 되어 Attention System으로 데이터가 전달된다. Attention System은 특별하게 두드러지는(saliency) Low-Level의 인식 자극들을 선별해내고 로봇이 그곳을 집중하게 한다. High-level Perception System은 Low-level Feature Extraction으로부터 두 가지 이상의 센서 수치 값을 받아와서 이를 종합하여 사용자의 상황을 인지하고 이를 상징화한다. 본 논문은 ‘사용자가 때린다’, ‘사용자가 주목 시킨다’, ‘사용자가 좋아하는 사진을 보여 준다’, ‘사용자가 싫어하는 사진을 보여 준다’, ‘사용자가 차분한 사진을 보여 준다’, ‘사용자의 감정이 행복하다’, ‘사용자의 감정이 슬프다’, ‘사용자의 감정이 화난다’로 소셜 로봇이 처할 수 있는 자극 상황을 설정한다. 8가지 상황에 대한 자극을 상징화한 그림은 아래와 같다.

VISUAL SENSOR		
{	PICTURE_LIKE	사용자가 좋아하는 사진을 보여준다.
	PICTURE_TREATMENT	사용자에게 마음을 집중시키는 차분한 느낌의 사진을 보여준다.
	PICTURE_DISLIKE	사용자가 싫어하는 사진을 보여준다.
<hr/>		
{	EEG_HAPPY	사용자의 감정이 행복하다는 것을 나타내는 뇌파 신호를 보여준다.
	EEG_SORROW	사용자의 감정이 슬프다는 것을 나타내는 뇌파 신호를 보여준다.
	EEG_ANGER	사용자의 감정이 화났다는 것을 나타내는 뇌파 신호를 보여준다.
<hr/>		
TACTILE SENSOR		
{	BODY_TOUCHED	사용자가 목록 두드리서 예매해준다.
	BODY_SWIPED	사용자가 때리는 행동이다. 스와이프를 통해 표현한다.

[3] 사용자가 직면하는 상징화된 여덟 가지 상황

[Fig. 3] Eight Symbolized Situations User Faces

8 상황은 각각 PICTURE, EEG, TOUCH로 분류된다. 각각의 행동과 감정 반응은 관련된 releaser를 가지는데 PICTURE와 EEG는 Social Releaser, TOUCH는 Stimulation Releaser로 사용자의 상황 object를 판단한다. 판단 후에 센서의 값을 위 표와 같이 상징화한다. 이 과정을 거쳐 인지된 상황의 gain값은 Motivation System으로 전달된다.

Motivation System은 High-level Perception System으로부터 인지된 상황을 전달 받는다. 이는 로봇의 상태를 조절, 유지하고 값에 따른 감정 상태를 판단한다. 이 시스템은 드라이브와 감정 상태를 포함한다. 드라이브는 항상성 조절 메커니즘에 기반 하여 설계되었고 로봇이 언제 어떤 행동을 할지 활성화하고 결정 하는 데에 중요한 역할을 한다. 본 시스템의 항상성 조절을 위한 Habituation effect는 7초로 설정되어 있다. 이는 하나의 자극이 7초 동안 발현 되면 감정들의 gain값들이 기본값으로 돌아가려는 성질을 지닌다.


감정 상태는 기능적 관점에 기반 하여 설계되었다. 무지봇은 상황에 따라 감정 상태를 판단하게 된다. 무지 봇의 감정 상태는 ANGER, DISGUST, FEAR, JOY, SORROW, SURPRISE의 여섯 가지 기본 감정 모델과 INTEREST, CALM, BOREDOM의 세 가지 각성 기반 감정 모델로 설계되었다. Perception System으로 부터 받은 gain값은 상황에 따라 모두 다르다. 본 시스템에서는 활성화 정도를 70으로 설정했다. 각 감정들의 gain 값이 70을 넘게 되면 그 중에 랜덤으로 한 감정을 선택하고, 선택된 감정은 Behavior System으로 전달된다.

