

# TMO 스킴 기반의 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 설계 및 구현

신 창 선<sup>†</sup> · 김 운 미<sup>\*\*</sup> · 류 은 순<sup>\*\*</sup> · 주 수 중<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

최근 정보기술, 가전기술, 그리고 통신기술이 융합된 정보가전 기기들이 가정 내에 나타나고 있으며, 이러한 환경에서는 홈 네트워크를 통해 이들 기기들 사이의 상호작용 및 실시간 제어를 지원하는 모니터링 기술이 요구된다. 본 논문에서는 실시간 서비스를 지원하는 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스킴을 적용하여 정보가전 동작객체들을 구현하고, TMOSM(TMO Support Middleware)을 이용한 분산 실시간 서비스 지원 플랫폼 구조에서 이들의 원격제어 및 모니터링 서비스를 제공하는 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터를 구축했다. TMO로 구현된 정보가전기기들은 자치적인 동작으로 주거정보의 교환이 가능하며, 새로운 기기의 추가로 인한 정보가전들의 수행환경을 편리하게 재구성할 수 있다. 본 시뮬레이터를 구축하기 위해, 분산 실시간 서비스 지원 플랫폼 상에서 가정 내 온도관리, 조도관리, 시간관리 제어서비스를 수행하는 정보가전 동작 TMO들의 기능과 그들 간의 원격 상호작용을 설계했다. 마지막으로 분산 플랫폼 상에서 정보가전기기들의 시뮬레이션 환경을 구현하여 실제 기기들로 대응되는 정보가전 동작객체들의 실시간 제어 및 모니터링 서비스 과정이 주어진 수행조건에 따라 정확하게 수행하는지를 보였다.

## Design and Implementation of Real-Time Information Appliance Controlling Simulator Based on TMO Scheme

Chang-Sun Shin<sup>†</sup> · Woon-Mi Kim<sup>\*\*</sup> · Eun-Soon Ryu<sup>\*\*</sup> · Su-Chong Joo<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

Recently, the information appliance devices integrating information technology, appliance technology, and communication technology are appeared in home. And this environment requires that the monitoring technology should include the interaction and the real-time controlling among these devices using home network. In this paper, we implemented the active objects for information appliances by applying the Time-triggered Message-triggered Object(TMO) scheme supporting real-time service. Based on distributed real-time services supporting platform using the TMO Support Middleware(TMOSM), we also constructed the real-time information appliance controlling simulator supporting the remote controlling and monitoring service among active objects. The information appliance devices implemented by the TMO scheme can exchange the housing information by autonomous triggering. And we can conveniently reconfigure the executing environment for information appliances when new devices were inserted. For constructing the simulator on the distributed real-time service supporting platform, we described the functions of the active TMOs for information appliances that execute the temperature management, the illuminance management, and the time management controlling services, and designed the remote interaction among them. Finally, by implementing the simulating environment of information appliance devices on distributed platform, we showed whether the procedures of the real-time controlling and the monitoring service for the active objects of information appliances corresponding to physical devices are processed in given executing conditions correctly.

**키워드 :** 정보가전 제어 시뮬레이터(Information Appliance Controlling Simulator), 정보가전 동작객체(Information Appliance Active Object), TMO, TMOSM, 분산 실시간 플랫폼(Distributed Real-Time Platform), 홈 네트워크(Home Network)

## 1. 서 론

최근 정보기술, 가전기술, 그리고 통신기술과 같은 서로

다른 기술들이 융합된 정보가전기기들을 위한 새로운 컴퓨팅 플랫폼이 제안되고 있으며, 이러한 기기들은 홈 네트워크를 통해 가정 내에 산재하기 때문에 여러 정보가전기기 사이의 복잡한 상호작용을 지원하는 수행환경이 제공되어야 한다[1, 2, 3]. 이를 위해서는 정보가전기기들 간의 분산통신 및 실시간 서비스 지원 기술들이 필요하다. 이러한 기술적 및 수행 환경적인 요구를 수용하기 위해서 실시간 운영체제, 표준 홈 네트워크 프로토콜 및 객체 기반 미들웨어에 대한

※ 본 연구는 과학기술부 주관 특정연구개발사업(M10427020001-04L2702-00110) 지원에 의해 이루어진 것이다.

† 정 회 원 : 순천대학교 정보통신공학부 전임강사

\*\* 준 회 원 : 전북대학교 실버공학연구소 연구원

\*\*\* 정 회 원 : 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수

논문접수 : 2004년 9월 16일, 심사완료 : 2005년 3월 3일

연구가 활발히 진행되고 있다.

홈 네트워크에서 정보가전기기들의 제어를 지원하는 대표적인 미들웨어 기술로 썬 마이크로시스템의 Jini[4], 소니와 필립스가 제정한 HAVi(Home Audio Video interoperability)[5], 마이크로소프트가 지원하는 UPnP(Universal Plug and Play)[6], 개방형 홈 게이트웨이 구축을 위한 컨소시엄으로 시작된 OSGi(Open Service Gateway initiative)[7]가 제안되었다. 이들 미들웨어 기술들의 특성으로, Jini는 PnP 기능에 의한 간단한 시스템 구성, 실행 코드의 이동성에 의한 가변성, 그리고 기존의 IP(Internet Protocol)를 기반으로 하는 네트워크에 대한 자연스러운 확장성 및 Java 관련 제품이나 시스템과의 호환성 확보 등을 고려하여 설계되었다. 그러나 Jini 시스템은 JVM(Java Virtual Machine)을 포함하기 때문에 수행속도가 느리고 메모리 사용량이 많아 환경구축 비용이 높아진다. 소니와 필립스가 채택한 HAVi는 향후에 사용될 정보가전기기에 대해서도 지원이 가능한 확장성을 갖는 구조임에도 불구하고 IP를 사용하지 않고 IEEE 1394를 기반으로 하기 때문에 인터넷 서비스와의 연동에 문제점을 갖고 있으며, 아직 구축비용이 고가여서 일반 가전 제품에 채택하기에는 어려움을 겪고 있다. UPnP의 가장 큰 장점은 이미 검증된 웹 기술을 기반으로 홈 네트워크를 통해 연결된 기기 간의 제어 모델을 구현했다는 점이다. 따라서 간단하게 정보가전기기들의 제어모델을 구현할 수 있으며, 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 운영체제에 무관하게 동작이 가능하고 UPnP 포럼에 의해 기기와 서비스 타입에 대한 표준이 잘 갖추어져 있다. 그러나, 부적절한 UPnP 요청들을 제대로 처리하지 않음으로 인해 자원낭비와 같은 취약점이 나타나고 있다. OSGi는 앞서 설명한 미들웨어들과 응용을 분리하고자 만들어진 단체로 그들 사이의 API(Application Program Interface)를 정의하고 있다. OSGi는 여러 가지 정보가전기기들과 이를 연결할 수 있는 네트워크 환경에 대한 연구 및 기기들을 논리적으로 통합하여 관리하고자 하는 미들웨어에 대해서는 많은 연구가 진행 중이지만, 외부망이나 응용과의 인터페이스에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

