

# 향상된 론웍 기반의 홈 네트워크용 전력선 모뎀 구현

\*마 낙 원, \*김 녹 원, \*김 우 섭, \*\*이 창 은, \*\*문 경 덕, \*김 석 기

\*고려대학교 ULSI Lab. \*\*한국 전자 통신 연구원

전화 : 02) 927 - 2398 / 팩스 : 02) 927 - 1582

## Implementation of a modem for home network power line communication based on improved LonWorks technology

\*Nak-Won Ma, \*Lok-Won Kim, \*Woo-Seop Kim, \*\*Chang-Eun Lee, \*\* Kyeong-Deok Moon, \*Suk-Ki Kim

\*School of Electrical & Electronics Engineering Korea University

\*\*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : [nwma@ulsi.korea.ac.kr](mailto:nwma@ulsi.korea.ac.kr)

### 초록

*In this paper, we propose a new node architecture LonWorks control Network for home network system environment using power line communications. Using conventional LonWorks technology is a many disputable points for home network. LonWorks network system needs high-cost development equipment. Moreover, conventional LonWorks system can not implement high-grade algorithms and variety application operation, because of the limitation of processing ability in Neuron chip.*

*For that reason, the proposed structure is applicable to low-cost and more complex applications which are impossible in home network using conventional Lonworks structure. The proposed structure is implemented with some hardware and some software for power line home network. The physical layer and the MAC layer of the LonTalk protocol within LonWorks are implemented in hardware, which decreases the load of a communication processor. The upper of link layer of the LonTalk protocol is implemented with software, which decreases the development costs of software and increases the flexibility of the system and increases the extension of the system. We verified the commercial feasibility of the proposed system through the power line tests with the existing LonWorks network in home network.*

*As a result, it is concluded that the proposed architecture provides increasing flexibility and decreasing cost of the system.*

### 1. 서론

인터넷의 출현과 발달은 가정에 있어서 세계 어느 곳에 있는 정보든지 쉽게 접근하게 하고 있으며, 인터넷 TV, 인터넷 쇼핑 등 생활의 편리함을 더해 주고 있다. 그러나 정보통신, 인터넷의 편리함이 아직까지 가정에서는 그 실효성이 미미한 실정이다. 이는 가정 내부를 하나로 묶는 네트워크의 부재에서 비롯된다. 이러한 이유 때문에 현재 홈 네트워크를 구축하는데 사용되는 각종 기술 중, 어떤 것이 실제로 적용될 것이냐에 대한 논란이 끊임없이 제기되고 연구되고 있다.

### 1-1. 홈 네트워크의 개요

네트워크를 가정으로 끌어들이는 방법은 크게 두 가지로 HomePNA, USB, Ethernet, HAVi(IEEE 1394), Power line 을 이용하는 유선 홈 네트워크와 Bluetooth, HomeRF, IrDA, Wireless LAN 을 이용하는 무선 홈 네트워크 방법이 있다. 두 방법은 구현하는 방식이 서로 다르지만, 가입자에 이르는 로컬(local)망을 어떻게 확보하느냐 하는 문제에 대해서는 공통적이다. 이런 관점에서의 로컬 망(가입자 망)을 구축하는 방법으로 새로 구축하는 방법과 기존의 포설된 망을 이용하는 방법으로 크게 분류 할 수 있다. 새로 구축하는 방법으로 무선 가입자 망이 있다. 이 방법은 무선을 사용하여 기지국에서 가입자 혹은 노드(node)까지의 선로 포설 비용을 최소화하는 것이다. 다음으로 기존에 포설된 망을 이용하는 방법으로 대표적인 것이 케이블 TV 망을 이용하는 방법이다. 케이블 망은 선로의 품질이 우수하여 고 품질의 고속 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 그러나 케이블 망은 모든 가입자에게 연결되는 망이 아니며, 또한 일부 선진국가에만 적용 될 수 있는 방법이라는 단점을 가지고 있다. 기존에 포설된 망 중에서 가장 넓은 분포도 및 모든 사용자에게 연결된 망으로 전력선 망이 있다. 전력선 망은 통신 선로로 설계된 선로가 아니므로 고속 통신을 지원하기 위해서 많은 기술적인 문제가 있는 것으로 알려져 있다. 그러나, 가정 내부의 모든 기기를 하나의 홈 네트워크(control network)로 묶어 집안을 제어하기 위해서는 어느 정도의 요구조건을 만족하면 통신이 가능하고 경제적인 측면에서 가장 큰 장점을 가질 수 있다. 따라서 본 논문은 홈 네트워크 시스템에 있어 유선망인 전력선을 이용한 전력선 통신용 모뎀을 구현한다.

