HNCP ver. 1.0 에 기반한 전력선 홈 네트워크 시스템의 설계 및 구현

이감록*, 이재민*, 명관주*, 전요셉*, 권욱현*, 정문종**
서울대학교 전기컴퓨터공학부*
디지털 어플라이언스 네트워크 총괄, 삼성전자**

Design and Implementation of PLC Home Network System using HNCP ver.1.0

Kam-Rok Lee*, Jae-Min Lee*, Kwan-Joo Myoung*, Jeseph Jeon*, Wook-Hyun Kwon*, Mun-Jong Jeong**
EECS of Seoul National University*
Digital Appliances Network Business, Samsung Electronics Co., Ltd**
E-mail : *rokkam@cisl.snu.ac.kr

Abstract

This paper describes the design and implementation of PLC home network system using HNCP ver.1.0. The developed home network system comprises a home server program, a home master, and appliance emulators (e.g., for washing machine, microwave oven, and air-conditioner). Throughout the implementation of PLC home network system, the feasibility of HNCP ver.1.0 is verified.

I. 서론

PLC 기술은, 포설 비용이 없고 가정 내에 편재되어 있어 네트워크 연결이 용이한 전력선의 특성으로 인해 홈 네트워크 분야 중 제어 네트워크에 많이 적용되고 있다.

제어 네트워크는 가정 내 기기의 원격 제어 및 감시에 사용되는 망으로, 전력선 통신에 기반을 둔 많은 표준들이 제안되고 있다. 대표적인 예로 X10, LonTalk, CEBus, LnCP 를 들 수 있다[1]. X10 은 1970 년대에 제안된 프로토콜로 단순한 on/off 제어에 사용되고 있다. CEBus 와 LonTalk 은 overhead 의 부담과 높은 구현 비용의 단점을 안고 있다. 또한 사용자의 요구(easy-understanding, easy-installation, easy-maintenance)[2]를 고려하지 않고 있다. LnCP (Living network Control Protocol)는 사용자의 요구를 고려한 저비용의 프로토콜이지만, 혼합된 계층(mixed layer)을 제안하고 있어 유지 및 업그레이드가 어렵다는 단점이 있다.

HNCP (Home Network Control Protocol)는, 전력선 홈 네트워크를 목적으로 새롭게 제안된 프로토콜로서 올해 ver.1.0 이 발표되었다[3]. HNCP 는 사용자 요구를 만족시키면서 동시에 8bit microprocessor 에서도 작동하는 낮은 overhead 와 저비용의 장점이 있다. 또한 OSI 7 계층을 기반으로 4 계층 프로토콜을 제안함으로써 높은 유연성을 제공하며 유지 및 업그레이드가 용이하다는 특징이 있다.

본 논문에서는 이러한 HNCP ver.1.0 을 이용하여 홈 네트워크 시스템을 설계 및 구현하고, 이를 통해 HNCP ver.1.0 의 구현 가능성을 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템에 관해 설명하고, 3 장에서는 홈 서버 시스템의 구조에 대해서 설명한다. 4 장에서는 구현된 홈 네트워크 시스템을 통하여 HNCP ver.1.0 의 구현 가능성을 검증하고 5 장에서 결론을 맺는다.

II. HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템

그림 1 은 HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템 전

체 구조를 보여준다.

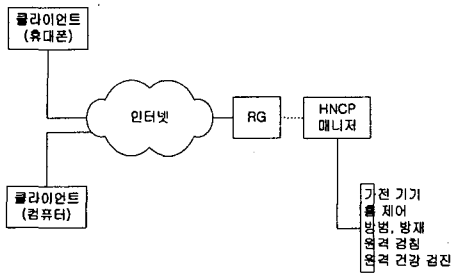

그림 1 HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템

HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템은 다중 마스터 구조를 가지며, 시스템을 구성하는 기기는 크게 마스터 기기와 슬레이브 기기의 두 가지 타입으로 나눌 수 있다. 마스터 기기는 슬레이브 기기의 상태를 감시하고 제어하는 역할을 하며, 사용자에게 익숙한 인터페이스를 제공한다. 마스터 기기에는, 구체적으로 외부의 인터넷을 내부 네트워크와 연결하는 게이트웨이 역할을 하는 마스터, 타 네트워크와의 연동을 가능케 하는 브릿지 역할을 하는 마스터, 네트워크 망에서 네트워크를 구성하고 관리하는 NM (Network Management) 기능을 하는 마스터(=홈 서버), 홈 서버는 아니지만 네트워크 망의 기기를 제어 및 감시하는 마스터가 있다. 이러한 다중 마스터 구조에서는 필연적으로 마스터들간의 DB 연동(synchronization) 방법이 고려된다. 이 외에 HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템은, 전력선을 통하여 인접한 이웃의 네트워크 침입 및 장애를 방지하기 위해 하우스 어드레스(HA: House Address)를 사용한다. 홈 서버 및 다중 마스터, 그리고 DB 싱크 및 하우스 어드레스에 관한 자세한 사항은 3 장과 4 장에서 다룬다.

