PXA 270 기반 이동형 임베디드 시스템을 이용한 실내 환경 모니터링

Indoor Environment Monitoring Using a PXA 270-based Mobile Embedded System

정구종* · 김인혁* · 손영익**
(Goo-Jong Jeong · In-Hyuk Kim · Young-Ik Son)

Abstract - Mobile patrol robots are mainly used in aerospace and military engineering because they can work at dangerous environment replacing a man. This paper presents a study on the remote monitoring and control system of a mobile patrol robot platform using TCP/IP. The mobile robot consists of intel PXA270 and linux-based system. It can get environment information such as images, temperature, humidity and slope by using two cameras and various sensors. And it transmits information data to a monitoring system through the ad-hoc network which is one of wireless network solutions. At this time, a mobile robot is a server and a monitoring system is a client. Users can monitor environment information which is received from a mobile robot by an application based on PC. We have used TCP/IP protocol, socket programming, interface technique of process and devices and control algorithm to embody the mobile robot and its monitoring system. Experimental results shows that the system can be utilized as a remote patrol monitoring tool.

Key Words : embedded system, monitoring system, PXA 270, ad-hoc networking, wireless networks

1. 서 론

탐사 및 정찰 로봇은 작업의 효율성을 높이기 위해서 또는 지형, 기후, 위험인자로 인하여 관찰자가 접근하지 못하는 경우에 사람을 대신해서 탐사를 수행하는 로봇을 말한다. 적용 사례로는 남극 탐사에 사용된 Nomad, 화성 탐사에 사용된 Sojourner와 Mars Pathfinder가 있으며, 이라크 전에서의 대 테러 지원과 위험물처리, 타이타닉 유해 발굴 현장 등에서도 활용되었다고 한다. 인간이 직접 수행하기 위험한 환경에서 특정한 작업을 수행할 수 있다는 장점 때문에 그 필요성과 관심이 점점 커지고 있으며 다양한 분야에서 수요가 증가하고 있다. 과거에는 우주 항공 및 국방산업과 같은 제한된 분야에서만 사용되었으나 로봇 기술이 발달함에 따라 점차 산업 전반 및 서비스 산업으로 그 응용범위가 넓어지고 있다.[1-2] 또한, 최근에는 영상처리 및 무선 인터넷의 발전으로 인하여 인터넷을 통한 로봇의 원격 감시 및 제어가 주류를 이루고 있다.[3-5]

이러한 탐사 및 정찰 로봇은 기구부와 모니터링 시스템부로 구성된다. 기구부는 각종 위험 요소에 강인하도록 설계되어야 하며, 정확한 정보 전달과 제공된 정보의 효과적인 분석을 위해서는 안정적인 무선 통신 환경과 모니터링 시스템이 필요하다.

본 논문은 이동형 임베디드 시스템을 이용하여 실내 환경을 모니터링하는 시스템을 구현한다. 각종 센서와 카메라를 장착한 임베디드 시스템과 4륜의 바퀴 이동로봇으로 실내 환경 정보를 습득하고 이를 무선 네트워크를 통하여 PC기반의 모니터링 시스템으로 전송한다. 모니터링 시스템은 사용자에게 친숙하게 정보를 전달하기 위해 GUI로 구성하였다. 또한, 정확한 정보 전달을 위해 무선 랜 네트워크 방식 중 하나인 애드혹 네트워크(ad-hoc network)를 사용한다. 애드혹 네트워크는 IEEE 802.11이 제공하는 기술로서 AP(AccessPoint) 없이도 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 통신을 하는 자율적인 구조의 네트워크 방식이다. 즉, 기반 네트워크 장치 없이도 즉석에서 자율적으로 쉽게 네트워크를 구성할 수 있다. 이와 같은 특징으로 애드혹 네트워크 방식은 탐사 이동로봇에 적합하다. 현재 전쟁이나 인명구조에 주로 적용되고 있으며 최근에는 유비쿼터스 시대에 유용할 기술로 주목받고 있다.[6]

2.1절에서 본 논문에서 구현한 시스템의 구성에 대해 살펴보고 2.2절에서 애드혹 네트워크에 대해 소개한다. 2.3절에서 실내 환경 모니터링 실험을 통하여 영상 및 센서에 의한 원격 감시 기능을 수행할 수 있음을 보인다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

본 논문에서 다루는 시스템은 그림 1과 같이 이동로봇과 임베디드 시스템이 결합된 기구부와 PC기반으로 이동로봇을 모니터링 할 수 있는 모니터링 시스템부로 구분된다.

