

Web 기반의 백색 가전기기의 전력선 통신 장치 개발

명관주, 김동성, 조성국, 권옥현, 김요희
 서울대학교 전기공학부, 한국 전기 연구소

Development of PLC Device for White Goods based on Web Technology

Kwan Joo Myoung, Dong Sung Kim, Sung Guk Cho, Wook Hyun Kwon, Yo Hee Kim
 Dept. of Electrical and Computer Engineering, Seoul National University, KERI

Abstract - 본 논문에서는 백내망에서 사용하는 백색 가전기기용 전력선 통신 장치의 구현 방안을 제안하였다. 백색 가전기기의 전력선 통신을 위해 현재 상용화된 전력선 모뎀 칩셋을 사용하였으며, 이를 위한 신호 및 성능을 측정하였다. 백색 가전기기용 장치를 구현하기 위해서 마이크로 컨트롤러로는 ARM720에 해당하는 칩을 사용했으며, OS로는 windows CE를 탑재하였다. 그리고, 현재 개발이 진행되고 있는 홈 네트워킹 미들웨어 UPnP(Universal Plug and Play)를 실장하여, UPnP 1.0 표준에 맞는 응용 통신 프로그래밍 및 가전기기용 에뮬레이터를 구현하였다.

In this paper, the development of Power Line Communication(PLC) device for white goods is presented. The commercial PLC chip-set is used for the modem device of white goods. As a PLC device for white goods, an ARM720 u-controller and a windows CE 3.0 are adopted. UPnP (Universal Plug and Play) that is applied for home network middle ware in implemented system. In addition, application programming and emulator for home appliance are implemented using UPnP standard ver 1.0.

1. 서 론

디지털 기기를 위한 전력선 통신 백내망은 인터넷, 전화, 멀티미디어, 전자 상거래 등 21세기 정보화 사회의 가정 내의 접속망으로서 그 파급 효과가 지대함은 다시 강조할 필요가 없다. 또한, 에너지 절약과 수요관리 방안으로 부각되고 있는 전전화 주택의 보급은 수용 가내의 모든 에너지를 전력으로 사용하며, 이에 따른 냉난방 및 조리 기기 등의 개발과 신요금 제도의 도입 등을 목표로 하고 있다. 따라서, 각종 기기의 제어와 위해서 가정 내의 통신을 백내망을 이용하여 시스템을 구성하는 것이 가장 현실적인 방안으로 대두되고 있다[1-2].

가전기기 네트워킹화 추진의 필요성은 가전 업체들이 향후 세계 시장에서 경쟁력을 가지기 위한 가전기기의 지능화와 network화를 통해 백내망 구축으로부터 비롯된다. 또한, Internet의 발전으로 인한 기존의 전력선 기반의 홈 오토메이션 개념의 변화로 가전기기를 저속 및 고속 전력선으로 연결하는 기술이 필요해졌다[3-4]. 현재 PLC를 이용한 가전기기가 보급되어 있지 않으며, 가전기기를 대상으로 한 백내망 표준 문제 등 여러 가지 해결해야할 문제가 산재해 있다. 이를 해결하는 것이 백내망 가전기기의 상용화를 위한 문제 중의 하나이다. 본 문에서는 실제 제품에 사용할 수 있는 전력선 통신 장치를 개발하고, 이 장치에 대한 실용가능성을 제시한다.

백색 가전기기용 백내망의 설계를 위해 전력선 장치를 이용한 기본적인 장치를 제작하여 테스트하였다. 기존의 연구를 통해 백내망 미들웨어로는 현재 많은 연구가 진행되고 있는 마이크로소프트사의 UPnP를 적용하였으며, 하드웨어에는 ARM720계열의 마이크로 컨트롤러와 PLC 칩셋을 이용하였다. UPnP 표준을 지원하는 Windows CE에서 동작할 수 있

는 에어컨용 장치 에뮬레이터를 제작하였다[5-8]. 이를 보드에 탑재하여, 전력선 기반의 정보가전기기 간의 공통 인터페이스 구조의 제안 및 구현을 통해 실제로 사용할 수 있는 사용자 인터페이스를 제작하였다. 실제 환경에 맞게 제작된 보드를 시험하였다. 본 논문에서는 백색 가전기기용 전력선 장치를 설계하는 방법에 대해 제안하였다.