앞서 설명한 제어 미들웨어 기술들은 일반적으로 소형이고 임무 결정적인 정보가전기기에게 과도한 컴퓨팅 능력을 요구하고 있으며, 임의의 서비스를 위한 다양한 정보가전기기들의 관리 및 실시간 서비스 지원 방안에 대해서는 폭넓게 고려하고 있지 못하다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 극복하기 위해 정보가전기기들이 최소의 컴퓨팅 능력으로 사용자의 요구사항을 충족시킬 수 있도록 자치적 동작 특성과 실시간 특성을 함께 지원하는 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스킴을 사용하여 정보가전 동작 객체들을 구현하고, 통신 하부구조에 독립적으로 미들웨어 레벨에서 분산 실시간 서비스를 지원할 수 있는 TMOSM(TMO Support Middleware)을 이용한 분산 시뮬레이션 환경에서 실제 정보가전기기들과 대응되는 정보가전 동작 TMO들 사이의 수행과정을 제어 및 모니터링 할 수 있는

정보가전 제어 시뮬레이터를 구축한다. 여기서 사용한 TMO 스킴과 TMOSM은 각각 University of California at Irvine의 DREAM Lab.에서 제안한 실시간 특성을 자체적으로 가지고 동작하는 실시간 객체(TMO라 부름)와 이들의 상호동작을 지원하는 실시간 미들웨어이다[8,9,10]. 본 시뮬레이터의 구축목적은 홈 네트워크를 통해 연결된 정보가전들의 지원 서비스를 하나의 논리적인 그룹서비스로 고려하여 이들의 효율적인 제어 및 관리를 지원하고, 원격에서 주택 내의 정보가전들의 동작을 모니터링 및 필요에 따라 원격제어가 가능하도록 함이다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 시뮬레이터에서 개별 정보가전기기의 동작객체로 모델링 되는 TMO 스킴을 설명하고, TMO 사이의 통신 및 제어를 위한 실시간 미들웨어인 TMOSM의 구조를 살펴본다. 3장에서 TMO 기반 실시간 정보가전 제어 환경을 기술하고, 시뮬레이터를 구성하는 정보가전 동작 TMO들의 기능과 TMOSM을 통한 이들 간에 상호작용을 설계 및 구현한다. 또한, 구현된 정보가전 동작 TMO들과 TMOSM을 사용하여 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터를 구축한다. 4장에서는 시뮬레이터의 수행결과를 통해, 가정 공간 내 각 정보가전들의 실시간 제어 및 모니터링 기능을 수행하여 그들 간에 상호작용이 주어진 수행 조건에 따라 정확하게 동작되는지를 보인다. 마지막으로, 본 논문에 기술된 연구에 대한 결론과 향후 연구내용 및 방향을 5장에서 기술한다.

## 2. 관련구현기술

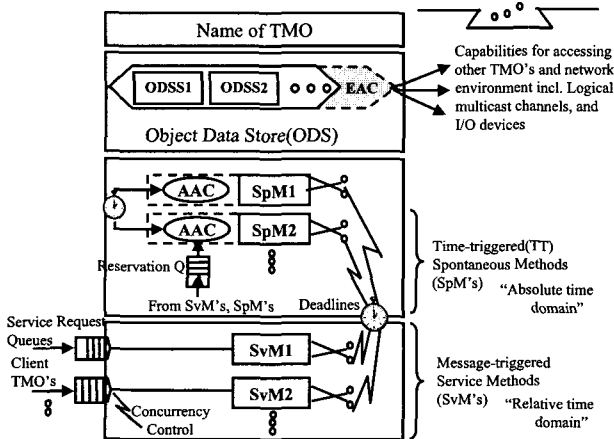
### 2.1 TMO 스킴과 객체

본 논문에서 실시간 정보가전 서비스를 수행하는 TMO는 실시간 객체의 구조적 스킴이다. TMO 스킴은 기존 객체 모델에 대한 확장으로 적시성 서비스 기능(timely service capabilities)의 설정보장 뿐 아니라, 실시간 시스템이 가지는 시간적인 행동 및 메시지에 의한 기능적인 행동에 대한 추상화 등을 지원한다[10]. TMO의 초기 추상화 작업은 시간에 의해 동기화 되는 실시간 객체 모델로부터 시작된다. 이 모델은 기본 객체 모델을 경성 실시간 응용 시스템에서 높은 효율성을 보일 수 있는 객체 모델로 확장하기 위한 연구에서 나온 결과이다. 이러한 토대 위에 구조화 연구를 통해서 TMO가 구체화되었다. TMO는 하나의 분산 컴포넌트로서 클라이언트의 서비스 요청에 의해 동작되는 메소드인 SvM(Service Method)과 함께 객체에 정의된 시간에 자발적으로 동작하는 새로운 메소드인 SpM(Spontaneous Method)을 추가적으로 가진다. TMO의 기본 구조는 (그림 1)과 같고 5개 부분으로 구성된다[8].

