

텔레프레전스 영어교육 로봇시스템

구성용, 권오훈, 송현수, 박기루, 권동수
KAIST 기계공학부

Telepresence English Tutoring Robot System

Seon-Yong Koo, Oh-Hoon Kwon, Hyun-Soo Song, Ki-Roo Park, Dong-Soo Kwon
Mechanical Engineering Department, KAIST

koosy@robot.kaist.ac.kr, kwonoh@robot.kaist.ac.kr, songhs@robot.kaist.ac.kr,
parkkr@robot.kaist.ac.kr, kwonds@kaist.ac.kr

요 약

교육용 로봇의 응용 중 하나로 텔레프레전스 기능을 가진 로봇을 이용한 영어교육 시스템을 개발하였다. 원격의 원어민 영어강사가 초등학교 교실에 설치된 텔레프레전스 로봇을 통해 학생들에게 영어회화 수업을 진행하였으며, 이를 위해 텔레프레전스 시스템, 로봇 시스템을 개발하였다. 텔레프레전스 시스템은 사용자 시스템, 교실 서버 시스템, 로봇 시스템으로 구성되었으며, 로봇의 장애물 충돌 방지, 로봇의 직접 제어, 보조교사의 제어, 원격 강사의 제어 등 우선권 조정을 통한 4 단계의 제어 구조를 통해 구현되었다. 로봇 시스템을 위해 안정된 주행을 위한 보조바퀴를 가진 2륜 구동 모바일 로봇이 개발되었다. 이러한 텔레프레전스 로봇 시스템은 세 달간 대전의 장대동 문화의 집과 내동 초등학교에서 실제 학생들을 대상으로 시범수업을 진행하였으며, 이를 통해 도출된 시스템의 장 단점 및 개선방향이 제시 되었다.

1. 서론

텔레프레전스 로봇은 원격 조종을 통하여 공간의 제약을 뛰어넘어 로봇의 조작자가 그 공간에 실존하는 듯한 느낌을 준다는 개념의 로봇이며 가정용 건강도우미 등의 어플리케이션에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.[1][2]

한편으로 로봇의 교육적 활용에 대한 연구가 진행 중에 있다. 일본에서는 교육용 로봇의 연구사례로서 로봇과의 상호작용을 통한 영어학습 효과에 대한 실험이 이루어졌다.[3] 한국에서는 가정용 로봇을 통한 학습이 기존의 전통적인 교재를 이용한 학습이나 웹 기반의 e-learning 보다 높은 학업성취도를 보였다는 연구결과가 나왔다.[4] 또한 실제 교실에서의 수업에

서 로봇이 학생들의 학습 동기를 유발하는데 도움을 준다는 연구사례가 있다.[5]

현재 한국의 공교육 영어시장에서는 원어민 교사 확보에 어려움을 겪고 있으며 대도시를 제외한 일부 농어촌 지역 학교의 경우 원어민 강사들의 근무기피가 심해 지역간의 영어교육 인프라의 격차가 심각한 실정이다.[6][7]

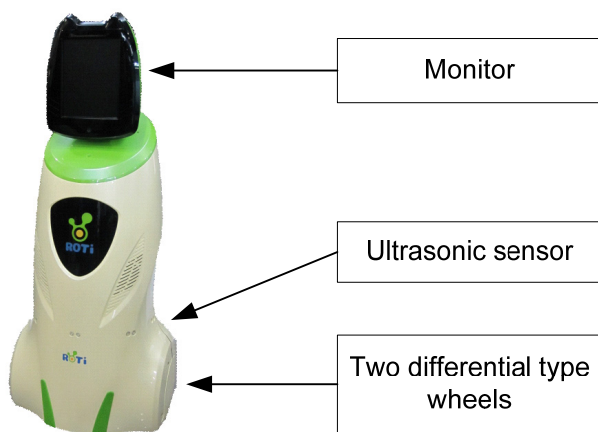
인터넷을 통한 원격 화상교육은 이와 같은 한국 영어 공교육에서의 원어민 강사 확보문제에 대한 한 가지 대안으로 주목받아왔다. 하지만 원격 화상교육은 강사의 교육적 활동에 시각적 제약이 뒤따르며 그로 인하여 실제 수업에서의 수업 집중도가 떨어질 수 있다. 원격 화상교육의 한계를 극복하기 위하여

텔레프레전스 로봇을 통한 원격교육이 고려될 수 있다. 텔레프레전스 로봇을 통한 원격교육은 기존의 화상통신 교육비하여 적극적인 교사의 교육활동을 통한 현실감 증대, 집중력 상승, 흥미유발 등의 효과가 예상된다.

