회전 LED ARRAY를 이용한 지능형 헤드로봇 설계 및 구현

이창균[1], 최원일[1], 이민우[1], 김태현[1], 안호석[2], 신중길[3], 이광희[1], 경규철[3], 최학수[4], 김민혁[5]
인천대학교[1], 서울대학교[2], 인하대학교[3], 연세대학교[4], 항공대학교[5]

Design of Intelligent Head Robot Using Rotating LED Array

Chang_kyun Lee, Won_Il Choi, Min_woo Lee, Tae_Hyun Kim, Ho Seok Ahn,
Joong_Kil Shin, Kwang_Hee Lee, Kyu_Chul Kyung, Hak_Soo Choi, Min_Hyuck Kim
Incheon Univ., Seoul National Univ., Inha Univ., Yonsei Univ., Korea Aerospace Univ.

ABSTRACT

현재 몇 가지의 제품으로 시장에 출시되어 가정에 조금씩 보급되기 시작한 홈 서비스 로봇은 각각의 제품이 청소, 도난 방지 감시, 애완용 등의 특정한 기능을 가지고 가정에서 쉽게 사용 할 수 있도록 날로 발전을 더해가고 있다. 그러나 이러한 현재의 로봇들은 대부분 탑재된 기능과 인공지능이 결합하여 스스로 동작하는 자동화 로봇의 특징만을 지니고 있을 뿐이다. 홈 서비스 로봇의 정의에 충실한 사용자와의 커뮤니케이션의 기능은 거의 전무 하며, UI를 이용한 사용자 인터페이스의 환경에 의존할 뿐이다. 따라서 본 논문에서는 현재 홈서비스의 로봇의 한계성을 극복하고, 저렴하며 활용성이 높은 새로운 홈 서비스 로봇의 모델을 제시한다.

1. 서 론

최근 지능형 서비스 로봇의 시장이 날로 커지면서, 이에 따른 다양한 기술과 형태의 제품이 나오고 있다. 특히 가정용 홈 서비스 로봇의 경우는 하루가 다르게 다양한 신기술이 나오며 비교적 빠르게 제품화되어 일상생활에 사용 되므로 그 관심이 더욱 크다. 그러나 현재의 대부분 가정용 로봇들은 청소 로봇과 같이 다양한 서비스를 제공하는 수준이 아닌 특정 기능이 구현된 단순한 형태이며, 가정용 로봇으로서 가장 중요하고, 기본이 되는 기능이라 할 수 있는 인간과의 감정의 교류와 정보 전달 등의 커뮤니케이션은 전혀 제공되지 못하는 실정이다. 따라서 이러한 현재의 가정용 서비스 로봇을 대안하여 블록형 모듈화 홈 서비스 로봇을 기반으로 한 헤드 로봇에 대하여 제안하고자 한다. 본 논문에서 소개하는 헤드 로봇은 현재 가정용 로봇 시장 확대에 가장 큰 걸림돌이 되는 가격 경쟁력을 고려하여 설계했으며 감정 모델을 통해 전달받은 다양한 감정을 표현하여 사람과의 다양한 감정의 교류가 가능하도록 설계했다. 또한 효과적인 정보 전달을 위한 모듈의 기능도 동시에 담당하며 화자의 수와 위치에 상관없이 효율적인 전달을 위해 회전형 LED Array를 적용하여 설계함으로써 전 방향에서 정보 전달이 가능하도록 했다.

2. 회전 LED ARRAY를 이용한 헤드 로봇

2.1 헤드 로봇 프레임의 모델링

로봇의 프레임은 설계상의 오차를 줄이고 실제 원하는 모델을 구현하기 위해 solidworks2006을 이용하여 설계했다. 3D CAD를 이용한 설계는 정밀 가공이 가능한 설계로 개발 기간을 단축시키며 설계상의 오류를 발견하여 검증하고 수정하기에 매우 편리하다. 설계한 파트들을 미리 결합하고 분리하여 가상으로 검증 해볼 수 있다. 이러한 방식을 사용함으로서 헤드 로봇의 프레임을 설계하고 검증하여 모델링 하였다. 그림 1은 3D CAD로 설계된 헤드 로봇 프레임이다.

