

사용자의 감정을 표현하는 소형 로봇

Handy Robot that Conveys User's Emotion

김승식* · 김상호* · 박진규** · 한창희*** · 김원일****

Sungsik Kim*, Sangho Kim*, Jin Kyu Park**, Chang Hee Han*** and Wonil Kim****

* 세종대학교 컴퓨터공학과

** (주)아이티씨에스

*** 육군사관학교 전자정보학과

**** 세종대학교 디지털컨텐츠학과

요 약

이 논문에서 우리는 로봇이 인간의 대화 내용 중에 전달된 감정을 인식하고, 그것을 효율적으로 표현하는 방법을 제안한다. 인간과 닮은 로봇을 만들기 위해 인간의 감정을 분석하는 연구들이 활발하게 진행되어 왔는데, 이러한 연구들 중에서 6가지 감정 분류체계 방법을 기반으로 본 연구의 감정 분석 방법을 제안한다. 제안된 방법은 우선 대화의 내용을 분석하고, 분석결과에 의해서 감정을 결정하며, 결정된 감정을 몸짓, 표정, 소리의 3가지 요소로 종합되어 표현한다. 우리는 이 논문에서 제안된 방법을 소형로봇에 적용하여 구현하였다.

키워드 : 감정, 소형로봇, 대화, 행동, 표정, 소리

Abstract

In this paper, we propose an efficient method of representing human emotions that are conveyed during conversations. In order to develop a robot that comes close to thinking, acting, and expressing like humans, many researches have been conducted. Among these researches, the proposed method is developed based upon 6 emotion identification systems. The proposed method first analyzes conversations between humans, decides an emotion on the basis of the analysis, and represents the emotion by an action, an image, and a sound. We implemented the proposed method using a hand-sized robot.

Key Words : emotion, hand-sized robot, conversation, action, image, sound

1. 서 론

지능형 로봇이란 시각, 청각 등의 감각기관을 기반으로 어떠한 상황을 스스로 판단하고 행동하는 독립적 시스템을 말한다. 이러한 지능형 로봇들은 재앙이 난 곳에 인력을 대신하여 일을 하거나, 아픈 사람을 돌보는 등, 여러 분야에서 인간을 도울 수 있기 때문에, 로봇개발을 위한 노력은 이미 전 세계적으로 이루어지고 있다[1][2]. 이러한 지능형 로봇이 계속 등장하고 있음에도, 이 지능형 로봇들이 할 수 있는 일이 한정되는 상황이 나타나기 시작하였고, 더 많은 분야에 인간을 도와줄 수 있기 위해서는 단순한 작업이 아닌 창조적인 활동이 필요하다고 생각하기 시작하였다. 이로 인해 많은 연구가 이루어지고, 아시모, 아이보 같은 지능에 감정이 추가된 로봇들이 등장하였다. 특히, 혼다에서 최근에 선보인 아시모는 사람의 얼굴을 인식하여, 그 사람의 감정을 인식하고 사람의 이름을 불러줄 수 있다. 또한, 소니의

아이보는 사람과 같은 감정과 본능을 가지고 있는 친인척이면서 획기적인 로봇이다[3][4]. 이러한 감정을 분석하는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되는 가운데 대표적인 예가, 대화를 통한 분석이나[5], 목소리나 억양을 통한 감정 분석[6][7], 얼굴 표정에 관한 분석[8][9][10][11][12], 그리고 행동에 관한 패턴 분석[13][14][15] 등이 있다.

이 논문에서 우리는 소형로봇을 사용하여 간단한 대화체의 문장을 통해 감정을 분석하고, 그 감정을 효과적으로 표현하는 방법에 대해 제안을 한다. 본 논문의 내용은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 감정 표현을 하기 위해 사용될 일련의 과정들에 대한 기존의 연구 내용들에 대해 설명을 하고, 3장에서는 그 사전 연구의 장·단점들을 토대로 이번 로봇의 감정표현 방법을 제안할 것이며, 4장에서는 제안된 감정표현 방법을 실제 소형로봇에 적용하여 로봇의 이미지, 소리, 행동으로 구현하여 시연할 것이다. 그리고 5장은 결론 부분이다.