- ▶ ODS(Object Data Store) : 어떤 TMO의 SpM이나 SvM에서 서로 공유하는 데이터를 저장하기 위한 공통 정보 저장소. SpM과 SvM이 동시에 접근할 수 없으며 SpM이 SvM 보다 항상 접근 우선권을 갖음.
- ▶ EAC(Environment Access Capability) : SpMs이나 SvMs

에서 다른 TMO에 있는 SvMs에 접근하기 위한 원격객체 메소드, 통신채널, I/O 장치 인터페이스에 호출 경로를 제공하는 게이트(gate) 리스트. 채널을 할당받기 위해서는 호출하려는 SvM의 이름과 이 SvM이 속한 TMO의 이름 등이 필요함.

- ▶ AAC(Autonomous Activation Condition) : SpM의 주기적인 동작을 위한 시간을 정의하며, 위 조건에 따라 능동적 동작이 가능. 기존 객체와 구별되는 실시간 객체로 구현됨.
- ▶ SpMs(Spontaneous Methods) : 어떤 TMO에서 해야 할 작업들은 메소드로 표현이 되는데, 이중 주기성을 띠거나 시간성을 갖는 메소드들의 그룹.
- ▶ SvMs(Service Methods) : 어떤 TMO의 메소드 중에서 다른 메소드로부터의 서비스 요청을 수행하기 위한 메소드 그룹으로 고유한 마감시간을 갖음.

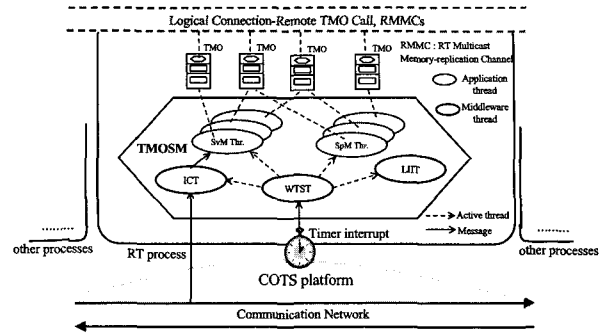


(그림 1) TMO 스킴

현재 TMO 스킴 모델은 실시간 요구사항을 만족하는 실시간 객체 모델로 군사 응용이나 운송 응용과 같은 실시간 시뮬레이션 분야에 적용되어 활발한 연구가 진행 중에 있다 [9,10]. 본 논문에서는 이러한 TMO가 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터를 위해 동작되는 정보가전 서비스 객체들로 구현되며, 각각이 가지는 실시간 동작 특성에 따라 제어서비스를 수행하도록 설계했다.

2.2 TMOSM(TMO Support Middleware)

분산 실시간 객체인 TMO를 지원하는 초기 미들웨어 연구결과로 DREAM 커널이 개발되었다. DREAM 커널은 stand-alone TMO 엔진으로 실시간 스케줄링과 분산 IPC(Inter Process Communication)만을 제공했다. 위와 같은 DREAM 커널의 초기 모델이 가졌던 제약을 보완하여 TMOSM이 개발되었다[10]. TMOSM은 TMO의 분산 실시간 서비스를 플랫폼이나 운영체제의 제약없이 지원하기 위한 미들웨어로 COTS(Commercial Off-The-Shelf) 플랫폼에 적용할 수 있도록 개발되었다[11]. TMOSM의 구조는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) TMOSM의 구조

TMOSM에서 제공되는 분산 서비스 수행을 위한 스레드로는 응용 스레드(application threads)와 미들웨어 스레드(middleware threads or system threads)가 존재한다. 응용 스레드는 해당 TMO가 포함하는 메소드들에게 스레드의 할당을 책임진다. 미들웨어 스레드는 타임 슬라이스의 구동을 위해 TMOSM의 시작시간에 고정되어 주기적으로 운영되며, TMOSM이 서비스를 지원하기 위해 포함하는 함수들의 구동을 책임진다. 미들웨어 내에서 수행되는 스레드들과 그들의 주요기능은 다음과 같다.

- ▶ WTST(Watchdog Timer & Scheduler Thread) : TMOSM의 모든 다른 스레드의 동작이나 스케줄링을 관리하고, 마감시간 위반을 검사한다.
- ▶ ICT(Incoming Communication Thread) : 서비스 객체에 통신 네트워크를 통하여 들어오는 메시지를 관리한다.
- ▶ LIIT(Local I/O Interface Thread) : 순차적 문자열 I/O, 디스크 I/O, 네트워크 I/O를 포함하는 호스트 노드 플랫폼의 I/O 동작을 관리한다.
- ▶ VMST(Virtual Main System Thread) : 위에서 기술한 세 개의 스레드에 이용되지 않는 모든 타임 슬라이스에 스레드를 제공한다. 정확한 타임 슬라이스 할당은 WTST에 의해 제공된다. VMST에 포함된 모든 타임 슬라이스는 선택된 응용 스레드에 할당된다.

본 논문에서는 정보가전 동작객체들로 구현된 TMO 사이의 상호통신 및 동작을 지원하는 실시간 미들웨어로 TMOSM을 사용했다. 현재, 정보가전 제어를 위한 미들웨어 기술들은 다양한 단체 표준으로 정의되고 있으며, 아직 우위를 선점할 기술에 대한 예측이 어려운 실정이다. 최근에는 단체 표준을 준수하는 HAVi, UPnP, Jini, OSGi와 같은 정보가전 제어 미들웨어관련 제품들이 발표되고 있으나, 아직 이들 미들웨어와 연동할 수 있는 정보가전 기기들은 미비한 실정이다[2]. 정보가전 제어 미들웨어에서는 다양한 형태의 정보가전기에 편리하게 적용할 수 있고 소프트웨어 적으로 기기의 기능 갱신이 가능하도록 플랫폼 독립적인 수행 환경이 제공되어야만 한다. 이러한 요구사항을 지원하기 위해, 본 논문에서 정보가전기기 및 이들의 제어를 위해 사용된 TMO 스킴과 TMOSM은 실시간 지원 분산 서비스 플랫폼

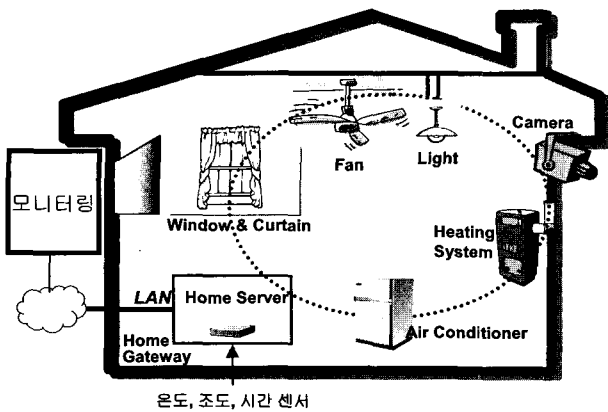
으로, TMO 모델이 가지고 있는 간단하고 강력한 객체지향 프로그래밍 기술을 이용하여 정보가전으로 동작되는 객체를 임베디드 또는 독립된 객체들로 구현하여 기기 사이의 자치적인 동작과 실시간 서비스를 동시에 제공할 수 있도록 한다.