2장에서는 전체 시스템의 구성에 대해 설명하였으며, 각 절에서 하드웨어의 구성과 소프트웨어의 구성에 대해 자세히 다루었다. 마지막 3장에서 결론을 맺는다.

2. 시스템 구성

그림 1과 같은 백내망을 구성하기 위해서는 소프트웨어뿐 아니라, 실제 기기가 동작하는 것을 테스트하기 위해 전력선을 통한 통신이 가능한 PLC용 장치의 제작이 필요하다.

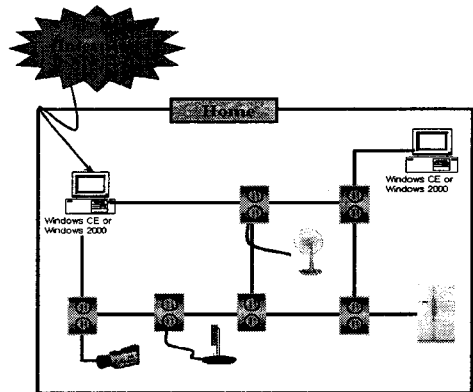


그림 1. 전력선을 이용한 백내망 구성도

하드웨어는 웹 기반의 인터넷 통신과 전력선 통신을 위한 고속의 마이크로 컨트롤러를 탑재해야 하며, 소프트웨어도 백색 가전기기의 제어와 통신을 지원할 수 있는 OS가 필요하다. 이를 위해 선정된 OS가 windows CE이다. windows CE는 다양한 어플리케이션을 제공하므로 보다 쉽게 장치들을 제어할 수 있다.

2.1 마이크로 컨트롤러 구성

백색 가전기기의 제어와 고속의 통신을 지원할만한 마이크로 컨트롤러로 ARM720 계열의 칩셋을 선정하였으며, 이 칩셋의 특성은 다음과 같다.

- 32-bit ARM7TDMI RISC static CMOS CPU core
- 8Kbytes combined instruction/data cache
- Memory management unit for WindowsCE
- Piccolo DSP(supports softmodem)

- 512-byte instruction cache for Piccolo DSP
- Supports Littel Endian operating system
- On-chip peripherals with individual power-down
- JTAG debug interface and boundary scan
- 0.35mm process
- 3.3V supply voltage
- 360-pin BGA package
- 60MHz operation frequency
- Low power consumption

이러한 특징들을 가지고 있는 ARM720 칩을 이용하여 전력선 통신 장치의 통신 장치를 만들기 위해서는, 이 칩이 전력선 통신 모듈과 연결해야 한다. 이를 위해 통신 포트 중 Universal Asynchronous Receiver-Transmitter(UART) 포트를 통하여, 통신이 가능하도록 하였다. 전력선 통신을 통한 장치의 제어와 windows CE 및 UPnP 표준 프로그램 지원을 위해 전력선 통신 장치의 목적에 맞게 설계되었다.

전력선 통신 장치의 메인 부분(그림 2)은 하드웨어 제작 후에 windows CE를 바탕으로 다양한 응용프로그램 로딩 및 테스트를 할 수 있는 부분으로써, 소프트웨어 작업이 필요하며, 다양한 어플리케이션 프로그램을 다운로드하여 실행한다.