2. 로봇 감정 표현에 관한 연구

로봇이 감정이 없이 이미 제작된 알고리즘에 의존해서 수렴적으로 움직인다면 기존의 로봇 한계를 벗어나지 못한

접수일자 : 2008년 5월 29일

완료일자 : 2009년 2월 10일

* 교신저자 : 김원일, wikim@sejong.ac.kr

본 연구는 서울시 산학연 협력사업의 지원에 의해 수행되었음.

다. 그러나 이와 반대로 로봇에게 감정을 넣어준다면, 로봇의 한계를 벗어나 사람과 매우 흡사하게 상황에 대처할 수 있는 능력을 가지게 된다[16].

이처럼 인간과 닮은 로봇을 만들기 위한 연구가 진행되면서, 로봇에게도 적용시키기 위해 인간의 감정을 분석하는 연구도 활발하게 진행되었다. 그러한 연구 가운데 감정을 정의하는 기준이나, 감정을 분석하는 방법에는 대표적으로 Ekman[17]과 Izard[18]의 두 가지 이론이 존재한다. 최근에 소니에서 제작한 애완로봇 ‘아이보’는 친 인간적인 부분을 표현하기 위해 시각, 음성, 그리고 탐색 3가지로 그 센서를 분류했다[4]. 그리고 감정을 정의하는 Ekman의 이론을 이용하여 기쁨, 슬픔, 성난, 놀람, 두려움, 싫어함의 6가지 분류체계에 의해 감정을 나타내고, 사랑, 탐색, 운동, 배고픔 등의 4가지 본능을 지니게 제작하였다[17][19]. 우리는 이 이론들 중에서 Ekman의 기본 6정서를 기준으로 정하고 표현을 하려고 한다. 이 Ekman의 기본 6정서는 크게 행복, 슬픔, 화남, 두려움, 놀람, 싫음(혐오)과 중립으로 나뉜다[17]. 그 후는 분석, 분류하는 방법이다.

3. 제안된 로봇의 감정

3.1 감정전달

소형 로봇이 감정 표현을 하기 위해선, 일반 대화체를 로봇에게 효과적으로 전달할 수 있도록 해야 한다. 이 논문에서 우리는 효과적인 전달을 위해 휴대용 이동통신 기기의 대화내용을 이용하여 블루투스를 통해 소형 로봇에게 가져오는 방법을 택했다. 즉, 일반 대화체 문장을 분석하는 것이다. 다음은 일반 휴대용 이동통신 기기의 대화내용들의 한 예이다.

표 1. 일상에서의 일반 대화

Table 1. Normal dialogue about daily life

I'm so sad at boring daily lives and I was about to get fired .. huh...
나 요즘 매일매일 지루한 일상에 슬퍼 게다가 나 직장에서 해고됐어. 휴...

3.2 감정분석

감정이 있는 문장을 분석하는 방법으로는, 문장의 단어들을 띄어쓰기 단위로 추출하여 표 2에서의 단계 3에 있는 단어와 비교를 한다. 단계 3에 단어가 존재한다면 그 해당 단어의 단계 2를 조사하고 그 단어를 다시 단계 1과 비교를 하게 되면, 현재 느끼고 있는 감정을 알아낼 수 있다. 위에 문장에서, “나 요즘 매일매일 지루한 일상에 슬퍼” 라는 문장은 ‘나’ 와 ‘요즘’ ‘매일매일’ ‘지루한’ ‘일상’ ‘슬퍼’로 나누어지는데, ‘슬퍼’라는 단어는 단어가 표 2안에 존재하므로, 이 문장은 ‘슬픔’ 감정이 된다.

그림 1은 이러한 일련의 과정들을 설명해 놓은 그림이다.

3.3 감정표현

검출된 단어를 통해 감정을 알았다면, 감정 표현을 해주어야 하는데, 이 로봇은 그림 2의 시나리오 시스템을 통해 동작, 소리, 표정의 3가지 요소로 감정을 표현하게 되며, 이것들은 그 감정에 맞는 행동, 소리, 이미지로 보여 지게 된

다. 이들 3가지 요소가 같이 어우러짐으로써 실제와 매우 흡사한 감정 표현을 느낄 수 있게 해준다.