### 3. 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 설계

본 장에서는 TMO와 TMOSM을 기반으로 분산 환경에서 실시간 정보가전 제어서비스를 위한 물리적 시뮬레이션 환경을 정의하고[12, 13], 시뮬레이터 내에 정보가전기기들로 구현되는 TMO들의 구조 및 TMOSM을 통한 그들 간의 상호작용을 설명한다. 앞서 설명한바와 같이 TMO 스킴과 TMOSM은 실시간 특성을 객체 자체적으로 갖도록 개발된 모델로서 가정에서 동작 될 정보가전기기들에 포팅하여 메모리나 CPU와 같은 컴퓨팅 자원의 요구를 최소화 시킬 수 있으며, 단순하고 간단한 프로그래밍 구조를 제공하여 정보가전들에 세부적이고 실시간적인 동작 특성을 편리하게 구현할 수 있다.

#### 3.1 실시간 정보가전 제어 환경

실시간 정보가전 제어를 위한 서비스 환경에서 홈 네트워크 상에 존재하는 정보가전기기들은 사용자의 실시간 요구 사항을 만족시키기 위해 TMO 기반 정보가전 동작 객체들로 구현되어 원격 상호동작 한다. 이때, 제어 서비스 별로 정보가전 동작 객체들을 논리적인 그룹으로 고려한다면, 가정 내에서 제공될 수 있는 정보가전 기기들의 지원 서비스를 효율적으로 관리할 수 있을 것이다. 우리는 이와 같은 서비스 별 객체그룹 모델링을 통한 효율적인 분산응용 관리 기술들을 연구해왔다[14, 15, 16]. 본 논문에서도 응용을 하나의 그룹 개념인 제어 서비스별로 관리하도록 한다. (그림 3)은 본 논문에서 고려한 실시간 정보가전 제어 서비스를 위한 물리적 환경을 보여준다.



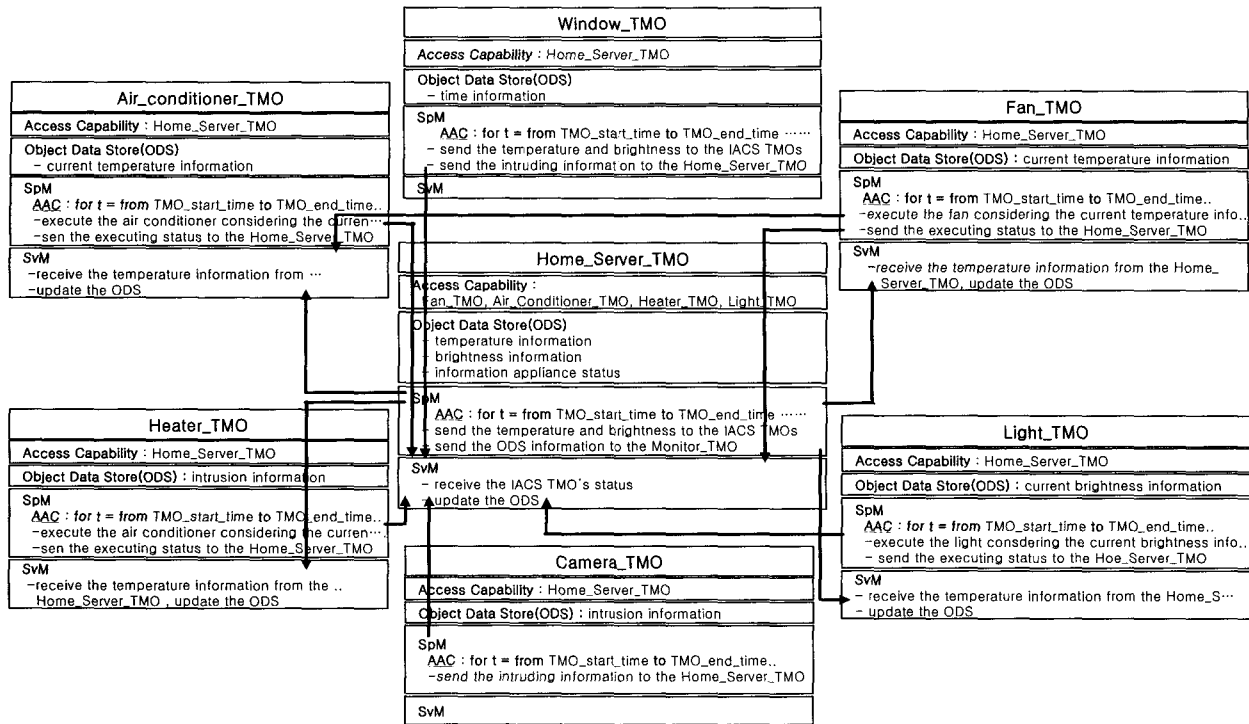
(그림 3) 실시간 정보가전 제어서비스 지원 물리적 환경

정보가전기기들에 대한 관련 제어서비스를 제공하기 위해, 각 정보가전 동작 TMO들은 자체적인 실시간 제약 조건

을 가지며 이들을 관리하고 객체상태와 서비스 수행결과를 모니터링하기 위한 홈 서버가 존재한다. 정보가전 동작 TMO 들은 온도, 조도 및 시간의 변화에 따라 자체적인 제약조건을 참조하여 제어서비스를 수행한다. 이러한 관련 제어서비스를 수행하기 위해서는 시간, 온도 및 조도에 대한 시뮬레이션 파라메타가 제공되어야 한다. (그림 3)에 보인 것처럼, 에어컨, 선풍기, 히터는 온도관리 제어서비스, 전등은 조도관리 제어서비스, 그리고 창문의 개폐는 시간관리 서비스를 통하여 동작된다. 방범카메라의 경우는 조도와 시간관리 제어서비스를 각각 또는 병행하여 동작된다.

