

홈 네트워크에서 제어 네트워크와 데이터 네트워크의 상호 연동을 지원하는 미들웨어 구조

경북대학교 박성호* · 강순주

한국전자통신연구원 박동환 · 문경덕

1. 서 론

최근 가전기기가 점차 지능화 되고 통신망 기술이 발달하면서 집안의 가전기기를 이용한 네트워크를 구축하려는 움직임이 활발해지고 있다. 이러한 홈 네트워크[1]는 집안의 전등, 냉난방기기, TV, VCR 등의 가전기기를 하나의 통신망으로 묶는 것을 의미한다. 홈 네트워크 서비스로는 에어컨, 세탁기, 전등과 같은 장비들을 홈 네트워크를 통해 집중 관리하는 홈 오토메이션 서비스, 디지털 TV, 디지털 오디오, 디지털 VCR 등의 장비를 초고속 통신망으로 연결하여 상호 연동시키는 디지털 홈 씨어터 서비스, 그리고 홈 네트워크 내부의 서비스를 인터넷을 통해 외부로 확장하는 인터넷 연동 서비스 등이 존재한다.

그러나 이러한 서비스들간에는 장비 동작 특성, 응용 분야, 서비스 질 측면에서 확연히 다른 특성들을 가지고 있기 때문에 서로 이질적인 프로토콜들이 사용되어질 뿐만 아니라 개발 방법론 또한 다르다. 따라서 현재의 기술로 홈 네트워크의 구축을 위해서는 적어도 두 가지 이상의 서로 이질적인 부 네트워크가 구축되어야 한다. 하나는 홈 오토메이션 서비스를 위한 제어 네트워크로 대표적인 프로토콜로 LonTalk[2]을 들 수 있다. 특히 이는 개방적이며 독자적인 분산 제어 네트워크를 구축하며, 제품 생산 업체들의 모임인 LonMark을 중심으로 하여 많은 실용화된 상품들이 생산되어 지고

있다. 또 하나는 데이터 네트워크로 TCP/IP 기능을 포함하며 100Mbps~3.2Gbps의 광대역폭 통신 미디어를 이용하는 IEEE1394[3] 프로토콜을 중심으로 한 오디오/비디오 네트워크가 여기에 해당한다. 이 데이터 네트워크에는 이미 HAVi[4], VESA[5], UPnP[6] 등의 미들웨어 표준도 제시하며 많은 연구들이 진행중이다. 하지만 지금까지 서로 다른 응용분야와 연구 개발체계를 가진 네트워크가 각기 독자적인 연구와 개발을 추구하였으나, 최근에 홈 네트워크에서 서로간의 연동의 필요성이 제기됨으로 인해 각각의 프로토콜 및 서비스의 특성을 저해하지 않으면서 유연한 연동을 지원하는 미들웨어 구조가 요구되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는, 우선 데이터 네트워크와 제어 네트워크 프로토콜의 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 한 서로간의 유연한 연동을 지원하는 새로운 홈 네트워크 관리를 위한 미들웨어 구조를 제안한다. 또한 제안된 개념으로 설계 구현된 프로토타입의 성능을 분석하여 실용성을 평가하고 제안 개념의 확장을 통한 바람직한 홈 네트워크 미들웨어의 개발 방향을 제시하고자 한다.

2. 홈 네트워크 프로토콜과 미들웨어 동향

2.1 LonTalk

LonTalk(LonWorks) 기술은 빌딩 자동화를

* 학생회원

비롯하여 공장, 교통관제 등의 분야에서 널리 사용되고 있는 제어 네트워크 솔루션이다. 현재 많은 업체들이 다양한 LonTalk 지원(LonWorks) 제품들을 생산하고 있으며 제조업체가 달라도 하나의 시스템을 구성할 수 있는 개방형 멀티-벤더 구조를 지닌다. LonTalk 프로토콜은 분산 제어 네트워크를 구축할 수 있으며, 다양한 유선 통신 매체뿐만 아니라 무선(RF)과 적외선(Infrared) 등의 통신 매체도 물리계층에서 하드웨어 형태로 지원함으로써 상위 계층에서 물리 계층 통신 미디어의 특성에 무관한 시스템 개발이 가능하며 네트워크 관리 체계가 매우 간단해진다. 이 프로토콜은 응용 분야의 특성상 실시간성 보장을 위하여 각 데이터 패킷에 우선 순위 정보를 포함하고 있으며 동기화된 엄격한 타이밍 처리 기능을 가지고 있다. OSI프로토콜 계층 가운데 어플리케이션 계층을 제외한 모든 계층이 표준화된 하드웨어(Neuron Chip)로 구현되어 편리한 개발환경을 제공한다. 또한 LonWorks 네트워크는 각 노드의 정보를 네트워크 변수를 이용해 공유하며, 정의된 네트워크 변수간의 바인딩(Binding)작업을 통해 구성, 설치가 이루어진다. LonWorks 표준화 단체인 LonMark에서 이 네트워크 변수의 표준인 SNVT(Standard Network Variable Types)를 제공하며, 현재 홈 네트워크 기술을 개발하고 있는 많은 업체(Cisco, Sun microsystems, Microsoft)들이 LonWorks 기술을 채택하고 있다.

