

홈네트워크를 위한 전력선 통신을 이용한 장치 제어 및 UPnP 미들웨어 구현

김관형*, 전재환**, 강성인***, 오암석**

Implementation of UPnP Middleware and Device Control using Power Line Communication for Home Network

Gwan-hyung Kim *, Jae-hwan Jean *, Sung-in Kang ***, Am-suk Oh **

요약

본 논문은 홈 네트워크 구축에 있어서 저속의 PLC(Power Line Communication) 통신기술을 활용하여 지능형 홈 네트워크 시스템을 구축하였으며, UPnP 브릿지를 통하여 TCP/IP 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템을 설계하였다. 또한, 지능형 홈 네트워크 내부의 제어 모듈에 대한 통신은 저속 전력선 기반의 SCP(Simple Control Protocol)를 설계하여 각 장치들 사이를 연결하여 제어 할 수 있도록 구현 하였다. PLC 기반의 지능형 홈 네트워크 내부에 새로운 UPnP 장치가 연결 되었을 때는 등록된 UPnP 장치의 정보에 따라 UPnP 브릿지를 통하여 장치를 모니터링 하도록 기능을 구현하였다. 전력선 통신 기반의 장치 제어 및 각 장치에 대한 UPnP 장치로의 구현은 TCP/IP 기반의 원격 제어 및 장치 관리가 효율적이며, 홈 네트워크상의 다양한 장치에 대한 장치 정보를 쉽게 모니터링 하고 관리할 수 있는 기능을 제공한다.

Abstract

This paper proposes the construction of intelligent home network system using Power Line Communication(PLC) technique, which allows for UPnP bridge remote control and monitoring based on TCP/IP. Also, the communication for control module inside intelligent home network systems is designed with Simple Control Protocol(SCP) in which each device is connected to be controlled independently. When new UPnP device is additionally installed in intelligent home network systems, it is monitored through UPnP bridges based on its registered UPnP device information. The device control based on PLC and implementation of each UPnP device are effectively managed by using TCP/IP remote control and it's provided fundamental functions to monitor various device information in the home network.

▶ Keyword : 전력선통신(PLC), UPnP(Universal Plug and Play), SCP(Simple Control Protocol)

• 제1저자 : 김관형 교신저자 : 강성인

• 투고일 : 2009. 09. 28, 심사일 : 2009. 10. 01, 게재확정일 : 2009. 12. 24.

* 동명대학교 컴퓨터공학과 ** 동명대학교 미디어공학과 *** 동명대학교 의용공학과

I. 서론

최근 지능형 홈 네트워크 구현의 기술적 배경은 RF, 부루투스, 무선 랜 등과 같은 무선 통신 기술과 전력선 통신(Power Line Communication), IEEE1394, 이더넷 등과 같은 유선 통신 기술에 그 기초를 두고 있다. 특히, RF 통신 분야에서는 지그비를 통한 홈 네트워크의 구성이 활발하게 연구 되어 실용화 단계에 이르고 있다.

그 중 환경에 따라 유/무선의 특징을 고려하여 네트워크 환경을 구성 할 수 있지만, 집안 내부와 같이 이미 전력선으로 네트워크가 이미 구성되어 있는 환경에서는 PLC 통신이 비용 측면에서 유리한 점을 보이고 있다. 때문에 전력선 통신의 가장 큰 장점으로 추가적인 통신 설비 없이 건물 내부나 가정 내부의 전력망을 그대로 활용할 수 있다는 장점 때문에 홈 네트워크 솔루션으로 주목을 받고 있다. 이러한 장점을 활용하여 홈 네트워크나 인텔리전트 빌딩내의 환경 요소인 온도, 습도, 조도, 움직임 감지 센서 등을 활용하여 PLC 네트워크 내부의 환경 데이터를 수집하고, 수집된 정보에 대한 환경을 지능적으로 분석하며, 주어진 환경에 적합하도록 제어하여 가정 내부를 보다 안락하고 안전하게 시스템을 개발해 나가고 있다.

또한, 본 논문에 적용한 기술은 PLC 기반의 홈 네트워크의 정보를 TCP/IP를 통하여 원격지로 정보를 전달하기 위해 사용한 기술로 UPnP(Universal Plug and Play) 기술을 사용하였다. UPnP 기술은 일반적인 PnP(Plug and Play)의 개념을 네트워크의 개념으로 확장한 개념으로 네트워크상에서 동작하는 장비를 쉽게 연결해 주는 기능을 한다. 이러한 UPnP의 주요한 특징은 UPnP 기능을 가진 장치는 운영체제, 하드웨어 플랫폼 등에 영향을 받지 않는 특징이 있어 네트워크로 연결이 가능한 모든 장소에 적용이 될 수 있는 기술이다.

