

Embedded Linux를 탑재한 Home Network Mobile Robot

Embedded Linux based Home Network Mobile Robot

김대욱, 이동욱, 심귀보
중앙대학교 전자전기공학부

Dae-Wook Kim, Dong-Wook Lee, and Kwee-Bo Sim
School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University
E-mail : kbsim@cau.ac.kr

ABSTRACT

본 연구에서는 Home Network System에서 가전기기들을 제어하고 집안의 상황을 원격지에 있는 사용자에게 전달해 줄 수 있는 Home Network Mobile Robot을 제작하여 보다 더 지능적이고 사용자에게 편리한 Home Network System을 구축한다. 이를 위해 본 논문에서는 실제 Home Network 시스템 하에서의 자율이동 로봇을 고안하였으며 이의 구동을 위해 OS로는 Linux Kernel 2.4를 Porting 하였고, Vision 및 Ethernet 통신이 용이하도록 회로를 설계, 제작하였다.

Key words : Home Network, Robot, Embedded Linux, Device Driver, Kernel

1. 서 론

인터넷 및 각종 로봇 기술의 발달로 인해서 가정 내의 홈 네트워크 시스템에 로봇을 접목시키는 연구가 활발해지고 있다. 게다가 한 가정에 한 대씩의 로봇의 보급이 국가적인 목표가 되고 있는 지금 홈 네트워크 시스템에서 로봇의 위치와 역할이 증대되고 있는 시점이다. 홈 네트워크란 Home과 Network의 두 가지 단어가 합성된 말로서 사용자에게 의해 가정 내의 장비들의 제어 및 장비들 간의 통신이 가능하다는 의미를 담고 있다. 즉, 사용자가 어느 위치에 있던지 집안의 상황을 모니터링 할 수 있으며 원격지에서도 집안의 각종 디바이스들을 제어할 수 있다는 뜻이다. 예를 들어, 집 안에 아무도 없을 때에 침입자가 있는 지 원격지에서 알 수도 있고, 냉·난방이라든지 세탁 및 식기 세척, 조명 등등의 여러 가지 작업을 네트워크를 통해서 모니터링 및 수행할 수 있도록 한다. 게다가 발전된 네트워크 기반 기술에 의해 보다 더 빠르고 명확하게 각종

의 집안 내의 정보를 외부에서 알아낼 수 있다. 이것은 특정한 네트워크 통신 기술이 될 수도 있고, 인터넷 같은 보편화된 통신 방식이 될 수도 있다. 또 각종의 디바이스들간의 사양이 높아지고 기술이 고급화됨에 따라 이들 기기 간의 연동이 수월해지고 있으며 이를 위한 인터페이스 방법 또한 다양해지고 있다. 따라서 이러한 홈 네트워크 시스템 환경에 로봇을 추가하여 사용자를 위한 각종의 서비스 제공과 함께 원격지에서 집안을 제어할 수 있는 서버로서 동작할 수 있도록 하는 것도 나름의 의의를 갖는다. 보이지 않는 기기들의 인터페이스 및 통신을 통해서 집안의 여러 가지 상황을 사용자가 직접적으로 통제하는 것이 아니라 인간에게 친숙한 로봇을 통해서 집안의 여러 가지 일들을 수행하게 한다면 그것으로 사용자 중심의 홈 네트워크 시스템이 한 발 진보하는 것이라 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 홈 네트워크 시스템 하에서 사용자의 명령에 의해 작업을 수행하는 홈 네트워크 모바일 로봇의 개발을 연구하며 이 것의 적용을 위한 시

스텝 및 인터페이스를 연구한다.

II. HARDWARE 구성

하드웨어는 인텔의 PXA255를 사용하여 회로를 구성하였고, 통신 시스템으로 Serial, Ethernet, Bluetooth 등을 탑재하고 있다. 이것은 사용자가 외부에서 가정 내를 효과적으로 관리하기 위한 것으로 Lan 91c111칩을 사용하여 하드웨어를 구성하였다. OS로 Linux Kernel 2.4 Version을 사용하였으며 각각의 Peripheral peripheral 들은 Device Driver 형태로 Kernel 2.4에서 구동된다.

2.1 PXA255

로봇을 구동하고 여타 다른 기능들을 제어하기 위해 성능이 뛰어난 CPU가 필요하다. 이를 위해 각종의 Mobile Device에서 쓰이는 Intel의 PXA255 CPU를 사용하였으며 이것에 Linux Kernel 을 Porting 하여 구동한다.

