

병원에서의 원격 진료를 위한 로봇 시스템 개발

성문현*, 여희주**
대전대학교 전자공학과

Development of a Robot System for Remote Medical Examination in Hospital

M.H. Sung* H.J. Yeo**
Department of Electronic Engineering Daejin University

Abstract - 과거에는 로봇이 노동 대체인력의 산업용으로 사용되어져 왔으나, 현재는 인간 친화형 고부가가치 서비스 지능형 로봇으로 로봇산업의 패러다임이 전환되고 있다. 지능형 로봇의 개발은 저출산 고령화의 부작용인 노동력 감소와 소외·약자에 대한 Care 서비스 수요증대에 크게 기여할 것이다. 이러한 지능형 로봇의 응용 및 활용방안으로 병원에서의 의료용 서비스 로봇시스템 개발이 급증하고 있다. 이러한 의료용 로봇은 수술시 의사를 보조해 절개위치 유도, 절단작업을 수행하는 수술용 로봇과 위장이나 대장 내부를 진단하는 내시경 로봇, 재활치료를 돕는 재활보조로봇 등이 개발되고 있으나, 병원 내에서 신속한 진단 및 진료를 위한 서비스 로봇은 국내에 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 의사가 현장에 없거나 바쁜 상황에서도 환자와 원격으로 진단·진료를 가능하게 함으로써 응급 상황에 대한 긴급 조치나, 질 높은 서비스를 제공하는데 큰 도움을 주기 위한 원격 진료용 서비스 로봇을 개발하였다.

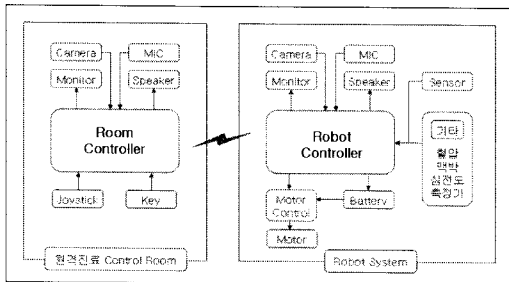
1. 서 론

최근 로봇에 대한 관심과 연구가 확대됨에 따라 서비스 로봇 분야에는 많은 발전이 있었다. 이러한 서비스 로봇의 한 분야인 의료용 로봇은 인간의 수명이 연장되고, 전문 의료 인력이 부족한 요즘 더욱 각광을 받고 있다. 의료 기술의 발달로 인하여 그 정밀도가 높아짐에 따라 의료 로봇의 역할이 날로 증가하고 있고, 이로 인해 환자들이 의료 로봇에 대한 관심과 신뢰성이 높아지고 있으므로 해가 거듭할수록 시장규모 또한 급속도로 확대 되는 추세이다. 의료용 로봇은 수술시 의사를 보조해 절개위치 유도, 절단작업등을 수행하는 수술용 로봇, 혈액과 체액을 검사하는 검사 로봇, 위장이나 대장 내부를 진단하는 내시경 로봇 등이 개발되고 있지만, 병원 내에서의 신속한 진단 및 진료를 위한 서비스 로봇은 국내에 전무한 실정이다. 미국에서는 현재 40만 명 이상의 유자격 의료복지 관계자가 부족한 것으로 보고되고 있으며 국내 역시 진료 및 진단을 결정할 수 있는 전문 의료 인력이 분야별로 턱없이 부족한 실정이다. 꾸준한 고령화가 진행됨으로 인해 시간이 지날수록 늘어나는 환자와 점점 줄어드는 전문의료 인력의 차이는 점점 심해질 것이며, 이를 극복하기 위해서는 원격 진료를 위한 서비스 로봇의 보급이 시급히 필요하다. 따라서 본 논문에서는 의사가 현장에 없거나 바쁜 상황에서도 환자와 원격으로 진단·진료를 가능하게 함으로써 응급 상황에 대한 긴급 조치나, 질 높은 서비스를 제공하는데 큰 도움을 주기 위한 원격 진료용 서비스 로봇을 개발하였다.

