

전력선의 통신망 이용환경 하에서의 운영체제 구성에 관한 기초연구

박경배, 이승철, 최영
 중앙대학교 전자전기 공학부

A Study on Composition of Operating System under Power line Communication Environment

Kyung-Bae Park, Seung-Chul Lee, Young Choi
 School of EE, Chung-Ang University

Abstract - 인터넷의 발전으로 기존의 가정 자동화의 개념이 변화되어 단순한 제어의 범위를 넘어 정보제공, 원격관리 등의 서비스와 연계되어 통합적인 홈 네트워크의 구축이 요구되고 있다. 이에 관련하여 기존에 포설된 망을 이용하여 홈 네트워크를 구축하는 방안으로 최근 들어 전력선을 이용한 통신 시스템 개발에 대한 관심이 고조되고 있다. 지금까지는 변압기 2차측에 설치되는 라우터나 전력선호와 통신 신호를 커플링하는 커플러 개발 등의 하드웨어에 대한 연구와 홈 네트워크 관리를 위한 웹브라우저의 개발에 대한 연구가 진행되어 왔다. 그러나 실제 홈 네트워크 제어를 위한 운영체제에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 전력선 통신망 이용환경 하에서의 가전 네트워크 및 인터넷을 포괄하여 관리할 수 있는 전용 운영체제의 구성과 홈 네트워크를 위한 전력선 네트워크 어댑터의 기본 구조를 고찰하였다.

그림 1에 국내에서 개발중인 전력선 통신망과 홈 네트워크의 구조를 보인다. 전력선 통신망은 변압기 2차측의 저압 배전망으로 제한하였고 전력선 라우터는 기존의 라우팅 기능에 더하여 저주파의 전력선호와 고주파의 통신신호를 커플링 하기 위한 커플러의 역할을 겸한다. 따라서 라우터 안쪽의 가정들은 전력선을 통하여 네트워크로 구성되고 홈 커플러로써 옥내망과 옥외망이 분리된다. 각 가정에서는 별도의 장비설치 없이 가전기기를 소켓에 접속하기만 함으로써 홈 네트워크를 구축할 수 있다. 이렇게 구성된 홈 네트워크를 가정내의 PC로 제어하고 인터넷에 연결하여 원격으로 모니터링과 관리를 한다. 이때, 각 기기는 전력선 네트워크 어댑터를 통해 콘센트에 연결되며 어댑터는 기기의 기능 및 상태를 나타내는 레지스터들을 내장하고 커플러의 역할도 겸한다.

1. 서론

최근 고속 인터넷의 급속한 성장으로 가정 자동화 및 홈 네트워크(Home Network)에 대한 요구가 크게 증가하고 있다. 가정 자동화에 대한 연구는 미국, 일본, 영국 등에 의해 주도되어 왔으며 국내에서도 PSTN (Public Switched Telephone Network), 무선 데이터 통신망, 전력선 등의 전송매체를 이용하여 홈 네트워크를 인터넷에 연결하여 원격제어 및 관리할 수 있는 네트워크의 구축에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1][2]. 이미 IEEE1394, CEBus(Consumer Electronic Bus), X.10등의 홈 네트워크를 위한 전송매체나 프로토콜 등에 관한 표준안이 마련되고 있고 연구단체마다 각기 새로운 모델을 제시하고 있으며 그에 따른 다양한 연구가 수행되고 있다[3-5].

전력선 통신망은 별도의 설치비가 들지 않고 이미 널리 설치된 네트워크이므로 인터넷에의 활용이 가능하게 될 경우 인터넷의 확산과 가정 자동화를 가속화시키는 원동력이 될 것으로 전망된다. 네트워크 서버용 운영체제(Operating System)로서는 Linux가 여타 서버용 운영체제에 비해 저렴하면서도 다양한 하드웨어 사양에도 쉽게 설치와 운영이 가능하여 서버와 게이트웨이용 운영체제로서 그 기능을 충분히 발휘할 수 있을 것으로 전망된다.

본 논문에서는 홈 네트워크 구축을 위한 몇 가지 가정을 전제로 전력선 통신망의 구조를 제안하고 그 환경 하에서 홈 네트워크와 외부 인터넷 사이의 게이트웨이로서의 역할뿐만 아니라 원격제어 및 모니터링에 필요한 웹서버 및 내부 네트워크를 제어하기 위한 운영체제의 기본구성과 가정 자동화를 위해 갖추어야 할 전력선 네트워크 어댑터의 구조를 고찰한다.

