

## 전력선 통신 기반의 디지털 백색 가전기기용 맥내망 메시지 규약 및 시스템의 개발

김 동 성\*, 권 육 현\*, 김 요 희\*\*, 신 현 정\*\*\*, 여 인 관\*\*\*  
 \*서울대학교 전기공학부, \*\*한국 전기 연구소, \*\*\*LG 전자

### Development of Power Line Communication based Home Network Message Specification and Systems for Digital White Goods

Dong Sung Kim\*, Wook Hyun Kwon\*, Yo Hi Kim\*\*, Hyun Jung Shin\*\*\*, Yuh In Kwan\*\*\*

\*School of Electrical Engineering, Seoul National University, \*\*KERI, \*\*\*LG Electronics

**Abstract** - In this paper, a home network message specification and systems based on the Power Line Communication(PLC) are proposed. As a case study, the home network message specification and systems for the white goods are proposed. It is designed for the various home appliances from the lightning to the white goods using power line communication based on Internet protocol. The proposed home network system is composed of the home network message specification with browsing S/W and embedded H/W design based on the power line communication.

### 1. 서 론

대내 망은 여러 가지 정보 가전 제품과 전기 시스템들의 연결로 이루어 질 수 있다. 최근 들어 인터넷의 발전으로 가전기기들을 네트워크 상의 연결시키는 연구 작업들이 진행되고 있다. 이러한 요구들은 인터넷을 통한 전자 래인지의 요리법 다운로드, 백색 가전 서비스 업체의 인터넷을 통한 원격 기기 A/S 등 여러 가지 다양한 서비스 형태로 나타나고 있다 [1, 2, 3].

이러한 맥내 망 구축을 위하여 사용자의 편리성의 관점에서 문제점 중의 하나가 서로 상호 통신을 위한 공통의 인터페이스를 공유하지 못하고 있다는데 있다. 만약, 오디오/비디오, 에어컨, 세탁기, 전자레인지, 냉장고, 전등 등 가정 내에 존재하는 여러 시스템을 통합하여 운용할 수 있다면 전력 효율을 높일 수 있고 높은 수준의 편리함과 안락함을 얻을 수 있는 등 미래 지향적인 맥내 망을 구축할 수 있게 된다. 이러한 이유에서 맥내망 구축을 위한 여러 가지 미들웨어 및 표준들이 등장하고 있다[4, 5, 6].

맥내망 구현이 성공하기 위해서는 다양한 요구조건을 만족시켜야 하는데, 맥내망상의 plug & play 기능, 자율 구성(self-configuration), 값싼 케이블 구축과 인터페이스 등 다양한 요구조건을 충족 시켜야 한다 [5]. 최근 들어서는 여러 가지 A/V 기기 이외에도 백색 가전에 대한 메시지 규약이 고려되고 있다. 서로 다른 다양한 벤더들의 가전 제품들이 서로 상호 통신이 가능하게 하여, 공통 메시지의 교환을 통한 상호 운용성을 획득하는 것은 집밖에서 웹 패드 또는 모바일 폰을 이용한 인터넷의 서비스를 통해 자신의 집 가전기기의 제어를 하려고 할 때 유연하게 대응할 수 있는 구조를 획득하는데 있었다 [7, 8, 9, 10].

기존의 백색가전(White Goods: 냉장고, 세탁기, 레인지, 에어콘 등)용 메시지 규약(Message Specification)을 보면 LonWorks[4]의 규약에서는 간단한 냉장고의 함수 정의가 되어 있다. 그러나, 이 문서에서는 냉장고의 디스플레이 패널을 통한 모니터링용 함수 정의만 되어 있다. 또, 다른 표준으로는 CEBus(Consumer Electronic bus)[3] 가 있는데, CEBus의 경우 각 단위 기기별(타이머, 모터, 등) 함수 정의 및 전등, 스프링 쿨러 등의 간단한 장치에 국한된 단위 규약들만이 존재한다.

홈 미들웨어 해법의 하나인 UPnP(Universal Plug and Play)[9]에서도 산하에 Home Appliance 워크 그룹에서도 이러한 작업의 필요성을 느끼고 작업을 진행하려 하고 있다. 일본의 ECONET(Energy Conservation & Health Care Network)[5], 유럽의 EHS(European Home System)[6] 같은 맥내망과 관계된 표준들이 있으나, 현재까지는 백색 가전 부분에 대해서 제안되어진 전용 메시지 규약은 없거나 초보 단계일 뿐이다.

