

지능형 표정로봇, 휴머노이드 ICHR

변 상 준
대덕대학 마이크로로봇과

Intelligent Countenance Robot, Humanoid ICHR

Byun, Sang-Zoon
Department of Mircrorobot Daeduk College

Abstract - In this paper, we develop a type of humanoid robot which can express its emotion against human actions. To interact with human, the developed robot has several abilities to express its emotion, which are verbal communication with human through voice/image recognition, motion tracking, and facial expression using fourteen Servo Motors. The proposed humanoid robot system consists of a control board designed with AVR90S8535 to control servor motors, a framework equipped with fourteen servor motors and two CCD cameras, a personal computer to monitor its operations. The results of this research illustrate that our intelligent emotional humanoid robot is very intuitive and friendly so human can interact with the robot very easily.

1. 서 론

20세기 후반부터 노동집약형 산업현장에 투입되기 시작한 산업용 로봇은 21세기에 들어와서 인간 사회의 급격한 고령화로 인하여 인간의 삶의 가치에 대한 관심과 컴퓨터의 발달로 지능을 갖춘 로봇이 가정용과 일반 서비스 및 군용 로봇 분야로 까지 확대 진출하게 되었다. 그 결과 애완용 강아지 로봇, 청소로봇, 교사 도우미 로봇 또는 군사용 로봇 '로페즈' 등과 같이 과거와는 다른 형태의 로봇들이 개발되기 시작하였다[1][2]. 또한 최근에는 점차 인간의 형태를 갖춘 2족 보행 로봇인 '아시모', '휴보', 등과 같은 로봇들이 개발되면서 인간의 형태(Humanoid)로 인간의 여러 가지 일들을 대신해 줄 수 있는 로봇에 대한 관심이 집중되어지고 있다. 따라서 인간형태의 로봇과 인간과의 의사전달 수단해 해당되는 로봇-인간과의 상호 작용에 대한 여러 가지 methods에 대한 연구 또한 활발히 진행되어지고 있다. 그 일례로 애완로봇인 '아이보'의 경우 강아지의 행동발달과정을 로봇이 표현함으로써 인간이 친근하게 느낄 수 있도록 설계되었고[3], 인간과의 상호 작용에서 인간의 표정을 활용한 Kismet이라는 로봇의 경우 인간과 기초적인 감정표현을 상호작용으로 활용하고 있다.

컴퓨터 인식기술의 한계로 인하여 최근에 개발 또는 출시되고 있는 로봇들의 경우 제한적인 형태로 인간의 명령을 받아 동작하는 한계를 보여 주고 있다. 따라서 본 논문에서는 인간의 음성명령에 따라 로봇이 감정적인 반응을

보임과 동시에 인간의 명령에 따른 능동적 동작을 수행할 수 있는 로봇을 개발 하여 기존의 로봇언어 또는 키 조작으로 이루어진 수동적인 로봇명령 체계를 개선하여 로봇이 인간의 감정을 토대로 자신에 대한 명령에 대하여 다양한 반응을 하도록 하였다.

본 논문에서 개발한 감정표현이 가능한 로봇을 ICHR(Intelligent Countenance interface system for Humanoid Robot)이라고 명명하였다. 본 시스템은 로봇에게 명령을 내리는 사용자의 음성에 따라 로봇이 음성 응답과 더불어 감정적 표정 표현을 통하여 반응하도록 하였다. 따라서 로봇이 인간의 명령에 적절한 감정을 표현하고 명령을 수행하기 위하여 로봇의 안면부에 12개의 RC서보모터와 2개의 Pan Tilt 구동 모터를 장착하여 인간의 각종 감정을 로봇이 표현할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 로봇이 감정적인 표현을 할 수 있도록 하기 위하여 로봇에 화자종속 음성인식 시스템을 장착하여 사용자의 음성명령에 따라 로봇이 감정적인 표현을 안면에 장착된 RC 서보모터를 이용하여 표현할 수 있도록 구성 하였다. 그리고 로봇의 눈에는 화상 카메라를 장착하여 로봇의 눈이 사용자의 눈을 따라가게 하여 사용자로 하여금 로봇과 직접 대화하는 느낌을 받을 수 있도록 구성하였다.