저자 소개
* 學生會員 : 明知大學校 電氣工學科 碩士課程
** 正 會 員 : 明知大學校 電氣工學科 副敎授 · 工博
接受日字 : 0000년 0월 0일
最終完了 : 0000년 0월 0일

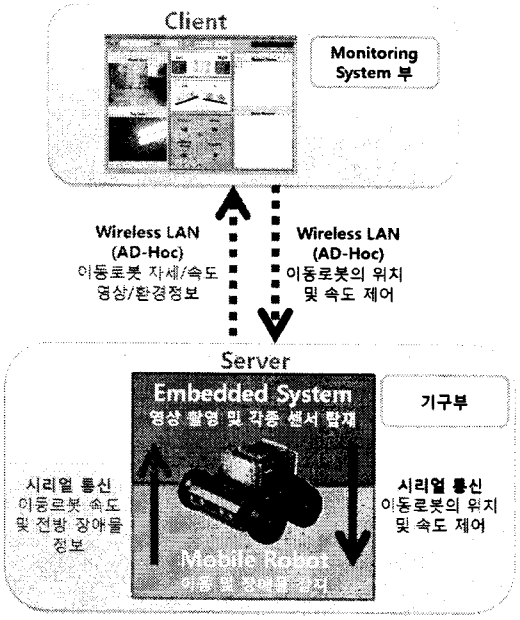


그림 1. DC/DC 승압 컨버터의 구조

기구부에서의 이동로봇은 4륜 바퀴 로봇이며 Atmega128을 탑재한 한백전자의 HBE-RoboCAR를 사용하였다. 임베디드 시스템은 데이터 및 사용자에 의한 제어 지령을 송수신하는 서버로써 PXA270을 탑재한 한백전자의 HBE-SM2를 사용하며 이동로봇의 상단에 장착된다.

이동로봇은 초음파 센서를 이용하여 이동로봇의 전방 장애물과의 거리를 측정하여 그 데이터를 이동로봇의 속도 정보와 함께 시리얼 통신을 이용하여 임베디드 시스템으로 전송한다.

임베디드 시스템은 가속도 센서, 온/습도 센서, 조도 센서, 기압 센서, CMOS 카메라(상단, 전방 촬영)를 장착하고 있으며, 각각의 센서 및 카메라에서 가공된 데이터를 이동로봇으로부터 받은 데이터와 함께 PC기반 모니터링 시스템으로 전송한다. 이 때의 데이터 전송은 무선 랜 네트워크 방식인 애드혹 네트워크를 이용하며 임베디드 시스템은 서버로써 동작한다.

클라이언트인 모니터링 시스템은 PC기반으로 동작하며, 본 논문에서는 리눅스 기반 GUI 저작도구인 QT를 사용하여 제작하였다. 서버에서 수신된 카메라 영상, 이동로봇의 속도, 자세(상하, 좌우 기울기) 및 주변 환경 정보(온도,습도 등)를 보여준다. 또한 이동로봇의 이동 및 속도 제어 명령을 임베디드 시스템으로 전송할 수 있다.

표 1,2에서 이동로봇과 임베디드 시스템의 주요사양을 정리하였다.

표 1. 이동로봇(HBE-RoboCAR) 사양

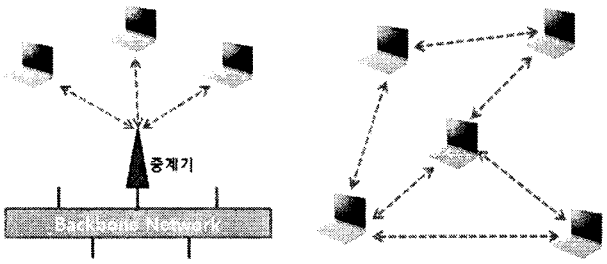
구분	사양
CPU	ATmega128L 8-bit AVR, main control
Motors	DC geared motor 2EA DC Geared encoder motor 2EA
Motor Driver	L298P Up to 4A DC Motor Driver 2EA
Ultrasonic sensor	AW-12OA01 40.0KHz ± 1.0KHz / 2.0KHz Bandwidth