### 1-2. 홈 네트워크 대안으로서의 전력선 통신

홈 네트워크는 활용방안에 따라서 오디오/비디오 네트워크(A/V network), 데이터 네트워크(Data network), 제어 네트워크(Control network)로 구분된다. 본 논문은 정보단말기의

유선 홈 네트워크 구축방안에서 제어 네트워크(Control network)의 범주에 포함되며, 전력선망을 활용하는 것이 경제적인 측면에 유리하다는 장점을 이용하려는 목적이 있다. 전력선 홈 네트워크를 구축하기 위해 일반 가정에서 별도의 배선공사 없이도 원격지에서 조명이나 다른 가전기기를 제어할 수 있는 방식은 여러 가지가 있다. 이 중에서 가장 적합한 방식으로 CEBus 방식과 LonWorks 방식이 있다.[1]

CEBus 방식은 개방형 구조를 갖추고 있으며, 전력선에 확산 대역 변조 방식을 이용한다. 또한, 제어용 기기들의 전력선, 낮은 전압의 트위스트 페어, 동축 케이블, 적외선, 라디오파 그리고 광케이블 같은 다양한 통신 매체를 통해서 어떻게 통신을 할 수 있는가에 대한 프로토콜을 정의하고 있다.

론웍(LonWorks) 방식은 이중 반송 주파수를 이용한 방식을 사용하며, 론톡(LonTalk)이라고 불리우는 완전한 7 layer 을 갖추고 있는 통신 프로토콜을 사용한다.[2] 론톡 프로토콜은 뉴론 칩이라는 칩에 내장되어 운용된다. 또한, 론웍 기술은 건물 자동화와 관련된 회사들 사이에서 실질적 표준으로 인정받고 있으며, 유틸리티 운송, 공장제어, 에너지 관리, 원거리 통신과 같은 회사에서 이용할 수 있는 기술을 포함하고 있다.

CEBus 방식과 론웍(LonWorks)방식은 각각의 장점이 있지만 두 방식을 비교해 볼 때 론웍(LonWorks)방식이 감쇄(attenuation) 특성이 우수하고, 넓은 임피던스 범위(wide impedance range)에서 동작하고, 잡음(noise)에 강하다. 홈 네트워크 구성에 론웍 기술을 이용하여 전력선 모형을 구현하는 것이 효과적이다.[5] 론웍 기술은 네트워크 구성의 복잡성을 간소화하며, 다양한 통신 매체를 지원하고 제어 네트워크의 지능성을 향상시킬 수 있어 분산 제어 시스템 네트워크 구현의 가장 완벽한 방법이다.

그러나, 론웍의 여러 가지 탁월한 장점에도 불구하고 실제로 론웍 기술을 실현하기 위해 탑재된 뉴론 칩의 한계로 인하여 고성능의 처리를 요구하는 방대한 응용작업에 적용되기에는 많은 문제점을 가지고 있다.[3] 첫째, 개발 환경면에서 고가의 컴파일러와 네트워크 운용 장비를 사용해야 한다. 둘째, 신경망 칩인 뉴론 칩에 펌웨어(firmware)를 작성하기 위해 일반 C 언어와는 다른 뉴론 C 라는 언어를 새로 배워야 한다. 셋째, 위와 같은 문제점을 없애더라도 기존의 뉴론 칩에 의해 구동되는 모든 단말기가 뉴론 칩 자체의 처리 능력의 한계와 칩 내부 메모리의 한계로 인하여 현재 요구되고 있는 고급 알고리즘이나 복잡한 작업을 수행할 수 없다는 하드웨어적인 한계가 있다.

따라서, 이러한 문제점을 해결할 수 있는 새로운 노드 구조를 갖는 론웍 제어 네트워크의 노드 구현과 이를 이용한 홈 네트워크용 전력선 모형을 구현 한다. 본 논문에서 제안한 방법을 통하여 제어 네트워크를 보다 효과적으로 구현 하였다.

