

전력선 기반의 홈 네트워크 시스템의 현황 및 개발

김동성*, 권옥연*, 김요희**

(*서울대 제어계측신기술연구센터, **한국전기연구소 전력전자연구부)

1. 서 론

인터넷의 발전은 가정에서 사용되는 전자제품들을 하나로 연결할 수 있는 홈 네트워크의 구축에 대한 수요를 만들었다. 인터넷과 정보가전제품 간의 연결은 바로 통신에 의해서만이 구현될 수 있기 때문이다. 현재 매우 초보적인 홈 오토메이션이 이미 일반 가정에 보급되고 있는데, 집안 곳곳의 조명과 비디오도어폰을 제어할 수 있는 가정자동화 시설이 최근에 건축되는 아파트의 경우 대부분 설치돼 있고, 휴대용 단말 장치나 인터넷을 통해서 사용자가 집밖에서 전기밥솥이나 보일러 등을 켜거나 끌 수도 있게 되었다 [1-3].

홈 네트워크/홈 오토메이션 구축을 위해서는 전화선, 전력선, 무선의 RF, Bluetooth 등 여러 가지 망 구현 기법이 개발되고 있다. 이러한 방법들 중에서 전력선의 경우는 새로운 추가 배선 작업이 필요 없다는 점과 데이터 전송과 전력 공급을 동시에 할 수 있다는 등의 장점들로 인해 최근 들어 많은 연구가 진행 중에 있다 [2, 3].

일반적으로 홈 네트워크 구현이 성공하기 위해서는 다양한 요구조건을 만족시켜야 한다. 즉, 홈 네트워크상의 플러그 & 플레이 기능, 자율적인 구성(self-configuration) 관리 기능, 값싼 케이블 구축과 쉬운 인터페이스 등 다양한 요구조건을 충족 시켜야 한다 [3-7]. 특히 집안 전체의 통합 에너지 관리 문제 및 배선이 추가로 필요하지 않다는 측면에서는 전력선 통신이 홈 네트워크/홈 오토메이션을 위한 강력한 후보 중에 한 방법이라고 볼 수 있다. 하지만, 이를 요구 사항을 만족하기 위해서는 전력선 통신은 데이터 전송의 신뢰성 및 고속 전송 속도의 지원 문제가 먼저 해결되어야 한다.

전력선 기반의 맥내 망 구축의 또 다른 문제점 중의 하나는 서로 상호 통신을 위한 공통의 인터페이스를 공유하지 못하고 있다는데 있다. 비단, 이것은 전력선 통신만의 문제가 아니라 홈 네트워크 시스템 구축의 공통적인 문제이다. 만약, 오디오/비디오, 에어컨, 세탁기, 전자레인지, 냉장고, 전동 등 가정 내에 존재하는 가전기기 및 관리 시스템을 전력선 통신을 통해 통합하여 운용할 수 있다면 전력

효율을 효과적으로 높일 수 있을 것이다. 이러한 이유에서 홈 네트워크 구축을 위한 여러 가지 홈 네트워크 미들웨어 및 표준들이 전력선 통신을 기반으로 한 여러 가지 작업들을 수행하고 있다[8, 9].

일반적으로 전력선 통신은 주변환경에 매우 큰 인덕턴스가 존재하여 매우 낮은 주파수 성분을 제외한 모든 주파수 성분을 감쇄 시킨다. 이러한 이유로 높은 전송 속도를 얻는데는 많은 어려움이 있기 때문에 전력선 통신은 대부분 홈 오토메이션, 원격 제어 등의 응용 분야에서 낮은 데이터 전송 속도의 용도에 제한적으로 이용되어 왔다. 따라서, 컴퓨터나 프린터간의 데이터 전송이나 인터넷 TV에서의 비디오 데이터의 전송과 같이 고속 멀티미디어 데이터 전송을 요구하는 응용 분야에서는 사용되지 못하고 있다 [10-12].

그러나, 최근에는 고속 통신을 요구하는 정보 가전기기 쪽에 전력선 통신을 사용하기 위하여 전송의 안전성, 신뢰성을 확보하고, 다중 접속이나 다중화를 위해 부호 분할이 용이한 그리고, 간섭 및 방해에 강한 개선된 확산 스펙트럼 대역방식 및 다양한 통신 기법들이 적용되어지고 있다 [13].

본 논문에서는 홈 오토메이션용 저속용 전력선 칩 및 모듈 제품에 관해서 주로 소개한다. 그리고 이들을 이용해서 홈 네트워크/홈 오토메이션에 응용할 수 있는 방법에 대해서 소개한다. 고속 전력선 통신 칩(1 Mbps 이상)과 고속 전력선 통신 모듈의 경우는 간단한 제품 소개 내용만을 기술한다.

2 장에서는 홈 오토메이션을 위한 저속 전력선용으로 사용되는 전력선용 트랜시버 칩에 대해서 몇 가지 제품의 예를 들어 설명을 하고, 3 장에서는 상용화된 전력선 통신 모듈을 기반으로 한 제품 및 이를 이용한 간단한 구축 사례를 소개한다. 4 장에서는 요약 및 향후 발전 방향에 대해서 소개하고 결론을 맺는다.