HNCP 는 저속 전력선 통신 기반에서 제안된 표준 프로토콜로써, 다중 마스터 구조, 4 계층 프로토콜, 기기 구분 주소 시스템, 표준 메시지 셋을 정의하고 있다. HNCP 에 관한 자세한 사항은 [1,3]을 참고하기 바란다.

III. 홈 서버 시스템의 구조

홈 서버는 5 개의 기능별 소프트웨어 모듈 외에 사용자의 인터페이스를 위한 GUI 부분으로 구성된다. 그림 2 는 홈 서버의 기능별 구조를 나타낸다.

네트워크 관리 모듈은 네트워크 최초 구성시 하우스 어드레스 부여와 정상 동작시 새로운 기기의 연결에 따른 주소 부여, 기기 정보 입력의 역할을 한다.

원격 제어 모듈은 GUI 와 함께 여러 개의 기기를 한번의 명령을 통해 동작시키거나 개별 기기에 대해 원격으로 명령을 전달할 때 작동한다.

원격 감시 모듈은 기기에서 일어나는 상태 변화나 동작에 대하여 감시하는 모듈이다. 데이터 베이스 및 GUI 의 상태 정보를 업데이트하는 역할을 한다.

데이터 베이스(DB) 모듈은 네트워크에 기기가 추가될 때 이에 대한 새로운 기기 정보를 구성하여 저장하고, 원격 제어 모듈에 의한 응답이나 원격 감시 모듈에 의한 상태 변화에 대한 값을 저장 및 업데이트의 역할을 한다.

사용자 인터페이스 부분인 GUI 는 메인 프레임과 기기별 대화 창으로 구성된다.

홈 서버의 각 구성 모듈에 대한 자세한 사항은 [4]에 자세히 소개된다.

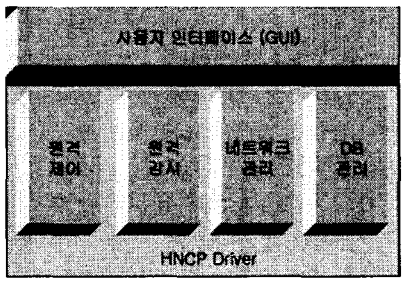

그림 2 홈 서버의 기능별 구조도

IV. HNCP 홈 네트워크 시스템의 구현

HNCP 에 기반한 홈 네트워크 시스템은 전체적으로 게이트웨이를 통하여 외부 인터넷과 연결되고 브릿지를 통하여 이종 네트워크와 연결되는 구조를 갖는다. 본 논문에서는, 브릿지 부분과 게이트웨이 부분을 제외하고, 그림 3 과 같은 내부 네트워크 상에서 HNCP 의 구현 가능성을 검증하는 것에 초점을 맞춘다.

그림 3 에서와 같이 구현된 홈 네트워크 시스템은 2 대의 마스터 기기(TV, 냉장고)와 4 대의 슬레이브 기기(2 대의 에어컨, 세탁기, 전자레인지)로 구성된다. 각각의 에뮬레이터와 홈 서버 프로그램은 MFC 기반으로 PC 에서 개발되었다. 그림에서 사용된 모뎀은 HNCP 를 이식한 P 사 모뎀으로, MAC layer 는 CSMA/CA 로 동작하고 PHY layer 는 DSSS 방식의 9.6kbps 속도로 동작하며 RS232C 로 PC 와 연결된다.

구현된 HNCP 홈 네트워크 시스템은 다음의 4 가지

step 으로 구분하여 살펴볼 수 있다.

- Step1: 홈 서버에 의한 네트워크 최초 구성
- Step2: 네트워크 구성 (기기 추가 및 삭제)
- Step3: 기기 제어 및 감시
- Step4: 다중 마스터 구조 (DB 연동)

각 step 에 대한 자세한 설명은 소절에서 다룬다.