본 연구에서는 텔레프레전스 로봇 통한 교육을 위하여 안정성, 친근함, 조작성, 이동성이 고려된 시스템을 개발하였으며 실제 수업환경에서의 학습효과를 검증하고 문제점 및 보완점을 도출하였다.

2. 텔레프레전스 로봇 시스템

본 연구를 위해 제작된 텔레프레전스 로봇 [그림 1]은 140cm 크기의 학생들에게 친근한 고양이 형태의 2륜 모바일 로봇이며, 장애물 감지를 위해 8 개의 초음파센서가 부착되었다.

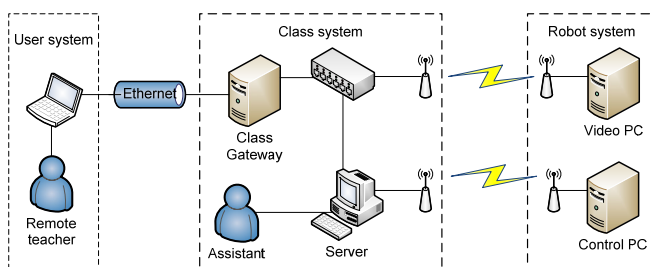


[그림 1] 텔레프레전스 로봇

2.1 텔레프레전스 시스템

2.1.1 시스템 아키텍처

텔레프레전스 로봇 시스템은 원격 사용자 시스템, 교실의 서버 시스템, 로봇 시스템으로 구성되었다.



[그림 2] 텔레프레전스 통신 시스템

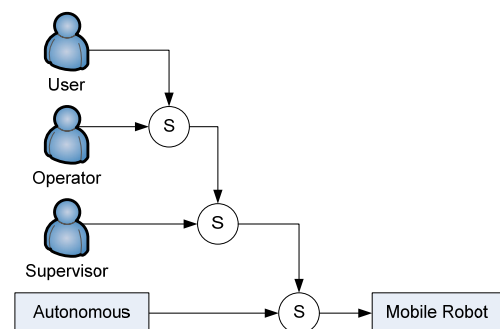
사용자 시스템은 원격의 영어강사가 로봇을 제어하며 수업을 진행하기 위한 시스템으로, 원격 강사는 개발된 로봇 제어 클라이언트 프로그램을 통해 교실의 서버에 접속하게 된다. 수업을 진행하는 화상통신 프로그램은 영상 통신의 지연으로부터 안정성을 위하여 로봇 제어 프로그램과 분리되어 있고, 본 시스템에서는 상용 화상통신 프로그램을 사용하였다.

교실의 제어 시스템은 로봇 제어를 담당하는 서버와 화상통신을 담당하는 AP로 구성되며 서로 독립된 이더넷 IP를 가진다. 제작된 로봇 제어 서버 프로그램은 원격강사의 로봇 제어 클라이언트로부터의 제어 명령과, 서버를 통해 직접 제어하는 보조교사의 제어 명령을 로봇의 클라이언트 프로그램으로 전달하는 프록시 서버 역할을 한다.

로봇 시스템은 로봇 제어를 담당하는 제어 PC와 화상통신을 담당하는 PC로 구성되어 있다. 로봇의 안정적인 제어를 위하여 화상통신 시스템과 로봇 제어 시스템을 물리적으로 분리하였으며, 각 시스템은 교실의 지역 네트워크로 무선으로 서버에 접속하게 된다.

2.1.2 텔레오퍼레이션

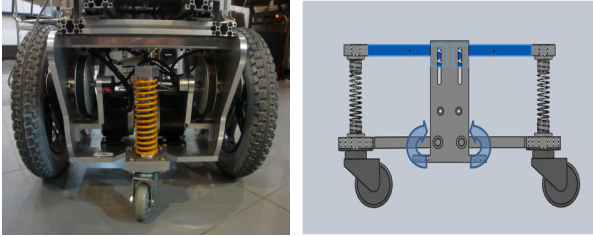
원격에서 화상을 통해 로봇을 안정적으로 제어하기 위한 장치로 로봇의 초음파센서를 통한 충돌 회피 기능, 로봇 제어 시스템에 직접 연결된 무선 조이스틱, 서버에 직접 연결된 유선 조이스틱, 원격 강사의 PC에 직접 연결된 유선 조이스틱 등 4 가지 제어 채널을 가지고 있다. 이러한 Autonomous, Operator, Supervisor, User의 4 가지 제어 채널은 로봇과의 근접성에 따라 상황 판단 능력이 비례한다는 가정에 의해 제어권의 우선순위를 할당하였다.