2.2 IEEE1394

IEEE1394는 100Mbps, 200Mbps 및 400Mbps의 멀티미디어 데이터 전송을 위한 광대역폭의 전송 속도를 지원한다. IEEE1394는 전송 속도가 서로 다른 노드들 사이에서도 중재를 통해 하나의 버스를 통하여 전송이 가능하며, 서로간의 효율적인 전송이 보장되도록 버스 초기화 과정에서 버스의 대역폭을 조절한다. IEEE1394의 전송방식은 비동기 전송방식과 동시성 전송방식의 두 가지를 동시에 지원한다. 비동기 전송방식은 예러 처리 기능을 가지고 있어 신뢰성 있는 전송을 보장한다. 동시성 전송방식은 멀티미디어와 같은 QoS(Quality of Service) 보장이 요구되는 실시간 전송에 적합하며 이를 위해 전송 전에 필요한 대역폭을 동시성 자원 관리자(Isochronous Resource Manager)로

부터 할당 받는다. IEEE1394는 버스가 동작중일 때에도 노드의 추가와 제거가 가능한 핫 플러그링(Hot Plugging)을 지원한다. IEEE1394버스는 노드의 추가나 제거로 인해 버스 상에 변화가 생기면 전체 버스의 동작을 초기화 함으로써 새로운 노드의 추가나 기존 노드의 제거에 대응하며 버스 초기화 과정 이후에는 모든 노드에 새로운 노드 주소를 할당한다.

2.3 HAVi

HAVi는 가정에 있는 네트워크를 통해 연결된 다양한 제조사와 상표의 디지털 오디오와 비디오 장치 간의 상호 운용성(Interoperability)을 제공해주는 디지털 오디오 및 비디오 관련 전자 제품의 유연한 연동을 지원하기 위한 미들웨어에 대한 산업 표준의 하나이다. 이는 Sony, Philips 등의 회사들이 주축이 되어 홈 네트워크용 제품을 만들기 위해 개발한 미들웨어 소프트웨어 구조로 독자적인 프로토콜과 API를 가지고 있고 IEEE1394를 기반으로 한다. HAVi 구조에서는 서비스들이 소프트웨어 요소(Software Element)라 불리는 객체로 모델링 된다. 모든 소프트웨어 요소는 80bit의 SEID (Software Element Identifier)로 접근되며 네이밍 서비스인 Registry 서비스를 이용해 다른 객체를 찾을 수 있다. 또한 모든 객체는 메시지 전달을 통해 통신을 하며, 목적 객체(target object)는 SEID에 의해 결정된다. 모든 소프트웨어 요소는 상호 운용 가능한 API를 제공하며, 이 API를 이용하여 홈 네트워크 상에서 분산 어플리케이션을 구현할 수 있다. HAVi 디바이스 사이의 상호 운용성을 제공하기 위해 필요한 소프트웨어 요소에는 메시징 시스템, 레지스트리, 이벤트 매니저, 자원 매니저, DCM(Device Control Module) 매니저 등이 있다.

2.4 VHN(VESA Home Network)

VHN은 기본 망으로 충분한 통신 대역폭을 가지는 IEEE1394를 제시하고 있으며 요소 망으로 Ethernet, CEBUS, RF 또는 무선 LAN을 기반으로 하는 홈 네트워크를 제안하고 있다. 디바이스는 사용자에게 유틸리티 서비스를 제공해주는 End 디바이스와 End 디바이스에게 네트워크 서비스를 제공하는 네트워크 디바이스로 구분된다. 하지만

이 VHN은 IEEE1394를 기본 망으로 추천 하나 기본 네트워크 프로토콜은 IP를 사용한다. IP를 사용할 경우 홈 네트워크에 접속된 모든 디바이스가 IP를 가져야 하므로 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)를 이용하여 각 디바이스에 IP를 동적으로 할당한다. 따라서 DHCP서버는 홈디바이스들에게 주소를 할당하고 초기화를 수행하는 역할을 한다.

2.5 홈 네트워크 프로토콜과 미들웨어의 특성 분석 및 문제점 제시

앞서 살펴본 LonTalk, IEEE1394뿐만이 아니라 홈 네트워크 프로토콜로 HomePNA, USB, HomeRF, Bluetooth 등이 사용되고 있고 이들을 관리하고 인터페이스하기 위한 미들웨어로 HAVi, VHN(VESA) 이외에 Jini, CEBus, UPnP 등이 제안되었다. 또한 이러한 홈 네트워크 프로토콜과 디바이스 인터페이스 표준들을 적용한 다양한 연구들이 진행되었다[7,11,12]. 그러나 제안된 홈 네트워크 기술들과 앞선 연구들은 대부분 홈 네트워크를 구성하는 다양한 홈 디바이스가 가지는 서로 다른 자원의 한계와 요구하는 통신망 속도 그리고 비용에 대한 고려가 미흡하다. 특히 IEEE1394 기반의 미들웨어(HAVi, VHN 등)들은 단말에 과도한 컴퓨팅 능력을 요구하고 있어서, 전구, 각종 센서 등 컴퓨팅 능력이 미력한 디바이스에는 내장하기 곤란한 문제가 있으며, 프로토콜 혹은 미들웨어 수준에서의 실시간성 보장을 위한 고려가 미약한 실정이다. 또한 제어 네트워크의 경우 광대역 폭을 요구하는 멀티미디어 데이터 전송에 대한 고려가 없다. 따라서 현재의 제어 네트워크와 데이터 네트워크 사이에는 서로간에 투명하게 동작할 수 있는 기능을 보장하지 못하고 있으며 각각의 홈 디바이스들이 가지는 자원과 요구하는 통신망의 전송 속도의 차에 대한 보상 방안이 없는 상태이다.

따라서 현재 상황에서의 홈네트워크 구축을 위해서는 각 홈 디바이스에 적합한 여러 종류의 홈 네트워크 프로토콜 및 미들웨어를 변함없이 사용하면서도 향후 개발될 새로운 통신망 프로토콜을 쉽게 받아들일 수 있도록 확장성 있게 설계하는 것이 효과적이며 실용적인 홈네트워크 구축 방안이 될 것이다.