2. 본론

2.1 전력선 통신망과 홈 네트워크

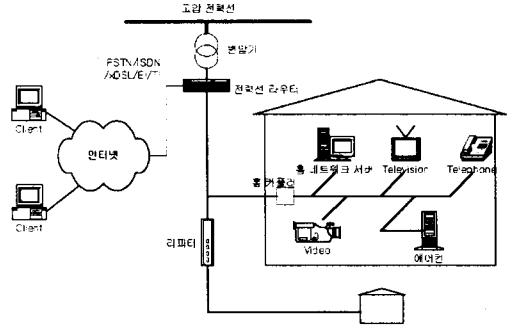


그림 1. 전력선 통신망과 홈 네트워크의 구조

2.2 네트워크용 운영체제

2.2.1 네트워크 서버의 기능

홈 네트워크용 운영체제는 일반 네트워크 서버용 운영체제와는 다소 그 목적을 달리하며 다음과 같은 task들의 수행이 필요할 것으로 전망된다.

1. Network security
2. Lighting control
3. Heating, ventilating and cooling(HVAC) control
4. Energy load management
5. Water heater management
6. Audio and video
7. Telecommunication and intercom
8. Home office and information management
9. Support for elderly and disabled people
10. Home security management

위에 열거한 task들의 원활한 수행을 위해서 홈 네트

워크를 위한 운영체제는 가전기기에 대한 총괄적인 제어 기능이 있어야 한다. 인터넷에 접속되어 원격관리 및 상태 모니터링을 가능케 해야 하고 가정내의 정보의 유출을 막고 외부로부터의 해킹을 방지하기 위해 필요할 경우 게이트웨이나 방화벽의 역할도 할 수 있어야 한다.

본 논문에서 제시된 운영체제는 가전기기를 종류 및 기능에 따라 입/출력 장치로 생각하고 기기는 장치 드라이버를 통해 커널에 등록된다. 이렇게 등록된 입/출력 장치는 각 기기의 네트워크 어댑터 내에 있는 상태 레지스터를 통해 상태가 감지되고 제어 레지스터를 통해 제어된다. 또 외부에서의 모니터링을 지원하기 위한 웹서버를 내장하고 있어 인터넷을 통해 가정내의 서버에 접속하여 가전기기의 상태 확인 및 원격제어가 가능하여야 한다.

표 1에 기존 운영체제들의 네트워크 기능을 비교한 결과를 보인다. 표에서 보듯이 Linux는 타 운영체제에서 지원되는 네트워크 기능을 거의 소화하면서도 자유 소프트웨어 재단의 라이선스(GNU General Public License)에 따라 무료로 배포되고 임베디드 시스템 분야에서 커널의 안정성을 인정받아 네트워크 서버 및 기타 장치의 운영체제로서 점차 확산되어 가는 추세에 있다. 상기와 같은 이유로 특히 전력선 통신망 이용환경 하에서의 기본 운영체제로서도 그 활용 가능성을 보여주고 있다(7).

표 2. 기존 운영체제의 네트워크 기능 비교

	Linux	Unix	NT	Win95	Mac	OS/2
Pnnter services	X	X	X	X	X	X
File server	X	*	*	*	*	*
Mail server	X	*	*	*	*	*
Domain name server	X	X	*	*	*	*
Web server	X	X	*	*	*	*
Firewall	X	*	*	*	*	*
Routing	X	X	X	-	-	-
Gateway	X	X	X	-	-	-
Internet	X	X	X	X	X	X
Ethernet	X	X	X	X	X	X
Token Ring	X	*	*	*	*	*
Arcnet	X	*	*	*	*	*
Framerelay	X	*	*	-	-	-
ISDN	X	*	*	*	*	*
PPP	X	X	X	X	X	X
SLIP	X	X	X	X	X	X
TCP/IP	X	X	X	X	X	X
X.25	X	*	*	*	*	*
IPX(Novell Netware)	X	X	X	X	*	*
SMB	X	X	X	X	*	*
Appletalk	X	*	*	*	X	*
NFS	X	X	*	*	*	*

x : 시스템이 기본적으로 지원
 * : 시스템이 추가로 지원
 - : 시스템이 지원하지 않음

2.2.2 장치 드라이버

홈 네트워크 서버의 운영체제는 일반 네트워크 서버의 운영체제의 기능에 덧붙여 네트워크에 접속된 가전기기를 관리할 도구가 필요하다. 제시된 운영체제는 가전기기의 네트워크 어댑터에서 업로드되는 장치의 이름과 데이터 구조를 받아 드라이버 목록에서 해당하는 장치를 찾아 설정한다. 운영체제에 의해 인식된 기기는 장치 드라이버에 read()명령을 줌으로써 기기의 상태를 얻을 수 있고 write()명령을 통해 실제 기기를 제어할 수 있게 된다.