본 논문의 구성은 2절과 3절에서 로봇의 전체적인 시스템을 나타내고, 4절은 ICHR의 각 부분에 해당되는 소프트웨어를 나타내고 있고, 5절에서는 로봇의 표정표현 시스템에 대하여 설명하였다. 그리고 마지막으로 6절에서는 결론을 제시하고 있다.

2. ICHR 시스템 구성

2.1 ICHR의 시스템 구성

본 논문에서 개발한 ICHR(intelligent Countenance interface system for Humanoid Robot)은 인간과의 상호 인터페이스 작용에서 로봇의 음성과 표정을 통한 다양한 감정표현이 가능하도록 하기 위하여 음성인식 시스템과 영상인식 시스템을 이용하여 구현하였다.

본 논문에서 사용된 음성인식 시스템은 화자종속으로 특정 사용자의 목소리를 인식하여 지정된 음성명령에 따라

ICHR이 다양한 표정을 구현할 수 있도록 설계 하였다. 또한 본 논문에서 사용된 ICHR의 2개의 눈(카메라)은 bottom-up 방식으로 사용자의 얼굴형상을 인식하고 또한 사용자의 얼굴 내에 있는 눈의 위치를 추적하여 로봇이 표정변화와 더불어 음성답변을 할 때 카메라가 사용자의 시선과 일치하도록 하여 명령을 내리는 인간으로 하여금 로봇이 감정을 가지고 있는 것처럼 느끼게 하였다.

ICHR 주된 동작은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 사용자의 목소리와 문장을 인식하여 로봇이 여러가지 표정으로 반응하도록 한다.
- 사용자의 목소리와 문장을 인식하여 로봇이 음성으로 응답하도록 한다
- 사용자의 명령이 음성으로 입력되면 로봇의 카메라는 사용자의 얼굴을 추적하고, 얼굴 내에 있는 눈과 로봇의 두 눈(카메라)을 일치시킨다.

2.1.1 ICHR의 제어시스템 구성

본 논문에서 설계된 ICHR(Intelligence Countenance interface system for Humanoid Robot)의 제어계통과 하드웨어 블록도를 그림 1, 그림 2에 나타내고 있다.

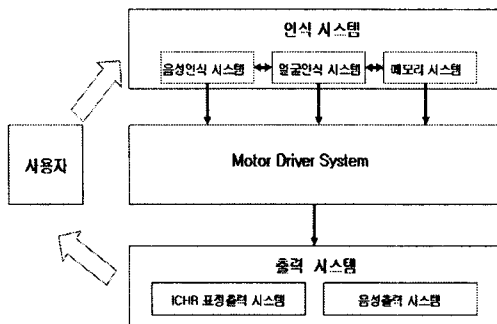


그림 1. ICHR의 제어시스템 구성 블록도
Fig. 1. The Block Diagram of ICHR Control System Configuration

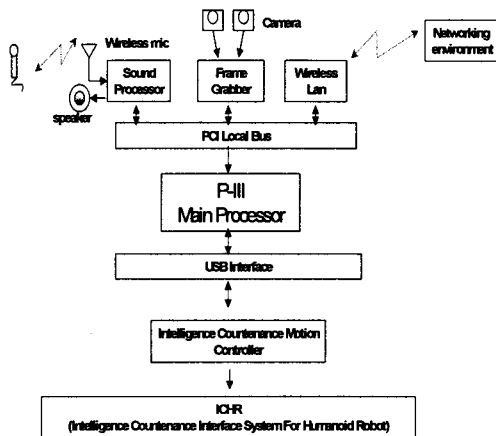


그림 2. ICHR의 하드웨어 구성 블록도
Fig. 2. The Block Diagram of ICHR Hardware Configuration

그림 1의 제어계통은 3가지 시스템을 기본으로 하여 구성하였다. 컴퓨터로 구성된 인식시스템에서는 사용자의 음성을 인식하여 사용자의 음성명령에 따라 ICHR이 음성으로 응답할 수 있도록 하였고, CCD카메라(Logitech Quick CAM PRO-4000)를 이용하여 실시간으로 사용자의 얼굴과 눈의 위치를 추적하도록 하였다. 모터 드라이버 시스템에서는 인식시스템에서 취득한 사용자에 대한 각종 음성 및 영상데이터를 토대로 ICHR의 표정 응답을 결정하기 위하여 RC 서보모터를 제어하고, ICHR의 출력시스템에서는 RC 서보모터 구동으로 ICHR의 표정을 만들어 내고 이와 더불어 적당한 음성출력을 하도록 하였다.