2. Home Automation 응용 제품을 위한 저속 전력선용 칩

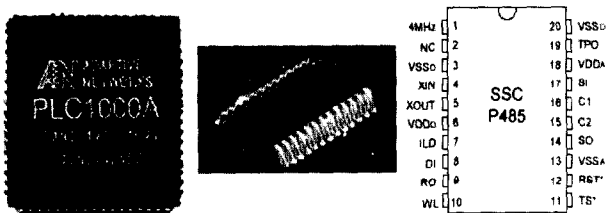
전력선은 심한 부가 백색 잡음(AWGN), 교류 고주파

(Harmonic) 성분 잡음, 임펄스 잡음 등이 존재하는 매우 열악한 채널 환경을 가지고 있다. 이 잡음들은 전력선에 연결되어 있는 많은 전기 기구들로부터 기인한 것으로 연속 에러를 유발시켜 BER(Bit Error Rate) 성능을 심각하게 저하시키며, 전력선 모뎀이 충분히 안정적으로 동작하지 못하게 한다. 현재 상용화된 저속 전력선 모뎀은 주로 대역 확산 기술(Spread Spectrum Technology)을 사용하고 있기 때문에 시스템이 복잡해져 각 가정에 널리 보급되기엔 가격이 비싸다. 또한 전력선 네트워크의 모든 노드사이의 상호작용과 트래픽 컨트롤을 해결하기 위해 구조가 매우 복잡해져 네트워크의 각 노드에 필요 이상의 비용을 가중시키고 있는 것이 현실이다.

2.1 저속 전력선용 칩의 현황

본 절에서는 홈 네트워크/ 홈 오토메이션을 위한 저속의 전력선 트랜시버 칩 및 칩셋을 위주로 간단히 소개한다.

홈 오토메이션을 위해 현재 여러 회사에서 칩셋 및 개발용 툴을 보안 및 전동 제어, 백색 가전의 통신에 적용한 사례를 소개하고 있다 [13-19]. 본 절에서는 그 대표적인 예로 저속용 전력선 통신용 칩셋 중에 가장 많이 사용되는 Adaptive Network사와 Itran사, 그리고 Intellon사의 저속 전력선 제품을 살펴본다.



a) ANI: AN1000 b) Itran: IT800 c) Intellon: SSC485

그림 1. PLC 트랜시버 칩의 예

그림 1에 a)는 미국 Adaptive Network 사의 AN1000이라는 전력선 통신 트랜시버 칩이다. Adaptive Network 사가 생산하는 칩셋은, 확산대역 변조 방식, Adaptive synchronization & equalization, 에러제어 코딩, 토큰 패싱(token passing) 프로토콜을 복합적으로 사용한다. Adaptive Network 사에서 생산해낸 제품으로는 전송 속도에 따라 AN1000, AN192, AN48 등이 있다. AN1000 (AN1000CS)는 전력선 물리층 제어기, DLP 데이터 링크 층과 응용층 프로세서 등의 세 칩들로 구성되어 있고, 100kbps의 전송 속도를 가지고 있다 [18].

그림 1의 b)는 이스라엘 Itran사의 IT800 PLC 트랜시버 칩이다. 미국의 전자 산업 협회 EIA(Electronic Industrial Association)-600(CEBus) 데이터 링크 층과 전력선 물리층과 호환되는 IT800 전력선 트랜시버 칩셋은 최저 3Kbps에서 최고 7Kbps의 속도를 지원하도록 설계되어져 있다.

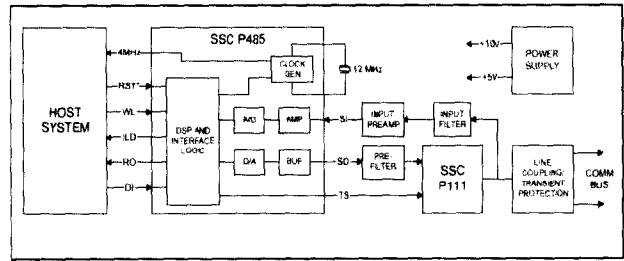


그림 2. Intellon 사의 SSC485 인터 페이스 회로도

이 칩의 경우 직렬 인터페이스와 유럽의 Cenelec A 밴드를 만족시키는 전력선 인터페이스를 제공한다. 이 제품의 응용 제품들을 살펴 보면 주로 보안 및 홈 오토메이션에 사용됨을 알 수 있다.[19]

그림 1의 c)는 Intellon사의 SSCP485 PLC 트랜시버 칩 배치도이다. 이 칩 역시 저가의 전력선 응용 제품을 만들기 위해서 확산 대역 통신 방식을 사용하고 있다. 이 칩의 경우는 앞서 소개한 칩들과는 달리 사용자가 용도에 따라 전력선, TP cable 및 다른 미디어를 사용할 수 있도록 인터페이스를 제공하고 있다.