표 2. 임베디드 시스템(HBE-SM2) 사양

구분	사양
CPU	Marvell Xscale PXA270 32-bit, 520MHz, main control
Memory	Strata Flash 64MByte SDRAM 128MByte
Wireless LAN	IEEE802.11b/g 1Port
LCD	3.5" TFT LCD with Touch Screen
Camera	1.3M Pixel CMOS Camera 2EA
UART	RS232 Level UART 2 Port TTL Level UART 2 Port
Sensors	Temperature / Humidity Sensor Accelerometer Sensor Barometer Sensor Light Sensor

2.2 Ad-hoc Network

무선 네트워크는 Infrastructure(인프라스트럭처) 네크워크 방식과 Ad-hoc(애드혹) 네트워크 방식이 있다. 두 네트워크 방식의 구조는 그림 2와 같다. 인프라스트럭처 네트워크 방식은 하나의 중계기(기지국)를 기준으로 다수의 단말기들이 한정적으로 연결되어 네트워크망을 형성하는 방식이며, 애드혹 네트워크 방식은 각각의 단말기들이 공간상에 독립적으로 존재하면서 자신이 인식할 수 있는 반경안의 모든 기기들을 연결하는 방식이다. 이렇게 연결된 단말기들을 네트워크화하며 각각의 단말기들은 서버, 허브 혹인 클라이언트로 존재한다.



(a) Infrastructure Network, (b) Mobile Ad-hoc Network
그림 2. 무선 네트워크 망의 구조

애드혹 네트워크는 고정된 기반 망의 도움 없이 이동 단말기만으로 구성되는 자율적이고 독립적인 네트워크이기 때문에 각각의 단말기는 네트워크의 참여와 이탈이 자유로우며, 대등하게 네트워크를 구성하는 주체가 된다.[6-8] 또한 구성이 단순하고 융통성이 있으며, 일시적인 필요에 의해서 임시적으로 구성되기 때문에 다양한 분야에서 응용되고 있다. 주로 기반 통신 시설이 갖추어져 있지 않은 장소에서의 긴급 구조 서비스나 군사 통신 목적으로 주로 사용되었다. 최근에는 본격적으로 상업 서비스가 제공되기 시작한 LBS (Location Based Service)와 유비쿼터스 네트워크 분야에서 애드혹 네트워크가 각광받고 있다. 애드혹 네트워크는 현재 홈 네트워크 기술, 차내 기기간 통신 및 무선 센서 네트워크 분야로 그 적용 범위를 넓히고 있다.[6]

위와 같은 고정된 네트워크 기반 망 없이 임시적으로 네트워크를 구성하고 각 단말기의 독립적인 구성이 가능하다는 점에서 탐사용 이동로봇의 무선 네트워크 방식으로 적합하다고 할 수 있다.

2.3 실내 환경 모니터링 실험

본 절에서는 이동로봇에 장착된 임베디드 시스템과 PC 기반 모니터링 시스템의 어플리케이션을 구현하여 원격 감시 기능을 수행할 수 있음을 보인다. 먼저 이동로봇 및 임베디드 시스템의 하드웨어는 그림 3과 같다. 이동로봇 상단에 임베디드 시스템이 결합되어 일체형으로 동작하며 두 시스템간의 데이터 전송은 시리얼 통신을 사용한다. 임베디드 시스템의 최상단에는 3.5인치 TFT LCD(320×240)가 탑재되어 있어 현재 동작 상태를 간단히 확인할 수 있다.

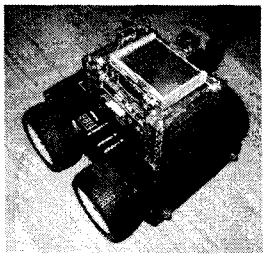


그림 3. 이동로봇 및 임베디드 시스템 H/W

그림4는 임베디드 시스템의 LCD에 보여지는 응용프로그램의 인터페이스이다. 응용프로그램에 사용할 Port를 지정하여 서버를 시작/종료시키며, 연결된 클라이언트에 대한 정보 및 클라이언트와의 데이터 송수신 상태를 확인할 수 있다.