본 논문의 하부시스템은 여러 개의 PLC 모듈 중에서 하나의 서버 PLC 모듈을 선정하여 PLC 내부의 정보를 관리하도록 시스템을 구성하였다. 서버 PLC 모듈의 장치들은 홈 네트워크나 인텔리전트 빌딩 내의 장치로서 전기조명, 가습기, 에어컨 등을 장치로 선정하였다. 그리고, 본 시스템의 주요한 장치 제어 액션은 모두 하부시스템인 PLC 기반의 SCP(Simple Control Protocol) 장치에서 이루어지며, 클라이언트로서의 기능을 가지는 PLC 모듈은 주어진 제어명령을 수행하는 기능과 네트워크 환경에 대한 정보를 수집하여 서버 PLC 모듈로 전달하는 기능을 수행한다. 이러한 서버 PLC 모듈은 동시에 SCP-to-UPnP 브릿지 기능도 수행한다.

미들웨어로서의 UPnP는 TCP/IP 기반의 인터넷 기술을 사용하여 원격에서 장치를 관리하며, 일반 가정 내의 네트워

크 기반인 PLC 통신 기반을 구축하여 원격으로 가전기기를 제어 할 수 있는 장치 리스트를 동적으로 생성하고 모니터링 할 수 있는 시스템을 설계하여 구현하는 방법을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 홈 네트워크 데이터 전송기술 및 미들웨어

2.1.1 PLC 통신 및 유/무선 데이터 전송 기술

무선 홈네트워킹 기술로는 부루투스, UWB, WLAN, HomeRF, Zigbee 등과 같은 무선 중심의 홈네트워킹 기술과 PLC 및 전화선 등과 같은 유선 중심의 홈네트워킹 기술이 있으며, 이러한 유/무선 통신 기술은 각각의 주어진 특징과 환경에 맞는 분야에서 상호 보완적으로 적용되면서 연구 개발 되고 있으며, 여러 단체에서 표준화 작업이 진행되고 있다.

표 1은 현재 연구 개발되고 있는 유/무선 분야에 대한 통신기술을 비교하였다.

표 1 홈 네트워크 통신 기술 비교
Table 1. Comparison of home network communication technology

구분	표준	전송속도 (bps)	거리 (m)	
유선	Ethernet	IEEE802.3	10/100M	100
	PLC	지역별 다름	19K~200M	100
	IEEE1394	1395a/1394b	400M~3.2G	4.5/100
무선	ZigBee	IEEE802.15.4	250K	50
	UWB	IEEE802.15.3a	480M	10
	WLAN	IEEE802.11a/b/g	54/11M	50
	Bluetooth	IEEE802.15.1	1M	10

본 논문에 사용한 홈 네트워크 통신기술은 기존 전력선을 그대로 사용할 수 있는 전력선 통신(PLC)을 사용하였다. PLC 통신의 시작은 1978년 피코 일렉트로닉스(Pico Electronic)사가 'X10'이라는 전력선 통신 프로토콜을 처음 발표하면서부터 시작한다. PLC 통신의 구분은 크게 외부 전력망인 22kV의 고압 송전망을 이용하는 방식과 내부 전력망인 110/220V의 일반 수용가 전력망을 사용하는 방식으로 구분된다. 또한, PLC 모듈의 데이터 전송기술은 송신측에서 수백kHz ~ 수십MHz의 신호를 결합하여 데이터를 전송하며, 반대로 수신측은 고주파 필터를 사용하여 데이터 성분만 필터링하여 데이터를 수신하는 기술이다.

전송속도 면에서의 PLC 통신의 분류는 60bps~ 10Kbps

의 저속 전력선 통신과 10Kbps~1Mbps의 중속 전력선 통신, 1Mbps~10Mbps 이상의 고속 전력선 통신으로 분류된다. 1999년부터는 1Mbps 급의 중/고속 데이터 통신을 실현하였으며, 지금 현재는 200Mbps급의 PLC 모듈이 출시되어 BPLC(광대역 PLC) 기술로 발전하고 있다.

2.1.2 홈 네트워크 미들웨어 기술

미들웨어는 네트워크 환경 내에서 다양한 하드웨어, 네트워크 프로토콜, 응용 프로그램, 운영체제의 차이를 메워주고, 복잡한 이기종 환경에서 응용 프로그램과 운영체제간의 원만한 통신을 이룰 수 있게 하는 핵심적인 기술이다. 이러한 미들웨어의 핵심기술은 네트워크에 연결된 각 장치가 스스로 네트워크에 연결된 다른 장치들을 탐색할 수 있는 기능을 가져야 하며, 탐색된 장치를 제어 할 수 있어야 한다. 또한 다양한 업체에서 제공된 장치에 대하여 장치의 특징과 무관하게 연결된 장치를 관리 할 수 있어야 한다.

대표적인 미들웨어로는 Jini, UPnP, LonWorks, HAVi 등을 들 수 있다. 그리고 다양한 미들웨어를 묶어 정보가전기 기술의 호환성과 홈 네트워크에서 부가가치 서비스를 제공하기 위해서 OSGi(Open Service Gateway initiative)에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

표 2에서는 미들웨어 기술의 종류 및 특징을 정리 하였다.

