

음성인식과 웨어러블 모듈을 이용한 이동로봇 제어

정성호, *서재용, **김용민, 전홍태

중앙대학교 전자전기공학부, *한국기술교육대 정보기술공학부, **충청대 컴퓨터 학부

전화 : 02-820-5297

Control of Mobile Robot Using Voice Recognition and Wearable Module

Sung-Ho Jung, Jae-Yong Seo, Yong-Min Kim, Hong-Tae Jeon

School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University

E-mail : apuls@ms.cau.ac.kr

ABSTRACT

Intelligent Wearable Module is intelligent system that arises when a human is part of the feedback loop of a computational process like a certain control system. Applied system is mobile robot.

This paper represents the mobile robot control system remote controlled by Intelligent Wearable Module. So far, owing to the development of internet technologies, lots of remote control methods through internet have been proposed. To control a mobile robot through internet and guide it under unknown environment, We propose a control method activated by Intelligent Wearable Module. In a proposed system, PDA acts as a user interface to communicate with notebook as a controller of the mobile robot system using TCP/IP protocol, and the notebook controls the mobile robot system. The information about the direction and velocity of the mobile robot feedbacks to the PDA and the PDA send new control method produced from the fuzzy inference engine.

I. 서론

급속도로 변화하는 현대 산업사회에서 다양하고 복잡한 업무처리의 효율성 및 이동성을 위해 휴대용 노트북,

OS기능을 내장한 셀룰러폰, personal digital assistant(PDA), 전자수첩, 임베디드 시스템 등 다양한 종류의 컴퓨터 등이 이용되고 있다. 그리고 그에 관련된 컴퓨터 기술은 급속도로 발달하고 있다. 대부분의 휴대용 컴퓨터들이 인간 생활 패턴에 있어 좀 더 편리하게 하는 장치이다. 이에 좀 더 지능적이고 인간 중심의 휴대용 컴퓨터인 웨어러블 모듈이라는 개념은 매우 흥미로운 기술이다.

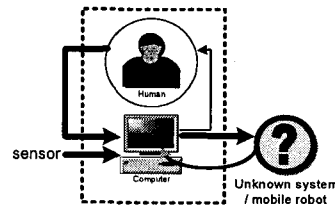


그림 3. 웨어러블 모듈의 신호 흐름도
Fig. 1. Signal flow paths for the wearable module

그림 1에서처럼 웨어러블 컴퓨터는 컴퓨터와 컴퓨터를 휴대한 사용자를 분리한 시스템이 아니라 인간의 감각정보를 분석, 조합, 추론하여 어떠한 작업을 수행하는 인간의 제2의

두뇌와 같은 역할을 한다 [1]. 즉 인간의 말단 신경계와 같은 역할을 하며 인간에게 보완적인 기능을 담당하게 된다.

이와 유사한 개념의 대표적인 시스템은 카네기 멜론 대학교의 실시간 음성 번역용 웨어러블 컴퓨터로 현재 계속 연구가 진행되고 있으며 [2], 하드웨어 시스템 관점으로 볼 때 소형화는 MIT의 Media Lab에서 MITHril이 가장 근접적으로 개발 업그레이드 과정에 있다[3].

인간이 로봇이나 기계를 동작시키기 위해서 통신 매개체는 매우 중요한 역할을 한다. 이에 매우 효율적이며 필수적인 음성인식을 정보 전달 수단으로 이용하였고, 추가적으로 마그네틱 센서 출력 데이터로 로봇의 동작을 제어하는 시스템을 구현하였다. 그리고 특수한 상황에서는 사용자가 명령을 내리기 전에 웨어러블 모듈이 판단을 하여 명령을 내리도록 하는 시스템을 구현하고자 하였다.

