

홈 네트워크에서 상호 운용성을 보장하기 위한 홈 게이트웨이 구조 설계

김동혁[○], 배대호^{*}, 강순주^{**}

^{*}경북대학교 일반대학원 전자공학과

^{**}경북대학교 전자전기컴퓨터학부

{dhkim,baedo,sjkang}@ee.knu.ac.kr

Design of Home Gateway Architecture for Interoperability in Home Network

Dong-Hyok Kim[○], Dae-Ho Bae^{*}, Soon-Ju Kang^{**}

^{*}Dept. of Electrical Engineering, Kyungpook National University

^{**}School of Electrical Engineering and Computer Science,
Kyungpook National University

요 약

홈 네트워크 시스템을 구성하고 있는 기기들은 통신 프로토콜을 사용하여 서로 데이터를 주고 받는다. 홈 네트워크에는 다양한 통신 프로토콜이 사용되기 때문에 각기 다른 프로토콜로 구현된 기기가 서로 원활히 통신을 하기 위해 상호 운용성이 보장되어야 한다.

본 논문에서는 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하는 홈 네트워크 기기간의 상호 운용성을 보장하는 방법으로 이종 프로토콜 사이의 메시지 변환 및 통신이 가능한 홈 게이트웨이를 제안하고 구현하였다. 본 논문에서 제안하는 홈 게이트웨이는 여러 프로토콜을 수용할 수 있으며 이종 프로토콜간 기기의 상태 요청이 발생했을 때 메시지 변환 및 통신 프로토콜로 인한 지연을 감소시키기 위해 기기의 상태 정보를 유지하는 저장소를 가진다.

1. 서 론

홈 네트워크는 가정 내 다양한 정보 가전을 네트워크로 연결하여 사용자에게 편리한 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 홈 네트워크에 연결된 기기들은 통신 프로토콜을 이용하여 데이터와 콘텐츠를 교환하며, 이러한 통신 프로토콜을 바탕으로 기기의 발견과 데이터의 교환 서비스를 제공하는 미들웨어가 존재한다.

홈 네트워크에서 사용되는 통신 프로토콜로는 Ethernet, PLC, IEEE1394 등의 유선 프로토콜과 ZigBee, Wireless LAN, Bluetooth 등의 무선 프로토콜이 있다. 그리고 이들 통신 프로토콜을 기반으로 하여 홈 네트워크 서비스를 제공하는 미들웨어로는 HAVi[1], Jini[2], UPnP[3] 등이 연구되고 있다.

통신 프로토콜 및 미들웨어가 하나로 통일되지 못하고 여러 개가 존재해 있는 이유는 홈 네트워크 시스템의 적용환경 및 사용 목적 그리고 홈 네트워크를 구성하는 기기의 종류에 따라 적합한 프로토콜 및 미들웨어가 다르기 때문이다. 먼저 센서의 경우, 센서는 데이터의 획득 및 전송이 주 목적이기 때문에 컴퓨팅 파워가

줄지 않고 전력 소비가 낮으며 여러 개의 센서가 설치되어야 하므로 설치의 용이성 등을 고려하면 저전력의 무선 통신 프로토콜이 적합하다. 반면 방문자 확인이나 기기의 모니터링과 같은 실시간 정보 출력 단말기의 경우 대역폭이 크고 많은 데이터의 전송이 가능한 통신 프로토콜이 적합하다. 이처럼 홈 네트워크를 구성하는 기기의 종류와 특성, 사용목적에 따라 통신 프로토콜 또한 다양하게 이용할 수 밖에 없다.

이러한 다양한 기기와 다양한 통신 프로토콜들 간의 연동을 위하여 이 기종간의 상호 운용성이 보장되어야 홈 네트워크를 단일 시스템으로 구성할 수 있다. 이러한 상호 운용성을 보장하기 위한 방법으로 모든 기기가 이해할 수 있는 계층을 통신 프로토콜 위에 추가하는 방법과 서로 다른 통신 프로토콜을 기반으로 동작하는 미들웨어를 하나로 통합하려는 시도가 있다. 그러나 컴퓨팅 파워가 매우 낮아 동일한 네트워크 계층을 구현할 수 없는 기기들이 존재하며 여러 미들웨어를 통합하는 방법은 소규모 홈 네트워크에서는 시스템 구성이 복잡해 지고 유지 보수가 어려운 단점이 있다.