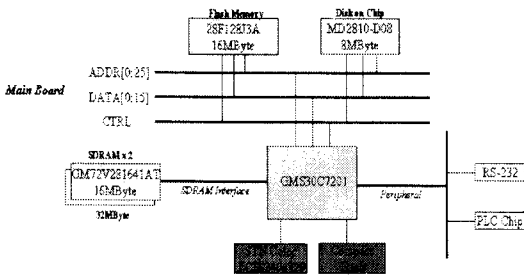


그림 2. 전력선 통신 장치의 중요 구성도

그림 3은 실제 제작된 전력선 통신이 가능한 전력선 통신 장치이다. ARM720이나 전력선통신용 칩을 외에도 전력선 통신 장치에는 디버깅을 위한 칩과 SDRAM, flash Rom, SRAM과 같은 메모리 디바이스들이 포함된다. 이러한 디바이스들에 의해서 이 전력선 통신 장치를 원하는 목적과 방향에 맞도록 디버깅 및 테스트를 할 수 있다.

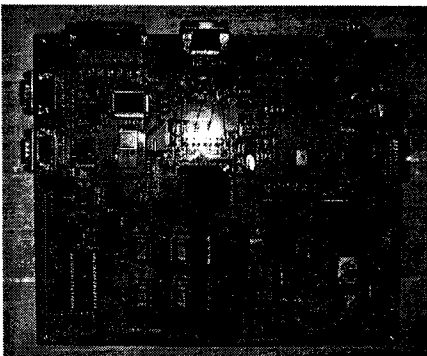


그림 3. 고속 통신을 위한 전력선 통신 장치

2.2 전력선 모듈

전력선 통신 칩의 선택은, CEBus 계열의 프로토콜을 사용

하는 칩을 선정하였으며, 이는 UPnP 표준과 호환성을 위해 SCP(Simple Control Protocol) 표준을 따르는 CEBus 계열의 칩을 선정하였다. 따라서 전력선 통신 칩셋의 이용은 그러한 프로토콜에 대내망에 응용이 용이하다.

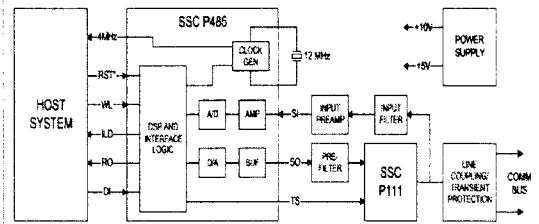


그림 4. 전력선 통신 칩셋 응용 구성도

위의 그림 4는 적용한 전력선 통신 칩셋의 구성도이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 적용한 전력선 통신 칩은 AC Power Line 쪽에서 들어오는 아날로그 부분과 호스트 시스템으로 들어가는 디지털 부분으로 나뉜다. 아날로그 부분은 통신 칩의 SI와 SO에 의해서 전력선 미디어 부분과 연결된다. 보통 전력선은 여러 가전기들이 연결되어 있고, 다양한 노이즈에 노출되어 있기 때문에 데이터의 손실을 막기 위해서 특별한 신호 전송 방식을 선택해야 한다. 보통 전력선 통신에 잘 이용되는 데이터 엔코딩 방식으로는 확산 대역 방식이 사용되고 있고, 이 칩에서도 역시 이러한 방식을 따르고 있다. [4] 데이터가 100K- 400Khz 사이에서 전력선을 통해 전송된다. 따라서, 이러한 데이터를 잘 받아들이기 위해서 band-pass filter가 사용되고 있고, AC line에서의 과도 응답을 방지하기 위해서 transformer를 이용한다. 전력선 트랜시버 칩은, 전력선을 통하여서 외부에서 데이터가 전송되고, 그 데이터가 SI핀을 통하여서 전력선 통신 칩으로 들어갈 때, SO쪽으로 신호가 새는 것을 방지하기 위한 수단인 동시에, SO 핀을 통해서 데이터를 보낼 때, 데이터를 증폭시켜주는 역할을 하기도 한다.