이러한 시스템의 구현에 있어서 로봇을 직접 제어하는 통신방법은 공간적 한계와 시간적 제약에 구애를 받지 않게 TCP / IP를 기반으로 하는 로봇 제어를 하였다. 이러한 TCP / IP 웹 기반 응용 로봇 공학은 일찍이 무선조정(teleoperation)을 기원으로 발전해 왔다 [4].

대표적인 예로 NASA에서 개발한 화성탐사 로봇[5]이나 인간이 작업하기 위한 환경인 원자력 발전소의 원자로에서 작업을 수행하는 로봇이나 로봇에 장착된 카메라를 이용하여 원격으로 박물관 내부를 안내해 주는 로봇[6] 등 다양한 분야에서 응용 개발되었다. 인터넷 기반 하에 웹 브라우저를 이용한 원격제어 로봇이나 장치 제어에 관련된 웹 텔레로보틱스의 개념은 아직 초기단계에 있다 [7].

특히, 기존 대부분의 인터넷을 기반으로 한 매니플레이터나 이동로봇을 제어하는 모듈들은 운영 공간의 한계를 극복하고자 시스템을 구성하였지만, 시스템의 안정성을 고려하여 성능이 좋은 데스크탑이나 서버를 기반으로 개발되어 소형화와 휴대성 문제는 간과 해왔다. 이에 급속도로 발전하고 있는 PDA(Personal Digital Assistance)를 이용하여 웨어러블 모듈의 소형화 문제에 한 걸음 접근하고자 한다. PDA 장점인 OS의 Loading 시간 없이 전원을 인가하였을 때 바로 실시간으로 제어모듈 인터페이스에 사용할 수 있다는 편의성과 PDA 운영체제 중 하나인 윈도우 CE의 RTOS(real-time operating system) 시스템의 강점을 접목하여 이동로봇 제어의 효율성을 극대화하고자 한다.

본 논문에서는 음성인식 하드웨어 시스템과 마그네틱 센서, PDA를 하나의 제어모듈로 구성하여 무선랜 환경을 기반으로 이동로봇을 제어하는데 초점을 두고자 한다. 현재 음성인식 하드웨어 시스템의 소형화 문제가 해결되지는 못했지만 음성인식이나 기타 입력재원에 의한 데이터입력으로 이동로봇의 실시간 운영 가능성을 검증하고자 한다.

II. Wearable Module를 이용한 이동로봇 제어

2.1 시스템의 구성

본 논문에서 구현된 웨어러블 이용한 로봇 제어를 위한 전체적인 시스템의 구성도는 다음과 같다.

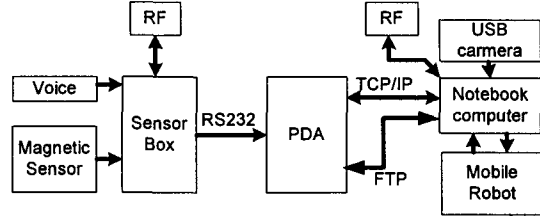


그림 4. 전체적인 시스템 구조
Fig. 2. System Architecture

그림 2에서 보는 것처럼 전체적인 하드웨어 시스템 구성도는 크게 사용자가 명령을 내리는 제어 시스템을 중심으로 하는 IWM1 (Intelligent Wearable Module 1)과 한울로보틱스의 Synchro-drive Mobile Robot(Model : HWR-MRB2)을 직접 제어하는 IWM2로 구성되어 있다. IWM1에는 크게 음성 인식 장치와 방향을 인식하는 자장·센서 장치 그리고 PDA단말기(i-paq H3660, Compaq)로 구성되어 있다. 명령수행 과정은 다음과 같다. 정의된 프로토콜에 의해 음성인식 또는 마그네틱 센서를 통해서 들어오는 프로토콜은 PDA를 거쳐 IWM2의 모바일 로봇에 전달되어 명령을 수행하게 된다. 또한 IWM2에서는 초음파 센서를 통해 측정된 거리 데이터를 IWM1의 PDA에 전달되어 퍼지 추론알고리즘에 의해 모바일 로봇의 속도와 방향을 제어하게 된다.