3. 제어 네트워크와 데이터 네트워크 연동 미들웨어 설계시 고려사항

3.1 다양한 프로토콜 지원과 유연한 연동

홈 네트워크는 일반 네트워크와는 달리 홈 네트워크 기기들이 소유한 자원의 양과 요구하는 네트워크 전송 속도가 일정하지 않고 매우 다양하기 때문에 프로토콜의 특성에 따라 지원하는 기기가 차별화 된다. 특히 현재 사용되고 있는 홈 네트워크 프로토콜과 미들웨어로는 모든 요구되는 서비스를 충족하며 다양한 홈 네트워크 기기들을 연결할 수 있는 것이 없다. 따라서 여러 종류의 홈 네트워크 프로토콜을 지원하고 새로운 프로토콜을 쉽게 받아들일 수 있게 미들웨어의 변경 또는 확장 미들웨어를 새로이 고안해야 한다.

또한 서로 다른 홈 네트워크 프로토콜을 사용하는 홈 네트워크 기기들이 그들간의 상호 연결을 통해 직접적으로 정보를 교환하여 연동됨으로써 사용하는 개별적인 제어만 가능할 때보다 더욱 다양한 형태의 진보된 서비스를 제공받을 수 있기 때문에 새로운 홈 네트워크 미들웨어는 홈 디바이스가 지원하는 통신망 프로토콜이나 소유 자원의 한계에 따라 적절한 방법으로 디바이스간의 동적 연결을 설정해 연동시킬 수 있는 기능을 지원해야 한다.

3.2 실시간 서비스의 지원

홈 네트워크에는 방법장치, 각종 경보장치, 소방장치와 같이 작업이 지연되거나 실패했을 때 큰 사고가 일어날 수 있는 상황들이 존재한다. 이 장치들이 보내는 메시지들은 어떠한 상황에서도 반드시 최우선적으로 처리되어야 한다. 그리고 오디오나 비디오 기기처럼 데이터의 전송 지연이 서비스의 질(QoS)에 큰 영향을 미치는 장비들도 존재한다. 따라서 홈 네트워크는 각 작업에 우선 순위를 부여하고 부여된 우선 순위에 따라 시급한 작업부터 처리해 주는 실시간 서비스를 지원해 줄 필요가 있다.

3.3 동적 재구성의 용이성

홈 네트워크는 별도의 전담 운영자가 없으며 가정에서 누구나 홈 네트워크를 사용하고 관리해야 함으로, 대부분의 네트워크 관리가 자율적으로 수

행되어야 하고 새로운 디바이스의 접속이나 새로운 서비스의 설치를 위해서 네트워크 전체 또는 일부 기능이 마비되는 상황이 발생하지 않아야 한다. 따라서 핫 플러그인 플래이나 동적 소프트웨어 재구성 기능이 미들웨어 수준에서 제공되어야 한다.

3.4 홈 스마트 에이전트

홈 네트워크의 사용자들은 복잡한 홈 네트워크 세부 기술이나 동작 원리에 대한 사전 지식 또는 학습이 없이도 쉽게 조작하고 사용할 수 있어야 한다. 따라서 주요 홈 네트워크 서비스별로 지능적이며 자율적으로 각종 센서의 상태를 감지하고 그 상태에 따른 적절한 조치를 자율적으로 할 수 있는 스마트 에이전트 서비스를 위한 개념도 미들웨어 상위 계층에서 지원되어야 한다.

4. 제안하는 연동 미들웨어 구조

본 논문에서 제안하는 제어 네트워크와 데이터 네트워크의 연동을 위한 미들웨어는 여러 종류의 통신망 프로토콜들을 지원하고, 서로간에 유연한 연동을 지원하며 우선 순위에 따른 실시간 서비스를 지원한다. 또한 새로운 홈 디바이스 설치를 위해 필요한 동적 재구성의 요소 기능도 포함하여 사용자의 의도적 조치 없이도 새로운 홈 디바이스를 연결과 동시 사용이 가능하도록 설계 구현한다.

4.1 제안 미들웨어 구조 개요

본 논문에서 제안하는 미들웨어의 구조는 그림 1과 같다. 이 미들웨어는 네트워크 관리자(Network

Manager), 우선 순위 기반 이벤트 채널(Priority based Event Channel), 디바이스 관리자(Device Manager), 디바이스 프록시(Device Proxy), 디바이스 프록시 관리자(Device Proxy Manager)로 이루어져 있다. 각 부분의 기능과 역할에 대해 설명하면 다음과 같다.

네트워크 관리자는 각 프로토콜별 네트워크 인터페이스를 통해 받은 메시지를 디바이스 관리자나 디바이스 프록시가 이해할 수 있는 형태로 가공해 우선 순위 기반의 이벤트 채널로 전달해 주고, 전달 받은 메시지를 홈 디바이스들에게 그들이 이해할 수 있는 형태로 해석해 보내준다. 우선 순위 기반 이벤트 채널은 홈 네트워크의 실시간 응답 특성을 향상시키기 위한 것으로 전달된 이벤트들 중 우선 순위가 높은 것을 먼저 이벤트 소비자에게 전달해 줌으로써 실시간 응답 특성을 향상시킨다. 디바이스 관리자는 망에 새로운 디바이스가 연결될 때, 그 디바이스에 적합한 디바이스 프록시를 디바이스 프록시 관리자를 통해 가져와 디바이스 풀에 등록한다. 디바이스 프록시는 디바이스를 초기화 시키고 디바이스와의 인터페이스를 디바이스가 지원하는 프로토콜의 종류에 관계없이 사용하기 쉽고 디바이스들 간의 연동이 가능하도록 개별 프로토콜 및 디바이스 특성을 추상화시켜 나타내 준다. 디바이스 프록시 관리자는 디바이스 관리자의 요청에 따라 디바이스 프록시를 디바이스 관리자에게 전달한다. 요청 받은 디바이스 프록시가 지역 디바이스 프록시 저장소에 존재하지 않으면 외부 통신망의 원격 디바이스 프록시 저장소로부터 가져와 전달하는 역할을 한다.