2.2 ICHR의 기구부 설계

본 논문에서 개발한 ICHR의 기구부의 재질은 가공이 편리한 AL6061을 사용하였으며 총 54개의 부품으로 이루어져있다. 또한 기구부 설계는 3차원 모델링 CAD인 SOLID EDGE를 이용하여 설계하였고 범용선반조작기를 이용하여 수작업으로 가공하였다.

여러 표정이 기구적으로 가능 하도록 하기 위하여 ICHR의 눈꺼풀에 해당하는 부분은 플라스틱으로 제작하여 눈을 이용한 다양한 표정이 가능하도록 하였고 ICHR이 사용자의 눈과 시선을 일치시키기 위하여 별도의 Pan Tilt 시스템을 설계하였다. 그림 3와 그림 4은 ICHR 기구부 부품도와 ICHR의 조립 완성도를 나타내고 있으며 그림 5는 ICHR의 눈에 해당하는 2개의 CCD 카메라가 Pan Tilt 부분의 도면을 나타내고 있다. 이 부분을 이용하여 ICHR의 2개의 CCD 카메라가 명령을 내리는 인간의 얼굴의 위치를 추적하여 ICHR이 인간과 시선을 맞추고 대화할 수 있도록 설계 하였다. 이와 같이 ICHR은 사람의 얼굴근육과 유사한 자유도를 지니도록 설계되어 사람이 표현할 수 있는 여러 가지 표정을 기구부의 RC 서보모터를 통하여 표현할 수 있도록 설계하였다.

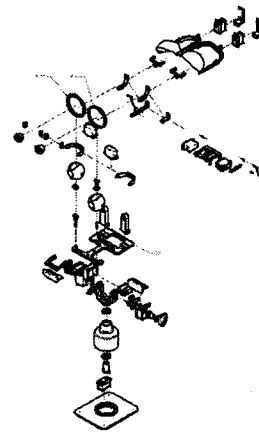


그림 3. ICHR의 기구부 부품
Fig. 3. The Framework Components of ICHR

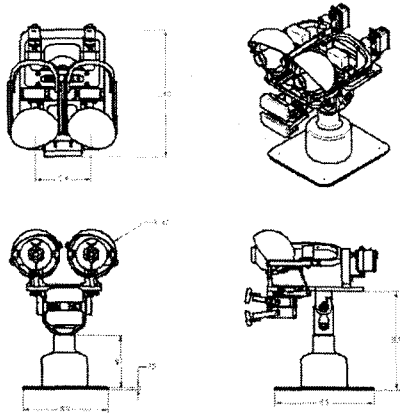


그림 4. ICHR의 기구부 조립도
Fig. 4. The Framework Assembling Appearance of ICHR

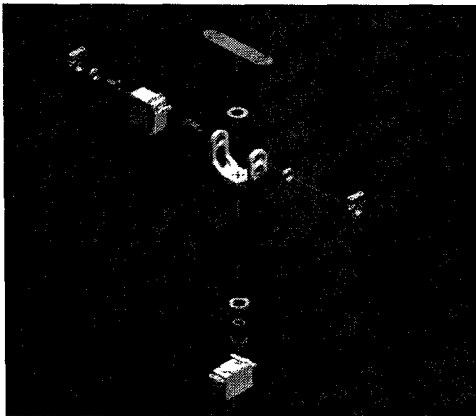


그림 5. ICHR의 Pan Tilt
Fig. 5. Pan Tilt of ICHR

3. Countenance 로봇, ICHR

본 논문에서 개발된 로봇은 인간의 표정을 다양하게 묘사할 수 있는 로봇으로 음성인식 시스템과 얼굴인식에 사용되는 컴퓨터와 2개의 CCD 카메라, RC 서보모터 12개와 Pan Tilt 구동 모터 2개 그리고 모터를 제어할 수 있는 AVR90S8535로 이루어져있다. 또한 사용자 음성 입력과 ICHR의 음성출력에 사용되고 있는 마이크와 스피커는 메인 컴퓨터에 직접 인터페이스 되게 설계하였다. ICHR은 사용자의 음성을 통하여 사용자의 명령을 컴퓨터 내에 지니고 있는 메모리 시스템의 데이터와 비교 분석 하도록 설계되었으며 로봇의 안면부를 총 12개의 자유도를 지니도록 설계하여 사람과 같은 여러 가지 표정이 가능하도록 하였다. 그림 6는 ICHR의 완성된 모습을 나타내고 있다.