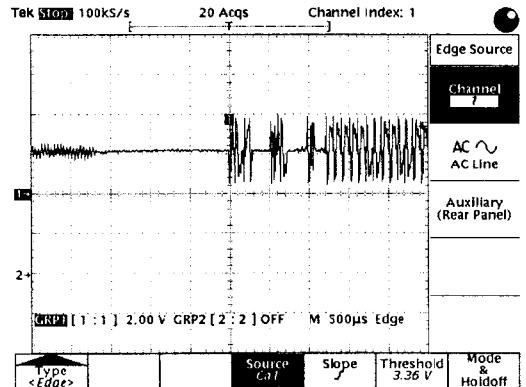


그림 5. 전력선 보드의 신호 파형

디지털 부분은 호스트 시스템과의 통신 부분에서 DI와 RO가 데이터의 전송 통로로 사용되며, 여러 개의 통신 노드가 물려 있는 상태에서도 정해진 node와의 일대일 통신이 가능하도록 하기 위해서 ILD pin을 제공한다. ILD가 high일 때는 채널을 아무도 사용하지 않고 있다고 판단하여 많은 node에서 각각 데이터를 보낼 수가 있고, 그 중에서 Contention Resolution 방식에 의해 먼저 들어온 데이터에 대해서 일대일 통신이 되고, 일단 한 node가 경쟁에서 이겨서 채널을 이용할 수 있게 되면 ILD는 low가 된다. 따라서, ILD가 low일 때는 채널이 이용되고 있는 상태이므로 다른 node에서는 데이터를 보낼 수가 없게 된다.

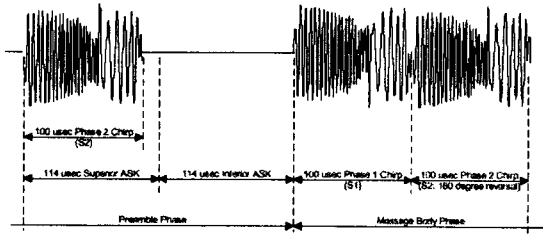


그림 6. PRK 기법을 사용하여 보낸 데이터 유형

보내지는 데이터는 아날로그에서 언급한 것처럼 확산 대역 방식을 이용해서 보내게 되며, 트랜시버에서 1과 0을 Phase Reverse Keying(PRK)기법을 이용해서 처리를 한다. PRK기법이란 Phase를 180도 바꾸어서 보내는 것을 말한다. 그림 5.와 6.은 PRK 기법을 사용하여 보낸 데이터의 모양으로 실제로 전력선 통신 장치의 통신 신호를 계측 기기를 통해 측정된 그림이다.

2.3 OS 구성

windows CE는 Non-PC 장치를 위한 마이크로소프트사의 새로운 임베디드 오퍼레이팅 시스템으로 핸드헬드(Handheld) 컴퓨터, 터미널, 산업용 제어기 및 다른 소형 컴퓨터 등에서부터 인터넷 TV, 디지털 셋탑 박스, 웹폰 등과 인터넷 장비에 이르기까지 모든 분야에서 사용 가능한 32비트 윈도우 호환성을 가진 오퍼레이팅 시스템이다. 가정용 PC의 OS의 대부분을 차지하는 windows 계열(window Me등)와 호환성이 높아 사용자의 편리성 및 네트워크 작업의 편리성이 증대되며, 홈 네트워크용 미들웨어인 UPnP가 기본적으로 포함되어 있어 별도의 작업없이 UPnP 메카니즘을 이용할 수 있다. SNMP와 같은 다양한 네트워크 표준을 지원하며, 응용 프로그램 개발 도구도 잘 지원되고 있다. 그 외에도 Real-Time 기능인 쓰레드의 동기화를 위해 세마포어 기능이 추가되었으며, 빠른 이벤트 응답을 위해 Nested 인터럽트를 지원하며 무엇보다 완벽한 Real-time 기능을 제공하므로, 가전기기의 제어 프로그램을 구현하기에 용이하다. 즉 Windows CE에서 ASF/ASX 스트리밍 및 A/C codec 기능으로 MPEG-4, WMA와 MP3 지원이 가능하여, 인터넷을 통한 고속통신을 구현하기 쉽다. Platform builder 개발 프로그램으로 인해 임베디드 응용 프로그램 개발에 보다 편리하게 개발자가 적용할 수 있었다.