본 논문에서 제안하는 전력선 기반의 맥내망 메시지 규약 및 시스템은 백색 가전 용 가전기기 생산자들이 맥내망 표준을 지원할 수 있도록 하는 참고 학수들을 제공하며, 가정 내의 모든 서브 시스템을 통합 관리 할 수 있는 능력을 제공하려 한다. 본 논문에서는 백색 가전기기의 최종 사용자가 사용하는 서비스를 중심으로 학수 및 전체 구조를 설계하였다.

서론에 이어 제 2장에서는 본 논문에서 제안하는 홈 네트워크 시스템의 구조를 간단히 소개한다. 3장에서는 이를 위한 백색 가전기기 용 메시지 규약에 대해 설명한다. 4 장에서는 이를 이용한 구현 및 방법에 대해 기술하고, 5 장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 전력선 기반의 홈 네트워크 시스템

#### 2.1 HOPES

(Home Network on PLC embdded System)

본 연구에서 제안한 HNMS(Home Network Message Specification)는 VDS(Virtual Device Services)의 개념을 가지고 있으며, 본 논문에서는 맥내망의 제어망(Control Network)에 해당되는 백색 가전용 메시지 규약을 주로 다룬다.

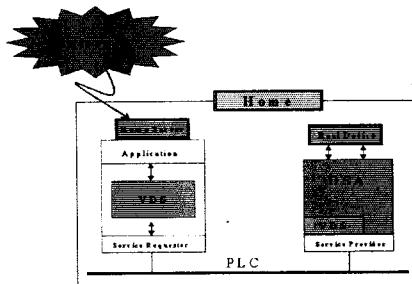


그림 1. 제안된 표준의 구조

홈 서버는 제어가 되어지는 기기의 호스트 역할을 수행하는 제어기로서 생각할 수 있는데(그림 1), 홈 서버에는 제어가 되는 기기가 제공하는 서비스와 똑 같은 VDS가 존재하게 되며, 홈 서버는 홈 네트워크 상에 연결되어 있는 가정내의 모든 가전기기가 제공하는 VDS 들을 가지고 있게 된다. 이러한 VDS 내의 정보를 이용하여 홈 서버는 각각의 기기에 대한 요구에 적절히 응답을 수행하게 된다. DSA(Device Specific Attributes)

는 각 벤더별로 제공되는 객체들을 정의하는 모듈로 VDS를 통해서 서비스를 교환하는 구조를 가지고 있다.

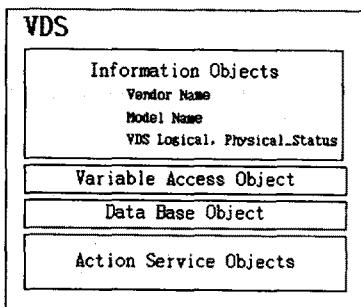


그림 2. VDS 구조

그림 2는 제안된 VDS의 각 하부 구조를 나타내고 있다. 정보(Information) 객체는 기기의 논리적 상태(Logical Status)와 물리적 상태(Physical Status) 및 기기 정보 객체로 나누어진다. 변수(Variable) 접근 객체는 모니터링 및 제어를 위한 각종 변수들을 읽고 쓰기 위한 객체이다. Data Base 객체는 프로그램의 업로드/다운로드와 관련된 객체들이다. 그리고, Action Service Objects는 디바이스의 프로그램을 기동시키는 객체들로써 구성되어진다. 이 객체는 변수 접근 객체와 상호 보완 관계를 가지게 된다.

## 2.2 HNMS VDS의 구조

본 논문에서 제안되어진 택내방 규약의 VDS의 구조는 다음 예와 같은 코드 구조를 이루고 있다. VDS의 객체 구조는 다음과 같이 이루어진다.

```

typedef struct VDS_info {
    Visible_string vendor_name;
    Visible_string model_name;
    Logical_status vds_logical_status;
    Physical_status vds_physical_status;
    Resource_list list_of_action_service;
    Resource_list list_of_data_base;
    Resource_list list_of_variable_access_lists;
} VDS_info;

VDS의 논리적 상태와 물리적 상태는 다음 형태로 표현되어진다.

typedef enum Logical_status {
    LS_State_changes_allowed,
    LS_No_state_changes_allowed,
    LS_Limited_services_permit,
} Logical_status;

typedef enum Physical_status {
    PS_Operational,
    PS_Partially_operational,
    PS_Inoperable,
    PS_Needs_PowerOn,
} Physical_status;

```

## 2.3 각 가전 기기별 Object 구조의 예제

표 1에서 표 3은 레인지, 에어콘, 세탁기의 각 변수 객체들을 설명하고 있다. 백색 가전기기의 경우 대부분의 객체 정의는 변수 정의가 대부분을 이루며 본 논문에서 정의된 함수들은 국내의 대표적인 국내 가전 3사 4개 외국 가전회사의 모델들이 참고가 되었다.