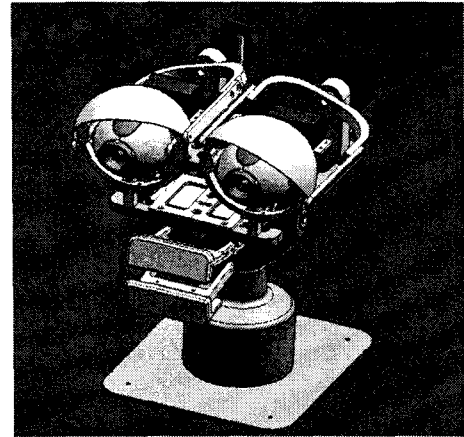


그림 6. ICHR의 외관도
Fig. 6. The Outward Appearance of ICHR

4. ICHR의 소프트웨어 시스템

4.1 ICHR의 음성인식 및 출력 소프트웨어 시스템

음성인식 및 출력 시스템의 경우 human-robot 상호 작용에 있어서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 본 연구에서 사용된 음성인식 소프트웨어 시스템의 경우 화자종속으로 특정 사용자들의 음성을 인식하여 음성에 대한 학습과정을 거친 후 Text로 변화시켜 ICHR이 지식기반테이블(Knowledge Base Table)에 있는 데이터를 이용하여 사용자의 명령을 이해할 수 있도록 설계 되었다. 또한 음성출력의 경우도 ICHR은 별도로 설계된 문자→음성 변환 프로그램 TTS(Text To Speech)을 이용하여 인간과 대화를 할 때 인간의 질문 혹은 명령에 대한 응답을 인간의 목소리와 같은 형태로 출력 할 수 있도록 구현하였다. 그림 7에 음성인식 및 출력 모듈 소프트웨어 개념도를 나타내고 있다. 그림 7에 나타나 있는 바와 같이 인간의 명령을 음성인식 엔진을 통하여 우선 Text로 변환시켜 명령의 의미를 파악한 후 Knowledge Base를 통하여 ICHR이 응답할 구문을 결정하고 Language Generation 을 이용하여 Text로 생성하고, 이를 Speech Synthesis를 통하여 Speaker를 통해 음성으로 ICHR이 출력할 수 있도록 하였다. 인간이 명령을 내렸을 때 이와 같이 Knowledge Base에 저장되어 있는 여러 가지 데이터를 활용하여 ICHR이 자신의 의견을 말할 수 있도록 하여 좀 더 발전된 형태의 인간-로봇의 상호 인터페이스가 가능하도록 구현하였다.

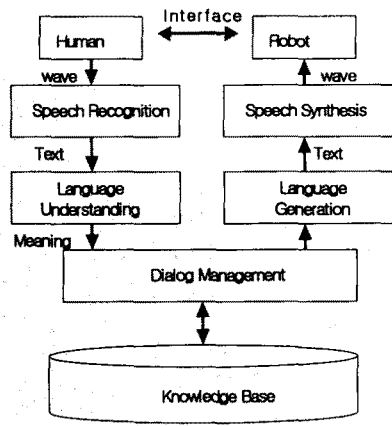


그림 7. 음성인식 및 출력 모듈 소프트웨어 개념도
 Fig. 7. The Block Diagram of Voice Recognition /Voice Output Module Software Concept

