

TMO 스키마 기반의 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 설계 및 구현

정은재*, 신창선*, 주수중*

*원광대학교 전기·전자 및 정보공학부

e-mail:{hipster, csshin, scjoo}@wonkwang.ac.kr

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

Eun-Jae Jung*, Chang-Sun Shin*, Su-Chong Joo*

*School of Electrical, Electronic and Information Engineering, Wonkwang University

요 약

본 논문에서는 분산 실시간 서비스를 지원하는 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 객체를 기반으로 정보가전 기기들을 관리하기 위한 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터를 설계 및 구현한다. TMO 객체는 기존 객체를 확장한 실시간 특성을 자체적으로 가지는 객체로 UCI의 DREAM 연구소에서 제안한 분산 실시간 객체이다. 이러한 TMO 객체를 기반으로 TMOSM(TMO Support Middleware) 상에서 실시간 정보가전 제어를 위한 TMO 객체들의 상호 동작과 실시간 속성을 설계하여 보장된 실시간 서비스를 지원하도록 한다. 본 시뮬레이션 모델은 온도제어, 조도제어, 방법제어 서비스를 지원하는 컴포넌트들로 구성된다. 온도제어 서비스를 위해 Fan_TMO와 Air_Conditioner_TMO, Heater_TMO가 상호 작용하여 적정 실내 온도를 유지하도록 하며, 조도제어 서비스를 위해 Light_TMO가 조도의 변화에 따라 동작하여 일상생활에 적당한 조명 환경을 제공한다. 또한 방법제어 서비스를 위해 Camera_TMO가 정해진 시간을 주기적으로 동작하여 방법 활동을 수행한다. 그리고, 각각의 TMO 정보가전 객체들의 동작을 관리하고 서비스 수행 결과를 모니터링 하는 Home_Server_TMO가 존재한다. 마지막으로 설계된 시뮬레이션 환경을 구현하여 본 모델의 실시간 정보가전 제어 서비스를 정확하게 지원하는지를 검증한다. 제안한 시뮬레이션 환경은 일반 정보가전 기기를 추가 작업 없이 실시간 서비스 지원 객체로 적용할 수 있는 모델이다.

1. 서론 및 관련연구

최근 컴퓨터 기술의 급속한 발달로 일반 정보가전 제품과 컴퓨터의 경계를 허물려는 노력이 급속도로 진행되고 있다. 이러한 홈 네트워킹 기술은 정보가전 제품들을 하나의 네트워크에서 관리하여 서비스를 지원하도록 한다. 이를 반영하여 현재의 정보가전 기기는 인터넷과 홈 네트워크에 접속되기 위하여 설계되고 개발되어진다. 최근 다양한 홈 네트워크 기술이 출현하고 있으며, 시장 점유를 위해서 경쟁적인 관계로 발전하고 있다. 또한, 정보가전 기기의

다양성은 매우 복잡한 분산 환경을 요구하고 있으며 동적인 네트워크를 형성하여야만 서비스를 지원 받을 수 있다. 이러한 기술적 요구를 수용하기 위해서는 실시간 운영체제, 표준 홈 네트워크 프로토콜 및 컴포넌트 기반 미들웨어의 도입이 필요하다[1]. 홈 네트워크를 위한 대표적인 미들웨어 기술로 썬 마이크로시스템이 지원하는 지니(Jini), 에슬론이 제안한 지적 분산 제어를 위한 네트워크 기술인 LonWorks, 소니와 필립스가 제정한 HAVi(Home Audio Video interoperability), 그리고 마이크로소프트가 지원하는 UPnP(Universal Plug and Play)가 있다[2,3]. 그러나 위와 같은 미들웨어는 정보가전 기기에 과도한 컴퓨

*본 연구는 2002년 정보통신부에서 지원하는 기초기술연구지원사업(C1-2002-105-007-3)으로 수행되었음.

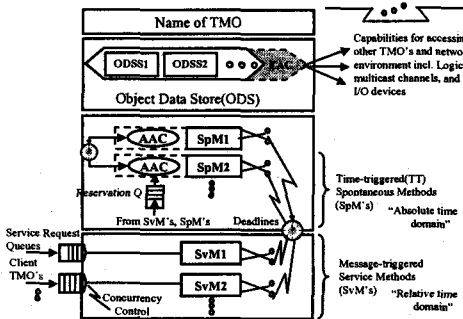
팅 능력을 요구하고 있어서 전구나 각종 센서 등 컴퓨팅 능력이 부족한 정보가전에는 내장하기 어렵고, 미들웨어와 어플리케이션 수준에서의 실시간 서비스를 보장하지 못했다. 위에서 제시한 문제점을 해결하고자, 본 논문에서는 정보가전 기기들이 분산 환경에서 실시간 특성을 만족하고, 기반 통신 하부구조에 독립적으로 미들웨어 레벨에서 분산 실시간 서비스를 지원하는 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 기반 실시간 정보가전 제어 환경을 구축하고 시뮬레이션 한다[4].