#### 3.2 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 구성요소

본 시뮬레이터의 구성요소로서, Home Server TMO는 가정 내 모든 정보가전 동작 TMO들의 관리를 책임진다. 홈 서버 객체를 통하여 주거생활 정보인 온도, 조도 및 시간정보와 정보가전 동작 TMO들의 상태정보가 관리되며, 정보가전들의 서비스 결과를 수집하여 모니터링한다. Home Server TMO로부터 정보가전 동작객체들에게 전달되는 입력 파라메타는 구조체 정보(온도, 시간, 조도)로서 각 동작객체별 수행 특성에 따라 필요한 정보를 사용한다. 본 시뮬레이터에서 정보가전 동작 TMO들은 Home Server TMO와 상호동작하여 주거환경을 관리한다. Air Conditioner TMO, Heater TMO와 Fan TMO는 온도관리 제어서비스를 지원하기 위해 에어컨, 히터, 선풍기의 동작을 제어하는 정보가전 동작 TMO들로 Home Server TMO로부터 전달받은 온도정보를 주기적으로 확인하여 정해진 기준온도에 따라 자발적으로 동작한다. Air Conditioner TMO는 기준온도에 따라 에어컨을 동작시켜 실내 온도를 관리하며, Fan TMO와 상호작용해 실내의 온도를 낮추는 역할을 수행한다. Fan TMO는 실내온도가 기준온도 이상으로 올라가면 선풍기를 작동해 주위온도를 낮추도록 한다. Fan TMO의 동작 중에도 계속해서 실내온도가 상승할 경우 동작을 멈추고 동작상태 정보를 Home Server TMO와 Air Conditioner TMO에게 전달하여 에어컨이 동작되도록 한다. Heater TMO 또한 온도관리 제어서비스에 사용되는 정보가전 동작 TMO로서 실내온도가 기준 이하로 떨어지면 히터를 동작시켜 실내온도를 높여준다. 조도관리 제어서비스를 수행하는 Light TMO는 지정된 조도를 기준으로 Home Server TMO가 보내준 실내 환경정보 중 조도정보를 주기적으로 확인하여 동작한다. 시간관리 제어서비스에 의해 동작되는 Window TMO는 실내 공기를 항상 쾌적하게 유지시키기 위해 정의된 시간에 주기적으로 창문을 개폐하여 실내 공기를 환기시킨다. 위와 같은 동작은 주간에 수행되며, 야간에는 보안을 위해 동작을 멈춘다. Camera TMO는 조도와 시간관리 서비스를 통하여 동작한다. Camera TMO는 Home Server TMO로부터 전달받은 시간정보와 조도정보를 기반으로 명시된 조건에 따라 동작하여 가정 내 불법적인 침입자를 탐지하는 방범업무를 수행한다. (그림 4)는 각 정보가전 동작 TMO들의 구조 및 세부 기능, 그리고 그들 간의 상호동작을 보인다.

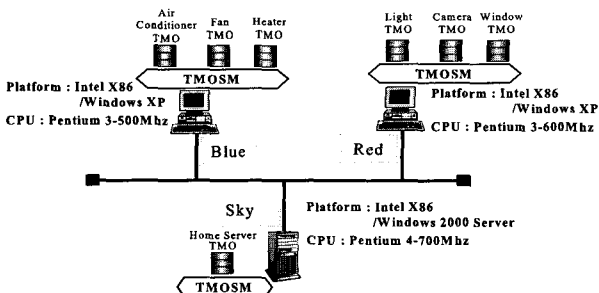


(그림 4) 정보가전 동작 TMO들의 구조 및 원격 상호동작

각 정보가전 동작 TMO들은 지원하는 제어서비스의 특성에 따라 해당 ODS에 온도, 조도 및 시간정보를 보관한다. 주기적인 동작특성을 갖는 SpM에서는 ODS에 저장된 정보를 확인하며 수행조건에 따라 해당 정보가전 동작객체들을 구동/정지 시키며, SvM에서는 각 TMO들의 동작에 요구되는 정보를 전달받아 ODS에 저장하는 역할을 수행한다.

#### 4. 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 구현 및 수행

본 장에서는 홈 네트워크 환경에서 실시간 정보가전 제어 서비스를 위한 시뮬레이터 구성요소들인 정보가전 동작 TMO들과 이를 그룹관리 및 제어하는 Home Server TMO를 구현한다. 그리고 물리적 분산시스템 환경에서 주어진 제어서비스별로 정보가전 동작 TMO들을 서버시스템들에 구현하여 그들의 상호동작을 통한 수행결과를 확인한다.



(그림 5) 정보가전 제어 시뮬레이터의 물리적 분산시스템 수행환경

온도관리 제어서비스를 위해 동작하는 Air Conditioner TMO, Fan TMO, Heater TMO는 하나의 서버시스템(Blue)에, 조도관리 및 시간관리 제어 서비스를 위해 동작하는 Light TMO 및 Camera TMO, Window TMO는 다른 서버시스템(Red)에, 그리고 이들을 관리하고 제어할 Home Server TMO는 세 번째 서버시스템(Sky) 상에 각각 구현하여 실행되도록 하였다. (그림 5)는 본 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 수행을 위해 각 서비스를 지원하는 서버시스템들로 이루어진 물리적 분산시스템 수행환경을 나타낸다.