	JOY	BOREDOM	INTEREST	SURPRISE	SORROW	CALM	FEAR	DISGUST	ANGER
PICTURE_LIKE	0.5	-0.3	0.5	0.1	-0.3	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3
PICTURE_DISLIKE	-0.3	0.3	-0.3	-0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.5
PICTURE_TREATMENT	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	-0.1
EEG_HAPPY	0.5	-0.1	0.1	0.1	-0.5	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
EEG_SORROW	-0.5	-0.1	0.1	0.1	0.5	-0.1	0.1	0.1	0.2
EEG_ANGER	-0.2	-0.1	0.1	0.3	0.2	-0.1	0.1	0.1	0.3
BODY_TOUCHED	0.2	-0.5	0.5	0.2	-0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.1
BODY_SWIPED	-0.2	-0.1	0.1	0.5	0.2	-0.2	0.5	0.2	0.5

[1] 상황에 따른 gain 값

[Table. 1] Gain value depending on the situation

Behavior System Motivation System으로부터 상황에 따른 감정을 받아온다. 이 시스템은 입력 값으로 받아온 사용자의 감정에 맞는 행동 목록을 판별하고, 목록 중에 소셜 로봇이 보여주어야 할 행동을 선택하여 Motor System으로 내보낸다. 본 논문에서는 하나의 감정마다 3가지의 행동 목록을 갖는다. 사용자의 감정이 ANGER일 경우, Behavior System은 화남을 표현하는 3가지의 행동들의 목록들을 판별하고, 이에 따라 3가지 행동 목록들 중에 하나를 결정하여 Motor System으로 전달한다. 또한 Behavior System에서는 다른 감정들보다도 우선순위를 가지는 생리 욕을 결정한다. 본 시스템에서 생리욕의 종류로는 수면욕(졸립)과 식욕(배고픔)이 있다. 생리욕은 감정과 다르게 Motivation System을 거치지 않고 시간에 따라 스스로 표현하고 해결한다. 3시간이 지날 때마다, 수면욕이 발생하고 졸린 상태는 20초 동안 무조건 지속된다. 그리고 배고픔은 4시간에 한 번씩 10초 동안 나타난다. Motor System은 출력 양상을 조정함으로 목적을 달성하는 시스템이다. 이는 Behavior System으로부터 받아온 행동을 Motor가 실행하도록 한다. 본 논문에서 소셜 로봇은 얼굴 표정과 몸짓을 이용하여 자극에 대한 반응을 보여준다.

상황	감정	행동
아무 자극도 없다	BOREDOM, CALM, NORMAL	
사용자의 감정이 행복하다	JOY	
사용자의 감정이 슬프다	SORROW	
사용자의 감정이 화난다	ANGER, SURPRISE	
사용자가 때린다	FEAR, ANGER, SURPRISE	
사용자가 주목 시킨다	INTEREST	
사용자가 좋아하는 사진을 보여준다	JOY, INTEREST	
사용자가 싫어하는 사진을 보여준다	DISGUST, ANGER	
사용자가 차분한 사진을 보여준다 (미술 치료)	CALM, INTEREST	

[2] 상황에 따른 감정과 행동

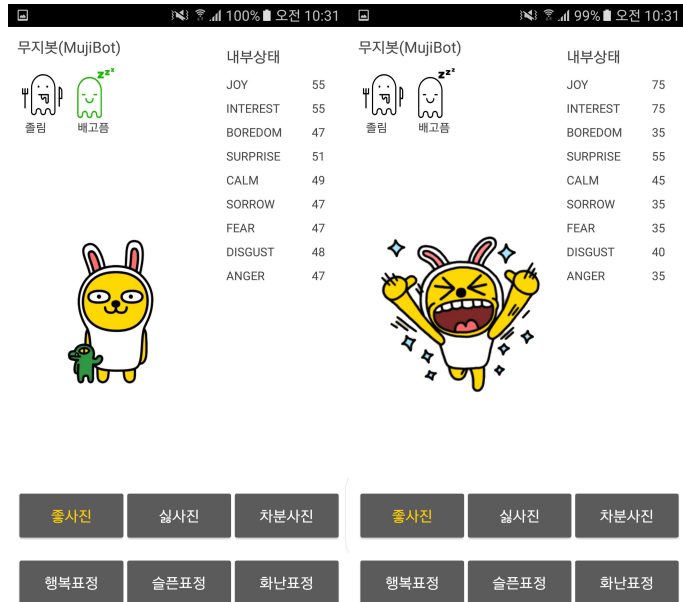
[Table. 2] Emotion and Behavior depending on the situation

4.