## 2. 제안된 구조

본 논문에서는 제안된 구조를 크게 두 부분으로 나누었다. 메인보드(Main board)는 소프트웨어(Software)를 담당하고 PLC 모델은 하드웨어(Hardware)를 담당한다. 메인보드는 OSI 모델의 7 계층 중에 링크 층(link layer)이상의 모든 계층을 일반적인 C 언어로 구현한다. 이 구조는 뉴론 칩을 사용하지 않고 블록에 충분한 메모리와 고성능의 처리 장치를 탑재함으로써 기존의 뉴론 칩으로는 불가능한 알고리즘이나 복잡하고 다양한 작업을 수행할 수 있다. 다음으로

PLC 모델부분은 OSI 모델의 7 계층 중에 매체 제어 접근 계층(MAC layer)이하의 계층을 하드웨어로 구성하였다. 매체 제어 접근 이하 계층은 메인 보드와는 달리 네트워크에서 사용하는 매체의 특성에 맞게 구성 되어야 한다. 따라서, 각 매체의 형태에 따라 모델의 형태로 분리되어 구성하는 것이 효율적이다.[4] 그 결과 메인보드는 각 매체에 맞는 모델을 연결할 수 있기 때문에 기존의 모든 매체와 통신이 가능하여 유연성을 확보할 수 있도록 하였다. 전력선(power line communication)모델 블록에는 론톡 통신 규약 중에서 최하위 물리층을 담당하는 전력선 송수신기와 매체 접근 제어층이 구현되어 있는 범용 처리 장치, 물리층 통신 규약을 담당하는 SPM 모듈로 구성되어 있다. 제안된 구조로 네트워크를 구성하려면 메인 보드는 보통의 PC 로도 대체할 수 있지만, 최소한 모델은 사용하려는 각 매체에 따라 새롭게 구현하는 것이 필요하다. 제안한 구조의 부가적인 장점은 개발 시에 서비스를 원하는 단말기에 기존의 C 컴파일러만을 사용하여 론웍 서비스를 할 수 있다. 아래 그림 1]은 제안된 구조를 나타내고 있다.

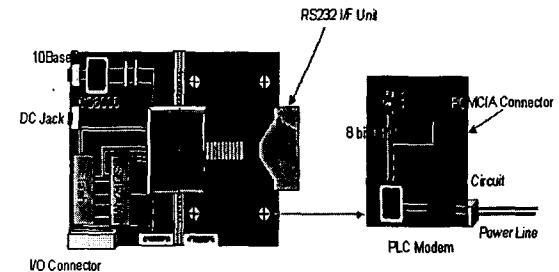


그림 1] 제안된 구조

### 2-1. 구현

제안된 구조를 실제로 구현하기 위해서 론웍이 지원하는 다양한 매체 중에서 전력선 매체를 선택하여 구현하였다. 그림 2]는 전력선 통신모델의 전체 블록 다이어그램을 나타낸다. 이 블록 다이어그램은 전력선이라는 특수 매체를 통해 통신하기 위한 물리적 구성을 가지고 있다. 구성은 크게 6 가지 주요 블록으로 구성되어 있다. : 처리 장치, SPM 블록, 기억장치, RS 232 port, 전력선 port, 송수신기(PLT-22).

처리 장치는 매체 접근 제어를 수행한다. SPM 블록[그림 3]은 물리층 통신 규약을 수행한다. 기억장치는 처리장치에서 처리하는 프로그램의 기억과 네트워크 변수, 송수신하는 패킷의 임시 기억장치 역할을 한다. 송수신기(PLT-22) 블록은 전력선 매체로부터 패킷을 송수신하는 부분이다. RS232 port 는 main 보드와의 통신을 담당하는 부분이다.