Intranet에서 전송 시에는 네트워크 시스템에 크게 영향을 받지 않지만, 만일 Internet 환경일 때 전체 네트워크 부하로 네트워크 속도 저하 문제가 발생하였을 경우를 대비하여 수동으로 RF송수신 방식(BiM-418-F, Radiometrix)으로 전환하여 작동하도록 구성하였다.

2.2 소켓통신 기본 구조

IWM1의 메인 제어시스템을 PDA로 구성하였으며 IWM2의 메인 제어시스템을 노트북으로 구성하였고, 최고 11Mbps의 전송률을 가진 무선랜 카드와 Access Point(AP)로 무선랜 환경을 구축하였다. 무선랜을 이용한 소켓통신 시 프로그램의 구성은 모바일 로봇쪽의 IWM2를 Server 개념으로 항상 동작 대기 상태에 있다고 보며, IWM1은 IWM2에 액세스를 했다가 접속을 끊을 수 있는 것과 같이 Client 개념으로 소켓프로그램을 하였다. 위에서도 잠깐 언급했듯이 IWM1의 PDA 운영체제는 윈도우 CE이다. 윈도우 CE의 모든 문자열은 UNICODE 방식으로 처리한다. UNICODE 방식은 모든 문자체계를 2바이트 인덱스 체계로 처리하지만 IWM2에

서의 프로그램에서는 ANSI방식으로 문자셋을 1바이트로 처리한다 [8,9]. 따라서 데이터를 전송시 데이터가 제대로 전송되지 않는 문제가 발생한다. 따라서 그림 2에서 보는 것과 같은 Windows API 함수를 사용하여 PDA에서 받은 데이터를 UNICODE로 변환해주어야 하고, 보내기 전에 데이터를 ANSI코드로 변환하여 전송하여야 한다.

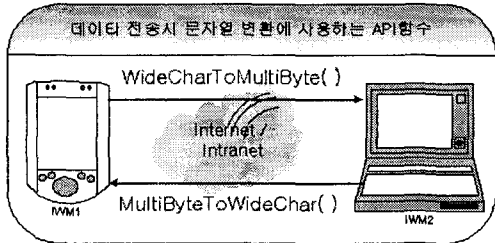


그림 5. 데이터 전송 시 사용하는 Windows API 함수
Fig. 3. Using Windows API for Data transmission

PDA에서의 소켓 프로그램에서는 다른 소켓 클래스는 잘 동작하지 않는 관계로 윈도우 CE에서만 지원하는 Class인 CCESocket 클래스를 사용하였으며, IWM2에서는 non-blocking 방식의 CAsyncSocket클래스를 기본 클래스로 하는 파생 클래스를 정의 사용하였다.

2.3 하드웨어 구성

Sensor Box에는 기본적으로 IWM2에 음성이나 그림 5의 마그네틱 센서의 방향 정보를 이용하여 IWM2에 명령을 내릴 수 있는 하드웨어로 구성되어 있으며 인터넷 환경의 장애로 인한 만일의 상황을 대비하여 수동으로 RF 통신으로 전환할 수 있도록 하드웨어가 구성되어 있다. 음성 인식 칩으로는 Voice Direct™ 364 Speech Recognition Kit 을 사용하였다.

위에서 사용한 음성인식 하드웨어는 화자 종속으로 구성 시 15개의 명령어를 학습하여 음성인식 시킬 수 있다.

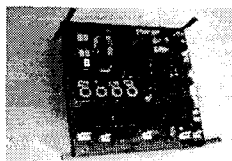


그림 4. 센서 박스
Fig. 4. Sensor Box

어 있으며 각각의 모듈은 시리얼통신으로 구성되어 있다.