표 2 홈 네트워크에 대한 미들웨어 기술 및 특징
Table 2. Middleware technology and characteristic for home network

구분	특징
SOGi	서비스를 위한 개방형 서비스 플랫폼
PLC	홈오메이션을 위한 전력선 프로토콜 정의
UPnP	홈네트워크의 기기제어를 가능하게 하는 기술로서 IP 기반 홈 네트워크 환경에서 다변이의 자동 구성과 상호인식 기능을 제공
HAVi	대개의 IEEE1394 기반의 AV 기기 중심의 미들웨어 표준 정의
LonWork/LonMark	전력선을 매체로한 백색 가전기기의 구성과 제어가 가능하며 세계 빌딩, 공장, 자동차 분야에 50% 이상을 시장을 점유
Jini	홈네트워크 환경에 적합한 하부 구조 정의

본 논문에 사용한 미들웨어 기술인 UPnP의 기술적인 특징은 UPnP 장치가 네트워크에 접속되면 UPnP 장치로서의 존재를 네트워크에 알리고, 다른 UPnP 장치와의 연동을 가능하게 한다. 다시 말해 동적으로 네트워크에 추가하거나 제거할 수 있으며, 네트워크에 연결된 UPnP 장치는 로컬 네트워크(local network)상의 컨트롤 포인트(Control Point)를 통해 쉽게 접근하며, 내장된 웹서버와 프레젠테이션 페이지(presentation page)를 통해 쉽게 제어하거나 모니터링 할 수 있다.

III. 본 론

3.1 시스템 구성 및 기능

본 논문에서는 저성능 프로세서 기반의 가전 장치와 특수한 목적으로 설계되는 Non-IP 임베디드 장치에 대하여 UPnP 네트워크 기술을 활용하여 홈 네트워크 구성에 대한 용이성과 융통성 및 표준에 근거한 연결성을 적용할 수 있는 SCP 기반의 UPnP 장치를 구현하고, SCP-to-UPnP 브릿지를 개발하여 원격에서 관리할 수 있는 통합 네트워크의 구성을 제시하고자 한다.

PLC 기반의 SCP 장치의 설계는 CPC(Communication Protocol Controller)의 설계에 따라 다양한 네트워크와 연결할 수 있도록 구현 하였다. CPC는 SCP 장치의 물리적 네트워크 연결을 위한 장치 설계로 본 논문에서 저성능 프로세서 기반의 가전기기에 적용하기 위한 CPC의 설계로 저전력, 저대역폭의 PLC 네트워크를 구성하고, 다양한 Non-IP 임베디드 장치를 연결 할 수 있도록 설계 하였다.

그림 1과 같이 구성된 시스템의 구성은 네트워크 연결을 저성능 프로세서 기반의 가전기기와 Non-IP 임베디드 장치를 UPnP 네트워크로 통합하고 UPnP Control Point에서 가전기기와 센서 장치의 연결을 확인하거나 동작을 명령할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 뿐만 아니라 다양한 장치간의 연결을 통해 다양한 컨버전스 서비스로의 확장이 용이하며 장치의 통합 관리 효율성을 제공 하도록 시스템으로 설계하였다.

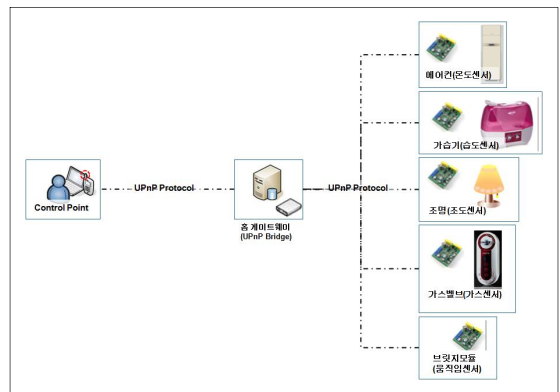


그림 1 시스템 인터페이스 구성
Fig. 1 Composition of system interface

홈 네트워크 미들웨어인 UPnP는 TCP/IP 기반의 장치(운영체제를 바탕으로 UPnP 스택을 구성할 수 있는 자원적

여유를 가지는 장치)의 연결을 바탕으로 하므로 저성능 가진 기기나 Non-IP 임베디드 장치의 연결하기에는 많은 제약이 있다. 이에 본 논문에서는 다양한 장치의 단일 네트워크 연결을 통한 UPnP 장치 모델과 동일한 구조와 특성을 갖는 SCP 장치로의 구현 방법을 제안하여 UPnP 기반 네트워크 연결을 보이고자 한다.

UPnP 장치는 장치 내에 부여되는 CP(Control Point)없이 어떠한 장치와도 직접적으로 연결할 수 없다. 이러한 CP의 모든 기능을 구현하기에는 저성능 프로세서 기반(8bit 급)의 임베디드 장치로의 구현은 시스템 설계 측면에서 많은 문제점이 존재한다. 그러므로, SCP 장치로의 구현은 이러한 단점을 Property Route라는 개념을 도입하여 그러한 문제를 해결 할 수 있다. Property Route는 기존의 SCP 장치 이외의 또 다른 SCP 장치의 Action이나 속성을 연결시킨다. 즉, 기기종 장치 간에 공동의 수행을 가능하게 한다.