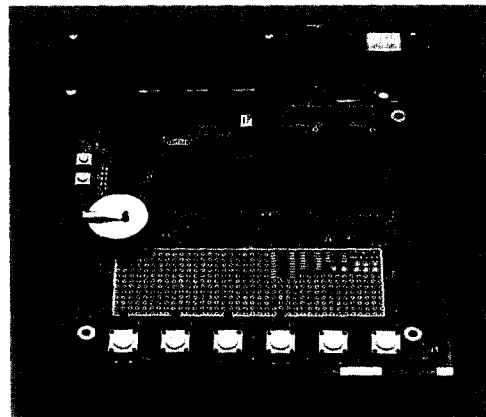


그림 3. Domosys 사의 CEBus 용 개발용 보드 - CEBoard

그림 3은 CEBus용 모뎀을 시판하는 Domosys사의 CEway 칩을 위한 개발용 보드 [16]로 이와 유사한 형태의 개발용 보드가 Intellon사 에서도 제공되어지고 있다 [13]. 저속용 전력선 칩으로는 앞에서 소개된 칩 외에도 일본의 National Semiconductor사의 단중된 전력선과 무선 공용의 LM1893 이라는 칩을 사용한 연구 사례도 있으며, 역시 National Semiconductor의 ICSS200X 계열의 제품도 사용되고 있다. 이외에도 유럽 쪽의 제품 예로서는 ST Microelectronics의 반이중 동기식 FSK(Frequency Shift Key) 방식을 이용한 ST7536이라는 칩도 있다 [19]. 또한, 무선용 프로토콜을 변경해서 8 bit 마이크로 프로세서인 PIC을 이용해 간단한 전력선 모뎀을 만든 사례도 있다. 이외에도 오래 전부터 상용화되어 널리 사용되는 장치로는 Lonworks 프로토콜 기반의 PLT-22 트랜시버 장치와,



X-10 프로토콜 기반의 트랜시버 칩셋도 있는데, 이 부분은 3장에서 모뎀 제품과 함께 설명한다.

2.2. 고속 전력선 칩의 개발 현황

현재 전력선 통신용의 고속 통신 칩셋의 개발은 1 Mbps 이상 속도의 제품들이 Itran사, Intellon사, Enikia사, 기인 텔레콤 등의 회사에서 모뎀 또는 칩셋의 형태로 현장에서 최종 테스트 되고있거나 출시를 눈앞에 두고 있다. CEBus 프로토콜 기반의 고속 모뎀 제품으로는 Itran사와 Intellon사에서 각자 제품 생산을 예정하고 있으며, IEEE 802.3 인 이더넷(Ethernet) 프로토콜 기반의 고속 전력선 통신 제품으로는 국내의 회사인 기인 텔레콤 [20]과 미국의 Enikia [21] 라는 회사에서 최종 필드 테스트 및 마무리 작업을 수행하고 있다. 이외에도 많은 업체들이 고속 전력선 통신 분야에서 선두를 지키기 위해서 신기술들을 이용하여 많은 제품들을 발표하고 있다.

3. 전력선용 모뎀 장치를 이용한 응용 구현 사례 연구

가전기기 네트워크화 추진의 필요성에 의해 가전 업체들이 향후 세계 시장에서 경쟁력을 가지기 위한 Home Appliance의 스마트화와 네트워크화를 통해 서비스를 제공하는 사업모델을 추구하고 있다. 또한, 인터넷의 발전으로 인한 기존의 전력선 기반의 홈 오토메이션 개념의 변화로 인터넷 또는 무선 단말기를 이용해 가전기기를 저속 및 고속 전력선으로 연결하는 기술에 대한 연구들이 진행되고 있다 [22-25].

본 절에서는 기존 연구를 토대로 여러 가지 전력선 모뎀을 이용하여 테스트 베드를 꾸미는 방법에 대해서 연구해 본다.

3.1 CEBus(Consumer Electronic Bus)용 응용장치

CEBus는 Consumer Electronic Bus의 약자로 미국 EIA-600의 표준이다 [26]. CEBus는 제어 구조를 대상으로 각 오브젝트를 만들어서 일부 제품(lightening, etc)에 대한 규격을 제시하고 있다. 그러나, CEBus의 경우 Home automation을 대상으로 하는 저속 제어 데이터를 대상으로 하고 있고, 인터넷을 기반으로 사용자 중심 및 고속 멀티미디어 기기에 대한 사용 입장에서 접근하는 규격은 현재 정의하고 있지 않다.

CEBus는 가정 내 장치들 사이의 통신을 위해 집안의 120v, 60 cycle의 전선을 사용한다. CEBus 전력선 통신 기술은 집안의 전력에서 발생하는 노이즈 등 방해 요인을 없애기 위해 확산 대역 기술을 적용하였다. 확산 대역 기술은 하나의 주파수를 이용하는 것보다, 여러 개의 주파수 범위에서 하나의 전송 신호를 확산하는 방식으로 사용한다. CEBus 전력선 통신은 100Hz에서 400Hz의 범위에서 이들 신호를 확산(spread)한다. 그러나, 주파수 호핑(frequency hopping)이나 직접 시

퀀스 확산(direct sequence spreading) 방법을 사용하는 것 대신에, CEBus는 이전의 사용한 주파수 대와 상관없이 매번 신호를 받을 때마다 새로운 주파수로 동작한다. CEBus 프로토콜은 표 1과 같은 CAL(Common Application Language)에 정의된 함수를 이용해서 집안의 전구 및 스프링 쿨러 등의 장치를 객체화 할수 있도록 되어 있다 [26].