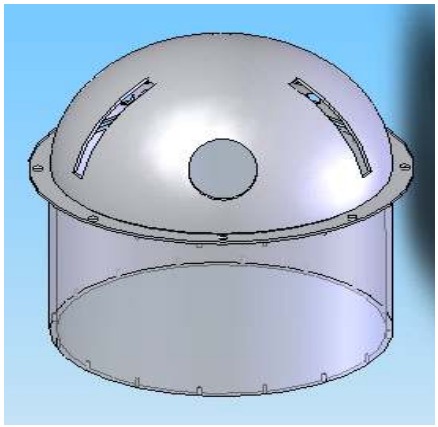

그림 1. 3D CAD로 설계된 헤드 로봇 프레임

구현하고자 하는 헤드 로봇은 전 방향에서 감정을 표현할 수 있고, 로봇을 회전하지 않아도 얼굴을 돌릴 수 있으며, 얼굴 표정 이외에 문자를 출력하여 안내를 할 수 도 있는 목적으로 결정했다. 이에 따라 설계된 헤드 로봇은 3D CAD를 이용하여 3D화면에서 자유롭게 결합하고 분리하여 검증한다. 어셈블리를 통해 검증된 파트들은 실제 가공을 위한 2D 도면으로 변환한다. 전체 헤드 로봇의 프레임은 가볍고 단단한 아크릴 재질을 택하였으며 나사 머리 감춤을 위한 KS 규격의 카운터 보어를 적용하여 외관을 마무리하였다. 헤드 로봇의 원통형 메인 프레임은 회전하는 LED ARRAY로부터 생성되는 회면을 있는 그대로 왜곡 없이 보이기 위하여 설계되었다. 원통형 메인 프레임 위에 다양한 감정 표현을 위한 헤드 상부 프레임은 3개의 귀를 위한 구멍이 있으며 반구 형태로 되어 실제 사람의 머리를 형상화 하였다. 3개의 귀를 기준으로 3면으로 나누어 화면을 표시하면 360° 전 방향에 대해 효과적으로 감정을 표현 할 수 있다.

2.2 임베디드 기반의 메인 시스템

헤드 로봇은 임베디드 시스템 기반이며, 감정 모델과 시스템 전체를 관리하는 메인 파트와 디스플레이를 위한 회전용 모터와 귀의 움직임을 통해 감정 표현을 하고 LED ARRAY를 제어하는 DSP기반의 서브 제어 시스템이 있다. 헤드 로봇 메인 파트는 ARM9 기반의 PX255프로세서를 사용하는 EZ-X5 임베디드 보드를 메인으로 하여 구성된다. 메인 파트는 다른 외부 기기로부터 헤드 로봇에 전송하는 DATA를 처리하며 각종 센서들과 음성 입력을 통해 로봇의 감정을 처리한다. 로봇의 감정을 만들어주기 위한 감정 엔진을 구현하고, 처리된 결과를 서브 시스템에 전송한다. 헤드 로봇은 진동, 촉각, 후각 등의 다양한 센서를 적용 시킬 수 있으며 이를 통해 연산된 결과를 네트워크를 통해 외부로 전송 할 수도 있다. 그림 2는 구현된 헤드 로봇 메인 시스템이다.

그림 2. 구현된 헤드 로봇 메인 시스템

감정 엔진의 입력을 위한 센서는 MF baby 로봇에 장착한 터치, 진동 등의 다양한 센서로 구성되며 이들 센서들로부터 받은 정보를 바탕으로 감정 엔진의 연산을 수행한다. 감정 엔진을 통해 결과로 산출된 최종 감정은 RS232를 통해 DSP 서브 보드로 전달되어 헤드 로봇에서 display 된다.

2.3 DSP를 이용한 헤드 로봇 서브 시스템

헤드 로봇의 서브 시스템은 실질적으로 감정의 display가 이루어지는 파트이다. DSP 프로세서와 스테핑 모터, LED Array로 이루어져 있는 서브 시스템은 전달 받은 감정의 종류에 따라 다양한 표정을 출력하는 회전형 display 시스템이다. 그림 3은 구현된 헤드 로봇 DSP 서브 시스템이다.