본 논문의 구조에서 소프트웨어로 구현된 통신 규약을 실제로 적용 가능하게 해주는 것은 물리층을 담당하고 있는 송수신기 블록이다. 송수신기는 SPM(Special purpose Mode)이라는 특수한 구조를 가지고 있다. 그림 4)은 SPM 의 데이터 흐름을 나타내고 있다. 실제 본 논문에서 제안된 구조 중에서 SPM 블록의 처리장치(MCU)와 전력선 송수신기 사이에서 그림 4)와 같은 프로토콜을 통하여 데이터를 송수신할 수 있도록 도와주는 블록이다. 그림 3]은 SPM 블록의 블록 다이어그램을 나타낸다. SPM 블록에서는 처리 장치(MCU)에서 보내는 16 비트 병렬 데이터를 받아서 직렬로 송수신기에 데이터를 전달하며, 반대로 송수신기에서 오

는 16 비트 직렬 데이터를 직렬로 받아서 병렬로 처리장치 (MCU)에 전달하는 역할을 하게 된다.

그림 2) 제안된 모뎀의 블록 다이어그램

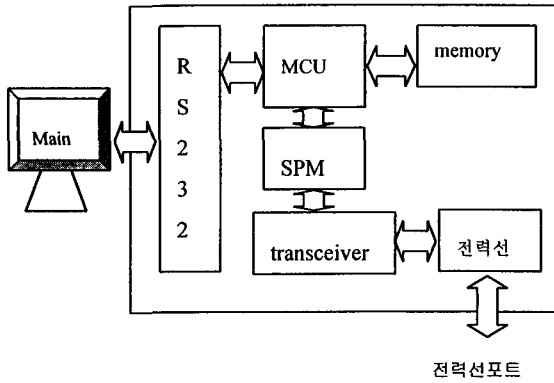


그림 3) SPM 블록 다이어그램

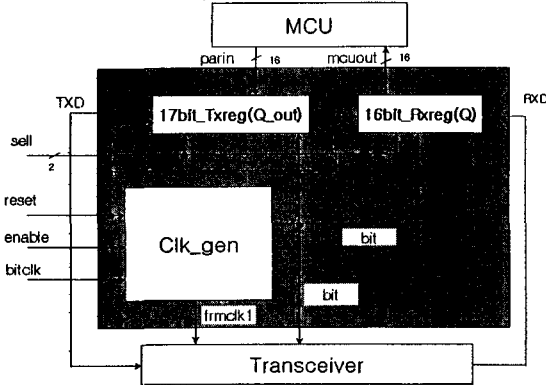
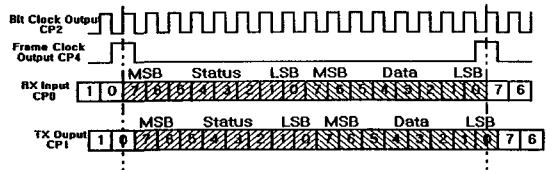


그림 4) SPM 프로토콜



### 3. 결과 및 평가

그림 5)과 그림 6)은 전력선 모뎀의 처리 장치와 송수신기 간의 데이터를 전송하는 신호를 나타낸다. 이것을 통해서 뉴론 칩을 대체하여 PLT-22 송수신기를 통하여 전력선 통신이 가능하다는 결과를 얻었다. 또한, 에틸론사의 론메이커라는 프로그램을 이용하여 제안된 구조가 기존의 구조와 호환성이 가능함을 입증하였다. 그림 7)은 론메이커라는 응용 프로그램을 나타낸다. 론메이커는 PC 를 비롯하여 다른

마이크로 프로세서나 마이크로 컨트롤러에 구현되어 론웍 (LonWorks)네트워크를 구성, 설치, 모니터링, 제어를 할 수 있는 응용 프로그램이다. 이 론메이커를 통하여 제안된 네트워크 구조의 시스템이 기존의 네트워크 시스템에 연결되어 구동되는 것을 확인하였다. 그리고, 제안된 구조로 인해 표 1)과 같은 장점을 얻었다.