2. 원격진료 로봇 시스템

2.1 전체 시스템 구성

원격 진료 로봇의 전체적인 시스템은 크게 2개의 시스템으로 구성된다. 의사가 로봇을 제어할 수 있는 원격진료 컨트롤 Room과 병원을 자유롭게 이동하며 환자에게 접근할 수 있는 로봇 시스템으로 구성된다. 원격진료 컨트롤 Room은 PC기반으로 구성되었으며, 로봇 제어를 위하여 조이스틱, 카메라와 같은 주변 장치를 인터페이스 하였다. 로봇 시스템은 크게 주행을 위한 모터 컨트롤, 전력 공급을 위한 파워 시스템, 영상정보 송신을 위한 카메라, 로봇의 안정적인 주행을 위한 센서로 구성되어 있으며, 아래 그림 1은 원격진료를 위한 로봇의 전체 시스템 구성도이다.

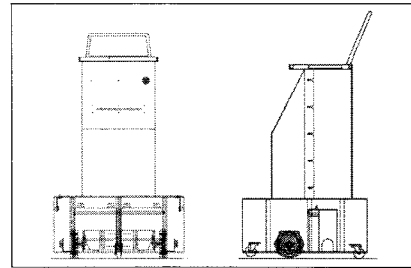


〈그림 1〉 원격진료를 위한 Robot System의 전체 구성도

2.2 로봇 메커니즘

원격진료 로봇이 사용되는 곳은 병원이고, 환자들이 치료를 받는 병실이다. 따라서 로봇이 주로 사용되어질 병원의 환경을 고려하고, 로봇의 주된 기능인 의사와 환자의 통신을 고려하고 원활한 의사소통을 위하여 환자들이 병실에 누운 상태에서의 평균적인 눈높이, 병실을 자유로이 이동할 수 있는 로봇의 폭, 휠제어, 드레싱 카트와 같은 장애물들의 회피를 위한 센서의 배치와 같은 설계에 중점을 두었다.

아래 그림 2는 원격진료 로봇의 설계 도면으로 로봇은 크게 3개의 Parts로 구성되며 로봇의 주행 및 장애물 회피를 위한 Driving Part와 진료 로봇의 전체 시스템을 관리하는 Main Part, 의사와 환자의 의사소통을 위한 Display Part로 구성되며 표 1은 각 Part의 기능적 설명이다.



〈그림 2〉 로봇 정면도(좌), 측면도(우)

〈표 1〉 진료로봇 각 Part의 기능

No.	Parts	Function
1	Driving Part	로봇의 구동에 필요한 모터와 장애물 판단을 위한 Sensor Array, 로봇에 동력을 제공하는 Power Supply가 위치한다.
2	Main Part	모터와 Sensor Array를 직접 제어하는 로봇 컨트롤러와 로봇을 총괄적으로 관리하는 컨트롤 PC가 위치한다. 또한 의사에게 환자의 상태를 전송하는 카메라가 위치한다.
3	Display Part	환자와 의사가 의사소통을 할 수 있는 Display 장치가 위치한다. 현재의 설계는 노트북 PC로 Display를 대체한다.

2.3 로봇의 구동 시스템과 통신

진료 로봇은 2개의 BLDC 모터를 이용하여 전·후진 및 좌·우회전이 가능한 차동구동 방식으로 구성하였다. 구동 시스템에는 ATmega128 MCU를 사용하여 로봇의 속도 및 방향 제어를 하였다. BLDC 모터를 구동하기 위한 Driver로는 세우산전사의 SBDM-25를 MCU와 인터페이스하여 제어하였으며, 컨트롤 Room의 조이스틱으로부터 들어오는 데이터를 받기 위하여 Blue-tooth 모듈을 사용하였다. 통신을 통하여 전송되는 데이터는 전체 5Byte로 구성하였으며, 제어명령은 아래 표 2와 같으며, CMD1의 Data Type은 표 3과 같다.