4.2 이기종 프로토콜간의 연동 구조

본 미들웨어에서 디바이스의 관리와 제어 감시는 IoVariable을 이용해 이루어 진다. IoVariable은 LonWorks의 Network Variable의 개념을 여러 종류의 프로토콜들을 사용하는 홈 네트워크에 맞게 확장한 것으로 LonWorks의 Network Variable이 LonWorks기기를 사이에서만 사용이 가능하기 때문에 본 연구에서는 여러 홈 네트워크 프로토콜에 사용이 가능하도록 확장시켜 IoVariable을 정의하였다. 이를 이용해 홈 디바이스들은 지원하는 홈 네트워크 프로토콜의 종류에 관계없이 다음의 세 가지 방법 중 하나를 이용하여 서로 간

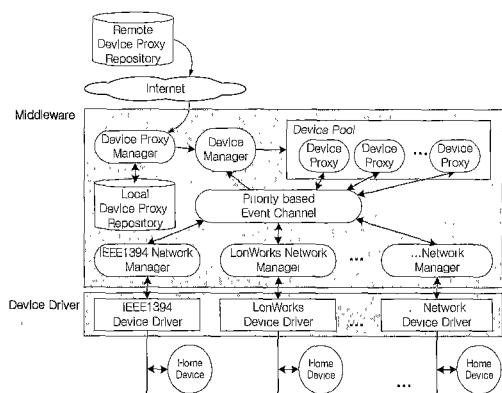


그림 1 제안하는 연동 미들웨어의 소프트웨어 구조

의 유연한 연동이 이루어진다.

4.2.1 디바이스 내부 정보를 이용한 직접 연결

첫 번째 방법은 그림 2와 같이 홈 디바이스 내부의 연결 설정 정보에 따라 다른 디바이스와 직접 정보를 교환하는 것으로 홈 디바이스와 홈 디바이스 사이에서 직접 통신이 일어난다.

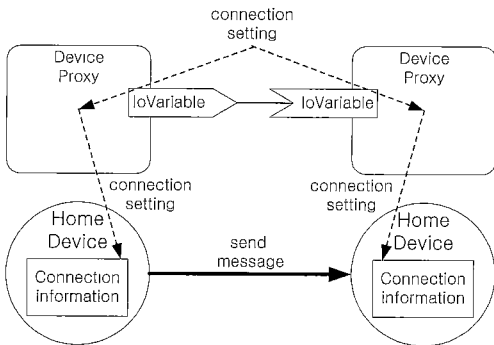


그림 2 디바이스 연결방법 1

LonWorks 망을 이용하는 홈 디바이스들이 이와 같은 방법으로 연결될 수 있다. LonWorks에서는 LonTalk 프로토콜의 망 관리 메시지를 이용하여 LonWorks 장치들간의 연결을 설정하고 그들간의 직접적인 통신을 통해 정보를 교환한다

4.2.2 망 관리자의 연결정보를 이용한 직접연결

두 번째 방법은 그림 3과 같이 망을 관리하는 장치에서 연결 정보를 얻은 후, 그 정보를 이용해 다른 디바이스와 직접적으로 정보를 교환하는 것으로

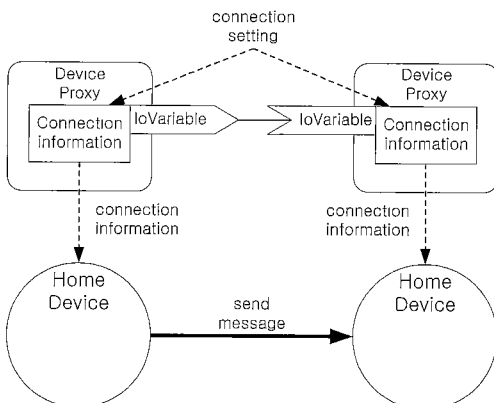


그림 3 디바이스 연결방법 2

본 논문에서는 제안된 미들웨어를 내장하고 있는 게이트웨이 서버가 망 관리장치의 역할을 수행한다.

동일한 망에 존재하지만 홈 디바이스 내부에 다른 디바이스와의 연결 설정 정보를 저장할 수 없는 홈 디바이스들간의 연결을 설정할 때 이 방법을 사용하며 IEEE1394 기기들간의 연결이 이에 해당한다.

4.2.3 디바이스 사이의 중계장치를 이용한 연결

세 번째 방법은 그림 4와 같이 홈 디바이스 사이의 중계 장치를 이용해 정보를 교환하는 방법이다. 홈 디바이스들이 서로 다른 통신망 프로토콜을 사용해 직접적으로 통신할 수 없는 경우에 이 방법을 사용한다. 본 논문에서 제안하는 미들웨어에서는 홈 네트워크의 특정 부 네트워크 게이트웨이가 서로 다른 통신망 프로토콜을 사용하는 홈 디바이스들 사이의 중계 장치 역할을 수행한다. 홈 디바이스들간의 연결 설정 정보는 네트워크 게이트웨이 서버 내에 저장되며, 해당 게이트웨이는 그 설정 정보를 이용해 서로 다른 통신망 프로토콜을 사용하는 홈 디바이스들간의 통신을 중계해준다. LonWorks 기기와 IEEE1394 기기간의 연결이 이에 해당한다.