예를 들어, 슬픈 감정을 표현하고 싶을 때는, 눈물을 흘리는 표정을 지으면서(display), “후후” 이라는 소리를 내며(sound), 로봇은 다리를 피고 앉아서 두 팔은 벌리고 슬픈 행동(action)을 나타낸다.

표 2. 감정단어의 데이터베이스

Table 2. Database of emotional keyword

단계1	단계 2	단계 3
sad	sad	sad, despair, longing, unhappy...
	tear	tear, sorrow, weep, cry...
	disappoint	disappoint, discouragement...
	sigh	sigh, deep breath, huh...
	pain	pain, suffer, discomfort, irritation...
슬픔	슬픔	절망 애도 고통 슬픔 슬퍼 애통...
	눈물	눈물 통곡 후후 눈시울 영영 글썽...
	실망	실망 시큰 안타 맥이...
	한숨	아휴 한숨 아휴 어휴...
	아픔	아픔 아파 아파 아프 아리 가슴 ...

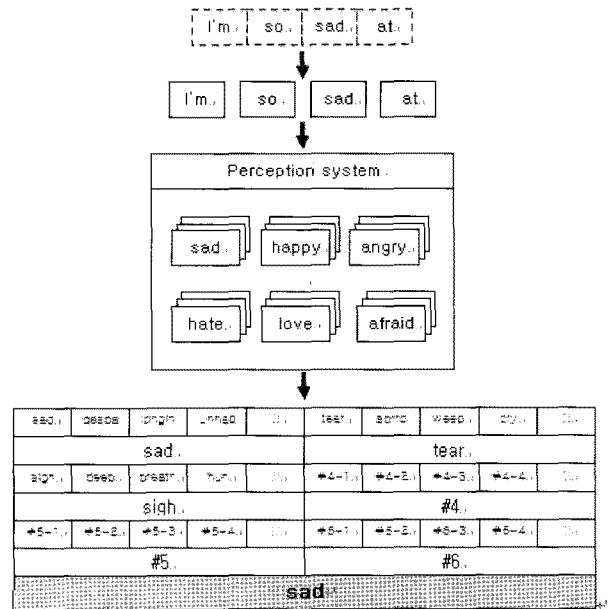


그림 1. 단어로 감정을 인식해내는 과정
Fig. 1. Process of recognizing emotion from word

3.3.1 이미지 표현

사람이 감정을 알아내기 위한 가장 중요한 방법은 바로 얼굴을 마주보며 하는 대화이다[20]. 그렇기 때문에, 사람과의 상호관계를 잘 표현하기 위해선 로봇 이미지 의 표정이 무엇보다도 중요하다. 이 로봇은 휴대용 이동통신기기를 통해 들어온 대화체를 인식하여 감정을 알아내고, 그 감정표정을 로봇의 얼굴에 출력 해준다. 이미지는 그 상황에 따라서 6가지 기본 감정을 토대로 세부적인 감정을 여러 가지로 표현하게 되어 있다. 그림 3은 이미지들이 정해진 시간에서 서로 다른 이미지들로 표현되는 진행과정을 보여준다.