Intel PXA255는 Xscale 코어를 사용한 마이크로 프로세서로 ALU(Arithmetical and Logical Unit), 어드레스(address) 버스, 데이터 버스, 레지스터(register)의 기본 기능 위에 내부 메모리나 산술 연산에 필요한 장치와 메모리 제어에 필요한 레지스터 및 각종 주변 장치들을 하나의 칩에 내장시켰다.

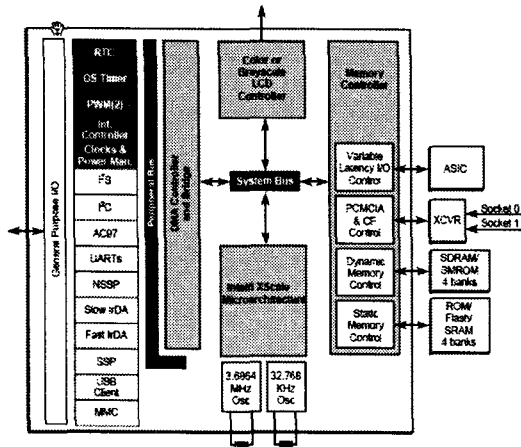


그림 2.1 PROCESSOR BLOCK DIAGRAM

PXA255 는 Xscale 코어가 기반이며 내부의 Bus를 통해 각종의 주변장치들을 제어한다. 주변장치로는 범용 입출력(General Purpose Input Output), Interrupts, RTC(Real-Time Clock), OS Timer, Inter IC Sound, Color LCD Controller, 메모리 제어장치, I2C Bus,

AC97(Audio Codec 97), UARTs, DMA Controller, Fast IrDA, USB Client, SSPC, MMC Controller 등등이 있다. 특히 UARTs 는 Serial port를 위한 장치이며, 세 개이며 모뎀연결을 위한 Full Function UART, Bluetooth UART, 표준 UART 기능을 제공한다. 그리고 프로세서의 메모리 인터페이스는 각종의 디자인 요구에 맞추기 위한 다양한 메모리 타입을 지원하며 LCD display controller 는 1, 2, 4bit grayscale과 8, 16 bit color pixel을 지원한다.

2.2 VISION PART

Home Network system 하에서 사용자가 가정의 상황을 영상을 통해서 모니터링 할 수 있도록 로봇에 Vision을 장착, 이것을 네트워크를 통해 전송한다.

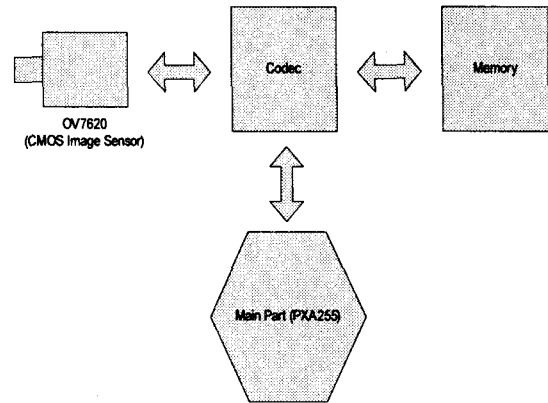


그림 2.2 VISION PART BLOCK DIAGRAM

로봇은 CMOS image sensor를 통해 가정의 이미지 정보를 capture하고 이것을 codec 칩과의 인터페이스를 통해 원하는 포맷으로 변환한다. 그리고 변환된 포맷의 이미지 데이터를 Main Part에 전송하여 로봇의 CPU가 가정의 영상 정보를 관독하고 사용자에게 전달하는 임무를 수행할 수 있게 한다. Image sensor로는 Omnivision 사의 Ov7620을 사용하며 코덱으로는 Motion Jpeg으로 변환한다. OV7620은 화상회의, Video Phone, Still Image Camera, PC multimedia등에 쓰이는 CMOS Image sensor로서 640 x 480의 해상도를 갖고 326,688 pixel을 capture 할 수 있으며 1/3 inch, VGA/QVGA format이다. 그리고 출력되는 data의 포맷은 YCrCb 4:2:2 16bit or 8bit, GRB 4:2:2, RGB Raw Data이고 Video Timing은 525 line, 30 fps이다.

다음은 OV7620의 spec. 및 Block diagram 이다.