장치 드라이버는 기기의 기능과 상태를 모두 표현할

수 있는 데이터 구조를 가져야 하며 이 구조는 관리의 편의를 위해 모든 가전기기에 공통으로 적용할 수 있어야 한다.

개별 기기가 콘센트에 접속될 때마다 운영체제는 접속된 기기들을 위한 장치 Daemon을 생성하고 기기가 네트워크에서 이탈될 때 종료되도록 한다.

장치 Daemon은 네트워크에 새로이 접속된 기기로부터 기기의 이름과 데이터 구조를 받아 장치 드라이버를 구동한다.

2.2.3 네트워크 보안

홈 네트워크가 인터넷으로부터 access가 가능해짐에 따라 가정의 보안 문제가 발생한다. 이와 관련해서 1차적으로 홈 네트워크의 홈 커풀러가 packet 필터링을 하여 홈 네트워크와 외부 네트워크를 분리하는 역할을 하지만 이것만으로는 해킹에 노출된 상태이므로 보다 적극적인 대책이 요구된다. 이 경우 홈 커풀러 대신 게이트웨이를 설치하여 게이트웨이 컴퓨터에 방화벽을 구축할 수 있다. 이때 게이트웨이를 홈 네트워크 서버로 사용할 수도 있지만 보안상 별도의 서버를 두는 것이 바람직할 것이다.

2.3 전력선 홈 네트워크의 구현

홈 네트워크를 위해 표준화된 프로토콜로서 CEBus, IEEE 1394, 무선 HNP(Home Network Protocol), X.10 등이 있다. 이 중 CEBus나 IEEE1394는 별도의 장치나 네트워크를 다시 설치해야 하므로 일반 가정의 자동화 시스템을 위해서는 비용이나 실질적인 면에서 다소 적합치 못한 면이 있다. 또 무선 HNP는 별도의 네트워크를 위한 설치가 필요치 않지만 제어하려는 모든 가전기기에 RF 모듈을 포함시켜야 하므로 제품 자체의 가격이 상승하는 효과를 가져올 수 있다. 전력선 통신망을 이용할 경우 이미 네트워크가 구성되어 있으므로 따로 네트워크를 포설할 필요가 없는 장점이 있다.

2.3.1 홈 Gateway

홈 네트워크의 관리를 위한 Gateway의 역할은 다음의 몇 가지로 압축할 수 있다.

1. 외부 인터넷과 홈 네트워크를 분리
2. 홈 네트워크로부터 인터넷으로의 접속
3. 보안과 암호화 서비스의 구현
4. 인터넷으로부터 홈 네트워크로의 안전한 접속

그림 1에 보인 전력선 통신망의 구조에서 보면 홈 커풀러가 외부 인터넷과 홈 네트워크를 분리하는 Gateway의 기능을 하고 있음을 알 수 있다.

2.3.2 홈 네트워크 Interface

홈 네트워크를 위한 운영체제는 가전기기의 특성상 편의를 위해 PnP(Plug and Play) 기능을 지원해야 한다. X.10은 PnP가 지원되지 않으므로 기기의 연결시 사용자가 직접 기기의 종류를 지정해야 하는 불편함이 있다.

본 논문에서는 전력선 이용환경 하에서 PnP 기능을 지원하기 위한 방법으로 인터럽트 개념을 도입한다. 기기는 콘센트에 접속되면 기기의 네트워크 어댑터에 저장되어 있는 자신의 ID를 전력선 네트워크에 신는다. 운영체제는 기기의 ID를 확인하고 해당 기기에 확인신호를 보낸다. 확인 신호를 받은 기기는 네트워크 어댑터에 저장되어 있는 데이터 구조를 네트워크에 신는다. 운영체제는 데이터 구조를 받아 장치 드라이버를 참조하여 기기를 등록하고 기기의 상태 레지스터를 읽어들이어 초기

화한다. 이어서 운영체제는 새로 연결된 기기를 반영하기 위해 웹서버의 내용을 갱신하고 실시간 원격관리를 가능하게 한다. 그림 2는 위의 과정을 도식화한 것이다.

일단 기기가 등록되면 운영체제는 기기를 파일로 간주하여 read() 명령으로 기기의 네트워크 어댑터의 상태 레지스터를 읽어 모니터링을 하며 write() 명령으로 제어 레지스터에 제어 비트를 넣어 줌으로써 기기를 간단히 제어할 수 있다.

