

# 3D 캐릭터를 이용한 감정 기반 헤드 로봇 시스템

## Emotional Head Robot System Using 3D Character

안호석, 최정환, 백영민, 샤밀, 나진희, 강우성, 최진영  
Ho Seok Ahn, Jung Hwan Choi, Young Min Baek, ShamyI,  
Jin Hee Na, Woo Sung Kang, Jin Young Choi

**Abstract** - Emotion is getting one of the important elements of the intelligent service robots. Emotional communication can make more comfortable relation between humans and robots. We developed emotional head robot system using 3D character. We designed emotional engine for making emotion of the robot. The results of face recognition and hand recognition is used for the input data of emotional engine. 3D character expresses nine emotions and speaks about own emotional status. The head robot has memory of a degree of attraction. It can be changed by input data. We tested the head robot and conform its functions.

**Key Words** : Emotional Robot, Head Robot, Character Robot, Emotion Expression, Face Recognition

### 1. 서론

로봇 산업이 국가 성장 동력 산업으로 선정되면서 최근 지능형 서비스 로봇에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 많은 학교와 연구소에서 연구 주제를 산업용 로봇 연구에서 서비스 로봇 연구로 옮기고 있다. 사람의 일을 대신하는 로봇에서 다양한 정보를 제공하는 서비스 로봇까지 로봇의 종류도 다양해지고 있으며, 필요한 인공 지능의 기술 수준도 높아지고 있다. 하지만 로봇은 사람이 프로그래밍한 대로 움직일 뿐 사람이 느끼는 기쁨이나 슬픔 등의 감정을 느낄 수 없다. 사람은 감정이 없는 로봇에게 친근감을 느끼기 어려우며, 정서적으로 가까이 접근하기도 힘들다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 최근 로봇의 감정 모델과 감정 표현에 대한 연구가 진행되고 있다.

지금까지 많은 연구소에서 헤드 로봇에 대한 연구를 진행하였으며, 기존에 발표된 감정을 표현할 수 있는 로봇은 여러 가지가 있다. Breemen은 감정 피드백을 이용한 유저 인터페이스 로봇을 개발하였다[1]. Philip Research에서 개발한 이 로봇은 17개의 서보 모터를 이용해서 기구적으로 표정 제어가 가능하다는 특징이 있다. Speech와 Emotional Feedback

을 이용해서 자연스럽게 사람과 인터랙션 하는 기능도 포함되어 있다. Berns과 Braun은 실제 사람의 피부와 닮은 재질을 사용해서 감정을 표현할 수 있는 로봇을 개발하였다[2]. 사람 얼굴을 인식하고, 그에 맞는 표정을 따라하는 기능이 구현되어 있다. 또한 Itoh는 얼굴 뿐 만 아니라 팔과 몸짓을 이용하여 감정을 표현할 수 있는 로봇 WE-4RII를 개발하였다[3]. 이 로봇은 인간의 세세한 감정까지도 제스처를 사용해서 표현할 수 있는 장점이 있다.

우리는 로봇의 감정을 모델링하고, 헤드 로봇에 구현하여 특정 자극에 대해 로봇의 감정이 변화되는 추이를 실험한다. 또한 구현하는 헤드 로봇은 얼굴 표정을 위하여 모터를 사용한 구조가 아닌 3D 캐릭터를 LCD에 출력해주는 형식으로 제작하고, 로봇의 감정을 표현한다. ICCL 헤드 로봇의 움직임은 Pan-Tilt 동작을 위하여 두 개의 모터를 사용한다. Pan-Tilt 동작은 카메라를 통해 인식한 얼굴이나 손동작을 트래킹 할 때 사용하며, 의사를 표현하기 위하여 고개를 끄덕이거나 가로저울 때 사용한다. 따라서 목의 움직임을 이용하여 로봇의 감정 표현을 더욱 자연스럽게 만들 수 있다. 감정 표현을 위해 설치된 LCD모니터는 3D캐릭터가 그려지며, 감정 상태에 따라 캐릭터의 표정이 변화하여 로봇의 현재 감정 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 한다. 또한, 음성 출력 시 음성 파형에 맞춰서 립싱크 기능을 제공하여 로봇이 실제로 말하고 있는 느낌을 줄 수 있도록 설계한다. 감정 모델의 입력으로 얼굴과 손 인식 데이터를 사용하며, 사람에 대한 호감도를 기억하고, 새로운 입력에 따라 기억을 변화하여 로봇의 감정 변화에 영향을 미치는 것을 실험한다.