[그림 3] 텔레프레전스 제어 시스템

2.2 모바일 로봇 하드웨어

2.2.1 모바일 로봇



[그림 4] 구동부 모습 및 보조바퀴 개념도

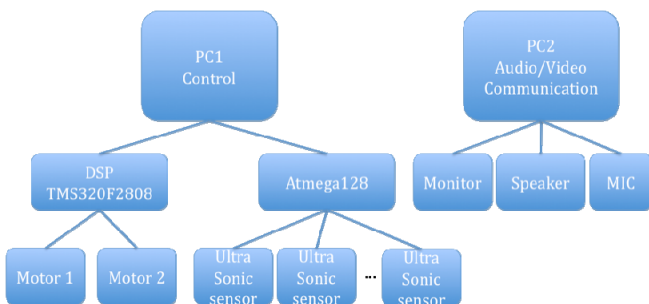
로봇을 구동 시키기 위한 구동부는 두 개의 모터를 이용하여 양쪽 바퀴를 각각 제어할 수 있도록 하여, 전, 후진 뿐만 아니라, 두 바퀴의 속도차이를 이용하여 자유로운 회전 주행이 가능하도록 설계가 되었으며, 각각 두 쌍의 풀리를 이용하여 250W의 적은 모터 파워로 충분한 가속이 가능할 수 있도록 제작 되었다.

세그웨이 타입의 로봇에서 보여지는 앞뒤 기울임을 표현하면서, 동시에 교육환경에서 사용할 수 있도록 안정성을 확보하기 위하여 스프링을 이용한 보조바퀴를 이용하였다.

보조바퀴는 하나의 단독 파트로 모듈화하여 탈착이 용이하도록 설계하였으며, 상단의 스프링 지지대의 높이를 조절함으로써 스프링의 반발력을 변화시킬 수 있는 특징을 가지고 있다.

2.2.2 시스템 아키텍처

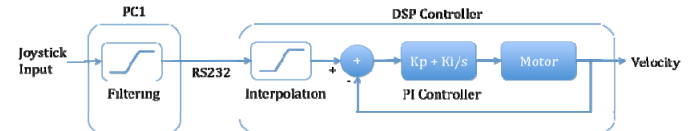
텔레프레젠텔스 로봇을 위한 시스템 아키텍처는 다음과 같다. 원활한 화상통신 및 원격조종을 위하여 2대의 PC가 사용되었으며 모터제어를 위한 MCU(DSP), 충돌 감지용 초음파 센서처리를 위한 MCU(Atmega128)가 사용되었다.



[그림 5] 시스템 아키텍처

2.2.3 제어

제어 블록선도는 다음과 같다. 조이스틱 입력으로 부터 조종자의 속도입력이 PC1으로 입력되면 필터링이 적용되어 연속적인 값으로 변환된다. 이 값은 RS232 통신을 통하여 모터제어를 담당하는 DSP로 전달된다. 통신을 통해 전달된 추종속도값은 DSP 내부에서 다시 보간처리되어 PI 속도제어기의 입력으로 사용된다.



[그림 6] 모바일 로봇 제어 흐름도

3. 영어교육

3.1 교육 환경

개발된 시스템을 사용하여 두번에 걸쳐서 수업을 진행시켰다.

처음 개설된 수업은 대전광역시 유성구에 소재하는 '장대 청소년 문화의 집'에서 약 한달간 5~6명의 초등학생을 대상으로 수업을 진행시켰다. 두번째 개설된 수업은 대전광역시 서구에 소재하는 내동초등학교에서 방과후 교육의 일환으로 약 두달간 십여명의 초등학생을 대상으로 실시되었다. 두번의 수업 모두 경기도 수원시에 소재한 장소에 원격강의 환경을 조성하여 원어민 강사에게 수업을 진행하도록 하였다. 수업 중 기술적 문제나 강사의 조작 미숙으로 인해 로봇의 원격조작이 어렵게 된 경우 보조강사가 로봇을 조작하여 수업이 원활하게 진행되도록 하였다.

3.2 교육 방법

수업은 통상적인 영어회화교육에서 많이 진행되는 언어학습자료를 이용한 질문 및 답하기 위주의 수업이 진행되었다. 첫 번째 수업에서는 로봇의 화면에 학습자료를 보여주고 묻고 답하는 식의 강의가 진행되었다. 원어민 강사가 질문할 학생 쪽으로 로봇의 방향을 조작하여 학생과 로봇이 대면하여 질문과 대답이 진행되었다.