본 논문에서는 이종 프로토콜을 사용하는 다양한 기기로 구성된 홈 네트워크에서 기기간의 상호 운용성을 보장하기 위한 방법으로 여러 개의 이종 통신 프로토콜을 수용할 수 있는 홈 게이트웨이 구조를 제안한다. 이 홈 게이트웨이는 네트워크에 연결된 기기의 성능이 서로 달라서 다수의 통신 프로토콜을 사용해야만 하는 환경에서 적은 비용으로 홈 네트워크 시스템을 구축할 수 있다. 본 논문은 2장에서 홈 네트워크에서 상호 운용성을 확보하기 위한 방법과 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 제안된 홈 게이트웨이의 요구 사항을 설명하고, 4장에서는 제안된 홈 게이트웨이의 구조를 설명한다. 5장에서는 제안된 홈 게이트웨이의 실제 구현을 설명하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 연구 배경 및 관련 연구

이종 통신 프로토콜로 구성된 홈 네트워크 기기의 상호 운용성을 보장하기 위한 몇 가지 연구가 있다.

첫째, 미들웨어위에 어플리케이션 게이트웨이를 추가하고 게이트웨이간 통신으로 이종 미들웨어를 서로 연결한다. 그림 1은 이종 미들웨어 위에서 동작하는 어플리케이션 게이트웨이를 보여준다. 서로 다른 미들웨어간 통신 및 메시지 변환 기능을 어플리케이션 게이트웨이가 담당한다. 관련 연구로는 게이트웨이간 데이터 전달에 HTTP프로토콜을 사용하는 연구[4]가 있다.

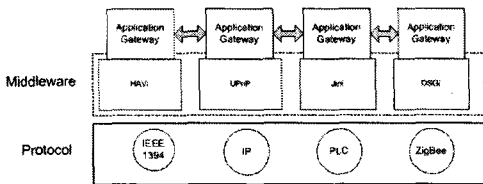


그림 1 어플리케이션 게이트웨이

둘째, 여러 미들웨어를 수용하는 범용 미들웨어를 사용하는 방법이다. 그림 2는 여러 미들웨어를 통합하는 범용 미들웨어를 보여 준다. 각 미들웨어를 수용할 수 있는 수용기를 범용 미들웨어에 구현하여 각 미들웨어간의 통신이 가능하도록 한다. 여러 미들웨어를 통합하는 범용 미들웨어를 개발하는 연구로는 [5]가 있다.

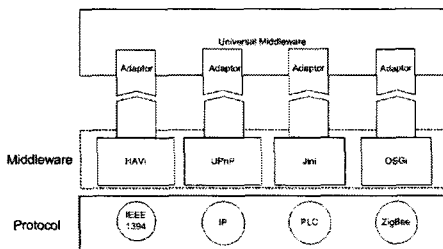


그림 2 범용 미들웨어

셋째, 모든 통신 프로토콜위에 공통의 새로운 계층을 정의 하는 방법이다. 네트워크에 연결된 모든 기기에 공통 계층을 구현 함으로써 신호처리 등의 통신을 단일화 한다. 이와 관련된 연구로 [6]이 있으며 그림 3은 기존의 통신 프로토콜의 위에 추가된 새로운 층을 보여준다.

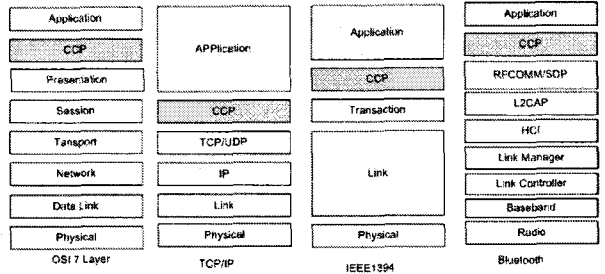


그림 3 Common Communication Protocol의 계층

3. 요구 사항 분석

이번 장에서는 이종 프로토콜을 서로 연결하여 단일 홈네트워크 시스템을 구축할 때 고려해야 할 홈 게이트웨이의 기능 및 구조를 기술한다.