Domosys 사의 제품은 두 가지의 CECOM 장비(CECOM 120V(P-CC-1000), CECOM 240V(P-CC-2000))가 있으며, CECOM 120V(P-CC-1000)가 2개를 사용하여 간단히 테스트 베드를 구축할 수 있다. 그림 4의 CECOM 모뎀은 전력선의 패킷 모니터링이나 다른 네트워크 장치들에 대한 질의(querying) 같은 여러 가지 작업(task)들을 수행할 수 있다. CECOM은 일반적으로 PC와 널 모뎀(null modem) 선을 이용한 모뎀이나, 시리얼 포트를 사용한 다른 디바이스들과 연결을 할 수 있다. S/W로는 MACS 펌웨어(Firmware)라고 불리는 Domosys사에서 제공하는 응용 펌웨어를 사용하고 있으며, 개발자에 의해 개발된 다른 펌웨어를 로드 할 수 있다.

표 1. CEBus의 CAL 표준에 따른 기기 모델링 예

Node Control	<ul style="list-style-type: none"> . Power . Serial_no . Manuf_model . Product_name . Unit_addr . Capability_class . Context List . Setup . Config_master . Source_system_addr . Authentication_keys . Dest_address . Report_header 	<ul style="list-style-type: none"> . On_offline . Manuf_name . Product_class . System_addr . Group_addr . Reset . Configured . User_feedback . Source_unit_addr . Conformance_level . Reporting_condition . Previous_value
Context Control	<ul style="list-style-type: none"> . Object_list 	
Data Channel receiver	<ul style="list-style-type: none"> . Medium . Current_channel 	<ul style="list-style-type: none"> . Default_channel
Data Channel transmitter	<ul style="list-style-type: none"> . Medium . Current_channel 	<ul style="list-style-type: none"> . Default_channel . Carrier_type
Binary switch	<ul style="list-style-type: none"> . Current_position . Function_of_position . Reporting_condition . Previous_value 	<ul style="list-style-type: none"> . Default_position . Persistence . Dest_address . Report_header



그림 4. CEBus 모뎀 - Domosys 사의 CECOM

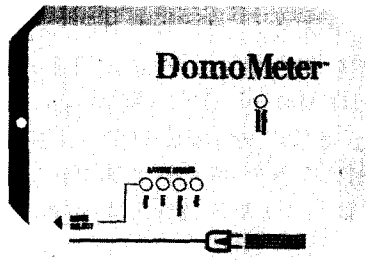


그림 5. CEBus 용 장치 - DomoSys 사의 Domometer

CECom 모델은 Normal DLL mode로 사용하고, CEBus node로 동작이 가능하며, host에서 받은 패킷을 전송할 수 있으며, 해당하는 주소나 다른 그룹 주소에 패킷을 전송할 수 있도록 되어 있다.

그림 5의 Domometer는 전력 감시 및 부하 배분 등의 기능을 지원한다. 이 장치를 통하여 사용자는 원하는 디바이스의 에너지 절약 모드를 선택하면, 연결한 기기의 에너지 낭비를 제어할 수 있다.

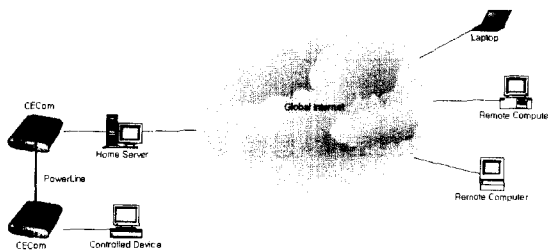


그림 6. 일반적인 CEBus 모델의 테스트 베드 구축 예

그림 6은 원격지역에서 웹 브라우저를 통해 CEBus 장치를 컨트롤하고 브라우징 할 수 있는 방법에 대한 것을 나타낸다.택내 망에 홈 서버가 있다고 가정하고, 이 홈 서버에는 CECom을 통해 택내 전력선망과 연결되어 있다. 홈 서버에는 웹서버와 CECom을 컨트롤하는 서버 프로그램이 실행중이며 이를 통해 인터넷에 연결된 원격 컴퓨터의 웹 브라우저 상에서 컨트롤 및 브라우징이 가능하다. 그리고, 택내의 CEBus 장치는 그림 7과 같이 CECom을 통해 전력선망에 연결된 또 다른 PC를 사용한다.

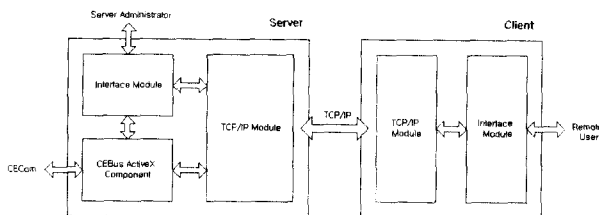


그림 7. CEBus용 모델을 이용한 연결 방법의 예

홈 서버의 서버 프로그램과 원격컴퓨터의 클라이언트 프로그램은 그림 7과 같은 구조를 갖는다. 서버 프로그램은 클라이언트 프로그램과 통신을 위한 TCP/IP Module, CECom을 컨트롤하기 위한 CEBus ActiveX Component Module, 그리고 서버 프로그램의 상태를 모니터링할 수 있게 하는 Interface Module로 구성되어 있으며 각각의 모듈은 서로 필요한 데이터를 주고 받는다. 클라이언트 프로그램은 서버 프로그램과 통신을 위한 TCP/IP Module과 사용자의 입력을 받고 CEBus 장치의 상태를 보여주기 위한 Interface Module로 구성되어 있다. 그림 8은 CECom 모델의 동작을 테스트 할수 있는 CETester 프로그램의 동작 예이다.