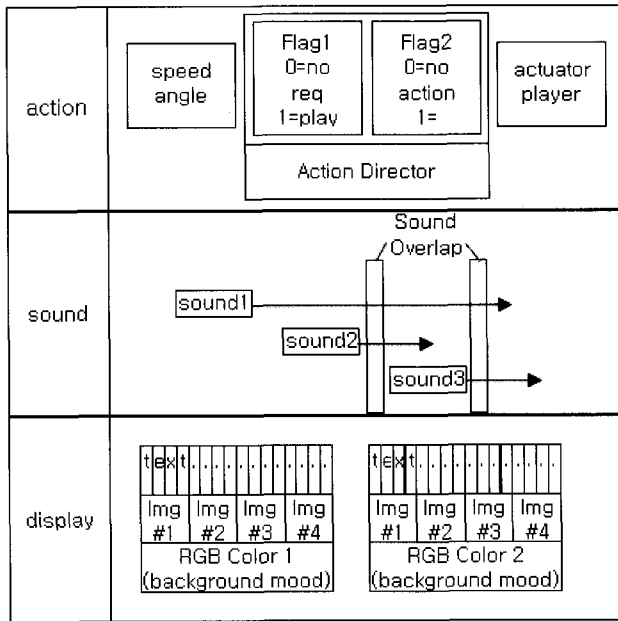


그림 2. 시나리오 시스템의 구조
Fig. 2. Architecture of scenario system

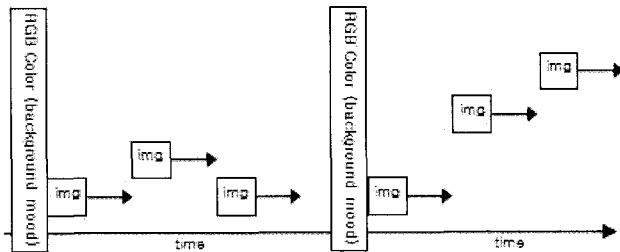


그림 3. 이미지 표현 진행과정
Fig. 3. Process of image representation

3.3.2 소리 표현

얼굴표정과 마찬가지로 소리를 재생할 때도, 대화체를 토대로 감정을 알아내고, 그 상황에 맞는 소리를 재생한다. 의성어는 여러 번 반복적으로 재생되며, 나머지 소리의 경우는 한번 씩만 재생된다. 예를 들면, 단순한 울음소리 “흑흑” 이라고 하면 이러한 소리를 반복적으로 재생하여 소리를 내지만, “속상해”라는 소리는 한번만 재생시켜줌으로써 표현한다. 그림 4는 여러 가지 소리를 동시에 표현하는 진행과정을 보여준다.

3.3.3 행동 표현

로봇의 소리나 이미지는 로봇 actuator를 연결하는 관절 등과 관련이 거의 없는 반면, 행동은 이러한 관절과 밀접하게 연관되어 있다. 따라서 행동은 움직이는 시간과 전 동작의 상태를 고려하여 시나리오가 만들어진다. 예를 들어, 슬픈 행동을 하면서 몸을 움츠리고 있었다가, 기쁜 행동의 ‘만세’를 행동한다면, 움츠린 상태에서 몸을 펴기까지의 시간이 다소 오래 걸릴 수 있다. 만약 기본자세에서 기쁜 감정의 ‘만세’를 표현한다면, 위의 예보다 짧은 시간이 소요 될 것이다. 이렇게 행동은 전 동작의 영향을 받게 되어있다. 그 전 동작의 영향에 의해 시간을 조금 조정해야 하기 때문에,

기본적으로 시나리오에는 행동을 표현하기까지의 전 동작에서 걸리는 시간을 계산하여 스케줄 되어 있다. 그렇기 때문에 짧은 시간으로 해결할 수 있는 동작이 나오게 되면 로봇은 동작을 마무리 짓고, 가만히 멈춰 있을 수도 있는 것이다. 그림 5는 액션이 서로 다른 스케줄링에 의해 움직이는 각도를 설정함으로써 움직임을 표현한다는 것을 보여준다.