그림 4는 Sensor Box의 메인 부분으로 음성을 인식할 수 있는 모듈과 RF통신 전환 시 IWM1의 PDA와 RF 통신모듈에 동시에 데이터 전송할 수 있게 스위칭 동작을 할수 있게 AT89C51, AT89C2051 칩으로 구성되어

각각의 Sensor부분에서 Sensor Box까지 전송되는 Sensor정보는 표 1에서의 같이 5 바이트 구성된 프로토콜로 정의되어 있으며 기본 구조는 다음과 같다.

Start Byte와 Stop Byte 데이터의 시작과 종료를 나타내는

바이트로 각각 16진수 hex값 AA와 55값으로 정의되었으며 2번째 바이트인 Mode Byte는 Sensor로부터 오는 명령이 음성 명령인지, MR sensor로부터 오는 명

표 1. 프로토콜 구조

Start	Mode Byte	Command	CRC	Stop
-------	-----------	---------	-----	------

령인지, 눈동자 응시 위치 추적과 등과 같은 다른 Sensor로부터 오는 명령인지를 구분하기 위한 Byte이다. 그리고Command Byte는 실제 해당 Sensor로부터 전송하고자 하는 명령의 정보가 기록되며, CRC에서 check sum을 이용하여 전송 패킷의 오류 여부를 확인한다.

2.4 소프트웨어 구조

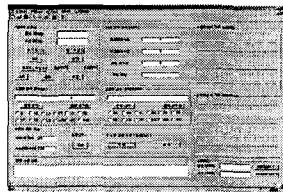


그림 6 IWM2 프로그램 일부
Fig. 6. partial IWM2 program

크게 소프트웨어 구성은 다음과 같이 구분할 수 있다. 그림 7의 Microsoft Embedded Visual C++ 3.0으로 제작된 PDA 프로그램과 그림 6에서 보는 바와 같이 MFC로 구현된

IWM2의 Mobile Robot의 제어, 명령을 확인 수 있는 부분으로 구성되어 있다.

특히 PDA는 240×320 pixels Color로 디스플레이 되므로 한 화면에서 보여줄 수 있는 정보가 매우 적다. 따라서 PDA에서는 다양한 명령 창과 데이터 출력력을 점검할 수 있는 에디트 창을 보여주기 위해 Property Sheet, Property Page 형식으로 탭을 선택하여 다른 창을 선택할 수 있도록 구성하였다. 현재 IWM2의 USB 카메라를 통해 받은 영상정보는 픽셀 정보로

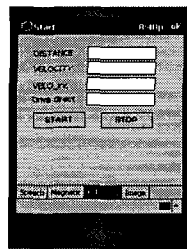


그림 7. Pocket PC emulation
Fig. 7. Pocket PC emulation

IWM2에서 색깔과 모양을 분석하여, 그에 해당하는 정보를 IWM1에 전달하게 되고. 모바일에서 긴급상황이나 IWM1의 사용자가 희망시 현 상황을 캡처하여 이동로봇에 저장해 놓게 된다. 그러면 IWM2의 사용자는 FTP로 자동 접속 해당 이미지를 즉시 다운로드하여 확인할 수 있다.

2.5 퍼지룰과 알고리즘 소개

추종을 하기 위해서 초음파 센서와 USB 카메라를 통해 들어온 거리와 위치 정보로 모바일 로봇의 속력과 회전 각도를 조절하게 된다. 추종시 애매 모호한 값에 대하여 다음과 같이 퍼지 룰을 세워 퍼지제어를 하였다.

IF d is PB and de is NS, then $Speed$ is PB

(d :거리, de :거리차)

IF p is NS and pe is P, then $Angle$ is ZO

(p :위치, pe :위치차)

퍼지 추론법은 Mamdani의 Max-Min 연산을 사용하였고 비퍼지화 방법으로는 무게중심법을 사용하였다.

2.6 실험 및 결과

그림 8에서처럼 시뮬레이션은 전체 시스템의 데이터 전송의 안정성에 주안점으로 두고 검증중을 하였다.