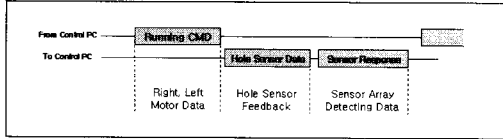
〈표 2〉 Command Set

CMD	Argument	Description
CMD 0	0xF0	Start Byte
CMD 1	State	Data Type Check
CMD 2	Motor Value(L)	Left Data
CMD 3	Motor Value(R)	Right Data
CMD 4	0x95	Stop Byte

〈표 3〉 CMD 1 Data Type

CMD 1	Description
0x03	Ready
0x04	Run Forward
0x05	Run Backward
0x06	Run Trun

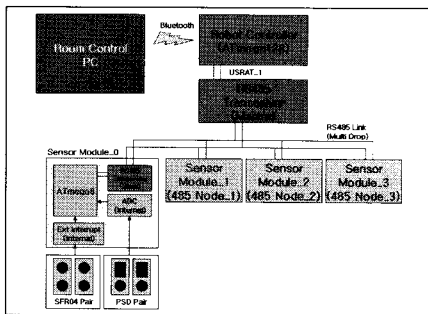
MCU에서 로봇 구동을 위한 데이터 CMD와 홀 센서의 피드백 데이터, 이후에 설명할 센서역시 유기적인 통신 Link에 의해 동작하기 때문에 아래 그림 3과 같이 로봇이 구동 중일 때 데이터 Sequence를 정의하였다.



〈그림 3〉 Driving Mode의 Data Sequence

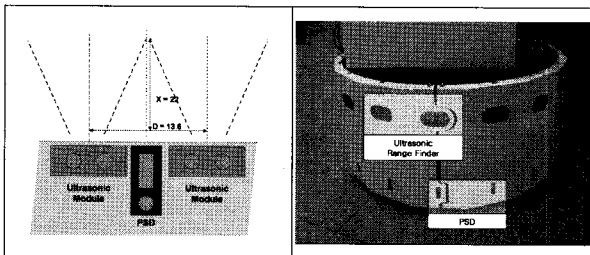
2.4 Sensor Array 시스템

진료로봇은 원격자의 조작자가 로봇에 장착된 카메라를 통하여 제어를 하게 된다. 카메라를 통해 입력되는 영상정보는 카메라의 화각(view angle)의 제한이 있어서 로봇 이동반경의 전부를 보여줄 수 없기 때문에 사각지대의 장애물 감지가 필수적이다. 또한 장애물을 로봇이 스스로 인식함으로써 원격진료 컨트롤 Room에서 로봇을 조종하는 의사의 실수나, 잘 보이지 않는 장애물을 로봇이 스스로 판단 할 수 있도록 구성하였다. 특히 로봇이 병원에서 사용되기 때문에, 이동 중인 환자와의 충돌 위험성을 고려해야 한다. 따라서 Sensor Array 시스템을 이용하여 로봇의 주변 장애물을 검출하여 회피주행을 하거나 감속하여 로봇이 안전하게 주행하도록 한다. 아래 그림 4는 이를 위한 Sensor Array 시스템의 블록도이다.



〈그림 4〉 Sensor Array 블록도

그림 4에서 보듯이 Sensor Array는 초음파센서 2개와 PSD센서 2개가 하나의 모듈로 구성되어지고, 이러한 모듈 4개가 485 Link로 연결되어 Data를 로봇 컨트롤러로 전송한다. 센서의 배치는 카메라의 화각에 제한된 모든 위치를 검출하기 위하여 로봇 주변의 모든 둘레에 감지범위를 고려하여 아래 그림 5와 같이 배치하였으며, 그 각도는 초음파 8개 센서는 12시, 2시, 4시와 같이 짝수 방향에 위치하며, PSD의 8개 센서는 그 사이 각인 1시, 3시, 5시와 같은 홀수 방향에 배치되어 총 16개의 Sensor Array로 구성하였다.