두 번째 강의에서는 이전 강의보다 개선된 수업진행을 위하여 교실 앞에 로봇과는 별도의 원격화상통신용 TV 를 설치하여 강의자료를 보여주는 용도로 사용하였다.

또한 종종 수업의 흥미를 유발하기 위하여 로봇의 이동성을 이용한 단체 놀이가 진행되었다.



[그림 7] 텔레프레전스 영어 교육

4. 결과

영어교육 시범사업기간 동안 관찰 및 비디오분석을 통하여 학생입장에서의 교육 효과, 강사 입장에서 수업의 효율성 측면에서 시스템을 분석해 보았다.

원격 강사는 텔레프레전스 로봇 교육은 원거리의 직접 이동 없이 학생들과 공간상 움직임을 통해 다양한 상호작용이 가능하므로, 기존의 화상 영어교육 시스템보다 다양한 수업의 진행에 만족하였다. 하지만, 다음과 같은 문제점을 단점으로 지적하였다.

1. 카메라의 좁은 시야 각
2. 시야 확보를 위해 로봇의 방향 전환 시 제어의 비효율성
3. 조이스틱을 통한 로봇 제어의 어려움
4. 장애물을 자동 충돌 방지 시 상황판단의 어려움

대부분의 학생들은 로봇을 통한 교육에 높은 흥미를 가졌으며, 화상 영어교육 시스템보다 적극적으로 수업에 임하고 로봇의 움직임을 통해 주의가 환기되는 등 집중력이 높아졌다. 하지만 다음과 같은 단점이 지적되었다.

1. 로봇 모니터가 작아서 선생님의 얼굴 파악이 힘들

2. 일대일 대화 시 다른 학생들에게 선생님이 보이지 않으므로 집중력이 저하됨
3. 보조모니터와 로봇 모니터의 간격이 멀어서 수업의 효율성이 떨어짐
4. 로봇 준비 및 제어에 소요되는 시간의 비효율성

위와 같은 단점을 극복하고 효과있는 텔레프레전스 로봇 시스템을 위하여 다음과 같은 보완사항을 제시한다.

1. 로봇의 목 움직임을 통해 빠른 시야 확보 및 학생들과 눈맞춤을 통한 주의 환기
2. 교실 전체를 비추는 카메라 필요
3. 포인트간 자동 이동을 통해 강사의 로봇 조종 부담을 줄임
4. 로봇 머리의 측면, 후면에도 강사의 얼굴이 보이는 장치 필요
5. 로봇의 몸체 및 팔에 보조모니터 필요
6. 효과적인 학생들의 책상 배치
7. 장애물 충돌 시 강사가 상황 파악할 수 있는 피드백 장치 필요

5. 결론 및 향후연구

본 연구는 텔레프레전스를 통한 영어교육 로봇 시범사업을 통하여 로봇의 교육적 효과와 효율성을 파악해 보았다. 기본적인 텔레프레전스 기능을 통하여 실제 현장에서 수업을 통해 성능을 검증해 보았는데 의의가 있으며, 이를 통해 많은 문제점을 도출하였다. 로봇을 이용한 텔레프레전스 영어교육은 학생들의 관심유도와 현실감 증대를 통해 교육적 효과에 높은 가능성이 있으며, 앞으로 시스템을 보완하고 교육학적, 심리학적 접근을 통한 연구가 이루어진다면 성공적인 교육용 로봇 응용의 한 분야가 될 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgement

이 연구(논문)는 지식경제부 지원으로 수행하는 21 세기 프론티어 연구개발사업(인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업)의 일환으로 수행되었습니다.

또한 프로젝트를 함께 수행한 ㈜라스테크 에 감사의 말씀 전합니다.

참고문헌

- [1] F. Michaud, *et al.*, "Telepresence robot for home care assistance," *Proceedings of AAAI*, vol. 20006, 2006.
- [2] Y. Hsu, *et al.*, "Development of a decentralized home telehealth monitoring system," *Telemed e-Health*, vol. 13, pp. 69-78, 2007.
- [3] T. Kanda, *et al.*, "Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial," *Human-Computer Interaction*, vol. 19, pp. 61-84, 2004.
- [4] J. Han, *et al.*, "The educational use of home robots for children," 2005, pp. 378-383.
- [5] J. Han and D. Kim, "r-Learning services for elementary school students with a teaching assistant robot," 2009, pp. 255-256.
- [6] 윤유진, "영어 원어민 강사 운영 실태 및 직무 만족도 연구". Modern English Education, Vol. 9, No.3, Winter 2008
- [7] 민찬규, "원어민 보조교사 확대 및 관리체제 확충방안", 최종보고서, 한국교원대학교