2장에서는 본 논문에서 소개하는 감정 기반 헤드 로봇 시스템의 지능 중 하나인 동시에 감정 엔진의 입력으로 사용되는 얼굴 인식 시스템에 대해서 소개한다. 3장에서는 헤드 로봇의 감정을 만들고 표현을 해주는 감정 엔진에 대해서 설명

### 저자 소개

안호석 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석박사통합과정  
최정환 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사과정  
백영민 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사과정  
ShamyI : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사과정  
나진희 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석박사통합과정  
강우성 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사과정  
최진영 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 교수

한다. 4장에서는 3D 캐릭터를 이용한 감정 기반 헤드 로봇 시스템을 소개한다. 5장에서는 구현한 헤드 로봇 시스템의 실험을 설명하고, 6장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 얼굴 인식 시스템

감정 모델의 입력으로 사용하는 얼굴 인식 시스템은 그림 1과 같이 이미지 획득 시스템, 얼굴검출, 특징추출 및 얼굴 분류의 4가지 부분으로 구성되어 있다. 이미지 획득 시스템으로써, 실시간 얼굴 영상을 얻기 위해 웹 카메라를 사용하였고 이곳에서 획득된 이미지 프레임에서 얼굴 영역을 검출하기 위해 viola[4]에 의해 제안된 얼굴 검출 알고리즘을 사용한다. 앞에서 검출된 이미지는 30 x 20의 크기로 정규화되며, 이 이미지에서 특징 추출을 위해 PCA를 사용한다. 얼굴 분류를 위한 학습을 위해 다중 클래스 SVDD (Support Vector Domain Description)[5]를 사용하고, 이 결과를 이용하여 자료 데이터의 확률 분포를 추정하는 방법을 사용한다. 그림 2는 위에서 설명한 알고리즘을 구현한 얼굴 인식 시스템이다.

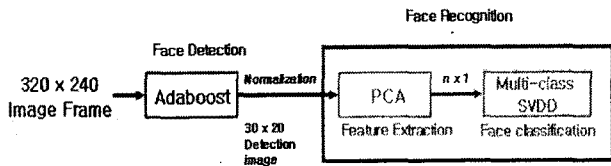


그림 1. 얼굴인식 시스템 구조



그림 2. 구현된 얼굴인식 시스템의 GUI

## 3. 감정 엔진

인공 감정을 위하여 감정 엔진을 설계하였다. 본 논문에서 사용한 감정 엔진은 로봇의 종류와 목적에 따른 입력과 출력을 달리할 수 있도록 설계되었다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 감정 엔진 모델 구조도이다. 감정 엔진 모델은 reaction dynamics와 internal dynamics, emotional dynamics, behavior dynamics, 성격 등의 다섯 가지 요소로 구성되어 있다. 외부의 자극은 감정 엔진의 입력으로 사용되며, 자극의 종류에 따라서 reaction dynamics와 internal dynamics로 구분된다. Reaction dynamics는 무의식적인 행동을 유발하는 입력이다. Internal dynamics는 의식에 영향을 미치며, 성격에 의해서 감정의 생성에 영향을 준다. emotional dynamics는 최종적인 감정 상태를 계산하며, 행동을 생성하는 behavior dynamics에 영향을 준다. Behavior dynamics는

reaction dynamics와 emotional dynamics, 직전 행동 등에 의하여 최종 행동을 계산한다.