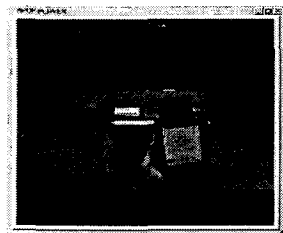


그림 10. 시뮬레이션
Fig. 8. Simulation

무선랜 환경에서의 PDA와 기타 센서들을 이용한 이동 로봇의 원격 제어 기반 기술을 이용하였다. 추종, 충돌 회피, 장애물 회피 등을 퍼지 규칙에 의한 데이터 처리를 함으로써 지능 제어를 구현 하였다.

III. 결 론

본 논문에 기술된 시스템은 진행되고 있는 과제로 아직 완벽한 소형화 문제나 신경망과 퍼지추론 알고리즘 부분에 있어서 완벽하지는 않다. 향후 연구과제에서 IWM1의 Sensor Box와 같은 하드웨어 부분의 소형화 문제가 먼저 선결되어야 할 것이다. 그리고 극복해야 할 과제가 아직 많지만, 특히 사용자가 텍스트로 전송되는 정보로 주변상황 전체를 인지 하기에는 매우 힘들다. 따라서 현재로는 특정 이벤트 시 자동 캡처를 하여 그 상황에 대해 이미지를 확인할 수 밖에 없다. 따라서 PDA

영상 데이터 처리, 추론 판단 알고리즘 연산, 송수신 데이터의 동시처리 능력에 있어서 별 문제가 없다면 H.263 같은 이미지 압축알고리즘을 사용하여 영상을 실시간으로 전송할 수 있는 부분을 구현해야 할 필요가 있다. 현재 궁극적으로 추구하는 웨어러블 모듈 개념을 이용하여 사용자가 원격지에서 로봇을 완벽히 제어됨을 확인할 수 있었다. 따라서 이런 웨어러블 모듈의 음성인식이나 센서정보를 통한 이동 로봇에서처럼 웨어러블의 모듈이 개선이 이루어진다면 사용자 위주의 편의를 제공하는 시스템이 될 것이다.

감사의 글 : 본 연구는 산업자원부 IWM요소 기술 개발 과제 프로그램에 의해 지원 받았습니다.

IV. 참고문헌

- [1] Steve. Mann, Wearable computing: toward humanistic intelligence, IEEE Intelligent Systems [see also IEEE Expert] , Volume: 16 Issue: 3 , May-June 2001, Page(s): 10 -15
- [2] A. Smailagic, D. Siewiorek, D. Reilly, CMU wearable computers for real-time speech translation, IEEE Personal Communications , Volume: 8 Issue: 2 , April 2001 Page(s): 6 -12
- [3] <http://www.media.mit.edu/wearables/>
- [4] K. Taylor, B. Dalton, Internet Robots: A New Robotics Niche, IEEE Robotics & Automation Magazine , Volume: 7 Issue: 1 , March 2000
- [5] P.G. Backes, K.S. Tso, J.S. Norris, G.K. Tharp, J.T. Slostad, R.G. Bonitz, K.S. Ali, Internet-based operations for the Mars Polar Lander mission, Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA '00. IEEE International Conference on , Volume: 2 , 2000 Page(s): 2025 -2032 vol.2
- [6] S. Maeyama, S. Yuta, A. Harada, Experiments on a remote appreciation robot in an art museum, Intelligent Robots and Systems, 2000. (IROS 2000). Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on , Volume: 2 , 2000 Page(s): 1008 -1013 vol.2
- [7] H. Martinez Barbera, M.A. Zamora Izquierdo, A.F.Gomez Skarmeta, Web-based Supervisory Control of Mobile Robots, IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2001
- [8] Douglas Boling, Programming Microsoft Windows CE, Second Edition
- [9] <http://msdn.microsoft.com>