2. 배경연구

본 장에서는 연구의 기반이 되는 실시간 정보가전 제어 서비스를 지원하는 TMO 객체의 개념과 TMO 정보가전 객체들간 상호작용을 설계하고, TMO 객체의 서비스 수행을 위한 기반환경인 TMOSM(TMO Support Middleware)의 구조를 설명한다.

2.1 TMO 객체 스키마

TMO 객체는 미국 UCI의 DREAM 연구소에서 제안했으며, 기존 객체 모델의 확장으로, 실시간 특성을 자체적으로 가지는 분산 컴퓨팅 객체이다. 기존 객체는 클라이언트의 서비스 요청에 의해서만 동작하지만, TMO 객체는 기존 객체 모델이 가지고 있는 클라이언트의 서비스 요청 메시지를 처리하는 SvM(Service Method)과 함께 객체에 정의된 시간에 자발적으로 동작하는 SpM(Service Method)을 추가적으로 가진다. TMO 객체의 기본 구조는 그림 1과 같고 다음의 5부분으로 구성된다[5].



(그림 1) TMO 객체 구조

- ① ODS(Object Data Store) : 객체의 상태나 속성 정보 저장을 위한 공통 정보 저장소.
- ② AAC(Environment Access Capability) : 원격 객체 메소드, 통신채널, I/O 장치 인터페이스에 호출 경로를

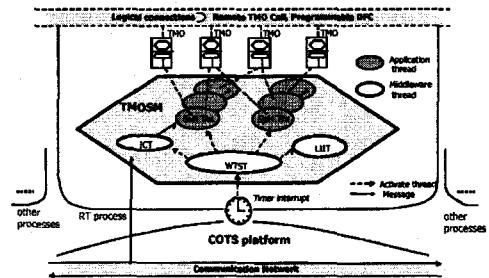
제공하는 게이트(gate) 리스트.

- ③ AAC(Autonomous Activation Condition) : SpM의 주기적인 동작을 위한 시간 정의.
- ④ SpM(Spontaneous Method) : 주기적으로 실시간 동작하는 시간 트리거 메소드.
- ⑤ SvM(Service Method) : 외부의 서비스 요청에 응답하는 메시지 트리거 메소드.

ODS는 SpM과 SvM에 의해 접근될 수 있는 공통 정보 저장소로 SpM과 SvM이 동시에 접근할 수 없으며, SpM이 SvM보다 ODS 접근에 대해 우선권을 갖는다. 즉 TMO 객체의 메소드는 ODS에 접근 시 BCC(Basic Concurrency Constraint)를 준수한다. EAC는 다른 TMO 객체에 접근하기 위해 네트워크상의 통신 채널이나 I/O 장치의 인터페이스 호출을 책임진다. SpM과 SvM은 메소드들의 리스트로 TMO 객체는 여러 개의 SpM과 SvM을 가질 수 있다. TMO 객체는 SpM의 처음에 위치하는 AAC에 SpM의 동작 시간을 명세하여 기존 객체와 구별되는 실시간 객체로 구현한다[6].

2.2 TMOSM(TMO Support Middleware)

TMOSM은 플랫폼이나 운영체제의 제약 없이 TMO 객체의 실시간 서비스를 지원하기 위한 미들웨어로 COTS(Commercial-Off-The-Shelf) 플랫폼에서 적용할 수 있는 미들웨어이다. TMOSM의 기본 구조는 그림 2와 같다.



(그림 2) TMOSM의 기본 구조

TMOSM에서 제공하는 스레드로 어플리케이션 스레드(Application Threads)와 미들웨어 스레드(Middleware Threads or System Threads)가 존재한다. 어플리케이션 스레드는 해당 TMO 객체의 SpM과 SvM에 스레드의 할당을 책임진다. 미들웨어 스레드는 타임 슬라이스의 구동을 위해 TMOSM의 시작 시간에 고정되어 주기적으로 운영되며,

TMOSM이 실시간 서비스를 지원하기 위해 포함하는 함수들의 구동을 책임진다. 미들웨어 스레드의 종류와 주요 기능은 다음과 같다.

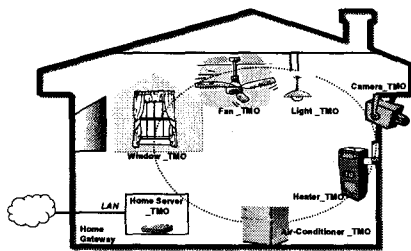
- WTST(Watchdog Timer & Scheduler Tread) : TMOSM의 모든 다른 스레드의 동작이나 스케줄링을 관리하고, 마감시간 위반을 검사한다.
- ICT(Incoming Communication Thread) : 서비스 객체에 통신 네트워크를 통하여 들어오는 메시지를 분산 관리한다.
- LIIT(Local I/O Interface Thread) : 문자열 I/O, 디스크 I/O과 같은 로컬 입·출력 동작을 관리한다.
- VMST(Virtual Main System Thread) : 위의 세 개의 스레드에 이용되지 않는 모든 타임 슬라이스에 스레드를 제공한다.