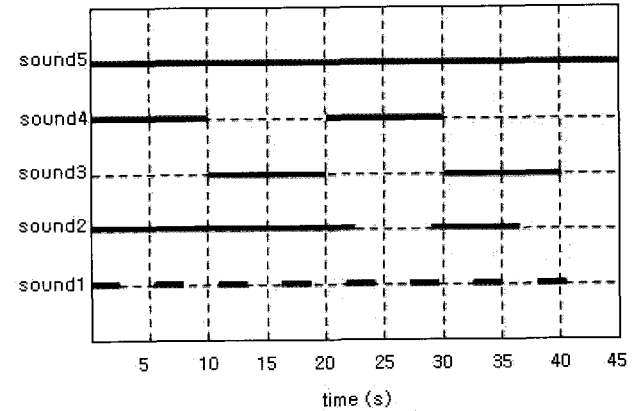


그림 4. 사운드 표현 진행과정
Fig. 4. Process of sound representation

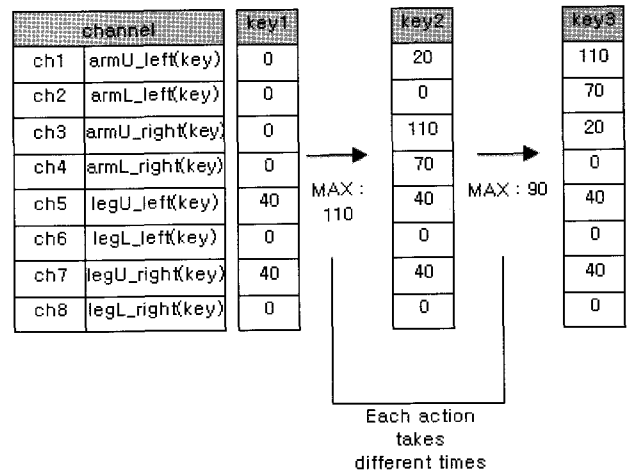


그림 5. 액션 표현 진행과정
Fig. 5. Process of action representation

4. 로봇의 이미지, 소리, 행동 시나리오 시연

4.1 메인 구조

지금까지의 제안된 방법으로 감정을 표현하기 위한 로봇은 기본적으로 블루투스, 소리장치, 화면, 동력장치(행동)와 이러한 기능을 한 번에 관리할 메인보드를 장착하고 있다. 그림 6은 이러한 장치들을 표현한 설계도이다.

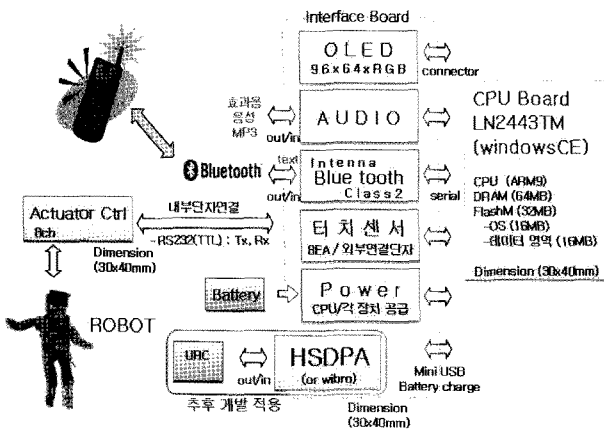


그림 6. 감정형 로봇의 사양 구조
Fig. 6. Architecture of emotion robot setting

실제크기는 대략 40(mm) × 80(mm) 이며, 이동전화기 크기와 거의 흡사하다.(그림 7 참조)

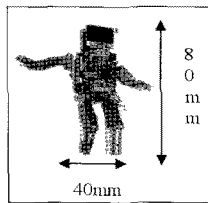


그림 7. 소형 로봇의 실제 크기
Fig. 7. Size of handy robot

4.2 시나리오 진행

‘슬프다’라는 감정을 로봇이 확인하는 경우, 로봇은 행동, 소리, 얼굴표정의 3가지 방법으로 ‘슬프다’는 감정을 시연하게 된다. 이러한 감정 시연에는 여러 개의 행동, 소리, 그리고 얼굴표정이 복합적으로 연결되기 때문에 다양한 표현이 가능하게 된다. 하지만 이 3가지 표현들은 한 표현만을 하는 것이 아니라, 여러 가지 표현을 한다.

이렇게 표현을 해주기 위해선 여러 가지를 일괄적으로 처리해주는 시나리오가 존재해야 한다. 각각의 시나리오는 그림 8과 같이 구성되어 있다. ‘슬프다’라는 감정 시연 예로 들면, 먼저 이미지는 우는 얼굴로 매초에 한 번씩 그림이 바뀌면서 출력을 해주고, 울음소리는 5초 정도 재생시켜야 하고, 3초 후에 두 팔을 얼굴로 가져가면서 울고 있는 행동을 보여주는 일괄적인 시나리오에 의해서 프로세스는 진행된다. 그림 8은 이러한 프로세스의 일련의 과정을 나타낸 것이다.