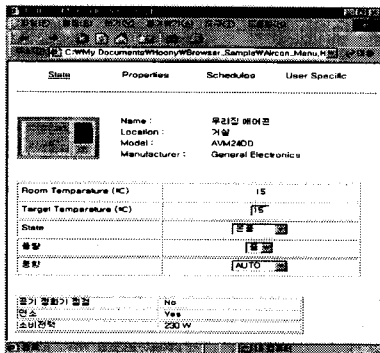


그림 7. 웹을 통한 에어컨 애플레이터

windows CE에서 제공하는 UPnP API를 사용하여, 가전기기의 중 하나인 에어컨의 제어 및 통신 모듈을 하

드웨어에 로드하여 개발보드의 성능을 측정하였다. UPnP에 대한 표준에 따라 애플레이터를 설계하였다. 그림 7.은 개발 보드에 로드한 응용 프로그램을 웹을 통해서 제어하는 그림이다. 이는 UPnP 표준을 따라서는 서버를 사용하여 외부 인터넷을 통해서도 맥내망 내부의 가전기기를 제어할 수 있도록 구현하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 웹 기반의 전력선 통신이 가능한 가전 기기 통신 장치에 대한 구현 방법을 제안하였다. 이는 맥내망에서의 가전기기의 지능화와 통신망 구축을 통해 맥내망을 구축을 위한 기본적인 연구이다. 고속의 마이크로 컨트롤러와 PLC 칩을 이용하여, 맥내망 디바이스를 설계 및 구현하였으며, UPnP 표준을 지원하는 OS를 적용하였다. 응용프로그램으로 에어컨용 애플레이터를 제작하였으며, 전력선 기반의 정보가전기기 간의 공통 인터페이스 구조의 제안 및 구현하였다. 이를 통해 사용자 인터페이스를 제작하여 실제 환경에 맞게 제작된 보드를 시험하였다. 향후 개발한 전력선 통신 장치 및 홈 서버를 개발하여 실제 맥내망의 시스템을 구축할 예정이다. 보다 유동적이고 강한 맥내망 구축을 위해 홈 데이터 트래픽에 맞는 라우터의 개발도 계획 중이다.

[참 고 문 헌]

- [1] D.S.Kim, K.J.Moyung, W.H.Kwon, "Power Line Based Home Network Message Specification and Its Application" IEEE International symposium on Consumer Electronics, pp. 111-117, Dec. 2000
- [2] A. Chandra, V. Gummalla, J.O. Limb, "An access protocol for a wireless home network" International conference on Wireless Communications and Networking Conference, volume 3, pp. 1392--1396, 1999
- [3] S. Koutroubinas, T. Antonakopoulos, V. Makios, "A new efficient access protocol for integrating multimedia services in the home environment" IEEE Transactions on Consumer Electronics, volume 3, pp. 481--487, 1999
- [4] Shwehdi M.H. "power line data communication interface using spread spectrum technology in home automation", Power Delivery, IEEE Transactions, volume 11.3, pp. 1232--1237, 1996
- [5] J. Basilio Simoes, "A Windows CE Stand-Alone Digital Spectrometer", Nuclear Science Symposium, volume 1, pp. 260 -262, 1999
- [6] Bill Gallas, "Embedded Pentium Processor System Design for Windows CE", Wescon/98, 1998
- [7] Jagger D., "ARM Architecture Reference Manual", Prentice Hall, 1996
- [8] <http://www.microsoft.com/windowsce/default.asp>