표 1. 에어컨의 변수 객체(Variable Object)

Name	Type	Description	Type Description	R/W
AC_Status	enum	현재 에어컨 상태 읽기	enum {idle, cold_air, clean_air, hot_air}	R
AC_RoomTemperature	int	현재 실내온도 읽기		R
AC_TargetTemperatureSet	int	회방온도 세팅		W
AC_TargetTemperature	int	현재 세팅되어 있는 회방온도 읽기		R
AC_AirForce	enum	현재 풍량 상태 읽기	enum{low, medium, high}	R
AC_AirForceSet	enum	풍량 세팅	enum{low, medium, high}	W
AC_AirUDDirection	int	현재 풍향 상태 방향 읽기	int(-90도 ~ +90도)	R
AC_AirUDDirectionSet	int	풍향 상태 방향 세팅	int(-90도 ~ +90도)	W
AC_AirLFDirection	struct	현재 풍향 좌우 방향 읽기	struct { bool auto; int LFdegree; }	R
AC_AirLFDirectionSet	struct	풍향 좌우 방향 세팅	struct { bool auto; int LFdegree; }	W
AC_ReservationTimeSet	time	예약 시간 세팅		W
AC_ReservationTime	time	저장된 예약 시간 읽기		R
AC_CurrentTimeSet	time	에어컨 현재 시간 세팅		W
AC_CurrentTime	time	에어컨 현재 시간 읽기		R

표 2. 전자 레인지의 변수 객체(Variable Object)

Name	Type	Description	Category	R/W
MO_Power	enum	레인지의 상태	On/Off	R/W
MO_Status	enum	레인지의 상태 표시	Run, Stop	R/W
MO_Door	enum	레인지 문의 상태	open, close	R/W
MO_Temperature	float	내부 온도 읽기		R
MO_TemperatureSet	float	내부 온도 쓰기		W
MO_Start	boolean	조리 시작	On	W
MO_Protection	enum	보호 가능	On/Off	R/W
MO_Warming	enum	보온 가능	On/Off	R/W
MO_WarmingTemperature	float	보온 온도 설정	On/Off	R/W
MO_EndingAlarm	enum	알람 가능	On/Off	R/W
MO_EconomicPower	enum	절전 가능	On/Off	R/W
MO_Menu_Select	enum	메뉴 선택 가능	warm, cook, grill	W
MO_Timer	time	사용 시간 상태		R
MO_TimerSet	time	사용 시간 설정		W

아래 예제에서 전자 레인지의 Data Base 객체들은 조리 방법에 관한 조리 방법 및 사용법 다운로드를 하는 것에 대한 방법에 대해 정의를 하고 있다. Microwave Oven의 메뉴 선택, 온도, 습도, 시간에 대한 정의를 포함하고 있다.

```

typedef struct DB_info {
    Visible_string data_base_name;
    DB_State state;
} DB_info;

typedef struct MO_DB_Data {
    kindof_MO_Select Select;
    unsigned int Temperature;
    int Humidity;
    time Time;
} MO_DB_Data;

```

```

} MO_DB_Data;
typedef enum kindof_MO {
    Warming,
    Cook,
    grill
} kindof_MO_Select;

```

Action Service Objects 는 저장된 조리 방법을 기동하는 것에 대해서 정의되어 있다.

```

typedef struct AS_info {
    Visible_string action_service_name;
    AS_State state;
    Resource_list list_of_data_base_names;
    Visible_string start_argument;
} AS_info;

```

표 3. 세탁기의 변수 객체(Variable Object)

Name	Type	Description	Type Description	R/W
WM_Status	enum	현재의 세탁기 상태를 읽기	enum {idle, washing, rinsing, drying, pumping}	R
WM_MaterialSet	enum	세탁물의 종류 세팅	enum {very_soft, soft, hard, very_hard}	W
WM_Material	enum	세탁물의 종류 읽기	enum {very_soft, soft, hard, very_hard}	R
WM_WaterSupplySet	struct	물 급수(냉, 온, 주) 세팅	struct { bool Hot_Water; //on, off bool Cold_Water; //on, off }	W
WM_WaterSupply	struct	물 급수(냉, 온, 주) 상태 읽기	struct { bool Hot_Water; //on, off bool Cold_Water; //on, off }	R
WM_WaterHeightSet	float	물 수위 세팅		W
WM_WaterHeight	float	물 수위 읽기		R
WM_WashingMethodSet	enum	세탁 방법 세팅	enum { auto, manual }	W
WM_WashingMethod	enum	세탁 방법 읽기	enum { auto, manual }	R
WM_ReservationSet	struct	세탁 예약 상태 세팅 (시간, 방법)	struct { bool Reservation; time Time; WM_method method; }	W
WM_Reservation	struct	세탁 예약 상태 읽기 (시간, 방법)	struct { bool Reservation; time Time; WM_method method; }	R
WM_CurrentTimeSet	time	세탁기의 현재 시간 세팅		W
WM_CurrentTime	time	세탁기의 현재 시간 읽기		R
WM_WashingRemainingSet	time	세탁 끝날 때 까지의 남은 시간 설정		W
WM_WashingRemaining	time	세탁 끝날 때 까지의 남은 시간 읽기		R
WM_AutoWashing	bool	자동 세탁 시작		W
...	...	...	...	...