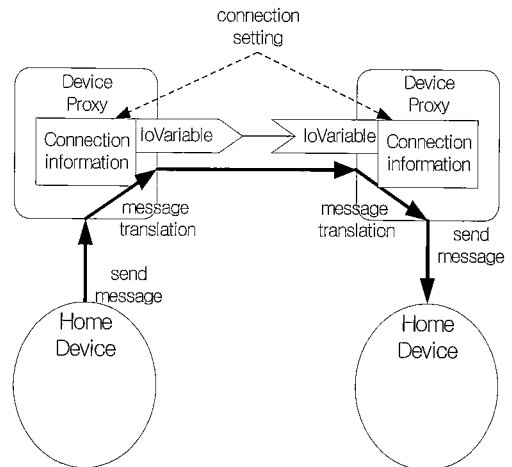


그림 4 디바이스 연결방법 3

이 때 각 프로토콜마다 고유한 명령체계를 가지기 때문에 방대한 명령 변환 테이블이 필요하게 된다. 하지만 본 논문에서 제안하는 구조에서는 각 디바이스 프록시가 해당 디바이스가 지원하는 기능의 명령어들과 IoVariable 사이의 변환 테이블만을

가지면 되고, 디바이스 프록시가 자동적으로 배포되고 설치되기 때문에 이러한 어려움을 해결할 수 있다.

4.3 실시간 서비스를 위한 구조

실시간 서비스를 지원하기 위한 이벤트 채널 모델은 기존의 웹 기반의 원격제어 서버와 홈 네트워크에서 실시간성을 보장하기 위한 연구들을 통해 제시된 바 있다[8,9]. 본 논문에서 제안하는 미들웨어에서는 선행 연구들을 통해 제안되고 검증된 우선 순위 기반의 이벤트 채널을 적용해서 실시간 서비스를 지원하도록 설계되었으며 홈 네트워크의 모든 디바이스와 서비스들은 이벤트 채널을 통해 이벤트를 전달하여 통신한다. 그림 5는 본 논문에서 사용된 우선 순위 기반 이벤트 채널의 구조도이다.

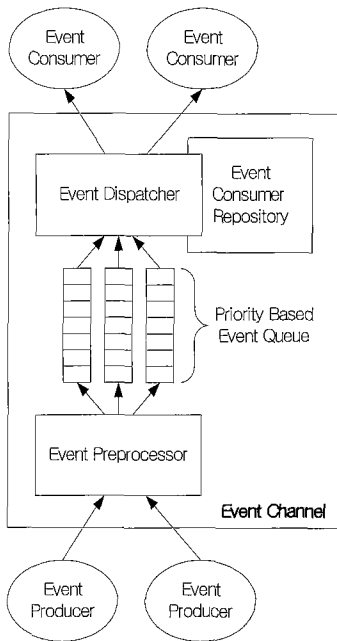


그림 5 우선 순위 기반 이벤트 채널 구조

이벤트 채널은 이벤트 생산자(Event Producer), 이벤트 소비자(Event Consumer), 이벤트 전처리기(Event Preprocessor), 우선 순위 기반 이벤트 큐(Priority Based Event Queue), 이벤트 전달기(Event Dispatcher), 이벤트 소비자 저장소(Event Consumer Repository)로 나누어진다. 이

벤트 생산자는 이벤트를 생산하여 이벤트 채널로 전달하며, 이벤트 소비자는 이벤트 채널에서 이벤트를 받아서 처리한다. 이벤트 전처리기는 전달받은 이벤트를 우선 순위 기반 이벤트 큐에 저장하며 우선 순위 기반 이벤트 큐는 서로 다른 우선 순위를 가지는 큐를 이용해 이벤트의 우선 순위 보장한다. 이벤트 전달부는 우선 순위 기반 이벤트 큐에서 이벤트를 꺼내 이벤트 소비자에게 전달하며, 이벤트 소비자 저장소에는 이벤트 소비자들에 대한 정보가 저장된다. 이벤트 전달부는 이곳에 저장된 정보를 참조하여 이벤트 소비자를 찾아 이벤트를 전달한다.

이러한 이벤트들은 우선 순위를 가지고 전달되며, 이벤트 채널은 이벤트를 우선 순위에 따라 이벤트 소비자에게 전달하여 응답성에 따른 전달을 책임진다. 또한 IEEE1394 디바이스 드라이버에서의 실시간성 보장을 위한 구조[10]를 도입하여 미들웨어뿐만 아니라 디바이스 드라이버 구조 또한 실시간 서비스를 위한 구조로 재구성한다.

4.4 동적 재구성을 위한 구조

새로운 홈 디바이스의 설치를 위해 필요한 시스템 소프트웨어(디바이스 프록시)의 자동적인 배포 및 설치 수단을 지원해 새로운 홈 디바이스가 홈 네트워크에 연결되더라도 사용자의 의도적인 추가 작업 없이 연결과 동시 사용이 가능하게 한다.