4.3 시나리오 데이터베이스

위의 얼굴 표정, 소리, 행동은 DB에 저장되어있고, 이 각각의 파일 혹은 정보들은 시간차이 변수도 가지고 있어, 재생시간을 정해준다. 이러한 재생시간에 맞춰 시나리오가 진행되기 때문에, 표정, 소리, 행동이 인간의 표현과 더욱 가까워진다. 그리고 이러한 3가지 기능 때문에, 감정 표현의 다양함은 더욱 많아 질 수 있다. 그림 9는 이러한 시나리오 DB의 형태를 대략적으로 설명한 그림이다.

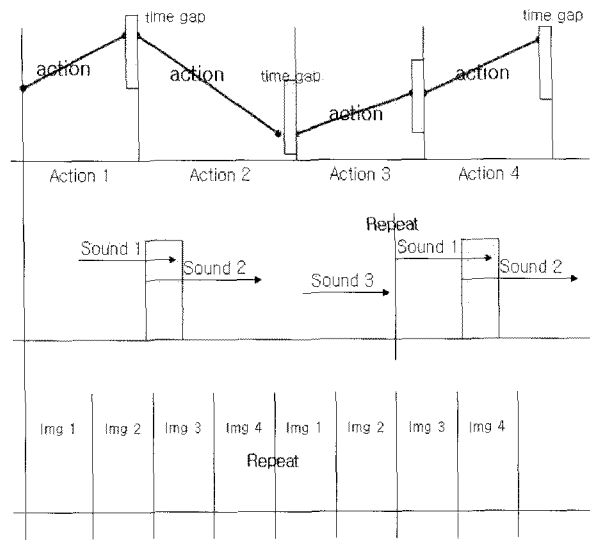


그림 8. 시나리오 진행 방법
Fig. 8. Process of combined scenario

Emotion #1	
Scenario 1	act(fileindex, playtime) sound(fileindex, starttime, playtime) display(fileindex, playtime)
Scenario 2	act(5, 4.5), (2, 2), (3, 7) sound(2,1,5), (1,0,7), (4,1,1), (5,2,1) display(3, 7), (1,8)
Scenario 3	act(1,2,1), (3, 2), (7, 4) sound(1,1,4), (2,1,9), (4,0,2), (3,0,5) display(3,5)
Scenario n	act (Scenario n) sound (Scenario n) display (Scenario n)

act	sound	display
Fileindex#1	Fileindex#1	Fileindex#1
Fileindex#2	Fileindex#2	Fileindex#2
Fileindex#3	Fileindex#3	Fileindex#3
Fileindex#4	Fileindex#4	Fileindex#4
Fileindex#5	Fileindex#5	Fileindex#5
Fileindex#6	Fileindex#6	Fileindex#6
Fileindex#7	Fileindex#7	Fileindex#7
Fileindex#8	Fileindex#8	Fileindex#8

그림 9. 시나리오 데이터베이스 구조
Fig. 9. Architecture of scenario database

4.4 전체적인 진행

전체적인 시나리오는 로봇이 프로세스를 수행하는 중간에도 또 다른 입력을 체크해서 다른 휴대용 이동통신기의 대화내용의 수행여부를 확인해야 한다. 그림 10은 일반 대화체 문장을 전체적으로 표현한 내용이다.

그림 10은 문장에서의 단어 중 ‘sad’라는 감정 단어가 검출되어, 검출된 감정의 표현을 시나리오를 통해서 표현하는 내용이다. ‘sad’라는 감정의 소리, 행동, 표정은 DB로 구성된 일련의 시나리오를 통해, ‘후후’ 이라는 소리를, 두 팔이 얼굴 쪽으로 가는 행동을 그리고 눈물을 흘리고 있는 표정을 표현한다. 이러한 과정 중에도 또 다른 문장이 들어오게 되면, 그 문장을 통한 다른 감정을 표현하게 된다.