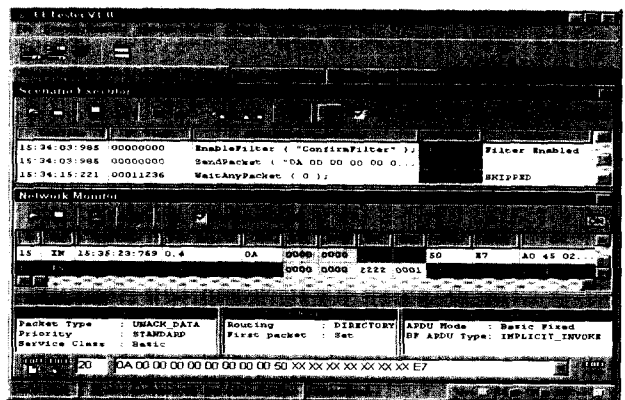


그림 8. CEBus - CETester 프로그램

3.2 Lonworks 프로토콜 용 응용 장치

Lonworks은 미국의 Echelon 사의 빌딩 자동화용으로 개발된 프로토콜이다 [14, 15]. Lonworks 프로토콜은 개방적이고 단위 디바이스가 서로 상호운용가능하고, 따라서 여러 벤더의 제품을 사용/대체할 수 있는 제어가 관련되는 모든 분야에서의 네트워크 구축을 위해서 개발되었다. Lonworks 프로토콜 호환 제품들은 단위 디바이스부터 상위 어플리케이션까지 한 벤더의 폐쇄적인 제품으로 시스템 설치부터 유지보수, 시스템 업그레이드까지 종속적인 네트워크를 구축하는 게 아니라, 각 분야별 디바이스 개발, 시스템 통합, 유지보수 등의 작업을 전문화하여 하나의 통합된 네트워크 시스템으로 구축하기 위해 각 제품들을 제공하고 있다.

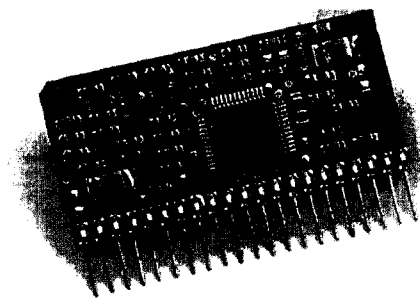


그림 9. PLT-22 single inline package

그림 9는 가전기와 같은 시스템에 적용하기 위하여 Lonwork 프로토콜 기반으로 만들어진 PLT-22 트랜시버 모듈이다. 이 모듈을 이용해서 응용 개발자는 전력선 기반의 시스템을 구축할 수 있다. 그림 13은 PLT-22 모듈 및 Echelon 사의 8bit 마이크로 프로세서인 뉴런 칩의 내부 구성도를 나타 내고 있다[14, 15]. Lonwork의 전력선 장치는 이러한 모듈이 결합되어 하나의 시스템을 이루도록 하고 있다.

Lonworks 장치 기반의 테스트 베드 구축 방법은 여러 가지 형태가 존재할 수 있다. 본 절에서는 그림 11과 같이 Nodebuilder를 이용해 간단한 온도 모니터링을 전력선 장치로 하는 방법에 대해서 설명한다. 개발과정은 먼저 PC에 PC NSS 인터페이스 카드를 설치하고 Nodebuilder 개발 툴을 인스톨한다. 이 때, NSS Card, LTM-10 장비는 모두 Coupler를 통해 전력선과 연결되어 있어야 한다. 개발준비가 완료되면 Nodebuilder 개발 툴을 이용하여 Compiler, Building, Loading의 과정을 단순히 처리할 수 있다. 프로그램은 Neuron C 프로그래밍이라고 명명된 단순화된 C 컴파일러로 되어 있으며, 시간과 이벤트의 개념이 추가되어 있다 [15].

로딩 과정을 마치고 난 뒤, 바인딩 과정이 필요하다. 바인딩은 두 LTM-10 모듈이 서로를 Neuron ID를 통해 전력선 망에서 상호인식이 가능하게 하고, 서로 전달할 망 변수의 연관관계를 설정하는 작업이다. 이 작업은 NetUtil 프로그램을 통해 이루어진다. NetUtil 프로그램은 Echelon사의 홈페이지에서 얻을 수 있다. 바인딩까지의 과정이 마치면, 두 LTM-10기기는 통신이 가능하다.