4.4.1 새로운 디바이스 설치 과정

새로운 홈 디바이스가 홈 네트워크에 추가되면 각 네트워크의 고유한 방법을 통해 각 네트워크 관리자에게 새 홈 디바이스가 추가되었음을 알려준다. 새 홈 디바이스가 추가되었음을 알리는 메시지가 네트워크 관리자에게 전달되면 네트워크 관리자는 이벤트를 생성시키고 이를 이벤트 채널을 통해 디바이스 관리자에게 전달한다. 이렇게 전달된 이벤트를 통해 새 홈 디바이스에 맞는 디바이스 프록시가 생성되어 디바이스 풀에 등록된다.

4.4.2 디바이스 프록시 전달 과정

디바이스 관리자가 디바이스 프록시를 요청하면 요청 받은 이름의 디바이스 프록시가 지역 디바이스 프록시 저장소에 있는지를 검사하고, 존재하면 그곳에서 해당 디바이스 프록시를 가져와 디바이스

관리자에게 전달하며 만약 지역 디바이스 프록시 저장소에 해당 디바이스 프록시가 존재하지 않으면 외부 통신망의 원격 디바이스 프록시 저장소로부터 디바이스 프록시를 가져와 디바이스 관리자에게 전달한다. 이와 같은 과정을 거쳐 추가되는 홈 디바이스는 사용자의 추가적인 작업 없이 연결과 동시에 사용이 가능해진다.

4.5 다기종 프로토콜의 지원을 위한 구조

본 미들웨어는 각 통신망 프로토콜의 인터페이스를 네트워크 관리자를 통해 추상화시켜 나타낸다. 따라서 해당 네트워크 관리자만 구현해 추가시켜 줌으로써 전체 구조의 변경 없이 쉽게 다양한 통신망 프로토콜을 지원할 수 있다. 네트워크 관리자는 네트워크를 관리하며 상위의 소프트웨어 구성 요소들이 실제 기기들과 연결된 네트워크의 종류에 관계 없이 동일한 구조의 이벤트 모델을 통해 통신할 수 있도록 해 준다. 그리고 네트워크에 새로운 홈 디바이스가 연결되면 각 네트워크의 고유한 방법으로 연결된 디바이스의 정보를 가져와 디바이스 ID와 해당 디바이스 프록시의 이름을 만들어 내고, 만들어진 디바이스 ID와 디바이스 프록시 이름으로 디바이스가 연결된 네트워크의 종류에 관계없이 새로운 디바이스가 연결되었음을 알리는 동일한 구조의 이벤트를 생성해 이벤트 채널을 통해 디바이스 관리자에게 전달한다.

4.5.1 LonWorks 네트워크 관리자

LonWorks 기기가 네트워크에 연결되었음을 알리는 메시지인 service pin 메시지가 들어오면 이 메시지에 포함된 Neuron ID, ID string을 이용해 디바이스 ID와 해당 디바이스 프록시의 이름을 만들어내고, 만들어진 디바이스 ID와 디바이스 프록시 이름으로 새로운 디바이스가 연결되었음을 알리는 이벤트를 생성해 이벤트 채널을 통해 디바이스 관리자에게 전달한다.

4.5.2 IEEE1394 네트워크 관리자

IEEE1394 네트워크 관리자는 IEEE1394 네트워크를 관리하며 상위의 소프트웨어 구성 요소들이 IEEE1394 네트워크에 연결된 실제 기기들과 통신할 수 있도록 해 준다. IEEE1394 기기가 새로 네트워크에 연결되면 IEEE1394 버스가 reset되며 버스 reset handler가 호출된다. 버스 reset handler

의 호출을 통해 새로운 기기가 연결되었음이 통보되면 새로 연결된 장치의 GUID(Globally Unique Identifier)를 가져와 디바이스 ID와 해당 디바이스 프록시의 이름을 만들어내고, 만들어진 디바이스 ID와 디바이스 프록시 이름으로 새로운 디바이스가 연결되었음을 알리는 이벤트를 생성해 이벤트 채널을 통해 디바이스 관리자에게 전달한다.

5. 구현 및 성능평가

5.1 구현

제안한 연동 미들웨어 구조를 구현하고 성능 평가하기 위해서 프로토타입 홈네트워크를 LonWorks 장비와 IEEE1394 지원 장비들로 구축하고 이 프로토타입 홈 네트워크를 관리하는 게이트웨이 셋탑 박스에 제안 미들웨어의 핵심 기능들을 구현하였다. 이 셋탑박스의 하드웨어로는 Intel x86 기반의 Single Board Computer (SBC)와 TI사의 IEEE 1394 개발킷 그리고 Gesytec사의 LonWorks 인터페이스 카드로 구성하였고, 운영 체제로는 kernel 2.2 기반의 Linux를 사용하였다. 홈 디바이스는 Echelon사에서 나온 LonWorks 장비인 DI-10(디지털 입력), DO-10(디지털 출력)과 Sony사의 IEEE 1394용 디지털 Camcorder DCR-TRV510을 사용하였다. 또한 하부 네트워크 디바이스 드라이버는 C언어로 구현되었으며, 그 상위의 홈 네트워크 게이트웨이 소프트웨어 컴포넌트들은 Java로 구현하였다. 네트워크 디바이스 드라이버와 Java를 이용해 만들어진 컴포넌트들 사이는 JNI을 이용해 연결된다. 홈 네트워크 게이트

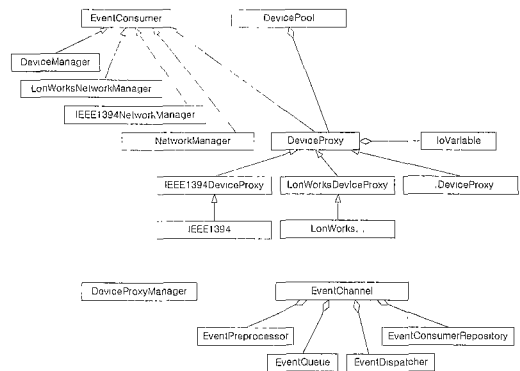


그림 6 제안 미들웨어 컴포넌트 클래스 구성도

웨이 소프트웨어 컴포넌트들을 Java를 이용해 구현함으로써 실행 코드가 네트워크를 통해 이동할 수 있으며, 실행중인 상황에서도 작업의 중단 없이 새로운 모듈을 동적으로 메모리로 읽어 들여 사용할 수 있다. 그림 6은 구현된 미들웨어 컴포넌트들에 대한 개략적인 계층 구조이다.