뿐만 아니라 Property Route의 주요한 기능은 장치간의 속성을 한 가지 방향으로 맵핑(mapping)을 가능하게 한다. 이는 Property Route의 설정을 통해 장치간의 직접적인 point-to-point나 하나의 네트워크에서 복잡한 broadcast를 가능하게 한다. 어떠한 Property Route가 저장되어 있는지에 대한 정보를 SCP 장치의 메모리에 저장하여 두고 UPnP 미들웨어가 그 정보를 관리하게 된다.

PLC 기반의 SCP 장치와 TCP/IP 기반의 UPnP 미들웨어의 가장 두드러지는 차이점은 Event Source Property이다. UPnP 미들웨어의 관점에서 보면 모든 이벤트 정보는 네트워크에 연결된 모든 장치에서 해당 이벤트 정보를 참조할 수 있으며 이벤트 정보의 속성을 쉽고 빠르게 변경할 수 있다. 즉, UPnP Network 내의 모든 이벤트 속성을 모든 UPnP 장치가 감지하고 있으며, 하나의 UPnP 장치에서의 이벤트 속성의 변경을 통해 또 다른 이벤트를 발생하거나 다른 이벤트 속성의 변경을 수행할 수 있다. PLC 기반의 SCP 장치의 경우 이벤트 정보는 단순히 장치의 동작 수행이나 사용자 조작에 따른 처리를 출력하는 SCP 장치로 활용하게 된다. 그러므로 SCP 장치와 UPnP 장치와의 기능 수행에 대한 다른 기능을 가지고 있다.

그림 2는 TCP/IP 기반의 UPnP 미들웨어 기반의 홈 게이트웨이, PLC 기반의 Non-IP 임베디드 장치와 홈 게이트웨이 사이를 연결하는 SCP-to-UPnP 브릿지로 정의된 부분을 보이고 있다.

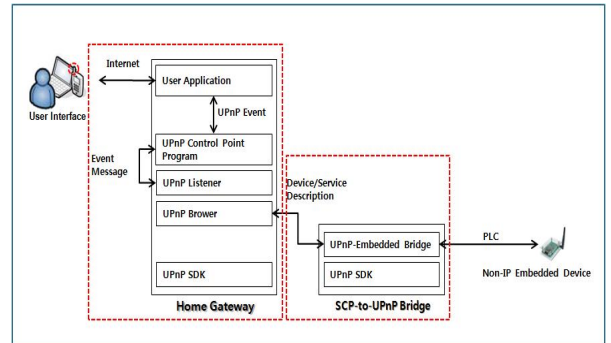


그림 2 UPnP 미들웨어 블록 다이어그램
Fig. 2 Block diagram of UPnP middleware

본 논문에서는 이러한 PLC 기반의 SCP 장치와 UPnP 미들웨어의 논리적 네트워크 연결을 SCP-to-UPnP 브릿지를 통하여 저성능 프로세서 기반의 가전기와 Non-IP 임베디드 장치의 연결을 지원하며 SCP의 Property Routes의 활용을 통한 장치간의 속성 연결로 장치를 상호 운용하는 SCP만의 특징과 이벤트 정보 및 UPnP 컨트롤 포인트(CP)로 활용 할 수 있는 강력한 UPnP 미들웨어 기능을 구현하게 된다.

또한, 어플리케이션 영역에서의 SCP-to-UPnP 브릿지는 PLC 기반의 SCP 장치 장치 기술 문서를 UPnP 네트워크 연결을 위한 XML 문서로 변환하여 SCP 장치 하나하나가 UPnP 장치처럼 UPnP 네트워크로 연결하는 기능을 수행한다.

3.2 PLC 기반의 SCP 장치 구현 및 제어

PLC 기반의 SCP 장치는 작은 메모리와 낮은 처리능력을 가진 장비에 대한 가벼운 통신 프로토콜을 제공하기 위해 만들어졌다. PLC와 같은 단일 PLC 통신의 연결은 다른 장치와의 연결/제어 하는 별도의 Control Network를 구성할 수 있다. 뿐만 아니라 UPnP 장치 모델을 활용한 SCP 장치 모델은 UPnP 네트워크로의 연결을 지원하도록 하였다.

본 논문에 사용한 PLC 기반의 SCP 장치의 특징은 모든 SCP 장치로서 nodeID, networkID, DSN(Device Serial Number), POK(Private Ownership Key)등을 포함하고 있다. 여기서 nodeID는 SCP 디바이스의 논리적 네트워크 상의 유일한 ID이며, networkID는 물리적 네트워크에서 해당 장치의 유일한 ID이며, 해당 장치의 확실한 논리적 네트워크의 연결을 의미이다. 또한, DSN은 136-bit POK와 128-bit DSN은 SCP 장치가 제작될 때 할당된다. DSN은 UPnP에서의 UDN(UPnP Device Name)과 비슷하여 네트워크 내의 여러 SCP 장치들을 구분한다. POK는 SCP 장치의 보안과 관련된 설정과 사용자 어플리케이션과의 물리적 연결을 추출할 수 있다.