Array Elements	664 x 492
Pixel Size	7.6 x 7.6 um
Image Area	4.86 x 3.64mm
Electronic Exposure	500 : 1
Scan Mode	progressive interface
Gamma Correction	128 Curve Settings See specifics
Minimum Illumination	2.5 lux @ f1.4 0.5 lux @ f1.4 (3000K)
S/N Ratio	> 48dB
Power Supply	5VDC, ±5%
Power Requirements	<120mW Active <10uW Standby
Package	48-pin LCC

그림 2. 3 IMAGE SENSOR SPECIFICATIONS

2.3 COMMUNICATION PART

로봇에 사용된 회로는 디버깅 및 사용자와의 통신을 위해 JTAG, Serial Interface, USB 및 Ethernet을 갖는다.

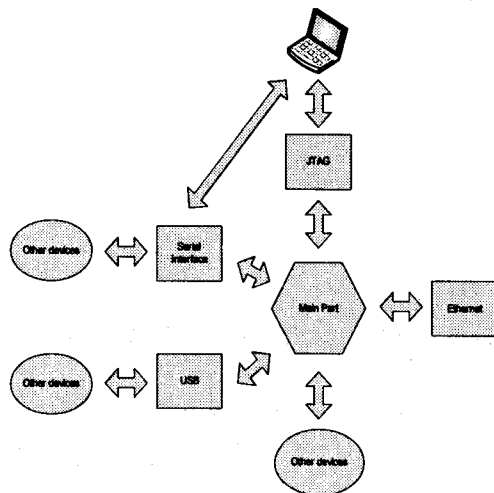


그림 2. 4 COMMUNICATION PART BLOCK DIAGRAM

로봇의 회로는 PXA255에서 지원하는 각종의 인터페이스를 따라 설계되었으며 이것을 통해서 사용자가 로봇을 제어할 수 있도록 통신 작업을 수행한다.

III. ROBOT의 OS

Operating System이란 시스템의 관리를 위한 전체 시스템의 일부분으로서 이것은 Kernel과 Device Driver, Boot loader, User

Interface 등등을 포함한다. 또한 Kernel은 기본적인 서비스를 제공하고, 하드웨어를 관리하며, 시스템 자원을 분배하는데. 그것의 구성 요소로는 Interrupt Handler, Memory manager, 기타 System service들이 있다. 연구에 사용된 Robot은 Linux Kernel 2.4를 탑재했다.

3.1 EMBEDDED LINUX

리눅스(Linux)는 1991년 핀란드 헬싱키 대학의 학생이던 리누스 토발즈가 대형 컴퓨터에서 사용하는 OS인 Unix를 개인용 컴퓨터에서도 사용할 수 있게 만든 것으로 인터넷을 통해 무료로 배포되고 있다. 또한 Embedded Linux는 이러한 Linux를 각종의 Device의 제어를 위해 포팅한 것으로 작은 크기의 메모리를 가진 내장형 시스템 용으로 개발된 것이다. 그러므로 Embedded Linux는 사용하고자 하는 Device에 특화되도록 전체 크기를 최적화시켜야 한다. Linux는 기본적으로 소스가 공개되어 있으며 개발 비용이 저렴하다. 그리고 Tool Chain과 같은 개발환경이 인터넷을 통해 무료로 제공된다. 기술적으로 Linux는 Multi Tasking, Page based Virtual Memory System, Shared Library, TCP/IP, 다양한 File System을 제공하며, 또한 Module 단위로 설계되어 있어 사용자가 필요한 기능과 장치를 선택하여 시스템 구성을 최적화할 수 있다. 또한 인터넷 상의 많은 개발자들에 의해 기술적 지원을 받기가 용이하다.

본 연구에서는 Linux Kernel 2.4를 사용하였으며 로봇의 구동과 기능 수행을 위해 각각의 device들을 Module 형태로 Kernel에 Mount한다. 다음은 로봇 구동을 위한 커널과 디바이스 드라이버들의 구성도이다.

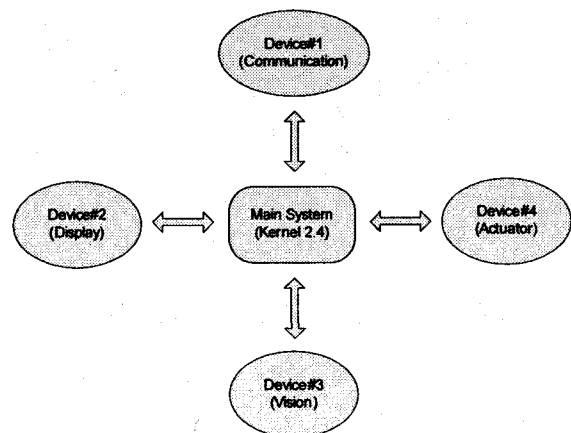


그림 2. 5 Kernel and Device Drivers

3.2 Kernel

커널은 시스템의 하드웨어를 관리한다. 리눅스를 포함한 거의 모든 System Architecture가 인터럽트 개념을 제공한다. 하드웨어가 시스템과 통신할 때 인터럽트를 발생시키고, 이것은 비동기적으로 Kernel을 중단시키게 된다. 보통 인터럽트는 어떤 일련번호를 가지는데, Kernel은 이것으로 특정한 Interrupt handler를 작동, interrupt를 처리한다.