컴포넌트 클래스 구성도는 제어 미들웨어 구조에서 설명한 바와 같이 디바이스 관리자, 디바이스 프록시 관리자, 디바이스 풀, 네트워크 관리자, 디바이스 프록시, 그리고 이벤트 채널로 이루어져 있다. 이벤트 채널을 통해 이벤트를 주고 받는 모든 클래스(디바이스 관리자, 네트워크 관리자, 디바이스 프록시)는 EventConsumer interface를 구현한다.

5.2 성능 평가

5.2.1 성능 평가 시나리오

실험을 위해 구현한 홈 네트워크에 LonWorks 기기인 DI-10(디지털 입력 장치)와 DO-10(디지털 출력 장치), 그리고 IEEE1394 기기인 DCR TRV510-NTSC(디지털 캠코더)를 차례로 연결시키면 홈 네트워크 게이트웨이 소프트웨어가 이를 감지해 필요한 소프트웨어를 디바이스 프록시 저장소에서 가져와 설치하고 실행하여 사용자의 추가적인 작업 없이 연결과 동시에 추가된 디바이스를 사용할 수 있도록 해준다. 그림 7은 연결된 디바이스들과 해당 디바이스 프록시를 나타낸다. 이와 같이 홈 네트워크에 연결된 상태정보는 “list” 명령을 통해 출력한다.

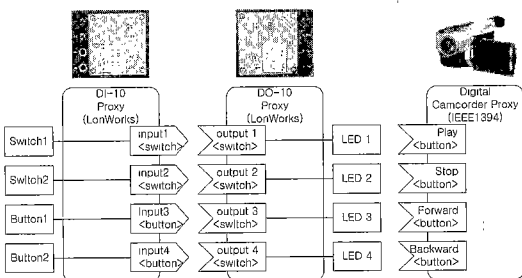


그림 7 연결된 홈 디바이스와 디바이스 프록시

각 기기들의 디바이스 프록시가 실행되면 디바이스 프록시를 통해 그림 8과 같이 연결을 설정해 이기종 통신망 프로토콜을 사용하는 디바이스들간

에 연동이 가능함을 보인다. 디바이스 간의 이러한 연결은 “connect” 명령으로 이루어진다.

▶ connect dev1_index dev1_iovId dev2_index dev2_iovId

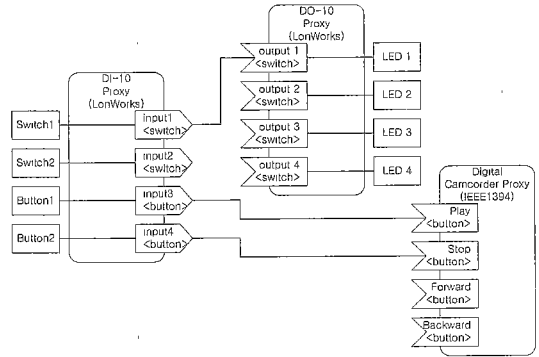


그림 8 디바이스 프록시를 통한 홈 디바이스간의 연결 설정

5.2.2 성능 평가

성능 평가 시나리오와 같이 각 기기를 연결시켰을 때 게이트웨이 셋탑 박스가 자동적으로 필요한 시스템 소프트웨어(디바이스 프록시)를 받아와 설치하고 실행시켜 줌으로써 사용자의 추가적인 작업 없이 연결과 동시에 추가된 디바이스를 사용할 수 있게 됨을 확인할 수 있었으며 IEEE 1394 장비인 DCR TRV510와 DI-10, 그리고 DI-10과 DO-10을 연동시켜 봄으로써 제안하는 홈 네트워크 게이트웨이 소프트웨어상에서 서로 다른 프로토콜을 지원하는 홈 디바이스간의 연동이 가능함을 확인할 수 있었다.

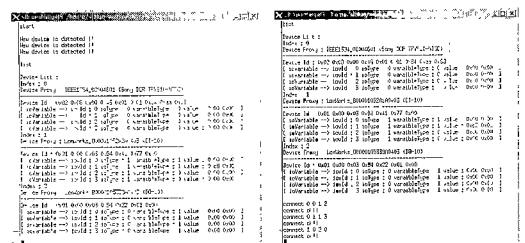


그림 9 새 기기의 추가와 기기간 연동 실험 결과

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 제어 네트워크와 데이터 네트워크가 공존하는 홈 네트워크 환경에서 서로 다른 프

로토콜을 사용하는 홈 디바이스들이 직접적인 정보 교환을 통해 효율적으로 연동될 수 있고, 새로운 종류의 홈 디바이스가 홈 네트워크에 추가되었을 때 사용자의 의도적 개입 없이 동적 재구성을 지원하며, 실시간 서비스를 제공할 수 있는 홈 네트워크 미들웨어 구조를 제안하였다. 또한 제안된 구조를 바탕으로 구현한 프로토타입 홈 네트워크를 통하여 사용하는 통신망 프로토콜의 종류와 소유한 자원의 한계가 다른 홈 디바이스들이 직접적인 정보교환을 통해 연동됨과, 동적 재구성이 수행됨을 확인할 수 있었다.