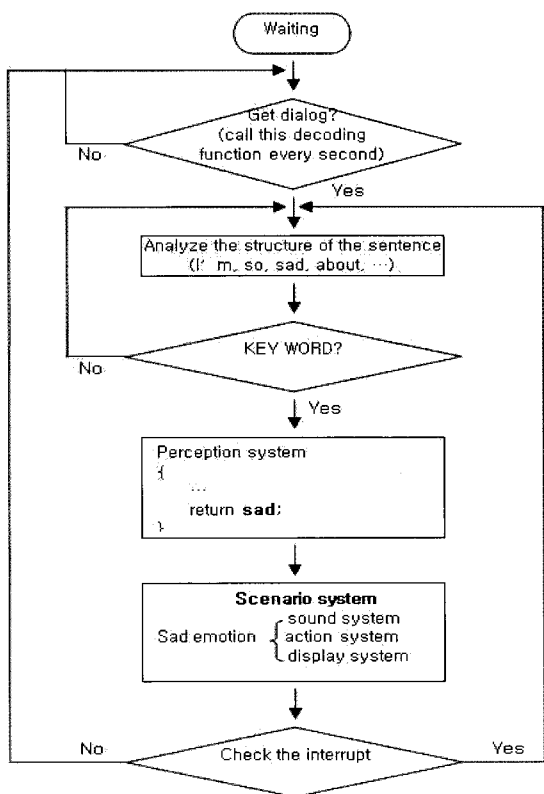


그림 10. 시나리오의 전체적인 과정 조직도
Fig 10. System about scenario.

이 밖의 다양한 감정단어를 통해 감정을 분석하여 표현하였고 그림 11은 다양한 감정에 대한 소형로봇의 시연 예이다.

상황	슬픔	기쁨	사랑	웃음	거절
Image					
Sound	슬픈배경음 축축	기쁨배경음 하하 헤헤	사랑배경음 사랑해요 자기야	웃음배경음 깔깔깔 까르르르	거절배경음 싫어싫어잉 흥
Action					

그림 11. 소형로봇 시연의 예
Fig. 11. Example of robot demonstration

5. 결 론

우리는 감정 로봇이 3가지로 (행동, 표정, 소리) 표현 하

는 방법을 제안하였다. 이러한 소형 로봇은 감정적성향이 강한 사람들에게 유용하게 쓰여 질 수 있고, 감정을 표현하는 다른 엔진에서도 사용되어 질수 있다. 그리고 이 방법을 다른 비슷한 종류의 로봇에게 제공할 수도 있다. 로봇도 이제는 더욱 사람들에게 친숙해질 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] J. Casper and R. Roberson "Human-Robot Interactions During the Robot-Assisted Urban Search and Rescue Response at the World Trade Center" *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics-Part B : Cybernetics*, VOL. 33, NO. 3, pp. 367-385, JUNE 2003
- [2] K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Tanie, "Robot Assisted Activity for Elderly People and Nurses at a Day Service Center", *Proceeding of the IEEE International Conference on Robotics & Automation*. pp. 1416-1421, May 2002.
- [3] Y. Sakagami, R. Watanabe, C. Aoyama, S. Matsunaga, N. Higaki, and K. Fujimura "The Intelligent ASIMO : System overview and integration", *In Proceeding of the 2002 IEEE/RSJ International Conference on intelligent Robots and Systems*, pp. 2478-2483, October 2002
- [4] M. Fujita "On Activating Human Communication With Pet-Type Robot AIBO", *Proceedings of the IEEE*, VOL.92. NO.11, pp.1804-1813, November 2004
- [5] D. Massaro "Multimodal emotion perception : analogous to speech processes", *in Proceedings of ISCA Workshop on Speech and Emotion, Newcastle, Northern Ireland*, pp. 114-121, 2000
- [6] S. McGilloway, R. Cowie, E. Douglas-Cowie, S. Gielen, W. Machiel, S.Sybert, "Approaching Automatic Recognition of Emotion from Voice: A Rough Benchmark", *Proceedings of ISCA Workshop Speech and Emotion, Newcastle*, pp. 207-212, 2000.
- [7] 심귀보, 박창현, "음성으로부터 감성인식 요소 분석" *퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, vol. 11, No. 6, pp. 510-515, 2001.
- [8] K. Karpouzis, A. Raouzaoui, A. Drosopoulos, S. Ioannou T. Balomenos, N. Tsapatsoulis and S. Kollias, *Facial Expressions and Gesture Analysis for Emotionally-Rich Man-Machine Interaction*, Sarrism N and Strintzis, M.(eds.), 3D Modeling and Animaion: Synthesis and Analysis Techniques, Ideal Group Public, 2003.
- [9] 주영훈, 정근호, 김문환, 박진배, 이재연, 조영조, "감정 인식을 위한 얼굴 영상 분석 알고리즘", *퍼지 및 지능시스템학회 논문지* vol. 14, No. 7, pp.801-806, 2004.
- [10] 이대중, 이경아, 고희주, 전명근, "정지영상과 동영상의 융합모델에 의한 얼굴 감정인식", *퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, vol. 15, No. 5, pp. 573-580, 2005.