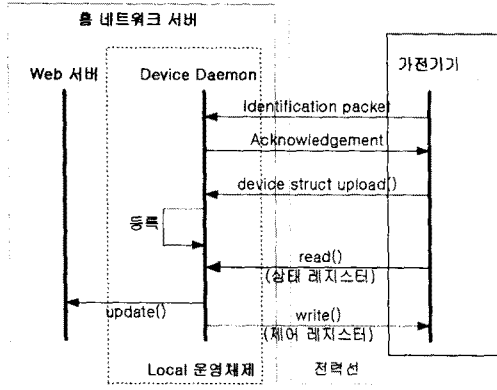


그림 2. 네트워크 기기의 등록과정

2.3.3 외부 네트워크와의 Interface

홈 네트워크는 전력선 라우터를 통해 인터넷에 연결된다. 따라서 가정의 PC로 전력선을 이용하여 인터넷을 사용할 수 있을 뿐만 아니라 인터넷에서 홈 네트워크 서버를 access할 수 있다.

홈 네트워크 서버에 포함된 웹서버는 홈 네트워크의 상태를 보여준다. 사용자는 인터넷에서 관리자 인증 과정을 거친 후 CGI 등으로 장치 Daemon과 연동하여 홈 네트워크의 모니터링과 원격제어를 할 수 있다. 근래에는 홈 네트워크 전용의 웹브라우저와 같은 소프트웨어의 개발도 이루어지고 있다.

2.4 전력선 네트워크 어댑터

전력선을 이용한 홈 네트워크를 구현하기 위해 가장 중요한 장비를 중의 하나가 네트워크 어댑터라고 할 수 있다. 이 어댑터는 가전기에 전력을 공급하면서 동시에 홈 서버와 기기 간의 신호를 전달하기 위한 커플러의 기능을 한다.

전력선 네트워크 어댑터는 홈 네트워크에서 원격제어가 유용한 기기의 경우 사용자의 입장에서 별도의 설치가 필요 없도록 가전기기 내에 포함되는 것이 바람직하다. 홈 네트워크 어댑터는 표준화된 형태가 필요하다. 주요 구조로는 커플러, 메모리, 프로세서 등이 있고 프로세서 내에는 상태 레지스터와 기기의 제어신호를 전달할 수 있는 제어 레지스터가 필요하다. 여기서 메모리에는 각 기기의 ID와 기능을 표현한 데이터 구조가 저장된다.

앞에서도 언급했듯이 전력선 네트워크 어댑터는 기기가 콘센트에 접속되자마자 네트워크 방향으로 메모리에 저장되어 있는 자신의 ID와 데이터 구조를 전달하여 서버 운영체제의 장치 Daemon에 자신의 존재를 알린다. 이 신호를 위해 장치 Daemon은 이미 기기의 장치 드라이버를 위한 데이터 구조가 있어야 한다. 또, 전력선 네트워크가 컴퓨터 내부의 버스구조가 아니기 때문에 기기의 네트워크 어댑터는 전력선 네트워크에 자신의 주소

와 데이터를 실기만 하고 운영체제는 기기의 고유주소로 명령을 전달한다.

3. 결 론

본 연구에서는 전력선을 이용한 통신망의 기술동향에 대해 고찰하고 전력선 통신망 이용환경 하에서의 홈 네트워크를 위한 운영체제로서 Linux의 활용 가능성을 제시하였다.

전력선의 특성상 데이터의 전송속도 및 전송거리에 제한이 있지만 이미 포설된 망이라는 편리성 때문에 전력선 통신망은 앞으로도 활발한 연구가 진행될 것으로 전망된다. 따라서 원활한 지원을 위해서는 운영체제를 비롯한 각종 응용 소프트웨어의 개발도 병행되어야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] E.Topalis, G.Orphanos, S.Koubias and G.Papadopoulos, "A Generic Network Management Architecture Targeted to Support Home Automation Networks and Home Internet Connectivity", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol.46, No.1, 2000
- [2] R.Nunes and J.Delgado, "An Architecture for a Home Automation System", Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, Vol.1, pp.259-262, 1998
- [3] J.Desbonnet and P.Corcoran, "System Architecture and Implementation of a CEBus/Internet Gateway", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol.43, No.4, pp.1057-1062, 1997
- [4] T.Igarashi, K.Hayakawa, T.Nishimura, T.Ozawa and H.Takizuka, "Home Network File System for Home Network based on IEEE-1394 Technology", IEEE Trans. consumer Electronics, Vol.45, No.3, 1999
- [5] C.Kouligeris, C.Khawand and J.Khawand, "Network Layer Design Issue in a Home Automation System", International Journal of Communication Systems, Vol.9, pp.105-113, 1996
- [6] J.C. Moon, H.S. Lim and S.J. Kang, "Real-Time Event Kernel Architecture for Home-Network Gateway Set-Top-Box(HNGS)", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol.45, No.3, 1999
- [7] URL page : <http://www.linuxgazette.com>, Glen Journey, "Home Networking with Linux", 1998
- [8] URL page : <http://www.keyintelecom.com>