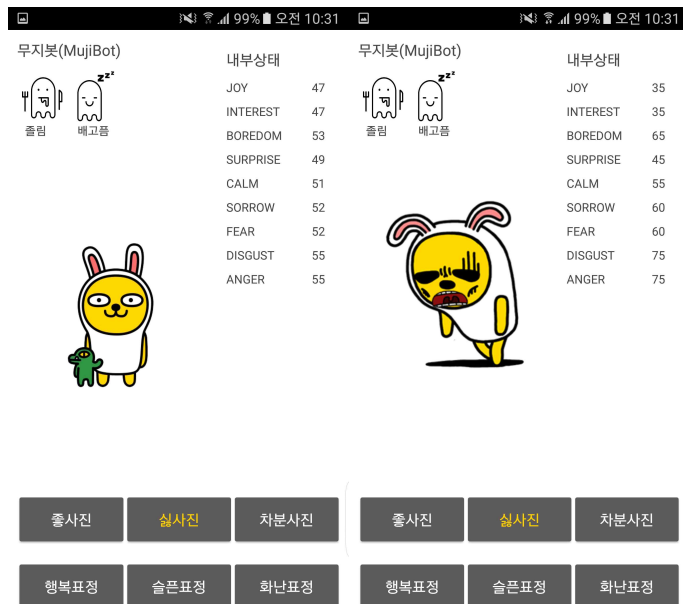
4.1 1 : Stimulation Releaser(PICTURE)

좋아하는 사진, 싫어하는 사진, 차분한 사진 중에 하나를 선택하여 보여주면 Button의 ID값을 이용하여 Perception System에서 자극을 판단한다. 자극이 PICTURE이므로 Stimulation Releaser로 분류된다. 분류된 후엔 센서의 값은 각각 자극의 종류에 따라 PICTURE_LIKE, PICTURE_DISLIKE, PICTURE_TREATMENT로 상징화된다. 사용자가 주는 자극에 따른 gain값을 Motivation System에 전달한다. Motivation System에서는 버튼이 ON으로 되어있는 동안 1초에 한번 씩 Perception System의 해당 함수를 불러와 선언해 놓은 내부감정 변수에 gain값을 더해준다. 만약 버튼이 habituation인 7초 이내에 OFF되거나 7초가 지나면 중지한다. 상황에 따라 gain 값이 다르게 설정 되어있기 때문에 계산된 gain이 활성화 정도 값 70을 넘으면 감정을 랜덤으로 선택한다. 이 때, 70을 넘은 감정들 중에 가장 큰 감정 gain값과 10이상 차이나는 감정들은 배제를 시키면서 감

우선순위를 매긴다. 이런 과정을 거쳐 선택된 감정을 Behavior System에 전달한다. 이 시스템에서 받은 감정과 행동을 매치 시키며 감정 목록들 중 하나를 랜덤으로 결정하여 Motor System에 전달하고 view에서 보여준다.