##### 4.1 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 파라메타 정의

실시간 정보가전 제어 시뮬레이터 내에 정보가전기기로 구현된 정보가전 동작 TMO들의 수행조건은 주어진 온도, 조도, 시간 값에 의해 정의된다. 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 수행결과로부터 TMO 정보가전 동작객체들의 자치적인 동작상태와 환경정보를 확인할 수 있다. 본 시뮬레이터에서 각 정보가전 TMO들의 동작은 아래 <표 1, 2>와 같이 시간의 경과에 따른 자연조건의 온도와 조도 상승 또는 감소 변화량을 측정하여 수행시키도록 하였다. <표 3>은 정보가전 TMO들이 동작 할 동안 온도 변화량이며 동작세기(강, 중, 약)에 따라 시간당 온도변화량을 다르게 설정하였다. <표 1, 2, 3>에서 주어진 변화량들은 단지 시뮬레이터의 수행상태를 보이기 위해 임의로 정의된 파라메타이며, 물리적 센서를 사용할 경우, 이 값들은 온도와 조도 센서에서 읽어온 값이 될 것이다. 본 논문에서 주어진 파라메타들은 단지 개발된 시뮬레이터의 동작과 수행검증을 위해 사용된다.

<표 1> 시간별 실내 온도 변화량

시 간	온 도 변 화 량(min)
06시이상 - 11시미만	+0.015℃
11시이상 - 15시미만	+0.025℃
15시이상 - 06시미만	-0.015℃

<표 2> 시간별 실내 조도 변화량

시 간	조 도 변 화 량(min)
06시이상 - 10시미만	+0.21lx
17시이상 - 19시미만	-0.42lx
19시이상 - 06시미만	-

<표 3> 정보가전 TMO의 동작에 따른 실내 온도변화량

정보가전 동작 TMOs	온 도 변 화 량(min)		
	강	중	약
Air Conditioner TMO	-0.44℃	-0.33℃	-0.22℃
Fan TMO	-0.22℃	-0.16℃	-0.11℃
Heater TMO	+0.55℃	+0.44℃	+0.33℃

4.2 정보가전 동작 TMO들의 수행조건 및 과정

본 절에서는 구현된 시뮬레이터에서 각 정보가전 TMO들의 동작과 관련하여 온도, 조도, 시간관리 제어서비스별 TMO간 분산 상호동작에 대한 수행조건을 보인다. Home Server TMO는 각 동작 TMO에게 온도, 조도, 시간 정보를 주기적으로 전송할 뿐 아니라, 시뮬레이터를 전반 제어하고 그들의 수행상태를 모니터링한다. 먼저 온도, 조도 및 시간 별 제어서비스를 지원하는 정보가전 동작 TMO들의 수행조건 및 과정을 설명한다. 첫째, 온도관리 제어서비스에서 Air Conditioner TMO의 수행조건은 실내 온도가 27℃ 이상이 되면 동작을 시작하고 23℃ 이하가 되면 수행을 정지한다. Fan TMO는 25℃에서 동작을 수행하고 27℃이상 또는 20℃ 이하에서 동작을 정지하도록 하였다. Heater TMO는 12℃에서 동작을 시작하여 18℃에서 동작이 멈추도록 하였다. 둘째, 조도관리 제어서비스에서 Light TMO의 수행조건은 40lx 미만일 때 전등이 켜지고, 그 이상일 때 꺼지도록 동작된다. 기준조도 40lx는 가정 내에서 사물의 구분이 명확하지 못할 정도의 어두운 상태를 의미한다. 마지막으로 시간관리 서비스로서 방범카메라인 Camera TMO의 작동은 사용자가 설정한 시간에 따라 동작 및 정지하거나, 또는 항시 동작상태를 유지시키도록 하였다. Window TMO는 매 30분마다 5분 동안 창문을 열도록 한다. 각 TMO들의 수행조건은 <표 4>와 같다. 표에서 ON과 OFF는 각 TMO의 수행조건(온도, 조도, 시간)에 따라 시작과 정지하는 시점을 의미한다. 예로서, Air Conditioner TMO는 임계온도 27℃에서만 ON이 되고 23℃에서만 OFF됨을 나타낸다.

<표 4> 정보가전 동작 TMO들의 수행조건

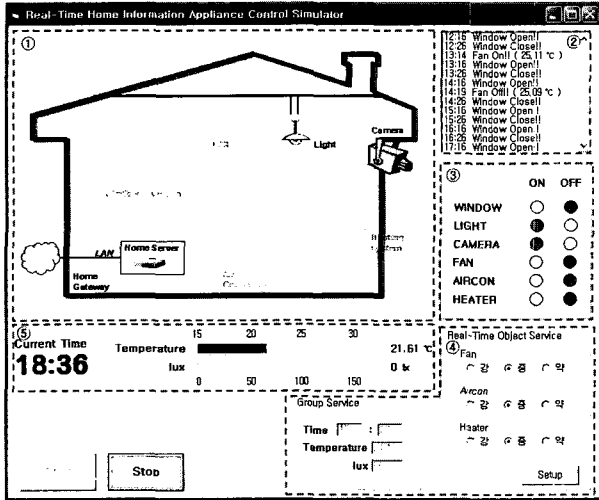
정보가전 동작 TMOs	수 행 조 건	
Air Conditioner TMO	ON	27℃ 이상
	OFF	23℃ 이하
Fan TMO	ON	25℃ 이상
	OFF	20℃ 이하 or 27℃ 이상
Heater TMO	ON	12℃ 이하
	OFF	18℃ 이상
Light TMO	40lx 이하 ON	
Camera TMO	설정된 시간에 따라 ON	
Window TMO	30분마다 5분 동안 ON	