SCP 장치의 초기화는 ASA(Address Space Arbiter)라는 특별한 네트워크 노드를 통해 수행된다. 이 노드는 IP기반 네트워크의 DHCP 서버와 비슷한 기능으로서 SCP 네트워크는 이 노드를 검색하여 SCP 장치의 연결을 찾고 해당 장치의 nodeID와 networkID를 네트워크상의 유일한 ID로 지정하며, 연결이 해제 될 때에는 nodeID와 networkID를 반납하여 다른 장치의 해당 ID의 사용을 허용하게 된다. 이는 UPnP의 AUTO-IP와 같은 원리이다.

SCP 장치의 어플리케이션 하부 시스템은 각종 SCP 기반의 장치를 제어하는 기능을 수행한다.

PLC 기반의 SCP 하부 시스템에 사용한 장치 모듈은 1개 이상의 환경 정보를 수집 할 수 있도록 설계하였으며, SCP 장치로서 1가지 이상의 제어 서비스를 제공하는 액추에이터를 가지도록 설계하였다. 즉, 설계자의 서비스 조건에 따라 복수개의 센서와 복수개의 액추에이터를 구성할 수 있도록 하여 다양한 서비스를 제공 할 수 있도록 하였다.

설계에 사용된 MCU는 ATMEL사의 ATmeag128을 사용하여 하부 PLC 기반의 SCP 시스템을 설계하였으며, 하부 네트워크를 형성하는 PLC 모듈과 장치의 제어를 담당하는 MCU 모듈과의 인터페이스는 UART를 통하여 데이터를 전송하도록 온보드로 설계하였다.

본 논문에 사용된 PLC 통신모듈은 LonWorks 방식의 Echelon사의 PL31xx 칩셋을 이용한 전력선 통신 모듈을 사용하였으며, 통신 속도는 일반적으로 5.4Kbps의 저속 통신 속도를 갖는 칩셋을 사용하였다.

구현된 PLC 통신에 대한 하부시스템 구조는 그림 3과 같다.



그림 3 PLC 하부시스템 구성
Fig. 3 Composition of PLC sub-system

그림 3은 상용전원 AC 220V 전력선 라인을 통하여 각각의 타겟장치에 커플링 필터 포함한 PLC 모듈에 멀티드롭 방식으로 연결하여 전력선망을 구성하였으며, 모든 타겟장치들은 8비트 CPU(ATmeag128)를 사용하여 각 모듈에 대한 센싱과 액추에이터에 대한 제어를 수행하도록 하였다.

특히, PLC 통신의 통신 거리와 속도는 전력선 환경에 따라 결정되지만, 본 논문에서는 전력선 통신의 안정성을 위하여 9600bps의 통신 속도로 설정하였다. 또한, 통신 거리는

실험의 편의 상 단일 멀티탭에서 멀티드롭방식으로 실험 하였으며, 220V의 상용전원을 그대로 사용하였다.

PLC 기반의 SCP 장치는 각 장치 별 MCU는 주어진 명령을 분석하여 자신의 명령인지를 파악하도록 프로그램 하였으며, 파악된 명령에 따른 장치의 제어 명령을 수행하여야 한다.

3.3 SCP-to-UPnP 브릿지 구현 및 개발환경

SCP 장치와 UPnP 장치는 기본적인 같은 장치 모델로 구성되지만 SCP 장치는 UPnP 장치의 구성에서 필요한 최소한의 요소를 가지고 장치 모델을 구성한다. 그림 4와 같이 각각의 네트워크는 SCP-to-UPnP 브릿지라는 어플리케이션 레이어 브릿지(Application Layer Bridge)를 통해 연결된다. 브릿지는 물리적인 네트워크의 SCP 장치들을 검색하고 해당 장치의 장치, 서비스 명세에 대한 정보를 UPnP 장치 기술 표준인 XML 문서로 변환한다. 이렇게 브릿지에서 변환한 SCP 장치의 XML 장치 기술 문서는 SCP 장치를 가상의 UPnP 장치로 UPnP 네트워크로 연결시킨다.

기능적인 측면에서 SCP 장치와 UPnP 장치와 차이점은 브릿지의 연결을 통해 UPnP 장치는 모든 SCP 장치를 UPnP 장치로 검색하여 UPnP 미들웨어를 통한 상호 동작을 수행 할 수 있지만, 하부시스템에 존재하는 SCP 장치는 UPnP 장치를 검색하거나 UPnP 장치를 동작 시킬 수 없는 기능상의 차이점을 가지고 있다.

그림 4는 전체적인 시스템의 구성과 PLC 네트워크와 홈게이트웨이를 통하여 TCP/IP 기반의 UPnP 네트워크로의 연결을 보이고 있다.