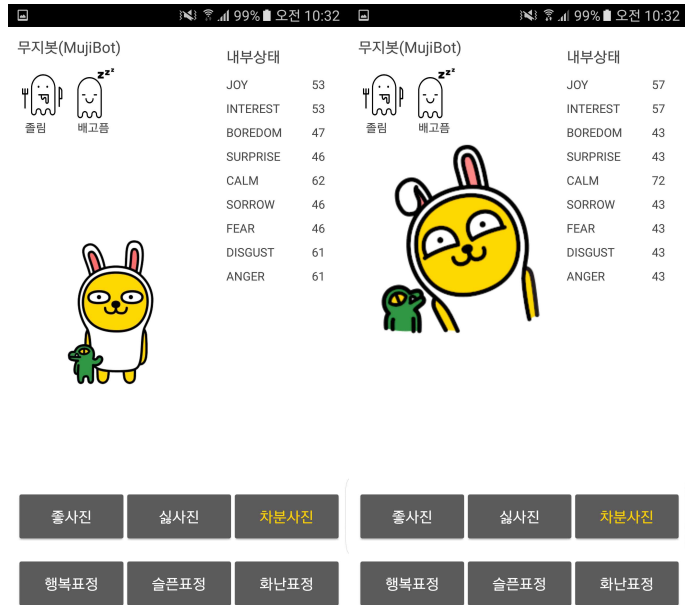


[4] 좋아하는 사진을 보여줬을 때
[Fig. 4] PICTURE_LIKE



[5] 싫어하는 사진을 보여줬을 때

[Fig. 5] PICTURE_DISLIKE



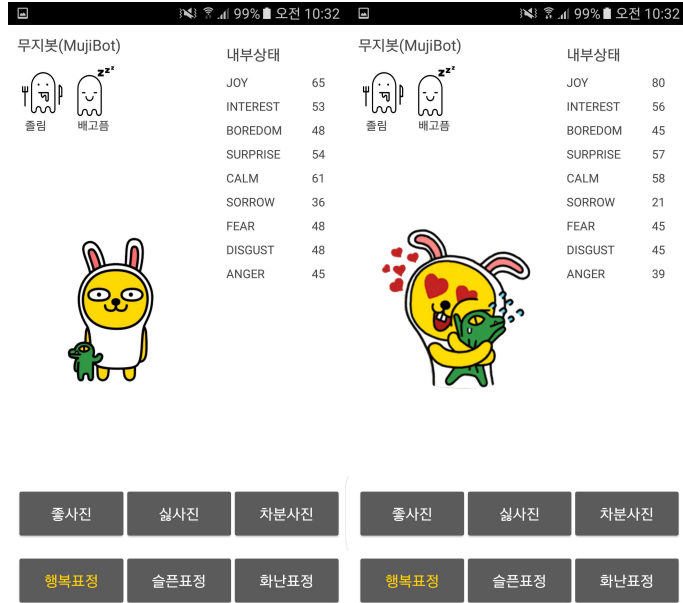
[그림 6] 차분한 사진을 보여줬을 때

[Fig. 6] PICTURE_TREATMENT

4.2 2 : Social Releaser(EEG, TOUCH)

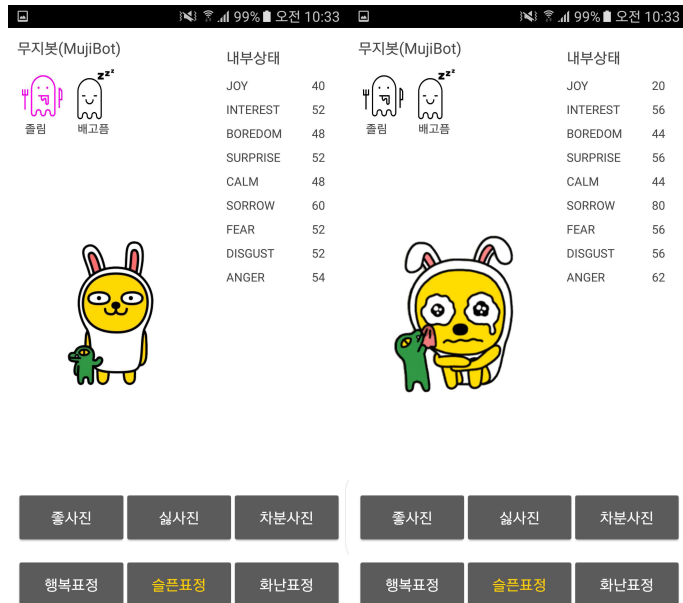
감정을 인지하는 데에 불편함이 있기 때문에 자신의 감정이 어떤지 잘 인지하지 못한다. 사용자가 현재 감정을 직시할 수 있게 뇌파 신호를 이용하였다. 본 프로젝트에서 사용한 뇌파 신호는 다른 논문에서 측정한 뇌파 수치 데이터를 기반으로 하였다. 사용자의 행복한지, 슬픈지, 화났는지에 대한 감정을 뇌파신호 관련 버튼을 이용하여 자극을 준다. Perception System에서는 Button의 ID값에 따라 자극을 판단하고 자극이 Social Releaser로 분류된다. 센서 값에 따라 EEG_HAPPY, EEG_SORROW, EEG_ANGER로 상징화된다.

사용자는 스와이프를 무지봇을 때리고 탭을 통해 무지봇을 예뻐해 줄 수 있다. 무지봇을 Touch Motion으로 자극하면 그 종류에 따라 센서의 값이 BODY_TOUCHED와 BODY_SWIPED로 상징화된다. 위의 EEG자극과 TOUCH자극은 상징화 된 후의 과정은 앞서 설명한 PICTURE자극과 똑같기 때문에 설명을 생략하겠다.