4.2 ICHR의 영상인식 소프트웨어 시스템

ICHR의 영상인식 소프트웨어 시스템은 그림 8과 같이 CCD 카메라로 입력되는 10 frame/Second의 영상 이미지에서 색(color) 정보를 이용하여 얼굴을 추적하도록 하였다. 일반적인 환경에서 사용자의 얼굴을 추적할 때 주위 조명은 매우 불안정하기 때문에 본 연구에서는 주위 환경에 비하여 상대적으로 안정된 색 모델을 추적하는 방법을 사용하였다. 또한 영상 이미지에서 효과적으로 사람의 얼굴을 추적해 내기 위하여 색 모델 방식과 병행하여 데이터 베이스에 지니고 있는 사람의 얼굴 형상과 비슷한 형태를 bottom-up 방식으로 추적하였다. 사람의 얼굴 형상에서 눈의 위치는 그림 9와 같이 얼굴 밑에서 60%정도 위치로 가정하여 Pan Tilt를 이용하여 눈의 위치를 CCD 카메라가 추적하도록 구현하였다.

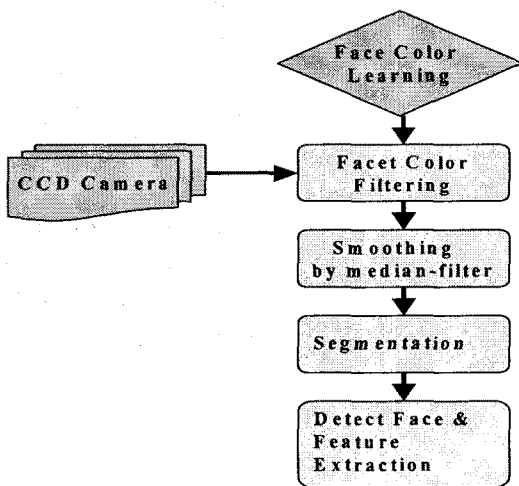


그림 8. 영상인식 모듈 소프트웨어 개념도
 Fig. 8. The Block Diagram of Image Recognition Module Software Concept

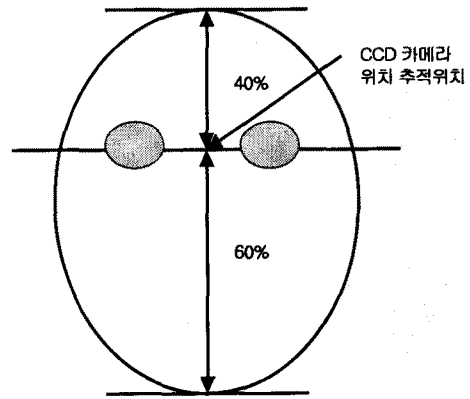


그림 9. CCD 카메라 모션 추적 위치
 Fig. 9. The Position of CCD Camera Motion Tracking

4.3 ICHR 통합 소프트웨어

본 논문에서 개발된 소프트웨어의 경우 음성인식 및 출력 모듈과 영상인식 및 표정을 나타내기 위한 서보 드라이버를 제어하기 위한 제어 모듈로 구성될 수 있다. 음성인식을 통하여 ICHR은 사용자의 명령을 인지할 수 있고, 영상인식을 통하여 사용자의 눈의 위치를 추적하여 통합 소프트웨어인 Blender에서 각 메모리에 저장되어 있는 음성과 영상 데이터를 토대로 ICHR의 음성출력과 ICHR의 표정을 이용하여 응답을 할 수 있도록 하였다. 통합 소프트웨어는 메인 컴퓨터에 Visual C++로 구성하여 각 기능별 모듈화를 하여 효율적으로 구성하였고 직렬통신인 RS-232C를 통하여 AVR 90S8535를 이용한 Motion Controller에 ICHR의 표정을 구현할 수 있는 RC 서보모터를 직접 제어할 수 있도록 구성 되었다. 이러한 과정은 그림 10과 같이 표현될 수 있다.