변수 객체를 제외한 다른 객체들은 각 기기별 구성 요소가 유사하므로 예제 외에 다른 가전기기의 예는 본 논문에서는 생략한다.

### 3. 구현 및 실험

그림 3은 인터넷상에서 Web Browsing 기법을 이용해 가전기기를 제어하기 위해 개발한 Browsing 모듈의 한 부분이다. 메인 모듈에서 원하는 가전기기를 네트워크상의 프러그 및 플레이 방법으로 찾아내고, 그 기기를 사용자가 제어하고자 했을 때, 오른쪽 모듈과 같은 벤더가 제공하는 모듈이 기기에서 사용자 서버로 전달되게 된다. 이 실험을 위해서는 Windows ME의 실장된 UPnP 모듈과 CEBus, X-10 등의 전력선 장치를 이용하였다.

그림 4는 현재 작업 중인 백색 가전용 Embedded H/W의 구조이며, 전력선 기반의 고속과 저속의 데이터 전송을 위한 2가지 종류의 H/W로 제작 중에 있다.

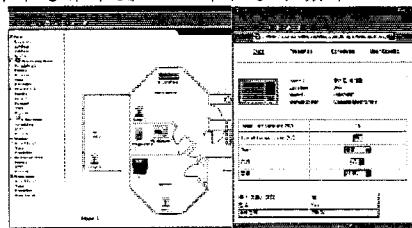


그림 3 Web Browsing 모듈의 예

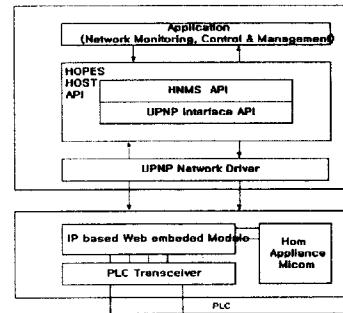


그림 4 제안된 Embedded H/W의 구조

### 4. 결 론

본 논문에서 제안하는 맥내망 구조 및 백색 가전용 메시지 규약은 전력선 기반 통신을 기반으로 하는 맥내망을 대상으로 개발되었다. 본 논문에서는 전력선 통신과 밀접한 관련이 있는 에너지 관리 및 보안에 대한 언급은 하지 않았다. 전력선 기반 통신은 미래의 발전 가능성과 가격 측면 및 설치 등 여러 가지 측면에서 맥내망의 기본 망으로 자리잡을 가능성이 가장 높은 기술중에 하나라고 볼 수 있다. 본 논문에서 제안된 메시지 규약은 다양한 표준에 호환될 수 있는 시스템을 구현할 수 있다. 앞으로 미들웨어 인터페이스 모듈을 개발하고, WinCE 3.0 또는 Embedded Linux가 탑재된 H/W 및 운영 소프트웨어를 모듈을 개발할 예정이다.

### (참 고 문 헌)

- [1] J.A. DiGirolamo, "HOME NETWORKS - FROM TOASTERS TO HDTV", International Conference on Consumer Electronics, pp.82-85, Jun. 1996
- [2] Universal Plug and Play Device Architecture Specification, Version 1.0, Microsoft Corporation, June, 2000
- [3] HomePnP Specification Version 1.0, CEBus Industry Council, Apr, 1999
- [4] Lonmark 1.0, Lonwork forum, February, 2000
- [5] ECHONET specification Version 1.0, ECHONET forum, February, 2000
- [6] Home System specification Version 1.3, EHS, March, 1997
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] P. Warinner and K. Z. Karan "NUDAN - a Multifunctional Home Automation Network," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 2, pp.360 - 369, May, 1998.
- [10] P. M. Corcoran, Papai F. "User Interface Technologies for Home Appliances and Networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 3, pp.679-685, Aug. 1998.