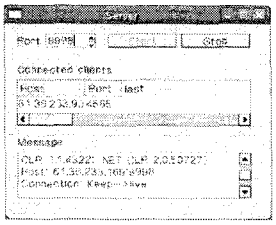


그림 4. Server Application Interface

그림 5는 클라이언트로써 동작하는 PC기반 모니터링 응용프로그램의 인터페이스이다. 임베디드 시스템에서 전송한 영상 및 이동로봇의 속도, 자세, 환경 정보를 모니터링할 수 있도록 구성되었다. 또한 키보드를 이용하여 이동로봇의 이동 제어 명령을 전송할 수 있다.

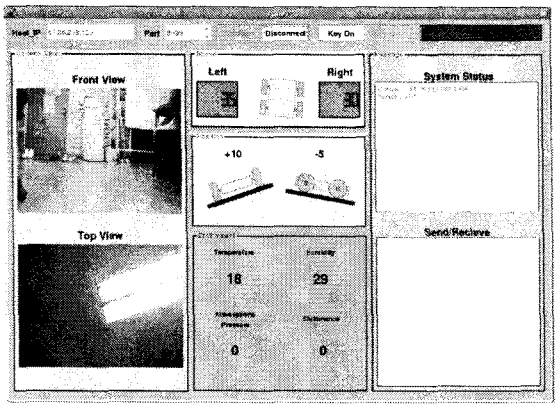


그림 5. Client Application Interface

3. 결 론

본 논문에서는 PXA270과 리눅스 기반 임베디드 시스템을 이용하여 각종 센서와 CMOS 카메라를 장착한 이동로봇을 구현하였다. 센서와 카메라를 통해 얻은 정보를 애드혹 네트워크를 통하여 PC기반 모니터링 시스템으로 전송한다. 주변 환경 및 지형을 모니터링 할 수 있어 탐사 및 산업 현장에서 유용하게 사용할 수 있는 원격 감시 시스템을 구현하였다. 향후 GPS을 탑재하고 영상처리를 추가한다면 실외 자율 이동로봇의 역할을 수행할 수 있어 그 응용범위가 더 넓어질 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (R11-2001-093-03005-0 (2009))

이 연구에 참여한 연구자는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받았음

참 고 문 헌

[1] 유영대, 장선아, 양재군, 박지현, 배재학, "교육용 소형 로봇을 이용한 군집로봇 시스템 구현", *2008 한국컴퓨터종합학술대회 논문집*, 35권, 1호, pp. 387-390, 2008.

[2] 한경호, 윤효원, "주행용 로봇 플래폼을 위한 임베디드 프로세서 기반 원격영상감시 시스템 구현", *조명·전기설비학회논문지*, 23권, 1호, 2009.

[3] A. S. Sekmaen, Z. Bingul, V. Hombal, and S. Z. Sabatto, "Human-Robot Interaction Over the Interner", *Proc. of the IEEE on southeastcon*, pp. 224-228, 2000.

[4] R. C. Luo, T. M. Chen, "Remote Supervisory of A Sensor Based Mobile Robot via Internet", *Proc, of the IEEE/RSJ Inter. Conf. on Intelligent Robot and Systems*, Vol. 2, pp. 1163-1168, 1997.

[5] R. L. Alves, R. F. Vassallo, E. O. Freire. R.F. Bastos-Filho, "Teleoperation of a Mobile Robot through the Internet", *Proc. of the 43rd IEEE Midwest Symposium on Circuits and Systems*, Vol. 2, pp 930-933, 2004.

[6] 남상우, "Ad-hoc 네트워크 서비스", *한국통신학회지*, 20권, 11호, pp. 84-97, 2003, 11.

[7] 이홍재, 최진규, 이영훈, "Ad-hoc 네트워크 구현을 위한 임베디드시스템 설계", *한국정보기술학회논문지*, 5권, 1호, pp. 66-72, 2007, 3.

[8] J.P. Maker, M.S. Corson, "Mobile ad hoc networking and the IETF", *Mobile Computing and Communications Review*, Vol. 2, No. 1, pp. 9-14, 1998.