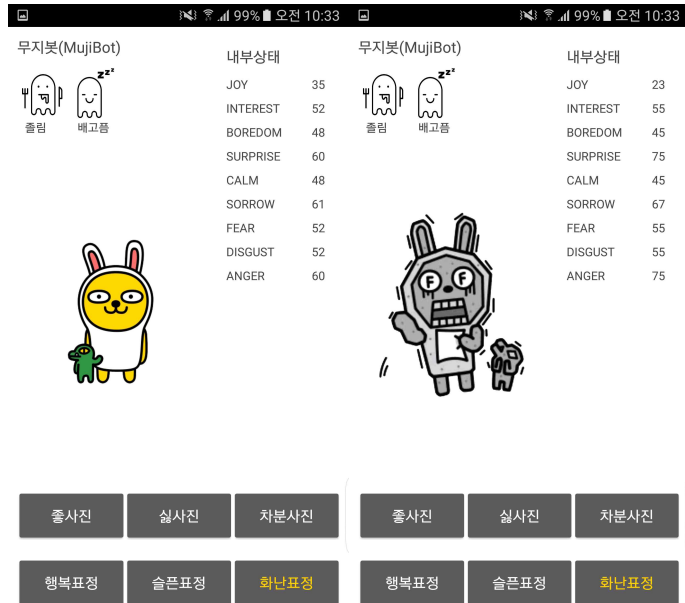
[7] EEG_HAPPY 버튼이 활성화 된 모습

[Fig. 7] Activated EEG_HAPPY BUTTON



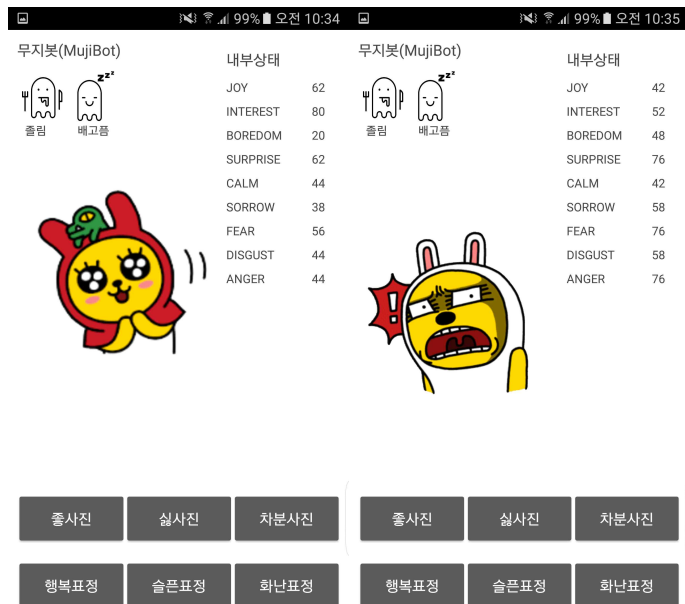
[그림 8] EEG_SORROW 버튼이 활성화 된 모습

[Fig. 8] Activated EEG_SORROW Button



[9] EEG_ANGRY버튼이 활성화 된 모습

[Fig. 9] Activated EGG_ANGRY Button



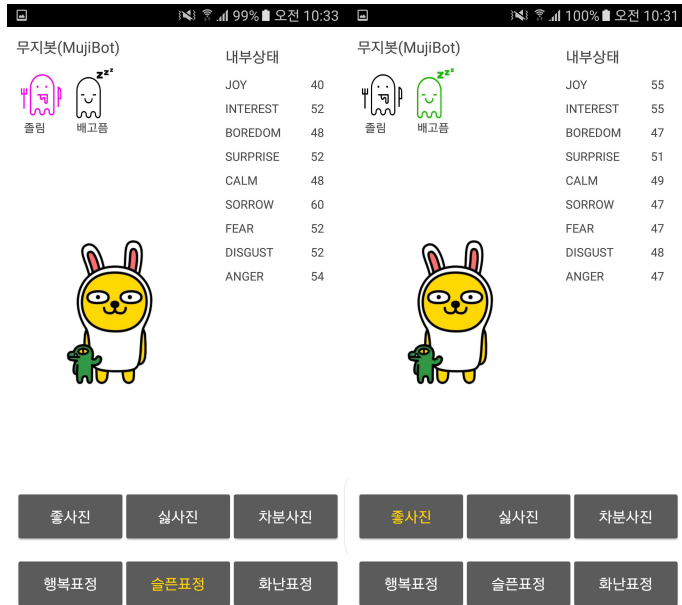
[그림 10] 쓰다듬었을 때와 때렸을 때

[Fig. 10] When MijiBot is Patted and Hit

4.3 3 : 생리욕

별개로 사용자의 생리욕은 시간에 따라 스스로 발현된다. 본 시스템의 생리욕은 졸림

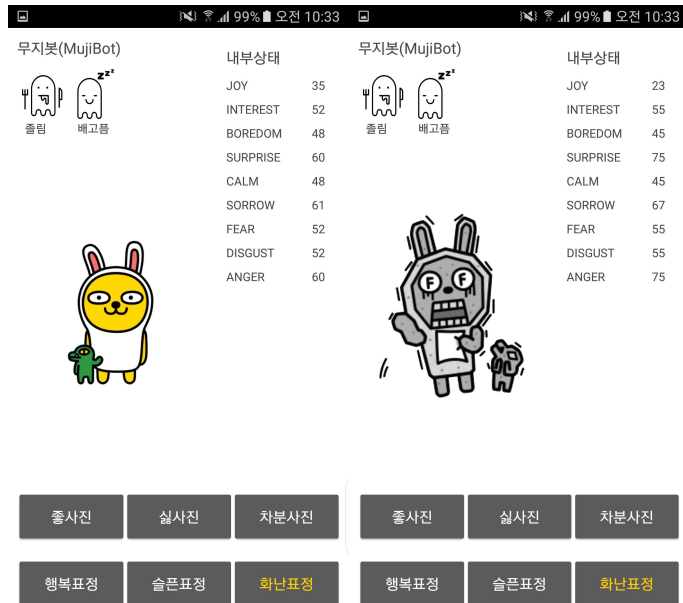