그림 3. 구현된 헤드 로봇 DSP 서브 시스템

DSP 프로세서에 의해 제어되는 스테핑모터는 LED Array를 회전시킴으로서 원통형의 헤드 내부에서 고속 회전하게 된다. 회전과 동시에 회전각에 따라 고유의 display 데이터에 따라 LED를 on/off 함으로써 기쁨, 슬픔, 화남, 평상시 표정 등 다양한 감정을 표현하게 된다. TMS320F2811DSP 프로세서는 모터 제어에 최적화된 프로세서로 다양한 내부 기능을 지원하며, 플래시 메모리와 램을 내장하고 있어 개발이 쉽고 용이하여 소규모제어 시스템에 최적인 프로세서이다.

서브 시스템의 DSP 프로세서는 LED Array의 회전을 담당하는 1개의 스테핑 모터와 귀를 구동하는 3개의 서보모터, 20개의 LED로 구성된 Array를 제어한다. TMS320F2811 DSP 프로세서 내부에 있는 Real-time CPU 타이머 인터럽트를 이용하여 PK243 스테핑모터를 A,AB,B,B/A,/A,/A/B,/B,/BA를 사용하는 1-2상으로 구동시킨다. 1-2상을 함으로서 전체 1바퀴의 회전에 400스텝이 필요하게 되며 1상과 2상에 비하여 2배 이상의 정밀도를 가진다. 따라서 디스플레이 되는 회전 픽셀 량도 2배의 밀도를 가진다. 하나의 display data는 20*400 byte의 크기를 가지는 배열로 처리되며 메인파트에서 전송받은 감정의 모델에 따라 각각의 20*400의 크기의 정의된 값들이 출력되어 디스플레이 되게 된다. 서보모터는 DSP 프로세서의 PWM 0,1,2을 이용하여 구동하며, PWM에 의해 변조되는 펄스의 듀티비에 따라 상하의 움직임을 만들어내며, 이에 연결된 원추형태의 귀가 상하로 움직여 감정을 좀 더 심도 있게 표현 하게 된다. Array를 이루는 20개의 LED는 각각 20개의 포트에 독립적으로 연결되어 따로 on/off 구동을 할 수 있다.

초기화시 모터가 일정 속도로 회전하게 되고 새로운 감정을 입력받기 전까지 기본 감정인 보통 표정을 출력한다. 일정 속도로 회전하는 모터는 infra-red 센서를 통해 초기 위치를 입력받으며 초기 위치로부터 매 스텝마다 회전하면서 해당 스텝에 해당하는 20개의 배열 값을 읽어 오게 된다. 읽어온 data를 토대로 LED Array를 ON/OFF하면서 최종 영상을 출력하게 된다. 최고 회전 속도는 최소 1200rpm 이상을 유지하여 분당 20프레임의 영상을 출력한다.

그림 4. 초기화되어 보통표정 상태인 헤드 로봇

2.4 감정 엔진

헤드 로봇에 표현되는 감정은 메인 시스템에 탑재되는데 다양한 감정과 감정의 심도를 정의 할 수 있으며 선형 시스템 엔진이다.[1] 감정 엔진은 촉각, 진동, 음성 등의 데이터를 입력으로 하여 감정을 만든다. 그림 5는 본 논문에서 사용한 감정 모델이다.