향후에는, 본 논문에서 제안한 미들웨어 구조를 기반으로 하여, 홈 네트워크를 룸(room) 네트워크로 세분화하고 각 룸 네트워크의 게이트웨이 서버가 본 논문에서 구현한 게이트웨이 셋탑박스가 되도록 계층화하고 확장하는 개념을 구체화해야 할 것이다. 물론 룸 네트워크의 게이트웨이 서버간에도 유연한 연동을 지원하는 새로운 미들웨어가 정의되어야 할 것이며 이 계층은 인터넷 등 또 다른 네트워크와의 연동이 중요시되므로 실시간 CORBA 와 같은 보다 범용성이 있는 미들웨어 구조로 정의되어야 할 것으로 예측된다. 또한 제안된 미들웨어 구조 위에 원격 검침 혹은 원격 제어 등 특정 서비스에 국한된 상위 미들웨어 계층(Virtual Private Service Layer)이 추가되어야 하며, 그 위에 보다 섬세하고 지능화된 홈네트워크 서비스 지원을 위한 스마트 홈 에이전트 계층이 추가될 것이다.

참고문헌

[1] Dutta-Roy.A, "Netowks for Home", IEEE Spectrum, Volume 36, December 1999.
 [2] LonTalk Protocol Specification Version 3.0, 1994.
 [3] IEEE1394, Std for High Performance Serial Bus, 1995.
 [4] Specification of the Home Audio/Video Interoperability (HAVi) Architecture Version 1.0, January 18 2000.
 [5] VESA Home Network(VHN) Home Network Protocols and Services Baseline Document, 1997.
 [6] Universal Plug and Play Device Architecture Version 1.0, Jun. 2000.

[7] Peter M. Corcoran, " Mapping Home-Network Appliances To TCP/IP Sockets Using A Three-Tiered Home Gateway Architecture," IEEE Trans. Consumer Electronics Vol. 44, Aug. 1998.
 [8] Jae Chul Moon, Jun Ho Park, and Soon Ju Kang, "An Event Channel-Based Embedded Software Architecture for Developing Telemetric and Teleoperation Systems on the WWW," Proc. IEEE Real-Time Technology and Applications Symp., Jun. Vanquaver, Canada 1999.
 [9] Jae Chul Moon, Hyo Sang Lim, Soon Ju Kang, "Real-Time Event Kernel Architecture For Home-Network Gateway Set-Top-Box(HNGS)," IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 45, Aug. 1999.
 [10] Hyo-Sang Lim, Dong-Hwan Park and Soon-Ju Kang, "Priority Queue-Based IEEE1394 Device Driver Supporting Real-Time Characteristics", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Volume 46, August 2000.
 [11] Jun Ho Park, Soon Ju Kang, Kyung Duk Moon, Tae Gun Kim, "Middleware Architecture for Supporting Dynamic Reconfiguration and Real-Time Services in Home Network," IEEE Trans. Consumer Electronics Vol 46, Aug. 2000.
 [12] Hyo Sang Lim, Jae Chul Moon, Soon Ju Kang, "Design of A Software Architecture for Home Network Gateway Set-Top-Box", Proc. KISC Winter Conf. 98, Dec. 1998.

박 성 호



1999 경북대학교 전자전기공학부(공학사)
 2001 경북대학교 정보통신학과(공학석사)
 2001.3~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야: System Software, Real-Time System, Home network, Software Engineering
 E-mail: slblue@palgong.knu.ac.kr

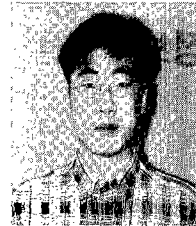
강 순 주



1983 경북대학교 전자공학과(공학사)
1985 한국과학기술원 전자계산학과
(공학석사)
1995 한국과학기술원 전자계산학과
(공학박사)
1985~1996.8 한국원자력연구소 연구
위원, 핵인공지능연구실 선임
연구원, 전산정보실 실장
1996.9~현재 경북대학교 전자전기컴
퓨터학부 정보통신전공 조교수

관심분야: Real-Time System, Software Engineering, Know-
ledge-Based System
E-mail: sjkang@ee.knu.ac.kr

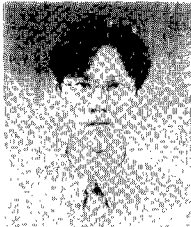
문 경 덕



1990 한양대학교 전산학과(공학사)
1992 한양대학교 전산학과(공학석
사)
1992.8~1997.2 시스템공학연구소 연
구원
1997.3~2000.7 한국전자통신연구원
선임연구원
2000.8~현재 한국전자통신연구원 팀
장
관심분야: Java, Home network,
Active network, 클러스터

E-mail: kdmoon@etri.re.kr

박 동 환



1999 경북대학교 전자전기공학부(공
학사)
2001 경북대학교 전자공학과(공학석
사)
2001.1~현재 한국전자통신연구원 연
구원
관심분야: System Software, Home
network, Embedded System
E-mail: dhpark@etri.re.kr

• JCCI 2001 학술대회 •

- 일 자 : 2001년 4월 25~27일
- 장 소 : 무주리조트
- 주 최 : 정보통신연구회
- 문 의 처 : 서울대학교 전기공학부 노종선 교수
Tel. 02-880-1773
E-mail : cc1.cnu.ac.kr/jcci/2001