[11] M. Tekalp, J. Ostermann, "Face and 2D Mesh Animation in MPEG-4" *Image Communication Journal*, Vol. 15, NO. 4-5, pp. 387-421, 2000.

[12] A. Raouzaoui, N. Tsapatsoulis, K. Karpouzis and S. Kollias, "Parameterized facial expression synthesis based on MPEG-4", *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, Vol. 2002, No. 10, pp. 1021- 1038, October 2002.

[13] P. Ekman and W. Friesen, "The Facial Action Coding System" *Consulting Psychologists Press*, San Francisco, CA, 1978.

[14] Y. Tian, T. Kanade and J. Cohn, "Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.23, No.2, pp. 97-115. 116-132, February 2001.

[15] 김성주, 최우경, 김용민, 전홍태, "감정평가에 기반한 환경과 행동패턴 학습을 위한 케환 모듈라 네트워크", *퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, vol. 14, No.1, pp. 9-14, 2004.

[16] C. Breazeal, B. Scassellati "How to build robots that make friends and influence people" in *Proceeding of the International Conference on Intelligent Robots and Systems IEEE Press*, Piscataway, N.J., 1999

[17] P. Ekman, *Basic Emotions*, in T.dalglish, M. Power(Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion*, Wiley, New York, 1999

[18] C. Izard, *Human Emotions*, in Plenum Press, New York, 1977

[19] C. Christie, *Multivariate Discrimination of Emotion-Specific Autonomic Nervous System Activity*, Master Thesis of the Virginia Polytechnic Institute 2002.

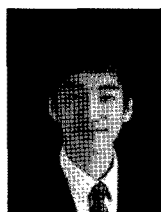
[20] A. Bruce, I. Nourbakhsh, R. Simmons "The Role of Expressiveness and Attention in Human-Robot Interaction", in *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics & Automation*, pp. 4138-4142, May 2002.

저 자 소 개



김승식(Sungsik Kim)
2002년~현재: 세종대학교 컴퓨터공학과

관심분야 : 감정 전달, 인공지능
Phone : 02-3408-3867
Fax : 02-3408-4339
E-mail : sunsikkim@sju.ac.kr



김상호(Sangho Kim)
2002년~현재: 세종대학교 컴퓨터공학과

관심분야 : 유전자알고리즘, 분류자 시스템
Phone : 02-3408-3867
Fax : 02-3408-4339
E-mail : kimsangho@sju.ac.kr



박진규(Jinkyu Park)
1987년: 전북대 정밀기계공학 학사
1989년: 동 대학원 기계공학 석사
2002년: 토호쿠대 전자기계공학 박사

관심분야 : 로봇, 영상콘텐츠, 감정전달
Phone : 010-2209-3099
E-mail : retri@i-tcs.co.kr



한창희(Changhee Han)
1990년: 육사 물리학과 학사
1994년: 시라큐스대 전산학 석사
2004년: 남캘리포니아대 전산학 박사

관심분야 : 멀티미디어 콘텐츠, 가상 휴먼 모델링과 시뮬레이션, 인공지능
Phone : 02-2197-2882
Fax : 02-972-8179
E-mail : chhan@kma.ac.kr



김원일(Wonil Kim)
1982년: 한양대 금속공학과 학사
1997년: 남일리노이대 컴퓨터학 학사
1990년: 동 대학원 컴퓨터학 석사
2000년: 시라큐스대 컴퓨터학 박사

관심분야 : 인공지능, 디지털 콘텐츠, 컴퓨터 보안, 유비쿼터스
Phone : 02-3408-3795
Fax : 02-3408-4339
E-mail : wikim@sejong.ac.kr