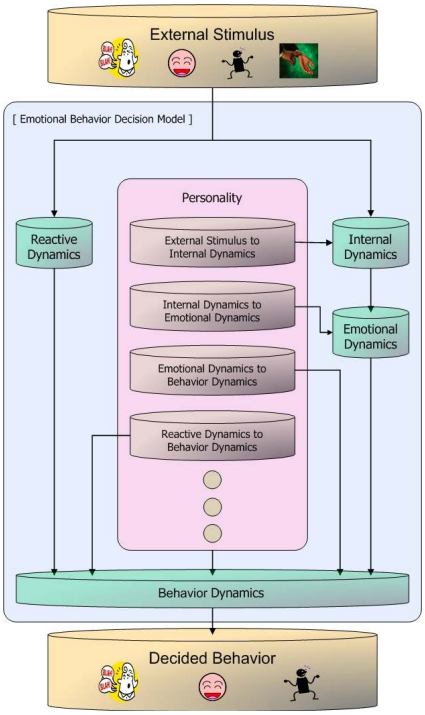

그림 5. 헤드 로봇에 탑재된 감정 엔진의 구조

3. MF baby Robot

본 논문에서 소개한 헤드 로봇은 전체 로봇 중의 일부인 헤드 모듈로써 결합되도록 제작했다. 본 헤드 로봇을 하나의 로봇으로 탑재 가능한 전체 메인 로봇인 MF baby는 각 기능별로 모듈화 되어 결합이 자유자재로 가능한 블록 타입의 지능형 서비스 이동 로봇이다. MF baby는 각 블록 모듈별로 기능이 구현되었기 때문에 각 모듈마다 각자 필요한 기능만을 고려하기 때문에 로봇의 구현 및 결합이 쉽게 이루어질 수 있다. 각 모듈의 구성은 전체 시스템을 스케줄링하고 관리하는 메인 모듈, 로봇 전체의 전원을 공급하는 파워 모듈, 로봇의 이동과 청소 기능을 담당하는 슬램 모듈, 홈 네트워크를 이용해 가전기기를 제어하는 센서 네트워크 모듈, 감정과 정보를 표현하고 사용자와 커뮤니케이션을 담당하는 헤드 모듈로 이루어져 있다. 회전 LED Array를 이용한 헤드 모듈은 MF Baby 로봇에 장착되어 헤드 모듈로써의 기능을 수행하며 전체 로봇과 연동하여 동작된다. 또한 별도의 헤드 로봇으로의 동작 역시 가능하며, 모듈 내부에 메인 로봇과의 결합을 자동으로 관리하는 모듈 관리 시스템이 내장되어있다.

본 헤드 로봇의 모듈화 시스템 파트는 모듈별로 공통으로 들어 있는 파워 보드와 데이터 보드가 있다. 파워 보드는 메인 로봇 전체의 전원을 공급해주며 헤드 로봇에 필요한 전압을 내장된 레귤레이터를 통해 공급해준다. 데이터 보드는 각 모듈간의 통신을 위한 LAN, USB, SERIAL 의 신호를 전송하는 BUS 연결 보드이다. 이 두 보드를 내장함으로 헤드 로봇은 독립적인 헤드의 기능과 메인 로봇 MF aby의 일부인 헤드 모듈로서의 기능을 모두 동작 할 수 있게 된다.

4. 결 론

현재 개발되어 시장에 판매되는 대부분의 홈 서비스 로봇은 각각 기능에 따른 동작만이 구현 되었을 뿐 사용자와의 감정 교류나 정보 전달 등의 커뮤니케이션은 전혀 고려되어 있지 않다. 본 논문에서는 인공지능 홈 서비스 로봇의 사용자와 감정 교류 및 정보 전달 커뮤니케이션을 위한 헤드 로봇의 설계와 구현을 하였다. 또한 홈서비스 로봇이 사용되는 다양한 실내 환경에 적합하도록 원통형 구조를 채택하여 display되는 중앙 위치를 변경 할 수 있으며 화면을 분할하여 출력도 가능한 다양한 응용이 가능하도록 구현되었다. 아울러 다른 홈서비스 로봇들에 비해 가격 경쟁력이 우수하고 display의 폭이 넓어 더욱 응용 범위가 크다. 특히 본 논문에서는 현재 홈서비스 로봇의 한계를 넘어 홈서비스 로봇의 기본 기능인 유저와의 커뮤니케이션 교류에 초점을 두고 구현하였다.

향후 과제로 현재의 감정 모델 및 문자 형태의 display를 넘어 그림이나 동영상 등의 display가 가능하도록 하여 좀 더 효율성을 높이는 방안이 있으며, 사람인 사용자와의 교류가 아닌 로봇과 로봇간의 감정전달 및 정보를 제공하는 멀티 헤드 로봇의 방안이 있다.

참 고 문 헌

[1] 안호석, 최진영, “선형 동적 시스템 기반의 감정 엔진 모델,” 2007 정보 및 제어 심포지움(ICS'07), apr., 2007