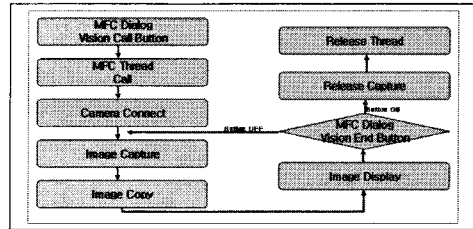
〈그림 5〉 센서의 감지범위에 따른 배치

초음파 센서의 특성상 센서가 바닥에 위치하게 되면 지면으로부터의 반사파로 인하여 장애물 검출에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 초음파 센서의 상·하 송출각도를 고려하여 로봇 하단의 위쪽에 배치하였고 좌·우 송

출각도에서 나오는 또 다른 작은 사각을 보상하고 지면에 근접한 작은 장애물을 검출하기 위하여 직진성이 우수한 PSD센서를 이용하여 로봇의 카메라로부터 발생될 수 있는 화각을 이층으로 보상하였다.

2.5 영상 시스템

원격진료 컨트롤 PC에서는 의사가 원격지의 환자에게 보이는 자신의 얼굴을 확인하고 로봇의 모니터에 Display되는 영상을 확인 할 수 있도록 구성하였다. 이를 위해서 Intel에서 제공하는 OpenCV Library를 이용하여 USB PC 카메라를 인터페이스하고 영상을 Display 하였으며, 사용자 편리성을 고려하여 MFC와 연동하여 GUI를 구성하였다. 아래 그림 6는 OpenCV를 이용하여 영상 호출을 하는 순서도 보여주어 있다.



〈그림 6〉 영상 호출 흐름도

또한 원격진료 컨트롤 Room에 있는 전문가가 로봇이 있는 병실의 환자를 보기 위해서는 로봇으로부터 영상정보를 무선으로 수신할 수 있어야 한다. 이러한 시스템 구성을 위하여 무선 카메라 모듈인 CM22N와 RX2400S를 사용하였다. 전용 수신기를 통하여 받은 데이터는 컨트롤 Room의 PC에서 PC 카메라를 Display하는 방식과 같이 OpenCV를 연동하여 또 하나의 Working Thread를 이용하였으며, 그림 6의 흐름도와 같은 동작으로 컨트롤 Room의 PC에서 Display된다. 아래 그림 7은 개발된 원격 진료 로봇의 전체 외관(좌)과 MFC기반의 GUI 응용 프로그램(우)을 보여준다.



〈그림 7〉 개발된 진료로봇(좌), MFC기반의 GUI(우)

3. 결 론

본 논문에서는 로봇의 자율 주행과 장애물 검출 및 회피를 위하여 초음파 센서와 PSD센서를 이용한 Sensor Array 시스템을 개발하였으며, 의사와 환자의 의사소통을 위한 화상시스템, 진료로봇을 제어하기 위한 MFC기반의 GUI를 개발하여 원격 진료가 가능한 로봇시스템을 개발하였다. 개발된 원격 진료용 로봇은 단순히 원격 진료용 로봇으로써 병원용뿐만 아니라 요양시설용으로도 적용 할 수 있기 때문에 많은 의료기관의 수요가 예상되어 경제적 가치뿐만 아니라, 의료 분야에서 국가 경쟁력을 높이는데 기여할 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Petelin JB, Nelson ME, Goodman J. Deployment and early experience with remote-presence patient care in a community hospital. Surg Endosc 2007; 21: 53-56.
- [2] Alex Gandsas, Mitesh Parekh, Michele M Bleech, Dalton A Tong. Robotic Telepresence: Profit Analysis in Reducing Length of Stay after Laparoscopic Gastric Bypass. J Am Coll Surg. Vol205, No1, July 2007 pp72-77.
- [3] Ellison LM, Pinto PA, Kim F, et al. Telerounding and patient satisfaction after surgery. J Am Coll Surg 2004; 199: 523-530.