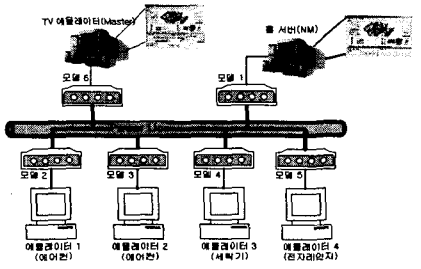

그림 3 구현된 HNCP 홈 네트워크 시스템

4.1 Step1: 네트워크 최초 구성

네트워크의 최초 구성은 먼저 홈 서버가 네트워크를 구성함에 의해 이루어진다. 홈 서버의 구성은 반자동 구성과 자동 구성의 두 가지 방식 중 하나에 의해 이루어지며 보안을 위해 HA 를 가장 먼저 생성한다. 반자동 구성이란, 사용자가 NM 기능을 가진 기기를 홈 서버로 지정하는 것이다. 사용자는 네트워크가 최초 구성됨을 알고 있다. 따라서 사용자의 지정에 의해 NM 기능을 가진 기기는 서버가 되어 자체적으로 HA 를 생성하고 네트워크를 구성한다. 자동 방식이란, 이와 달리 사용자의 개입이 없이 기기가 네트워크의 상태를 판단하고 스스로 서버 역할을 하는 것을 뜻한다. 네트워크에 이미 다른 홈 서버가 존재한다는 가정 하에, NM 기능을 가진 기기는 네트워크에 연결될 때 HA 요청 메시지를 네트워크 망에 브로드캐스팅한다. 이때 정해진 횟수 내에 어떤 응답도 오지 않으면, 새로 연결된 기기는 네트워크 망에 서버가 없다고 판단하고 스스로 서버가 되어 HA 를 생성하고 네트워크를 구성한다.

4.2 Step2: 네트워크 구성

새로운 기기가 네트워크에 추가될 때 추가된 기기는 네트워크의 홈 서버를 통해 하우스 어드레스와 논리 어드레스, 그리고 위치 어드레스를 부여 받고 네트워크에 참여한다. 이후 홈 서버는 추가된 기기를 제어하기 위해 추가된 기기로부터 DB 정보를 얻는다. DB 정보는 디스켓으로 제공되거나 URL 을 통해 인터넷으로 다운받을 수 있다. 이때 얻어진 DB 정보는 XML 형식을 갖게 되며, 홈 서버는 이를 XML parser 를 통해 해석하여 DB 구조를 생성한다. 그림 4 는 XML 파일 형식의 에어컨 DB 정보의 일부를 나타낸다.