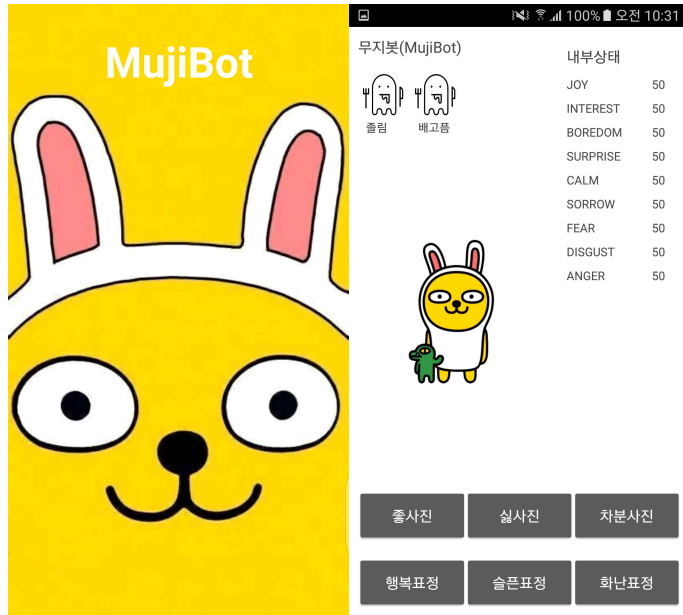
배고픔으로 구성되고 각각 생리 욕에 해당 타이머가 존재한다. 졸림은 3시간마다 한 번씩 20초간 지속되면서 나타난다. 배고픔은 4시 간격으로 10초간 지속된다. 생리욕은 사용자의 감정보다 우선순위가 높다. 따라서 생리욕구가 발현되었을 때는 다른 감정 발현이 잠시 중단된다. 생리욕구가 사라지면 다른 감정이 다시 발현되기 시작한다. 사용자의 생리욕은 thread를 이용한 생리 상태 플래그를 제어함으로 구현되었다.



[11] 생리욕 활성화

[Fig. 11] Activated Psychological Needs

4.4 실험



[12] 통합 시나리오

[Fig. 12] Entire Scenario

측정기를 쓰고 있는 사용자가 어플을 사용한다. 화면에 가득찬 무지봇의 모습이 잠시 나타났다가 사라진다. 어플을 처음 켰을 때 무지봇은 아무 자극 없는 Normal 상태로 내부 상태의 모든

기본 50으로 되어있다.