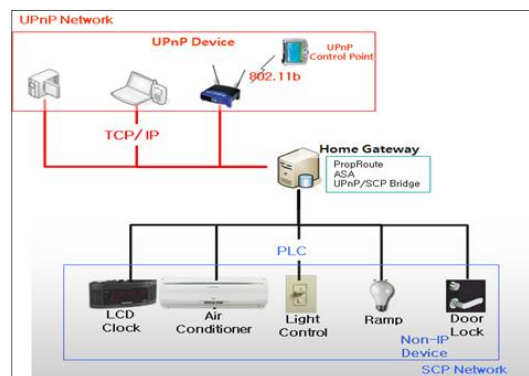


그림 4 SCP-to-UPnP 브릿지 구성
Fig. 4 Composition of SCP-to-UPnP bridge

본 논문에 사용된 UPnP-SCP 프로토콜 매칭 테이블을 표 3과 같이 정의 하였으며, 다양한 서비스 타입에 대한 다양한 서비스와 액션을 정의 할 수 있지만 본 논문에서는 가전기기

의 제어 액션을 69개의 장치 종류를 정의하여 설계하였다. 표 3.은 정의한 장치종류와 제어 액션의 일부를 보이고 있다.

표 3 SCP의 정의
Table 3. Definition of SCP

Signal Value	Device Type	장치 종류 정의 Device Name	장치 서비스 정의 Service Name	장치 액션 정의 Action Name	
0	Living appliance	Door	Power	GetPower	
1		Curtain	Temperature	SetPower	
2		Electric lamp	Lock	SetTemperature	
3		Window	Timer	SetTemperature	
4	Washing machine	Washing machine	Tilt(top and bottom)	GetLock	
5		Air cleaner	Tilt(right and left)	SetLock	
6		Water purifier	Strength	SetTimer	
7			Brightness	GetTilt	
8			Play	SetTilt	
9		Living appliance	Channel	GetTilt	
10		Season appliance	Electric pan	Volume	SetTilt
11			Hot blast heater	List	SetStrength
12			Humidifier	FF	GetBrightness
13			Heater	RW	SetBrightness
14	Aircon		Value	SetPlay	
15	Boiler			GetChannel	
16				SetChannel	
17				GetVolume	
18			SetVolume		
19	Kitchen appliance	Season appliance		GetList	
20		Gas valve		SetFF	
21		Coffee pot		SetRW	
22		Refrigerator		GetValue	
23		Electric rice cooker		SetValue	
24		Electronic oven			

프로그램 스케줄링 구성은 설치된 장치 ID별로 마스터에서 클라이언트 측으로 broadcasting으로부터 시작한다. 다음은 장치 등록 단계로 각각의 장치들은 주어진 마스터 측 메시지를 분석하여 각각의 고유 ID에 대한 장치 정보를 다시 마스터 측으로 장치 정보를 전송하여 장치에 대한 정보를 마스터 측에 장치 정보를 등록하도록 한다.

장치의 등록이 완료되면 마스터는 라운드 로빈 방식으로 클라이언트를 순회 하면서 클라이언트의 센서 데이터를 수집한다. 수집된 데이터를 마스터가 분석하여 지능적인 제어 전략을 통하여 적절한 제어 명령을 다른 장치 측으로 제어 액션 명령을 보내게 된다.

본 논문에 적용한 클라이언트의 주요 기능은 해당 마스터의 메시지를 분석하여 해당된 장치가 어떤 명령을 수행해야 할지를 판단하는 기능을 구현 하여야 한다. 즉, 환경 데이터 센싱 명령인지 아니면 제어 액션 명령인지를 해당 장치에서 판단하여 처리 하여야 한다. 또한, 모든 클라이언트들은 마스터의 메시지를 항상 listen하며, 해당 메시지가 자신에 해당하는 메시지 인지를 분석하여 해당된 명령을 수행하도록 한다.

마스터의 부가적인 기능은 일정시간 동안 클라이언트로부터 데이터가 수신 되지 않을 때에는 장치의 등록여부를 재 설정 한 다음 다시 라운드 로빈 방식으로 돌아가 클라이언트를 순회하도록 PLC 네트워크를 구현한다.

표 4에서 실험에 사용한 장치 제어용 간단한 통신 프로토콜을 제시하였으며, 장치 등록에 신호에 대한 정의와 장치 제어 신호

에 대한 정의를 제시 하였다. 장치 등록에 대한 정의는 UPnP 장치 디스크립션(Description)에 대한 구현이며, 장치 제어 신호에 대한 정의는 UPnP 서비스 이벤트에 대한 구현이다.

표 4 장치 등록신호 및 제어 신호 정의
Table 4. Definition of registration signal and control signal

장치종류	신호번호	에어컨 (DeviceID:1)	가습기 (DeviceID:2)	조명 (DeviceID:3)	가스밸브 (DeviceID:4)	음직임 (DeviceID:5)
장치등록신호	0	FF	FF	FF	FF	FF
	2	0	0	0	0	0
	3	1	1	1	1	1
	4	0	0	0	0	0
	5	14	12	2	20	50
	6	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0
파워(ON)오프 ->타겟	0	FF	FF	FF	FF	FF
	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	4	4
	3	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1
	5	14	12	2	20	50
	6	0	0	0	0	0
	7	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1
	9	0	0	0	0	0

TCP/IP 기반의 UPnP 미들웨어의 사용자 어플리케이션 영역에서의 개발 환경은 Window XP 기반으로 개발 도구는 Java 1.6 SDK를 사용하였다. 전체적인 UI(User Interface)의 구현은 FLEX 3.0을 사용하였으며, LiftCycle Data service ES 2.6.1, Clink170 UPnP SDK, Apache Xerces SML Paser로 홈 게이트웨이를 구성 하였다.