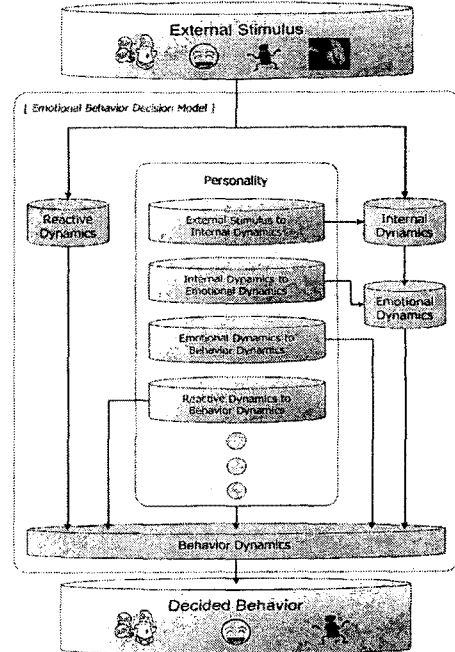


그림 3. 감정 엔진 모델 구조도

## 4. 3D 캐릭터 헤드 로봇

ICCL 헤드 로봇은 현대의 PC와 두 개의 Micro Controller를 이용한다. PC에서는 얼굴 인식과 감정 엔진이 처리되며, Micro Controller에서는 모터 제어를 수행한다. 모터는 DC모터 두 개를 사용하며, Pan과 Tilt 동작을 수행한다. 또한 웹카메라를 모니터 좌우에 설치하여 얼굴 인식하는데 사용하였다. 그림 4는 ICCL 헤드 로봇이다. 모니터로는 그림과 같이 3D 캐릭터를 출력하여 감정을 표현한다. 얼굴 인식을 통해 감정 인식 결과가 감정 엔진의 입력으로 사용되며, 감정 엔진이 로봇의 최종 감정 및 행동을 결정한다. 결정된 감정과 행동은 3D 캐릭터의 표정과 Pan-Tilt의 움직임으로 표현된다. ICCL 헤드 로봇의 사양은 표 1과 같다.

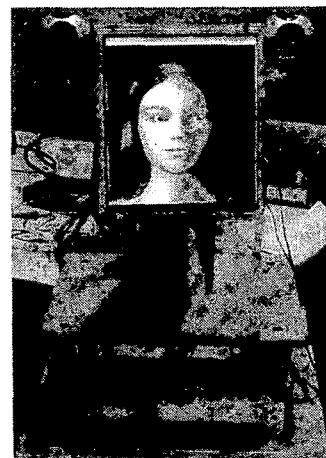


그림 4. ICCL 헤드 로봇 시스템

표 1. ICCL 헤드 로봇의 사양

항목	내용	기타
Main CPU	Pentirum IV	1개
Micro Controller	ATmega 128	2개
Motor Driver	18200	2개
Motor	Maxon DC Motor	2개
LCD	Touch PNL	1개
Camera	Web Camera	2개
중량	20kg	
크기	20cm*40cm*60cm	

### 5. 실험

본 논문에서 소개한 헤드 로봇 시스템의 실험을 위하여 입력 데이터로는 얼굴 및 손 인식 데이터를 사용하였다. 입력된 데이터는 감정 엔진의 입력으로 사용되며, 감정 엔진의 결과로 헤드 로봇의 감정 상태 및 최종 행동이 결정된다. 헤드 로봇은 여러 얼굴을 사전에 학습하였고, 각각의 사람에 대한 호감도를 기억하도록 했고, 이에 따른 감정 반응이 3D 캐릭터로 표현되도록 하였다. 그리고 손을 인식함으로써 사전에 기억하고 있는 각 사람에 대한 호감도를 변화할 수 있다. 3D 캐릭터를 이용한 감정 표현은 헤드 로봇에 설치된 LCD를 통해 볼 수 있다. 3D 캐릭터는 감정 엔진에서 만들어진 감정 및 행동을 표현할 수 있도록 눈, 입모양, 얼굴 근육 등의 부위를 변화함으로써 캐릭터가 감정을 표현한다.