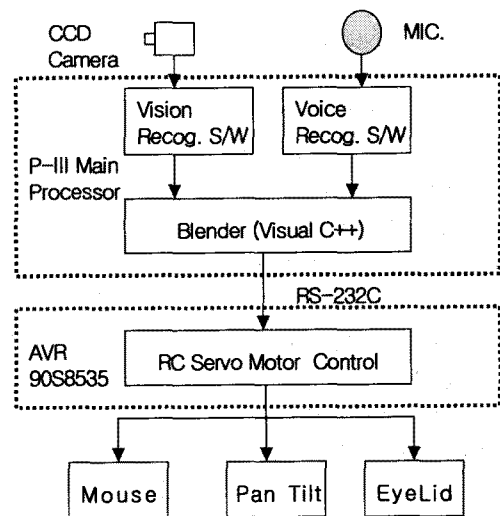


그림 10. ICHR 통합 소프트웨어 블록도
 Fig. 10. The Block Diagram of Integrated ICHR Software

5. ICHR의 출력 시스템

ICHR의 출력 시스템의 경우 사용자의 음성명령에 따라 반응하는 다양한 형태의 음성반응 그리고 표정 반응 2가지를 나타낼 수 있도록 설계되었다. 이러한 ICHR 출력 시스템의 경우 사용자의 이미 지정된 명령에 따라 반응하도록 되어있고, 이러한 반응은 기존의 인간위주의 일방적인 명령체계 보다 인간-로봇 양방향으로 명령체계가 구성되어 있다는데 그 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서는 로봇의 음성응답 및 표정에 약간의 유머를 가미하여 명령을 내리는 사용자가 기계가 아닌 생명체를 상대하는 느낌을 갖도록 하였다.

5.1 ICHR의 음성 출력

ICHR이 지니고 있는 음성으로 이루어진 출력 시스템은 ICHR의 가장 중요한 의사전달 수단이다. 사용자는 ICHR의 음성으로 이루어진 출력 시스템으로 인해 기존의 로봇이 사용하는 문자형태의 문장표현이나 제스처 형태의 반응보다 좀 더 친밀하게 로봇을 대할 수 있도록 하였다.

인간은 같은 문장이라 하더라도 여러 가지 환경에 따라 억센트 또는 단어, 문장을 다양하게 변화시켜 사용하고 있다. 그러나 로봇의 경우 인간과 같은 자연언어를 구현하는데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 사용자의 명령에 따라 구현할 수 있는 ICHR의 문장을 30가지를 메모리에 저장해 놓고 사용자의 명령에 따라 해당 문장을 음성으로 출력할 수 있도록 구현하였다.

5.2 ICHR의 표정 출력

2-2절에 나와 있는 것과 같이 ICHR의 표정을 나타내는 기구부는 AL6061의 재질로 가공된 54개의 부품과 Pan Tilt 구동 모터 2개, RC 서보모터 12개로 이루어져 있어 ICHR은 다양한 표정을 표현할 수 있도록 설계 되었다. 메인 컴퓨터에서는 사용자의 지령에 해당하는 음성 출력과 함께 RS-232C로 AVR90S8535로 이루어진 표정제어 시스템에 표정지령을 내리면 이에 따라 다양한 형태의 표정을 출력할 수 있도록 하였다. 따라서 사용자로 하여금 ICHR이 감정을 가지고 사용자의 지령에 반응하는 것처럼 느끼게 하였다.

로봇의 다양한 감정 표현을 위해서는 ICHR의 얼굴에 해당되는 기구부 만으로는 표정 표현의 한계가 있어 본 연구에서는 플라스틱 재질로 된 눈꺼풀과 눈동자에 해당하는 CCD 카메라를 이용하여 좀 더 다양한 형태의 감정을 표현할 수 있도록 하였다. 또한 눈동자인 CCD 카메라의 위치를 조정하는 Pan Tilt를 이용하여 ICHR이 음성 및 표정 출력을 할 때 카메라의 위치가 사용자의 눈위치를 따라가게 하여 사용자로 하여금 마치 로봇과 실제적인 대화를 하는 느낌을 갖도록 하였다. 그림 11에서는 ICHR에서 표현할 수 있는 표정을 나타내고 있다.