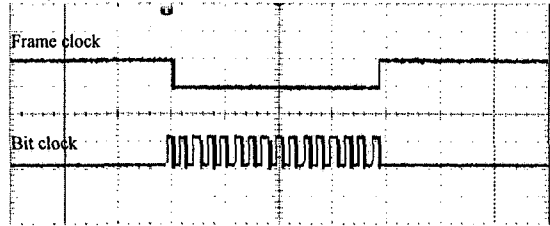


그림 5) 처리장치와 송수신장치사이의 신호

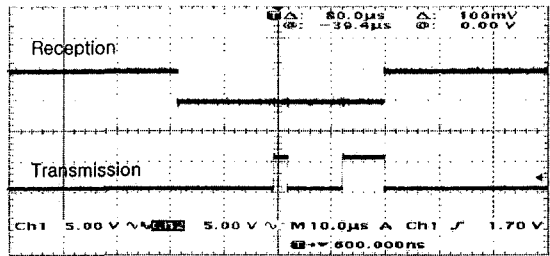


그림 6) 처리장치와 송수신장치사이의 신호

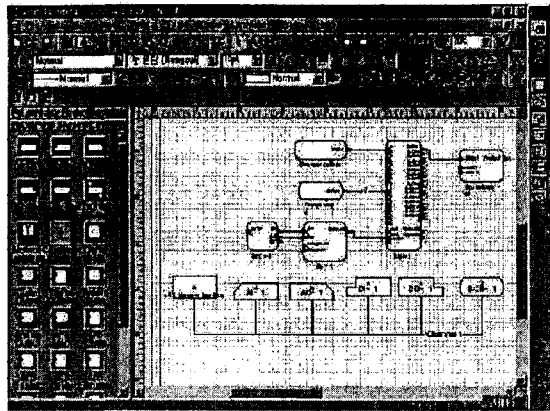


그림 7) 론메이커 응용프로그램

표 1) 구현된 구조로 인해 개선된 결과

|      | 기존의 문제점                     | 보완 점                         |
|------|-----------------------------|------------------------------|
| 개발비용 | 개발 환경면에서 고가의 장비 필요          | 적은 비용으로도 개발이 가능              |
| 개발시간 | 새로운 언어습득으로 인해 개발시간이 길어지는 문제 | 기존의 C 언어를 사용함으로 인해 해결        |
| 성능   | 뉴론 칩 자체의 성능의 한계성            | 새로운 프로세서로 대체함으로 인해 고성능의 처리가능 |

|     |                    |                      |
|-----|--------------------|----------------------|
| 응용성 | 제한적인 응용에만 사용되는 문제점 | 모뎀부분을 분리함으로써 응용성이 확대 |
|-----|--------------------|----------------------|

#### 4. 결론 및 응용방안

본 논문은 론웍(LonWorks) 기술을 이용하는 홈 네트워크 시스템에 있어 유선망인 전력선을 이용하는 전력선 통신용 모델을 구현하였다. 제안된 구조는 기존의 론웍에서 중앙 처리 작업을 하는 뉴론 칩을 대신하여 고성능의 범용 처리 장치를 탑재하는 메인보드 부분과 전력선 모뎀 부분으로 구성하였다. 이를 통하여 기존의 뉴론 칩으로 시스템을 구성하는데 발생하는 문제점을 해결하였다. 그리고, 응용부분에서 홈 네트워크 구성의 다양성과 고가의 개발 장비의 필요성을 배제 시킴으로써 홈 네트워크 구성의 유연성을 향상 시켰다.

#### 참고문헌

- [1] MOTOROLA, LonWorks Technology Device Data, Motorola, Co., 1996.
- [2] Echeron, "Control Network Protocol Specification 3.0" ANSI/EIA-709.1, April. 1999.
- [3] Zhigang Liu et al., "Problems and solutions of electrified railway remote control system based on Lon technology," Autonomous Decentralized Systems, proceedings 2000 International Workshop, pp. 68-71, 2000.
- [4] Echelon, "Enhanced Media Access Control with LonTalk," Lonworks Engineering Bulletin, 1992.
- [5] Koon-Seok Lee et al., "A new control protocol for home appliances-LnCP," Industrial Electronics, 2001. proceedings ISIE 2001. IEEE International Symposium on, vol. 1, pp. 286-291, 2001.
- [6] David Healey, "Response of the international powerline communications forum" International Powerline Communication Forum, July 1999.
- [7] Ferreira, H.C.; Grove, H.M.; Hooijen, O.; Han Vinck, A.J. "Power line communications: an overview" AFRICON, 1996., IEEE AFRICON 4th Volume: 2, 1996, Page(s): 558-563 vol.2
- [8] Radford, D. "Spread spectrum data leap through AC power wiring" IEEE Spectrum Volume: 33 11 Nov. 1996, Page(s): 48-53