그림 5에서 실험에 사용된 장치를 제시하였다. 상단의 SCP-to-UPnP 브릿지를 제하였으며, 각 SCP 장치의 구성은 움직임 감지센서(AMN13112)와 도어락, 가스센서(MICS-5135)와 가스밸브 장치, 조도센서(CDS)와 잔등, 습도센서(SHT15)와 가습기, 온도센서(SHT15)와 에어컨으로 구성하였다. 각 SCP 장치는 센서와 액추에이터를 하나의 쌍으로 구성하여 시스템을 구성하였으며 모든 장치는 전력선 통신을 이용하여 각 장치를 제어하도록 하였다. 모든 장치의 정보는 SCP-to-UPnP 브릿지를 통하여 네트워크를 모니터링하고 관리하도록 프로그램 하였다.

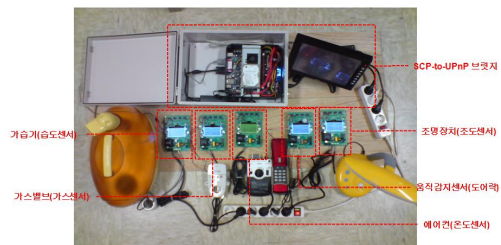


그림 5 실험 환경
Fig. 5 Test environment

그림 6은 UPnP 홈 게이트웨이 및 사용자 어플리케이션에 대한 등록된 장치를 보이고 있다.

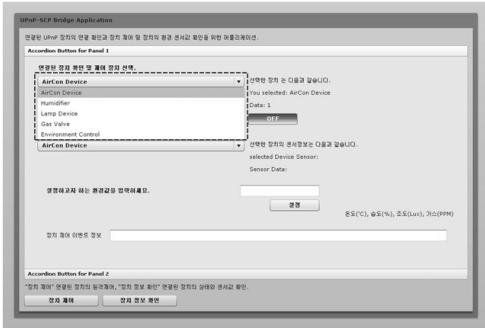


그림 6 UPnP 기반의 장치 등록
Fig. 6 Device installation on UPnP

그림 7은 SCP-to-UPnP 브릿지에 대한 사용자 어플리케이션에 대한 장치 제어에 대한 명령과 장치 제어에 대한 이벤트 트 발생을 보이고 있다.

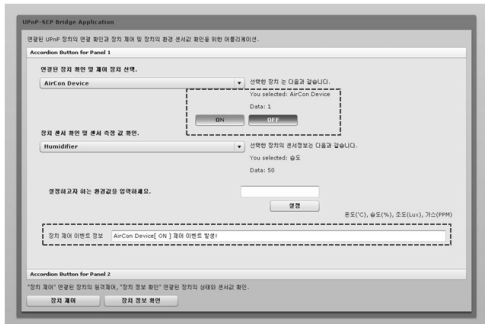


그림 7 UPnP 기반의 장치 제어 및 이벤트
Fig. 7 Device control and event on UPnP

그림 8은 습도센서에 대한 값을 UPnP 기반의 미들웨어를 통하여 모니터링 된 것을 보이고 있다.

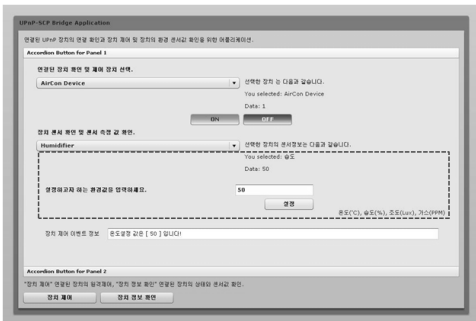


그림 8 UPnP 기반의 습도값
Fig. 8 The value of humidity on UPnP

그림 9는 SCP-to-UPnP 브릿지를 통하여 등록된 장치 이름, 장치에 해당하는 번호, 장치 제어 상태, 해당 장치에 대한 센서 정보를 모니터링 된 화면을 보이고 있다.

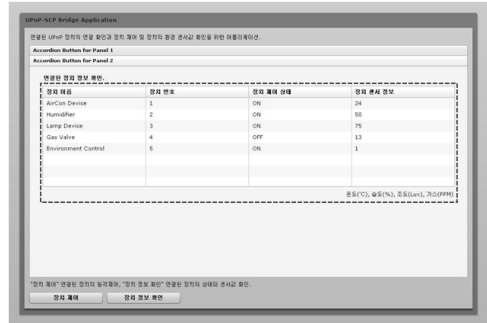


그림 9 UPnP 기반의 장치 상태 모니터링
Fig. 9 The monitoring of device state on UPnP

그림 9의 결과로부터 모니터링된 현재의 상태는 에어컨(장치1)은 ON, 현재의 온도값 24oC, 가습기(장치2) ON 상태이며 습도값 50%, 램프(장치3) ON 상태이며 조도량(밝기)는 ADC값 75, 가스(장치4) OFF 상태이며 가스센서 ADC 값 13, 도어락(장치5)은 ON(잠김)상태이며 움직임감지센서 값 1로 모니터링되어 전체적인 UPnP 장치 상태 모니터링을 수행하고 있는 것을 제시하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 LonWorks 방식의 Echelon사의 PL31xx 칩 셋을 이용하여 전력선 통신 모듈을 설계하여 하나의 마스터와 네개의 클라이언트를 설계하여 각 PLC 모듈은 한 개의 센서와 한 개의 액추에이터를 가지도록 설계하여 실험하였다.