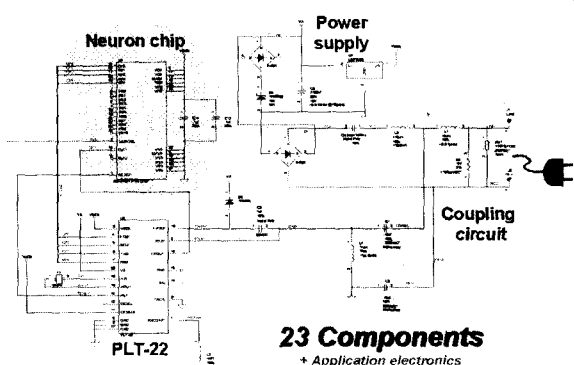


그림 10. 각 PLT-22 Node 구성

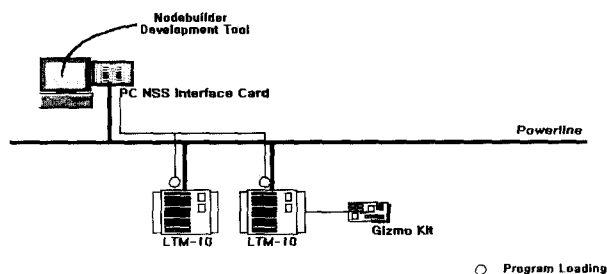


그림 11. 간단한 Lonworks system 구성의 예

표 2는 Lonwork 프로토콜 제품들을 지원하기 Lonmark Ver 1.0에 기술되어 있는 가전기기 관련 내용을 소개한다. 현재 가전기기에 대한 표준의 경우는 냉장고에 대한 예만을 제시하고 있다 [14]. 이 경우는 백색가전 중의 하나인 냉장고의 Display 용도로 만들어졌으므로, 사용자가 모니터링하고자 하는 냉장고 도어 패널에 표시되는 여러 가지 형태의 변수(온도, 습기, 등) 만을 정의하고 있다.

표 2. 냉장고용 온도 조절기용 함수 정의 예

Thermostat	Mandatory Network Variables	<ul style="list-style-type: none"> . Temperature Setpoint Input . Space Temperature Output . Heat Control Output . Cool Control Output . Unit Status Output
	Optional Network Variables	<ul style="list-style-type: none"> . Space Temperature Input . Occupancy Input . Application Mode Input . Setpoint Offset Input . Energy Hold Off Input . Effective Setpoint Output . Terminal Load Output . Terminal Fan . Energy Hold Off Output
	Configuration Properties	<ul style="list-style-type: none"> . Send Heartbeat . Occupancy Temperature Setpoints . Receive Heartbeat . Minimum Temperature Delta . Location Label . Heating Setpoint Upper Limit . Heating Setpoint Lower Limit . Cooling Setpoint Upper Limit . Cooling Setpoint Lower Limit

3.3 X-10 프로토콜 응용 장치

X-10은 저속의 전력선 통신 프로토콜로 과거부터 오랜 기간동안 미국을 중심으로 사용되어 왔다. 오랜 기간 사용된 만큼 신뢰성은 이미 입증 받았으며, 저속의 전력선 장치 및 칩셋을 개발할 경우 많은 개발자들이 참고로 하고 있는 프로토콜 중에 하나이다 [27-29]. X-10은 60bps의 저속으로, 보통 기기의 On/OFF 또는 전등의 밝기 조절 등이 제어 대상이 된다. House Code와 Unit(0-9)로 제어하려는 대상을 지정하여 사용할 수 있으며, 제품은 플러그에 꼽기만 하면 바로 사용할 수 있는 간단한 형태로 되어 있다.

본 절에서는 미국 Active Home 사의 X-10 제품을 기준으로 소개한다 [30].

일반적으로 X-10 제어기는 제어 신호를 내보내는 부분으로 RF 신호로도 조작이 가능하며, House Code와 Unit Code로 조작하려는 기기를 지정할 수 있도록 되어 있다. X-10 PC 인터페이스 모듈은 PC에서 기기를 조작하려고 할 때 사용하며, 전력선에 연결되고 PC에서는 RS-232C Serial Cable로 연결된다. X-10 램프 모듈은 조작하려는 기기를 설치하는 장치로 플러그에 꼽은 뒤, 조작하려는 기기를 램프 모듈에 있는 플러그에 꼽도록 되어 있다. 그림 9는 마이크로소프트사가 주도하고 있는 홈 네트웍용 마플웨인 UPnP(Universal Plug and Play) 개발 툴 키트와 X-10 장치를 이용한 테스트베드의 전체 구성도이다.[5, 31] X-10 Lamp Module에 연결된 전등은 X-10 Controller가 연결되

고 마이크로 소프트사의 Window ME가 탑재된 PC상에서 조작 가능하도록 되어있다.