첫째, 이종 프로토콜간의 변환기능이 있어야 한다. 홈 게이트웨이는 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하는 기기들을 하나로 연결해야 한다. 메시지를 송신하는 기기와 수신하는 기기가 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하면 홈 게이트웨이는 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하는 두 기기가 메시지를 주고 받을 수 있도록 두 기기 사이에서 메시지의 포맷을 각 통신 프로토콜에 맞게 변환해야 한다.

둘째, 기기의 최신 상태 정보를 유지하고 있어야 한다. 사용자에게 맥내 기기의 상태를 보여 주거나 각종 서비스를 제공 하려면 기기의 상태 정보나 기기가 수집한 데이터가 필요하며 기기가 다른 기기의 상태를 요청하는 일도 자주 발생한다. 그런데 통신 프로토콜에 따라 메시지를 보낸 후 응답을 받는 데 수초가 걸리는 경우도 있어 데이터가 필요한 시점에 특정 기기와 직접 통신을 한다면 사용자의 입력에 즉시 반응 할 수가 없다. 따라서 홈 게이트웨이는 네트워크에 연결된 기기의 상태 정보를 저장하는 저장소(repository)를 유지하여 기기 상태 정보 요청이 있을 때 홈 게이트웨이의 저장소에서 장치의 정보를 질의(query)함으로써 응답 시간을 줄일 수 있다. 그리고 네트워크에 연결된 기기는 자신의 상태 변화를 홈 게이트웨이에 즉시 알려야 한다. 홈 게이트웨이의 저장소가 항상 기기의 최신 상태를 저장해야 하므로 각 기기는 자신의 상태에 변화가 생기면 반드시 홈 게이트웨이에 최신 상태를 알려야 한다.

셋째, 메시지의 중요도에 따라 메시지의 처리 순서를 변경할 수 있어야 한다. 홈 네트워크 서비스 중 하나인 보안 서비스는 홈 네트워크의 기기를 이용하여 맥내의 안전을 지키고 응급 상황에 대비하게 해주는 서비스가

다. 방범 및 방재 기능이 이런 서비스에 속하는 데 각종 센서를 사용해서 침입자를 감지 하거나 응급 상황 발생이 인식되었을 때 미리 등록된 연락처로 상황을 통보한다. 이런 보안 서비스를 원활히 수행 하려면 홈 게이트웨이에 처리해야 할 여러 메시지가 있을 때 보안 메시지가 다른 메시지보다 최우선으로 처리되어야 한다. 따라서 홈 게이트웨이에에서 처리되는 메시지는 우선순위를 가져야 하며 우선 순위가 높은 메시지를 먼저 처리하도록 설계해야 한다.

넷째, 기기를 구별할 수 있는 공통의 방법이 있어야 한다. 각 통신 프로토콜 마다 기기를 구별하는 고유의 방법이 있다. 이를 통합하여 하나의 논리적인 네트워크로 묶었을 때 각기 다른 통신 프로토콜에 속한 기기를 구별할 수 있는 통일된 방법이 있어야 한다.

4. 구조 설계

그림 4는 다양한 통신 프로토콜을 수용할 수 있는 제안된 홈 게이트웨이의 소프트웨어 구조이다. 홈 게이트웨이는 기기로부터 받은 메시지를 처리하고 프로토콜간 메시지 변환을 수행하며 기기의 상태를 저장소에 저장한다. 이렇게 수집된 데이터를 바탕으로 사용자 서비스를 제공한다.

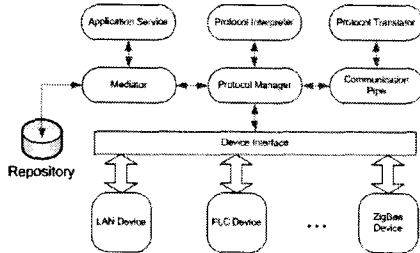


그림 4 홈 게이트웨이 블록도

전송된 데이터의 해석 및 처리를 담당하는 Protocol Manager는 Device Interface 계층을 통해 각 프로토콜을 구현한 Device 모듈과 통신한다. Device Interface는 Protocol Manager와 Device 모듈 사이의 규격을 정의한 것으로 Device 모듈은 Device Interface를 통하여 Protocol Manager와 통신할 수 있다. 모듈 사이의 메시지 전달은 Communication Pipe가 담당하며 이 모듈은 우선 순위 큐(priority queue)로 우선 순위가 높은 메시지를 먼저 처리한다. 프로토콜 사이의 변환은 Protocol Translator 모듈이 담당하며 메시지를 처리하던 중에 알게 된 기기의 상태 정보는 Mediator 모듈을 거쳐 Repository에 저장된다. 홈 게이트웨이에에서 제공하는 사용자 서비스는 Application Service 모듈을 통해서 동작한다.