본 실험을 통하여 네트워크상의 장치제어를 UPnP 미들웨어의 장점을 활용하기 위하여 Non-UPnP 장치를 UPnP 장치화 할 수 있는 물리적인 브릿지 개발을 통하여 UPnP 장치 연결에 대한 우수한 기능을 활용 할 수 있는 장점이 있으며, 다양한 정보 가전기기의 PLC 통신을 통한 SCP 하부 네트워크 시스템과 UPnP 미들웨어의 구성을 통하여 UPnP 장치 기술 문서 변환을 위한 SCP-to-UPnP 브릿지 개발을 통하여 다양한 네트워크의 논리적인 단일 네트워크로의 통합이 쉽고 편리하게 구성 할 수 있는 장점도 있다.

향후 연구과제로는 UPnP 기반의 다양한 상황 인지형 서비스 모델을 개발하여 독거노인 및 환자들의 상태를 모니터링 및 원격관리 할 수 있는 헬스케어 시스템에 활용 할 계획이며, 하부 시스템인 PLC 네트워크를 통한 SCP 구성에 있어서 연

속적인 센싱 데이터의 처리와 제어 명령을 처리 할 수 있는 RTOS(Real Time Operation System)를 적용하여 태스크의 안정적인 관리 방법을 연구 할 계획이다.

참고문헌

- [1] 왕중수, 김대영, "홈 네트워크 관리를 위한 확장성 있는 관리 에이전트의 설계 및 구현," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제12권, 2호, 243-249쪽, 2007년 3월.
- [2] 나선용, 이상정, 김동균, 최영길, "무선 센서 네트워크를 이용한 지능형 홈 네트워크 서비스 설계," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제11권, 5호, 183-193쪽, 2006년 11월
- [3] 김동균, 이명근, 전병찬, 이상정, "홈 네트워크 액세스 에이전트 및 테스트베드 설계 구현," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제11권, 1호, 167-176쪽, 2006년 3월.
- [4] 김택기, "Home Network 구성을 위한 전력선통신(PLC:Power Line Communication) 상의 Plug and Play(PnP) 구현" 서울산업대학교 산업대학 석사학위논문, 2008년 1.
- [5] 김성철, "XCP(Xeline Control Protocol)을 이용한 지능형 홈네트워크 구현" 서울산업대학교 석사학위논문, 2006년 1.
- [6] 강영석, "전력선통신 동향과 상용화 전망," 한국전자과학회, 전자과학기술 제15권 4호, 5-18쪽, 2004년 10월.
- [7] 문경덕, 배유석, 김채규, "홈 네트워크 제어 미들웨어 개요 및 표준화동향," 정보처리학회지, 제8권, 제5호, 2001년 9월.
- [8] 이원열, 서은주, 안병욱, "Home Networking 기술 현황과 전망", 한국통신학회지(정보통신) 제17권, 11호, 21-32쪽, 2000년 11월.
- [9] 한국정보통신기술협회, "정보통신 및 표준화 기술동향" TTA저널, 2000년.
- [10] Intelogis, "Power Line Communication White Paper: Intelogis Plug-in Technology," 1998년
- [11] Echelon, "PLT-22 Power Line Transceiver User's Guide," version 1.2
- [12] <http://www.lonmark.org>
- [13] <http://www.echelon.com>
- [14] UPnP Forum, "UPnP Architecture 1.0.1," <http://www.upnp.org>, 2003년.
- [15] UPnP Forum, "Universal Plug and Play Device Architecture" ver1.0, January 2000년.

저자 소개



김관형

2001년 : 한국해양대학교 전자통신공학과 공학박사
 2000년~현재 : 동명대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 관심분야 : 최적제어, 인공지능, 반도체 설계



전재환

2007년 : 동명대학교 멀티미디어공학과 공학사
 2007년~현재 : 동명대학교 멀티미디어공학과 석사과정
 관심분야 : 미들웨어, 네트워크 프로그래밍



강성인

2004년 : 한국해양대학교 전자통신공학과 공학박사
 2000년~2008년 : 동명대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 2009년~현재 : 동명대학교 의용공학과 전임강사
 관심분야 : 센서네트워크, 의용계측 시스템, 헬스케어



오암석

1997년 : 부산대학교 공학박사
 1998년~현재 : 동명대학교 미디어공학과 교수
 관심분야: 멀티미디어DB, 홈 네트워크 시스템, 헬스케어 시스템