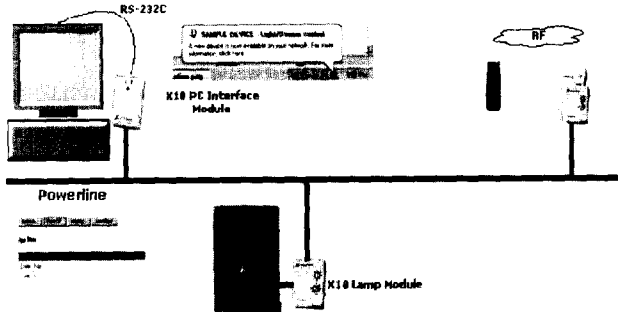


그림 12. 홈 미들웨어용 개발 툴을 이용한 X-10 테스트

3.4 Serial 통신 인터페이스가 지원되는 전력선 모뎀의 테스트 베드 구축에

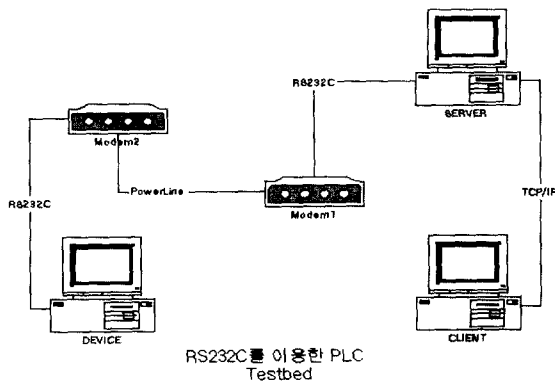


그림 13. 시리얼 인터페이스 기반의 전력선 모뎀을 이용한 테스트 사례

직렬 인터페이스가 지원되는 전력선 통신 모뎀을 이용한 자바기반의 테스트베드 구축은 그림 13 에서 보였듯이 각각의 컴퓨터는 디바이스-서버-클라이언트로 구성할 수 있으며, 디바이스와 서버간에는 전력선을 통한 통신을 하며, 클라이언트와 서버는 TCP/IP 통신을 하도록 꾸밀 수 있다.

디바이스는 서버에게 자신의 상태를 데이터를 통하여 서버에게 알릴 수 있고, 서버는 그러한 데이터들을 클라이언트에게 전달한다. 또한 서버는 클라이언트로부터 data를 받아서, 디바이스에게 그 data를 전달하기도 하며, 디바이스는 그러한 데이터의 정보에 따라 알맞은 동작을 할 수 있다.

그림 13의 테스트베드는, 시리얼 인터페이스를 지원하는 전력선 모뎀을 이용하여 전력선을 통한 데이터의 흐름을 알아보고, data의 흐름을 제어함으로써, 전력선 모뎀을 이용한 네트워크 제어의 가능성을 보여준다.

Web-browser를 통하여 서버에 접속하였을 때, 연결된 디바이스의 정보가 서버를 통하여 접속된 web 화면에 나타나

게 되며, 그러한 정보를 바탕으로 클라이언트(=web browser)는 디바이스를 전력선을 통하여 제어할 수 있게 된다.

예를 들어, 세탁기와 같은 경우에는 web을 통하여 서버에 접속하였을 때, 서버는 세탁기에게 정보를 요구하게 되며, 세탁기는 서버에게 다음과 같은 정보를 제공하게 될 것이다.

- ① 세탁기의 이름(name), 위치(location), 모델명(model), 만듦이(manufacturer)
- ② 현재 세탁모드, 동작 상태, 남은 시간, 물수위
- ③ 수온, 소비 전력, 세제종류(세제, 표백제, 섬유유연제) 등등이 있다.

이러한 세탁기의 초기 상태가 서버에게 전달이 되면, 서버는 그 데이터들을 클라이언트에게 TCP/IP 통신에 맞는 포맷으로 전달하게 될 것이다. 클라이언트가 볼 수 있는 포맷으로 전달이 되면, 그 때부터 클라이언트는 서버를 통하여 디바이스에게 원하는 방법으로 정보를 전달할 수가 있다.

앞에서 설명한 전력선용 프로토콜 이외에도 Ethernet 기반의 전력선 모뎀들이 있으나, 이 경우는 일반 랜 카드와 유사하게 사용하므로 테스트 베드 구축 예는 본 절에서 생략한다.

4. 결 론

전력선 기반의 디지털 가전기기 홈 네트워크 개발이 성공적으로 실현되기 위해서는 여러 조건들이 만족되어야 한다. 그 중에서도 가장 중요한 것은 신뢰성 있는 전력선 통신 기술의 개발이고, 이와 더불어 가전기기들의 네트워크화 추진으로 발생하는 통합적인 홈 네트워크 망의 요구를 만족시켜야 한다. 디지털 기기를 위한 전력선 홈 네트워크는 인터넷, 전화, 멀티미디어, 전자 상거래 등 21세기 정보화 사회의 맥내의 접속망으로서 그 파급 효과가 지대함은 다시 강조할 필요가 없을 것이다. 인터넷 기술과 더불어 에너지 절약과 수요관리 방안을 위한 홈 오토메이션 기술이 실현화된 주택의 보급은 인터넷을 이용한 가전기기의 활용 및 에너지의 효율적인 관리를 사용자 또는 서비스 업자에게 제공할 수 있다. 따라서 각종 가전기기의 멀티 미디어 서비스 및 제어를 위해서 가정내의 통신을 맥내 배선망을 이용하여 시스템을 구성하는 것이 가장 현실적인 방안으로 대두되고 있다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 산자부 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] J.A. DiGirolamo, "HOME NETWORKS - FROM TOASTERS TO HDTV", International Conference on Consumer Electronics, pp.82-83, Jun. 1996
- [2] S. Koutroubinas, T. Antonakopoulos, V. Makios, "A new efficient access protocol for integrating multimedia services in the home environment", IEEE Transactions