그림 5는 홈 게이트웨이의 소프트웨어 구조이다. IDeviceCommunication 인터페이스는 프로토콜의 전송 기능을 담당하고 하드웨어를 제어한다. 이 인터페이스는

통신 프로토콜로 데이터를 전송하는 하드웨어를 초기화시키고 데이터를 읽고 쓰는 기능을 한다.

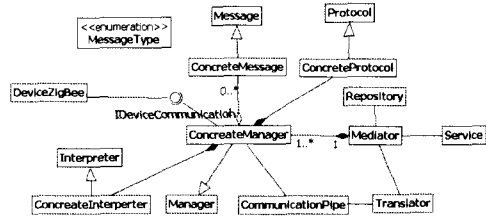


그림 5 홈 게이트웨이 소프트웨어 구조

ConcreteMessage는 각 프로토콜이 사용할 메시지의 형식을 정의하고 있다. 각 프로토콜을 구현한 ConcreteProtocol 클래스는 Protocol 클래스를 상속하며 ConcreteMessage의 유효성을 검사하고 기기에서 받은 데이터를 가지고 프로토콜 포맷에 맞게 메시지를 생성한다. 통신 프로토콜의 동작은 ConcreteManager가 ConcreteMessage 와 ConcreteProtocol를 사용하여 제어한다. 각 메시지는 translator를 거쳐 이종의 프로토콜 메시지로 변환되어 CommunicationPipe에 저장된다. 이때 Mediator는 Translator와 ConcreteManager 사이의 동작을 제어한다. 처리되어야 할 메시지는 CommunicationPipe에 저장되어 프로토콜의 처리를 담당하는 해당 ConcreteManager에 의해 처리된다. CommunicationPipe는 메시지의 우선순위를 비교하여 우선 순위가 높은 메시지가 빨리 처리되도록 한다.

5. 구현

그림 6은 본 논문에서 제안한 홈 게이트웨이의 구현이다. 구현한 홈 네트워크는 LAN, RS485의 유선 프로토콜과, ZigBee의 무선 프로토콜로 구성되어 있다. 맥외망은 홈 게이트웨이를 통해 맥외망에 연결되어 있으며 각기 다른 통신 프로토콜을 사용하는 네트워크가 홈 게이트웨이에 연결되어 있다. 홈 게이트웨이는 서로 다른 프로토콜을 사용하는 기기간의 메시지 및 데이터 변환 작업과 각 기기에서 전송한 상태 정보를 저장한다.

사용자에게 홈 네트워크에 연결된 기기의 제어와 상태를 보여주는 웹패드와 맥내의 영상을 전송해 주는 네트워크 카메라는 LAN으로 홈 게이트웨이에 연결되어 있다. 전동, 전동 커튼등은 무선 프로토콜인 ZigBee로 연결되며 이외에도 PLC와 RS485로 연결된 기기들이 있다. 맥외에서는 웹브라우저나 PDA를 사용해서 맥내의 기기의 상태를 보거나 제어할 수 있다.

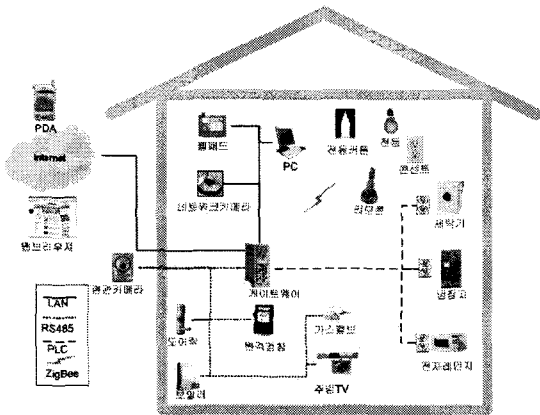


그림 6 제안된 구조를 사용한 홈 네트워크 구성도

그림 7은 홈 게이트웨이의 클래스 다이어그램이다. ZigBee, RS485, PLC, LAN등의 작동과 메시지의 포맷 확인을 처리하는 ProtocolZigBee, ProtocolRS485, ProtocolPLC, ProtocolLAN이 있으며 각 프로토콜의 메시지는 MessageZigBee, MessageRS485, MessagePLC, MessageLAN이 있다. 프로토콜의 해석은 Interpreter가 담당하고 처리는 각 프로토콜의 Manager가 담당한다.