IV. 실험

4.1 Robot의 기능 및 구동

로봇은 다양한 형태의 가정을 자율적으로 또는 명령에 의해 돌아다니며 다음의 block과 같은 임무를 수행한다. Vision부를 통해 들어온 데이터를 가공하여 원격지에 있는 사용자에게 전송하며 사용자의 명령에 따라 가정 내의 각각의 디바이스들을 제어한다. 그리고 간단한 음악 파일의 재생 및 미리 프로그램된 동작들로 사용자에게 친숙한 환경을 제공하며 이 기능을 더욱 보강한다면 Entertainment 기능을 확장할 수도 있을 것이다. 또한 가스 센서 및 열 센서 모듈 등을 외부 인터페이스를 통해서 로봇에 장착, 가정 내의 위기관리 기능 또한 수행할 수 있다.

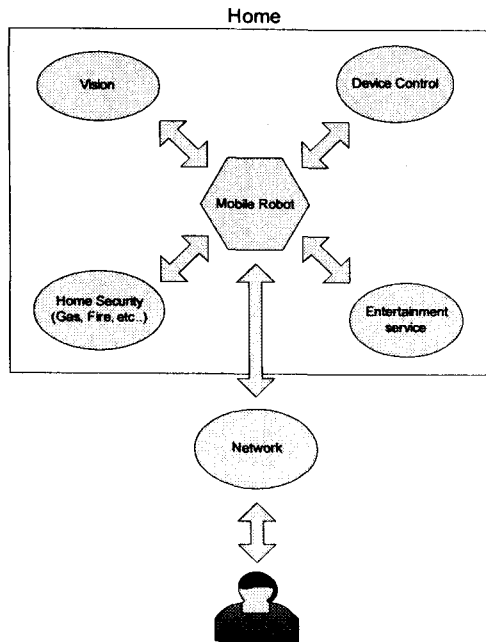


그림 2.5 Robot의 기능

위의 Block 에서 볼 수 있는 바, 사용자는 네

트워크를 통해서 집안의 로봇을 제어할 수 있다.

V. 결론

발전하는 Home Network 기술에 부합하는 Mobile Robot의 개발로 사용자에게 보다 친숙한 Home Network System 을 구축할 수 있으며 이를 통해 보다 더 자유롭게 집안을 모니터링하고 조절할 수 있도록 연구를 수행하였다. 아직은 Robot의 하드웨어가 일반 사용자들의 PC 급에는 미치지 못하지만 향후 업그레이드된 하드웨어를 통해서 보다 많은 기능을 완벽히 수행하는 Home Network Mobile Robot을 구현할 수 있을 것이다.

감사의 글: 본 연구는 산업 자원부의 2000년도 차세대 신기술 개발사업인 『수퍼지능칩 및 응용기술개발』 과제의 제3세부 과제인 「Intelligent and Interactive Module 개발」의 위탁연구로 이루어졌으며, 산업자원부의 연구비지원에 감사 드립니다.

VI. 참고문헌

- [1] Robert Love, *Linux Kernel Development, Developer's Library*, 2003.
- [2] 이봉석, *디바이스 드라이버 구조와 원리 그리고 제작 노하우*, 가남사, 2004.
- [3] *Intel PXA 255 Processor*, Intel. Co, 2004
- [4] 유영창, *리눅스 디바이스 드라이버*, 한빛미디어, 2004
- [5] 박선호, *CCD카메라와 영상처리회로설계*, 국제테크노정보연구소, 2002.
- [6] Steve Furber, *ARM System-on-Chip Architecture*, Addison Wesley, 2000.
- [7] Neil Matthew, Richard Stones, *Beginning Linux programming*, WROX, 2004.
- [8] Karim Yaghmour, *Building Embedded Linux Systems*, O'RELLY, 2003.
- [9] W.Richard Stevens, *Advanced Programming in the UNIX Environment*, Addison Wesley, 1992.