<표 4>에서 나타난 수행조건은 각 TMO에서 SpM 내의 AAC에서 참조하여 정보가전 TMO를 동작시킨다. 이들 수행조건들을 만족하면 각 TMO는 능동적(active)으로 수행되며, 수행조건 값인 온도, 조도 및 시간은 Home Server TMO로부터 주기적으로 받게 된다. TMO 스킴의 특징요소 중 하나는 홈 서버의 중간 개입없이 서로 다른 TMO들내에 정의된 AAC 조건에 의해 각자의 SpM과 SvM을 통해 분산 메시지 전달이 가능하다. 예로서, 초기에 Home Server TMO에서 온도정보(24℃)를 온도관리 제어서비스를 수행하는 TMO들에게 보낸다. Air Conditioner TMO와 Fan TMO는 온도정보를 받아 조건을 검사한다. 24℃는 각 동작 TMO들의 수행조건이 되지 않으므로 정지 상태에 있게 된다. 그 후 다음 온도 값으로 25℃를 받았을 때, Fan TMO가 AAC에 정의된 수행조건에 따라 동작된다. Fan TMO의 동작에도 불구하고 온도가 상승하여 27℃가 되면 Fan TMO는 수행을 정지하고 Air Conditioner TMO에게 메시지를 보내 동작을 요청한다. 이 과정은 Fan TMO 내의 SpM에 의해 Air Conditioner TMO내의 SvM을 호출하는 과정으로 (그림 4)를 참조한다. 다른 정보가전 동작 TMO들 역시 온도, 조도 또는 시간 파라메타에 의해 <표 4>의 수행조건에 따라 동작 및 정지하며, 주어진 수행조건은 사용자가 변경할 수 있으므로 원격으로 본 시뮬레이터의 정보가전 동작 TMO들에 대한 실시간 제어가 가능하다.

4.3 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 실행결과

본 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 구현을 위해서, 우리는 UC at Irvine의 DREAM Lab.에서 개발된 TMO 스킴과 TMOSM을 기반으로 분산 실시간 서비스 지원 플랫폼 상에서 정보가전들의 동작과 그들 간의 원격 상호동작을 설계했고, 물리적 분산시스템 상에 시뮬레이션 환경을 구축했다. 본 시뮬레이터의 수행 의미는 실시간 정보가전 제어 및 모니터링 서비스의 성능보다는 서비스별 동작 제어되는 정보가전들의 수행과 그들 간의 원격호출에 대한 요청 및 응답이 정확하게 수행하는지를 보이기 위함이다. (그림 6)은 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 실행결과 GUI를 보인다

다. 본 시뮬레이터의 화면구성은 ① 홈 자동화 패널, ② TMO 수행정보 패널, ③ TMO 수행상태 패널, ④ 정보가전기기 동작세기조절 패널 및 맞춤형 환경제어 패널, 그리고 ⑤ 환경정보(온도계, 조도계 및 현재시간) 패널들로 이루어졌다.



(그림 6) 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 GUI

홈 자동화 패널은 정보가전기기들의 물리적인 수행환경에 대한 메타포로 각각의 기기들을 아이콘화하여 가상공간에 표현하였다. 이들 정보가전기기들의 동작과 정지 상태는 유채색과 무채색으로 각각 표시된다. 현재 전등과 방범카메라의 작동을 아이콘화하여 보여주고 있다. TMO 수행정보 패널은 Home Server TMO로부터 각 정보가전 동작 TMO들 간에 주고받는 파라미터 정보나 상태정보를 텍스트 형 자료로 보인다. TMO 수행상태 패널은 현재 시뮬레이션 화면에 표시되는 정보가전들의 실행 상태를 ON과 OFF로 표현하였다. 정보가전기기 동작세기조절 패널에서 사용자는 원격 또는 로컬 접속을 통해 에어컨, 선풍기 또는 히터 등의 동작세기를 3단계(강/중/약)로 설정하여 조건에 따라 시간당 온도 증감의 차가 크거나 작게 동작시키며, 맞춤형 환경제어 패널에서는 사용자가 희망하는 온도/조도를 입력받아 해당 정보가전 동작 TMO들을 상호동작시켜 맞춤형 환경제어 서비스를 제공한다. 환경정보 패널에는 현재 온도와 조도의 변화를 나타내는 막대형 그래프로 온도계와 조도계가 보이며, 현재 시간이 표시되고 있다.

실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 실행결과로부터, TMO 스킴에 의해 구현된 정보가전 동작 TMO들이 온도, 조도 및 시간특성을 이용하여 개별 TMO의 AAC내에 설정된 수행조건이 만족할 때 능동적으로 동작하여 자신의 기능을 정확히 수행함을 보였다.

5. 결 론

초고속 인터넷의 광범위한 보급과 함께 유비쿼터스 컴퓨팅 지원 임베디드 시스템 개발연구가 급속하게 추진되고 있

다. 특히, 가정중심의 홈 네트워킹과 함께 정보가전기기 제품들이 디지털 환경에 적용되면서 이들의 유/무선 인터넷과의 연결이 자연스러워져, 보다 고성능 다기능화된 정보가전기기 제품으로 거듭나고 있다. 이런 기술적 요구를 수용하기 위해서는 실시간 운영체제, 표준 홈 네트워크 프로토콜 및 컴포넌트 기반 미들웨어의 도입이 무엇보다도 필요하다. 그러나 위와 같은 기술들은 컴퓨팅 능력이 부족한 정보가전기기에는 내장하기 어렵고, 미들웨어와 응용수준에서의 실시간 서비스를 보장하지 못했다.

이러한 문제점을 해결하고자, 우리는 분산 실시간 서비스를 지원하는 TMO 스킴을 기반으로 정보가전 서비스 객체들의 구조와 기능을 명세했고 객체 간의 상호작용을 설계했으며, 정보가전기기들의 제어 및 관리 서비스를 수행하기 위해 분산 실시간 서비스 지원 플랫폼인 TMOSM 상에서 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터를 구축하였다. 마지막으로, 구축된 정보가전 제어 시뮬레이터를 물리적 분산시스템 환경에서 시뮬레이션 했다. 시뮬레이터의 실행결과로부터 TMO 스킴에 의해 구현된 정보가전 동작 TMO들은 온도, 조도 및 시간특성을 이용하여 각각의 AAC내에 설정된 수행조건이 만족할 때, 자발적인 동작으로 자신의 능동적 기능을 정확히 수행함을 보였다. 또한 TMOSM 지원 하에서 Home Server TMO는 다른 정보가전 동작 TMO들과 일대다의 원격 상호동작 인터페이스를 제공함은 물론, 홈 서버의 개입 없이 정보가전 동작 TMO들(예, Air Conditioner TMO와 Fan TMO) 간에 직접 원격 상호작용이 가능함을 확인하였다. 즉, 본 시뮬레이션 환경은 중앙제어식 환경을 탈피하여 Home Server TMO가 수행되는 서버시스템의 병목현상을 제거할 수 있었다. 결과적으로 본 시뮬레이터로부터, 실시간 TMO 스킴을 기반으로 한 분산 실시간 서비스 지원 플랫폼 환경에서 실시간지원, 분산 객체지원, 원격제어 서비스 지원을 통해 실시간 정보가전 제어 환경을 편리하게 구축할 수 있음을 보였으며, 구축된 분산 플랫폼 상에서 정보가전기기들의 실시간 제어 및 모니터링 서비스가 주어진 수행조건에 따라 그 과정이 정확하게 수행하는지를 확인하였다. 따라서 우리가 구축한 시뮬레이션 환경은 실제 가정 환경에 적용 및 확장 시킬 수 있는 표준 정보가전 제어 모델로 채택이 가능하다.