사용자는 잘 인지하지 못하지만 사용자의 감정이 화났다는 뇌파신호가 감지된다. 불안과 흥분 상태의 감마파가 활성화된 것이다. 어플리케이션 상의 화난 표정(EGG_ANGRY) 버튼이 활성화되고 내부 상태의 감정 변수들 중 감정이 화났을 때 나타날 감정 변수들에 gain 값이 더해져 수치들이 변화한다. 변화한 변수들 중 감정 상태가 70이상인 ANGRY와 SURPRISE 감정이 랜덤으로 선택된다. 무지봇의 얼굴 표정과 행동이 선택된 감정에 알맞게 변화한다. 사용자는 무지봇의 얼굴 표정, 행동, 그리고 내부 상태의 수치 값을 통해 자신의 감정 상태를 알게 되고 이러한 감정일 때는 어떤 얼굴 표정인지 알게된다.

5.

본 논문에서는 뇌파 측정 데이터를 기반으로 한 조현병 환자들의 감정 인식 시스템을 모바일환경의 소셜 로봇으로 구현했다. 해당 로봇은 상황의 당위성을 보여주고 환자의 감정을 대신 표출해주어 사용자가 자신의 감정을 직면할 수 있도록 유도한다. 이로 인해 조현병 환자의 감정 인지 장애 치료에 도움이 되는 것이 최종 목표이다. 사용자는 본 시스템을 모바일 환경의 어플리케이션으로 쉽고 간편하게 이용할 수 있다. 향후 자극에 반응하는 attention system을 추가하여 해당 소셜 로봇의 사회성을 보완할 예정이며, 실제 실험을 통해 조현병 환자 치료에 대한 유효성을 연구할 예정이다.

References

- [1] Jo Hoon, "The Effects of Cognitive Training of Integrated Psychological Therapy in Persons With Chronic Schizophrenia by Assessing Cognitive Function and Activities of Daily Living Performance Ability Improvement." The Journal of Korean Society of Occupational Therapy, vol. 24, no. 3, 2016., pp. 21-33.
- [2] Gunderson JG, Frank AF, Katz HM, Vannicelli ML, Frosch JP, Knapp PH. Effects of psychotherapy in schizophrenia: II. Comparative outcome of two forms of treatment. Schizophr Bull, 1984 ;10: 564-598
- [3] . "다중지능로봇 소셜 로봇 (Social Robots)." Korea robotics society review, 13.4 (2016.10): 13-17.
- [4] Se Jin Kim, Soo Jin Jun, "Elements of Healing in Emotional Robots." 기초조형학연구, vol. 15, no. 3, 2014., pp. 35.
- [5] Jin-hong Min, Jun-ho An, Do-won Jang, Kwang-Seok Hong. "EEG-based Emotion and Facial Expression Recognition using Spectral Subtraction." 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집, (2011.6): 129-130.
- [6] Ju Young Choi, Mi Sook Kim, "Effectiveness Measurement of TV Advertisement for Fashion Goods with EEG and Affective Responses as Determined by the Types of Appeal." Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, vol. 29, no. 10, 2005., pp. 1230.

- [7] Hye-Yeon Lee, Yang-Tae Kim. "Emotional Awareness Deficits in Patients with Schizophrenia." JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF BIOLOGICAL THERAPIES IN PSYCHIATRY, 20.1 (2014.4): 87-95.
- [8] , 고석범, and 박혜연. "A Systematic Review of the Occupational Therapy Interventions Applied to Patients With Schizophrenia." The Journal of Korean Society of Occupational Therapy, vol. 24, no. 3, 2016., pp. 35-53.
- [9] Jun Whi Park, Seong Jin Choi, Chang Hee Hong. "Effects of Cinema Therapy on Emotional Recognition, Emotional Expression, and Empathy for Chronic Schizophrenia Patients." THE KOREAN JOURNAL OF HEALTH PSYCHOLOGY, 18.3 (2013.9): 479-500.
- [10] Su Jin Park, Hwang Ran Ahn. "Effects of Tailored Drug-related Side Effects Management Program using Video on Self-control Ability of Drug-related Side Effects, the Attitude and Adherence of Medication in Patients with Schizophrenia." 정신간호학회지, vol. 23, no. 3, 2014., pp. 176.
- [11] Breazeal, Cynthia L. Designing sociable robots. MIT press, 2004.