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns="urn:hncp-forum:device-1-0">
<device>
  <deviceType>Air-Conditioner</deviceType>
  <deviceCode>2</deviceCode>
  <manufacturer>
    <name>SNU-CISL</name>
    <URL>http://cisl.snu.ac.kr/</URL>
    <contact>02-873-2279</contact>
  </manufacturer>
  <modelName>SNU-HOPES-AC1</modelName>
  <modelNumber>AC-CM-0001</modelNumber>
  <modelDescription>HNCP-Air Conditioner emulator</modelDescription>
  <modelURL>http://cisl.snu.ac.kr/</modelURL>
  <productDate>2003-06-30</productDate>
  <serialNumber>A000001</serialNumber>
</device>
<service>
        <serviceName>Power</serviceName>
        <commandCode>1</commandCode>
        <valueType>Boolean</valueType>
        <minValue>0</minValue>
        <maxValue>1</maxValue>
  </service>
  <service>
        <serviceName>StartStop</serviceName>
        <commandCode>2</commandCode>
        <valueType>Boolean</valueType>
        <minValue>0</minValue>
        <maxValue>1</maxValue>
  </service>
</root>
```

그림 4 XML 파일 형식의 DB 정보

홈 네트워크 시스템에서 홈 서버는 기기 추가 및 삭제에 대한 기기 리스트를 생성하고 관리한다. 네트워크의 안정성 및 신뢰성을 높이기 위해 기기 리스트를 통해 네트워크 상에 존재하는 기기의 유무를 관리하는 방법은 다음과 같은 세 가지가 사용된다.

- 기기가 네트워크 이탈 시, 서버에게 메시지 전송
- 서버가 기기들을 한번 또는 주기적으로 체크
- 네트워크 상에 존재하는 기기들이 주기적으로 자신의 존재 유무를 서버에게 전송

그림 5 는 구현된 기기 에뮬레이터인 에어컨, 전자레인지, 세탁기를 나타낸다.

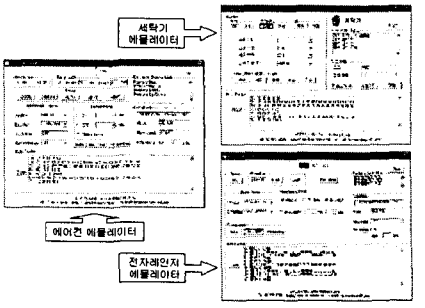

그림 5 기기 에뮬레이터

4.3 Step3: 기기 제어 및 감시

정상 통신에 의한 기기 제어 및 감시에서 메시지 형태는, unicast, multicast, broadcast 의 세 가지 형태를 갖는다. Unicast 는 기기별 원격 제어 시에 사용되고, multicast 는 서버나 마스터에서 제공되는 사용자 편의 기능에 사용된다. 사용자 편의 기능의 한 예로, 2 대의 에어컨의 온도를 같은 온도로 셋팅하는 것을 들 수 있다. 즉, 거실과 안방에 에어컨이 각각 있을 때, 거실과 안방의 온도를 25 도로 유지하라는 명령을 위해 multicast 메시지를 사용할 수 있다. Broadcast 메시지는 기기에서 발생되는 이벤트 및 응답 메시지에 사용된다. 그림 6 은 원격 제어 및 감시가 이루어지는 홈 서버의 메인 프레임 및 기기별 대화창을 나타낸 것이다.

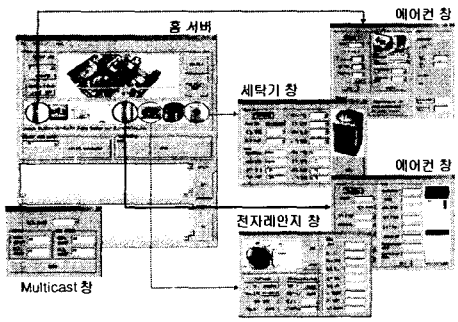

그림 6 홈 서버 메인 프레임과 기기별 대화창

4.4 Step4: 다중 마스터 구조 (DB 연동)

HNCP 홈 네트워크 시스템에서는 홈 서버에서 관리되는 기기 리스트 및 기기 DB 가 네트워크 상에 존재하는 마스터 기기들에 의해 공유된다.

마스터 기기는 Step 2 의 방법에 의해 네트워크에 연결된 후에 네트워크 상에 존재하는 기기에 대한 리스트를 서버에게 요청할 수 있다. 서버로부터 기기 리스트를 받은 후, 마스터 기기는 제어하고자 하는 기기들에 대해 DB 정보를 얻어 DB 를 생성하고, 기기에 대한 원격 제어 및 감시를 할 수 있게 된다. DB 정보는 디스켓이나 URL 로 인터넷을 통해서 얻을 수 있고, 또한 HNCP 에서 제공되는 파일 전송 프로토콜을 이용하여 홈 서버로부터 얻을 수도 있다.

다중 마스터 구조를 갖는 HNCP 홈 네트워크 시스템에서 기기 리스트 및 DB 에 대한 싱크가 고려된다. 기기 리스트에 대한 싱크는 홈 서버로부터 마스터 기기로의 멀티캐스팅에 의해 이루어진다. 즉, 새로운 기기가 추가되거나 삭제될 때, 홈 서버의 기기 리스트가 업데이트 되고 업데이트된 정보는 멀티캐스팅을 통해 네트워크에 존재하는 마스터들에게 전송된다. DB 에 대한 싱크는 기기의 알림 메시지를 통해 이루어진다. 즉, 원격 제어 메시지에 대한 응답이나 기기 자체의 변화에 의한 이벤트가 발생했을 때 해당기기는 알림 메시지를 브로드캐스팅한다. 이 때, 네트워크에 존재하는 서버 및 마스터 기기들은 알림 메시지를 이용하여 DB 를 업데이트한다.

V. 결론

본 논문에서는 저속 전력선 통신에 적합한 HNCP ver.1.0 을 이용하여 홈 네트워크 시스템을 설계 및 구현하였고 이를 통해 HNCP ver.1.0 의 구현 가능성을 검증하였다.

HNCP ver.1.0 은 실제 가전 기기에 구현되어 테스트 중에 있고, 외부 인터넷을 내부 네트워크와 연결하는 게이트웨이와 타 네트워크와의 연동을 가능케하는 브릿지에 대한 설계 및 구현은 이미 완료된 상태이다. 또한 외부 인터넷 접속 망과 내부 네트워크에 대한 보완 부계층 설계가 현재 진행 중에 있다.

HNCP 는 앞으로 홈 네트워크의 발전과 시장 형성에 크게 기여할 것으로 전망된다.

감사의 글

본 논문의 연구를 위해 도움을 주신 한국 전기연구원 및 PLC 포럼 코리아에 감사를 드립니다.

참고문헌

[1] Jae-Min Lee, et al, "A New Home Network Protocol for Controlling and Monitoring Home Appliances-HNCP," ICCE 2002, pp. 312-313, 2002

[2] S. Teger and D.J. Waks, "End-user Perspectives on Home Networking," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, pp. 114-119, 2002

[3] Home Network Control Protocol (HNCP) ver.1.0, PLC Forum Korea, 2003

[4] 전요셉 외, "PLC 기반 HNCP 네트워크 홈 서버의 설계 및 구현," 대한전자공학회 추계학술대회, pp. 374-377, 2002