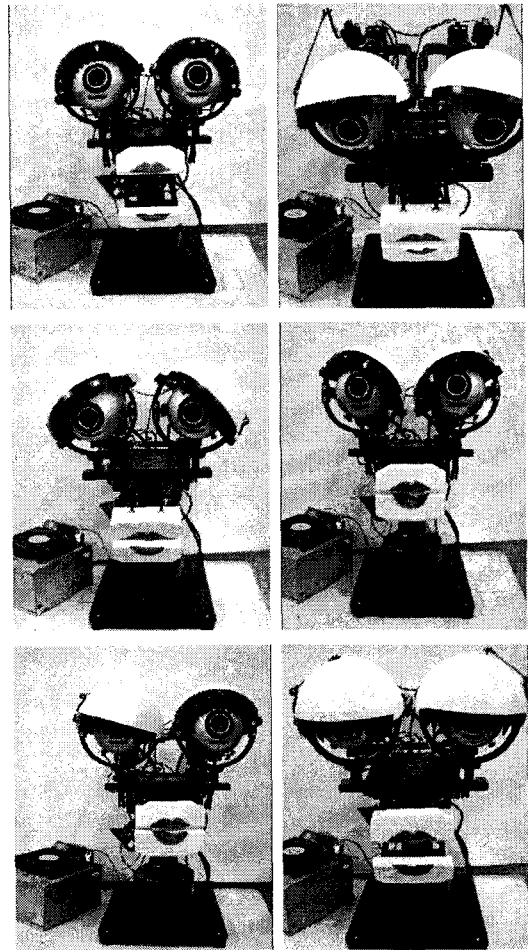


그림 11. ICHR의 표정 표현

Fig. 11. The Facial Expressions of ICHR

6. 결 론

본 논문에서는 다양한 형태의 음성과 표정을 출력할 수 있는 ICHR(Intelligent Countenance interface system for Humanoid Robot)을 개발 하였다. ICHR의 경우 사용자가 음성으로 각종 지령을 내리면 음성 인식장치를 이용하여 사용자의 지령을 이해하고 이에 따라 메모리에 저장되어 있는 음성과 표정을 통하여 반응하도록 구현하였다. 또한 사용자의 명령에 따라 로봇이 다양한 표정을 표현할 수 있도록 하기 AL6061의 재질로 만든 기구부를 제작하였고 제작된 기구부를 12개의 RC 서보모터를 이용하여 ICHR이 다양한 표정을 표현할 수 있도록 하였으며 Pan Tilt를 이용하여 ICHR의 눈에 해당하는 CCD 카메라를 구동하도록 하였다. 이 CCD 카메라는 사용자의 음성 지령에 따라 ICHR이 반응할 때 사용자의 눈위치를 추적하여 마치 ICHR이 사용자의 눈을 보고 반응을 하는 것과 같이 구현 하였다.

향후 본 논문에서 개발한 ICHR에 화자독립 음성인식과 사용자의 감정을 인식할 수 있는 기능을 보완하여 앞으로 출시되는 로봇들에게 접목한다면 한 단계 진일보한 로봇이 출시 될 수 있을 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] C. Breazeal, *Designing Sociable Robots*, MIT Press, 2002
- [2] Kazuo Hirai, Masato Hirose, Yuji Haikawa, Toru Takenaka, "The Development of Honda Humanoid Robot", *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp 1321-1326, 1998
- [3] Ronald C. Arkin, Masahiro Fujita, Tsuyoshi Takagi and Rika Hasegawa, "An Ethological and Emotional Basis for Human-Robot Interaction,," *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3-4), March 2003
- [4] T. Shibata, et al., "Emergence of emotional behavior through physical interaction between human and artificial emotional creature", *Int'l Conf. on Robotics and Automation*, pp. 2868-2873, 2000
- [5] SY Yoon, RC Burke, BM Blumberg, GE Schneider, "Interactive Training for Synthetic Characters". *AAAI/2000*.
- [6] P.Ekman and W.V.Friesen, *Facial Action Coding System Investigator's Guide*, Consulting Psychologists Press, 1978
- [7] Naoko Tosa and Ryohei Nakatsu, "Life-like Communication Agent-Emotion Sensing Character MIC' & Feeling Session Character 'MUSE'", ICMCS, 1996
- [8] H. Schlossberg, "Three dimensions of emotion", *Psychology Review* 61, 1954
- [9] Toru Nakata, Taketoshi Mori & Tomomasa Sato, "Analysis of Impression of Robot Bodily Expression," *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.14, No.1, pp.27-36, 2002.
- [10] Hye-Won Hung, Yong-Ho S대, Jin Choi, Hyun S. Yang, "Development of a Sociable Robot to Realize Affective Human-robot Communication with Multimodality", VSMM 2003, Canada