이후 연구로 다른 정보가전들을 추가하여 수행과정을 시뮬레이션하고, 실제 주거환경에 적용하여 유/무선 기반 홈 네트워크 환경에서 필드 테스트를 수행하고자 한다. 또한 본 논문의 시뮬레이터에서 제시한 온도관리, 조도관리, 시간관리 제어서비스별로 구현된 정보가전 동작 TMO들의 효율적 그룹관리와 실시간 서비스를 지원하기 위해 분산 객체그룹 관리 모델을 적용하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 홍성수, "정보가전기기를 위한 실시간 운영체제 및 미들웨어", 정보처리학회지, 제8권 제1호, pp.48-58, 2001.

[2] 문경덕, 배유석, 김채규, "홈 네트워크 제어 미들웨어 개요 및 표준화 동향", 정보처리학회지, 제8권 제5호, pp.45-52, 2001.

[3] 손영성, 박준희, 이창은, 문경덕, "홈네트워크 미들웨어 연동 서비스", 정보처리학회논문지, 제9권 제1호, pp.1077-1080, 2004.

[4] Jini, "About Jini Network Technology," <http://www.jini.org/about/technology.html>, 2004.

[5] HAVi, "About HAVi(Home Audio Video Interoperability)," <http://www.havi.org/about/aboutoverview.asp>, 1999.

[6] UPnP, "About UPnP Technology," <http://www.upnp.org/about/default.asp>, 2004.

[7] OSCi, "Open Services Gateway Initiative(OSGi) Specification Overview-Version1.0," <http://www.osgi.org/about/specoverview.pdf>, 2004.

[8] K. H. Kim, Ishida, M., and Liu, J., "An Efficient Middleware Architecture Supporting Time-Triggered Message-Triggered Objects and an NT-based Implementation," In Proc. of the IEEE CS 2nd International Symposium on Object-oriented Real-time distributed Computing(ISORC'99), pp.54-63, 1999.

[9] K. H. Kim, "Object Structures for Real-Time Systems and Simulators," Journal of IEEE Computers, Vol.30, No.8, pp.62-70, 1997.

[10] K. H. Kim, Juqiang Liu, and Masaki Ishida, "Distributed Object-Oriented Real-Time Simulation of Ground Transportation Networks with the TMO Structuring Scheme," In Proc. of the IEEE CS 23rd International Computer Software&Applications Conference(COMPSAC'99), pp.130-138, 1999.

[11] K. H. Kim, "The Distributed Time-Triggered Simulation Scheme: Core Principles and Supporting Execution Engine," The International Journal of Time-Critical Computing Systems, Vol.26, No.1, pp.9-28, 2004.

[12] 정은재, 신창선, 주수중, "TMO 스키마기반의 실시간 정보가 전기기 제어 시뮬레이터의 설계", 정보처리학술지, 제10권 1호, pp.147-152, 2003.

[13] 장재호, 임정택, 신창선, 주수중, "실시간 객체기반에서 정보가 전기기들의 그룹관리모델", 정보처리학술지, 제11권 1호, pp.1303-1306, 2004.

[14] C. S. Shin, S. C. Joo, and Y. S. Jeong, "A TMO-based Object Group Model to Structuring Replicated Real-Time Objects for Distributed Real-Time Applications," Lecture Notes in Computer Science, Vol.3033, pp.918-926, 2003.

[15] C. S. Shin, M. S. Kang, C. W. Jeong, and S. C. Joo, "TMO-Based Object Group Framework for Supporting Distributed Object Management and Real-Time Services," Lecture Notes in Computer Science, Vol.2834, pp.525-535, 2003.

[16] C. S. Shin, C. W. Jeong, and S. C. Joo, "Construction of Distributed Object Group Framework and Its Execution

Analysis Using Distributed Application Simulation," Lecture Notes in Computer Science, Vol.3207, pp.724-733, 2004.



### 신 창 선

e-mail : csshin@sunchon.ac.kr

1996년 우석대학교 전산학과(학사)

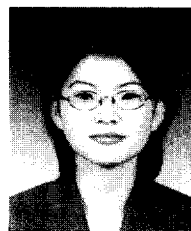
1999년 한양대학교 컴퓨터교육과(석사)

2004년 원광대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)

2004년~2005년 원광대학교 전기·전자 및  
정보공학부 강의교수

2005년~현재 순천대학교 정보통신공학부 전임강사

관심분야 : 분산 실시간 컴퓨팅, 시스템통합, 분산객체모델



### 김 윤 미

e-mail : lovelycloud@hanmail.net

1999년 우석대학교 전산학과(학사)

2001년 원광대학교 컴퓨터교육과(석사)

2004년~현재 전북대학교 실버공학연구  
센터 연구원.

관심분야 : 분산컴퓨팅, WBI, ICT교육



### 류 은 순

e-mail : spoon2k@hanmail.net

1999년 원광대학교 컴퓨터공학과(학사)

2001년 원광대학교 전자계산교육과(석사)

2004년~현재 전북대학교 실버공학연구  
센터 연구원

관심분야 : 분산컴퓨팅, 멀티미디어 데이  
터베이스, ICT교육



### 주 수 중

e-mail : scjoo@wonkwang.ac.kr

1986년 원광대학교 전자계산공학과(학사)

1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)

1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)

1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc.

2003년 미국 University of California at Irvine, Visiting Professor.

1990년~현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수

관심분야 : 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화,  
멀티미디어 데이터베이스