- on Consumer Electronics, vol. 45, no. 3, pp.481 -487, Aug. 1999
- [3] J. Desbonnet and P. M. Corcoran, "System Architecture and Implementation of A CEBus/INTERNET Gateway," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 43, no. 4, pp.1057-1062, Nov. 1998.
- [4] David L. Waring, Kenneth J. Kerpez and Steven G. Ungar, "A newly emerging customer premises paradigm for delivery of network-based services", Journal of Computer Networks, vol.31, No.4, pp.411-424, 1999
- [5] Universal Plug and Play Device Architecture Specification. Version 1.0, Microsoft Corporation, June, 2000
- [6] HomePnP Specification Version 1.0, CEBus Industry Council, Apr, 1999
- [7] ECHONET specification Version 1.0, ECHONET forum, February, 2000
- [8] Home System specification Version 1.3, EHS, March, 1997
- [9] P. M. Cocoran, Papai F. and Zoldi A. "User Interface Technologies for Home Appliances and Networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 3, pp.679-685, Aug. 1998.
- [10] T. Igarashi, K. Okamura, T. Nishimura, T. Ozawa, and H. Takizuka "Home Network File System for Home Network Based On IEEE-1394 Technology," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 3, pp.1000 -1003, Aug. 1999.
- [11] A. Cucos and P. M. Cocoran "Real Time ATM for Remote Access to Home Automation and Digital A/V networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 3, pp.482-488, Aug. 1998.
- [12] J. Desbonnet, P.M. Corcoran and K. Lusted, "CEBus Network Access via the World-Wide-Web," International Conference on Consumer Electronics, pp.236 Aug. 1996.
- [13] <http://www.itrancomm.com>
- [14] Lonmark 1.0, Lonwork forum, February, 2000
- [15] User's Guide of Nodebuilder, Neuron C, Revision 3, Echelon Co., 1995
- [16] User's manual of CEbox, Domosys Co., 1998
- [17] User's manual of X-10(power house), Active Home Co., 1999
- [18] <http://www.adaptivenetworks.com>
- [19] SSC 485 Hardware Design Reference, ST Microelectronics Co., 1998
- [20] <http://www.keyintelecom.com>
- [21] <http://www.enikia.com>
- [22] P.M. Corcoran, "Mapping Home-Network Appliances to TCP/IP Sockets Using A Three-Tiered Home Gateway Architecture," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 44, no. 3, pp.729-736, Aug. 1998.
- [23] P. Warriner and K. Z. Karan "NUDAN - a Multifunctional Home Automation Network," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 2, pp.360 -369, May, 1998.
- [24] P.M. Cocoran and Desbonnet, "Browser Style Interface to a Home Automation Network", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 4, pp.1063-1069, Nov. 1997
- [25] Gunter Leeb, Ratko Posta, Gerhard H. Schildt, "A configuration tool for homenet", IEEE Transaction on Consumer Electronics, vol. 42, No. 3, pp.387 -394, Aug. 1996.
- [26] EIA Home Automation System (CEBus) Standard IS-60. "Common Application Language Specifications," EIA, Part 8, Jun. 29th 1992.
- [27] The X10 Specification, X-10 (USA) Inc. 91 Ruckman Road Box 420, Closter, NJ 07624
- [28] <http://www3.edgenet.net/lingling/x10-mods.html>
- [29] http://www.geocities.com/ido_bartana
- [30] <http://www.x10.com>
- [31] UPnP Development Toolkit. Version 1.0, Microsoft Corporation, June, 2000

저 자 소개



김동성(金東成)

1969년 1월 25일생. 1992년 한양대 전자공학과 졸업. 1994년 동 대학원 전자공학과 대학원 졸업(석사) 1998년-현재 서울대학교 전기 및 컴퓨터 공학부 박사과정. 1994년-1998년 서울대 제어계측신기술연구센터 선임 연구원. 관심 분야: 홈 네트워크 시스템 개발, 산업용 통신망 응용, 네트워크 기반의 통신 시스템



권옥현(權旭鉞)

1966년 서울대 전기공학과 졸업. 동대학원 석사(1972). 미국 Brown University 제어공학박사(1975). 1976년-1977년 University of Iowa 겸직 조교수, 1981년-1982년 Stanford University 객원교수, 1977년-현재 서울대 전기공학부 교수, 1991년-현재 제어계측신기술연구센터 소장. 1999년-현재 세계자동제어연맹(IFAC) 부회장. IEEE Fellow. 관심분야는 제어 및 시스템 이론, 이산현상 시스템, 산업용 통신망, 분산 공정 제어 등



김요희(金堯禧)

1944년 10월 2일생. 1978년 8월-1981년 2월 연세대 석사. 1988년 9월-1992년 6월 경희대 박사. 19981년 6월-1985년 6월 한국 전기 통신 연구소 책임 연구원. 1985년 6월-현재 한국 전기 연구소 사임 팀장. 관심 분야: 광전지 및 전자파, 전력선 통신