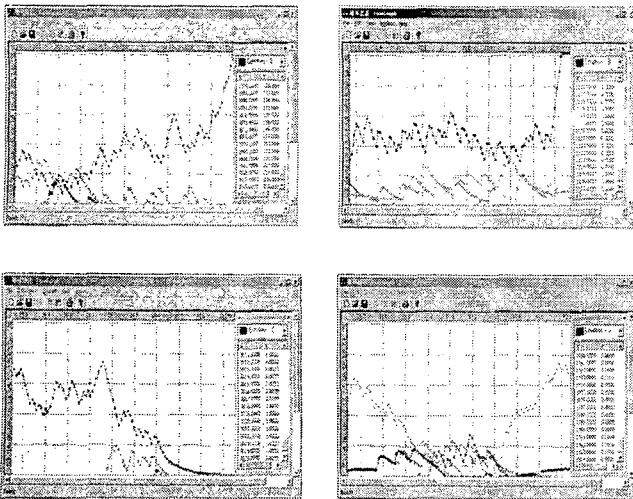


그림 5-3. 인식된 얼굴에 따른 감정의 변화와 시간에 따른 감정 변화

손 인식을 통해 기억하고 있는 각 사람에 대한 호감도를 변화하며, 로봇의 감정 역시 변화함을 알 수 있다. 손 인식에 따른 감정 변화는 얼굴 인식과 동일하지만 오른손과 왼손의 두 가지 경우에 대해 학습을 하였으며, 각각 기쁨과 슬픔의 감정에 가중치를 주도록 설계하였다. 따라서 로봇이 호감도가 높은 얼굴을 인식하여 감정 상태가 기쁨일 때, 기쁨에 가중치를 주는 오른손이 인식된다면, 기쁜 감정의 상태는 상승

하게 되고, 인식된 얼굴에 대한 호감도는 증가하여 기억하게 된다. 하지만 슬픔에 가중치를 주는 왼손이 인식된다면, 감정 상태는 슬픔으로 변화하게 되며, 인식된 얼굴에 대한 호감도는 감소하게 된다. 그리고 후에 다시 로봇이 인식하면, 로봇은 슬픔 상태가 된다. 그림 5-3은 인식된 얼굴에 따른 감정의 변화와 시간에 따른 감정 변화를 그래프로 표현하였다.

### 6. 결론

지금까지의 로봇 발전은 기능 위주로 이루어졌기 때문에 인식을 또는 정확한 움직임이 중심이 되었다. 하지만 로봇이 사람과 함께 생활하기 위해서는 감정 기반의 커뮤니케이션이 필요하며, 이를 위해서는 로봇이 자신의 감정을 가지고 있어야 한다. 본 논문에서는 로봇의 감정을 위한 감정 기반 헤드 로봇을 설계 및 구현하였으며, 감정의 표현을 위해 3D 캐릭터를 제작하였다. 로봇의 감정 변화를 위한 입력 데이터를 위하여 얼굴 인식 및 손 인식 데이터를 사용하였고, 로봇 자체의 감정을 가지기 위하여 감정 엔진을 구현하였다. 3D 캐릭터를 통해 로봇의 감정 상태를 표현할 수 있었으며, 여러 입력을 통해 감정의 변화 및 기억이 있음을 확인하였다. 앞으로는 더욱 다양한 입력 데이터를 사용하고, 보다 풍부한 감정 표현을 위한 감정 엔진을 설계할 예정이다. 또한 3D 캐릭터의 감정 표현을 좀 더 자연스럽게 개발할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] A J.N. van Breemen, K. Cruq, B. Kröse, J. M. Porta, and M. Nuttin, "A User-Interface Robot for Ambience Intelligent Environments", *Proceedings of the International Conference on Advances on Service Robots*, ASER, pp.132-139, 2003
- [2] M.O. Tokhi, G.S. Virk and M.A. Hossain, "A Humanoid Head for Assistance Robots ", *International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines, CLAWAR 2005*, pp.977-984, Sep. 2005
- [3] Itoh, K., Miwa, H., Matsumoto, M., Zecca, M., Takanobu, H., Roccella, S., Carrozza, M.C., Dario, P., and Takanishi, A., "Various emotional expressions with emotion expression humanoid robot WE-4RII", *Robotics and Automation, 2004. First IEEE Technical Exhibition Based Conference on*, pp. 35-36, Nov. 2004
- [4] Paul viola, Micheal J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection.", *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137. 154, 2004.
- [5] Tax, D. M. J., Duin, R. P. W. "Support Vector Domain Description", *Pattern Recognition Letters* 20 1999.