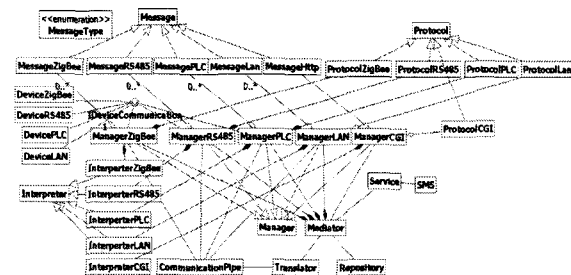


그림 7 클래스 다이어그램

웹 브라우저를 통한 홈 네트워크 제어요청은 CGI를 사용해서 홈 게이트웨이에 전달된다. 이를 처리하는 ProtocolCGI, ManagerCGI가 있다. 응급 상황 발생시 SMS는 응급 상황을 알리는 단문 메시지를 등록된 전화번호로 전송한다.

그림 8은 사용자가 월패드로 전등을 제어 했을 때 처리 과정을 보여준다. DeviceLAN이 월패드에서 전송된 메시지를 받아 ManagerLAN로 전달한다. 이 메시지를 ProtocolLAN과 InterpreterLAN에서 해석한 후 Mediator에서 처리하고 Transator에서 ZigBee 프로토콜에 맞게 변환한 후 CommunicationPipe에 넣는다. 메시지의 처리로 알게 된 기기의 상태 정보는 Mediator가 Repository에 저장한다. 변환된 메시지를 ManagerZigBee와 DeviceZigBee를 거쳐 ZigBee

프로토콜로 전송에 전달한다.

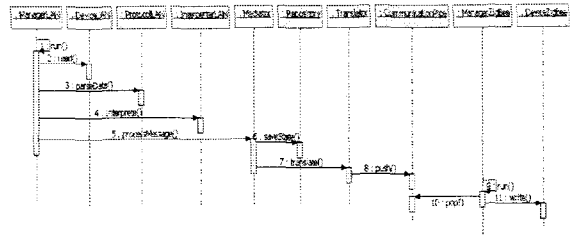


그림 8 시퀀스 다이어그램

6. 결론

본 논문은 이종 프로토콜로 구성된 홈 네트워크에서 기기간의 상호 운용성을 보장하기 위한 방법으로 이종 프로토콜을 수용할 수 있는 홈 게이트웨이 구조를 설계했다. 홈 네트워크 기기들은 특성과 사용 목적에 따라 적합한 통신 프로토콜로 구현되어 있어 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하는 기기간의 원활한 통신을 위해 이종 프로토콜간의 메시지 변환과 기기의 최신 상태 저장 기능을 가진 홈 게이트웨이가 필요하다.

제안된 구조는 여러 종류의 통신 프로토콜이 사용된 홈 네트워크에 적합한 구조로 이종 프로토콜간의 메시지 변환 중에 발생할 수 있는 지연이 최소화 되도록 설계했다. 이 홈 게이트웨이를 적용하면 컴퓨팅 성능과 사용 목적이 달라 이종의 통신 프로토콜을 사용해야 하는 네트워크에서 쉽게 단일 홈 네트워크를 구축할 수 있다.

참고문헌

- [1] HAVi, HAVI Specification 1.0, 1999.
- [2] Sun Microsystems, Jini Architecture Specification Revision 1.0, 1999.
- [3] Universal Plug and Play Device Architecture Specification 1.0, 2000.
- [4] Tatsuo Nakajima, Daiki Ueno, "A Virtual Overlay Network for Integrating Home Appliances," Proceedings of the 2002 Symposium on Applications and the Internet (SAINT'02).
- [5] Kyeong-Deok Moon, Young-Hee Lee, Chang-Eun Lee, Young-Sung Son, "Design of a Universal Middleware Bridge for Device Interoperability in Heterogeneous Home Network Middleware," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 51, No.1
- [6] IEC, TC100 TA8 PT62295 common communication protocol for generic linkage on heterogeneous networks, 2005.