3. 실시간 정보가전 제어 서비스

본 장에서는 정의된 TMO 객체와 TMOSM의 지원 서비스를 기반으로 분산 환경에서 실시간 정보가전 제어 서비스를 위한 시뮬레이션 환경을 설계하고, 서비스를 지원하는 TMO 정보가전 객체들의 구조와 상호작용을 정의하여 실시간 정보가전 시뮬레이터를 구축한다.

3.1 실시간 정보가전 제어 환경

실시간 정보가전 제어 환경에서 홈 네트워크 상에 존재하는 정보가전 기기들은 사용자의 실시간 요구 사항을 만족시키기 위해 TMO 기반 정보가전 객체들로 구현되어 상호 동작한다. 그림 3은 본 연구에서 고려한 정보가전 제어 서비스 환경을 보여준다.



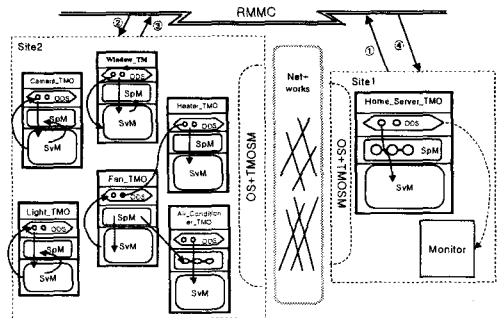
(그림 3) 실시간 정보가전 제어 환경

각각의 TMO 정보가전 객체들은 자체적인 시간제약 조건을 가지며, 이들을 관리하고 객체 상태와 서비스 수행 결과를 모니터링하기 위한 홈서버가 존재한다. TMO 정보가전 객체들은 시간과 온도, 조도의 변화에 따라 온도제어 서비스, 조도제어 서비스, 방법제어 서비스를 지원한다. 온도제어 서비스는 가정에서 일상 생활에 적당한 온도를 유지하도록 하며

본 연구에서는 24℃를 기준으로 실내 온도의 변화에 따라 선풍기와 에어컨, 히터가 동작하게 된다. 조도 제어 서비스는 50lux를 기준으로 조도의 변화에 따라 50lux 미만으로 떨어질 경우 전등이 동작하며, 50lux 이상에서 전등을 끄게 된다. 방법제어 서비스를 위해 사용자가 정의한 특정 시간에 주기적으로 방법 카메라가 작동된다. 또한 온도 변화와는 별도로 시간의 경과에 따라 실내 공기 환기를 위해 창문을 주기적으로 개폐하도록 한다.

3.2 구성요소

실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 구성 컴포넌트로, Home_Server_TMO는 가정에서 운영되는 모든 정보가전 기기를 제어하고 관리한다. 서비스 지원을 위해 ODS에 위치하는 온도, 조도 및 시간 정보를 주기적으로 확인하고 각 TMO 정보가전 객체들에게 해당 정보를 전송한다. 또한 TMO 정보가전 객체들의 동작 상태 및 서비스 결과를 수집하여 모니터링 한다. Air_Conditioner_TMO, Heater_TMO, Fan_TMO는 온도제어 서비스를 지원하기 위해 동작되는 TMO 객체들로 Home_Server_TMO로부터 전달받은 온도 정보를 각각의 ODS에서 주기적으로 확인하여 자치적으로 동작한다. 그리고, 조도제어 서비스를 위한 컴포넌트로 Light_TMO는 일정 조도 기준을 Home_Server_TMO로부터 전달받은 조도 정보를 ODS에 저장하고 주기적으로 확인하여 동작한다. 방법제어 서비스를 지원하기 위해 객체의 AAC에 명시된 시간에 주기적으로 동작하는 Camera_TMO가 존재한다. 또한 Window_TMO도 정의된 시간에 주기적으로 동작하여 실내 공기를 환기시킨다. 다음 그림 4는 실시간 정보가전 제어를 위한 객체들의 구조와 동작 과정을 나타내고 있다.

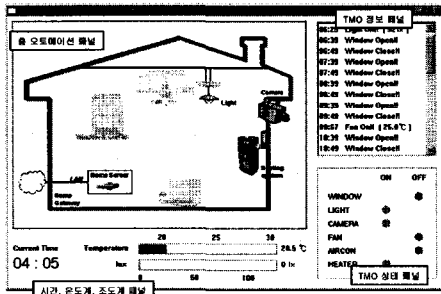


(그림 4) 실시간 정보가전 제어를 위한 객체구조 및 동작 과정

Home_Server_TMO는 주기적으로 Site2에 위치한 각 TMO 정보가전 객체들에게 온도, 조도, 시간 정보를 전송한다(①). TMO 정보가전 객체들은 Home_Server_TMO에서 전달받은 정보를 각각의 ODS에 저장하고(②), SvM은 ODS에서 해당 정보를 확인하여 서비스 수행을 결정하고 자신의 동작 상태를 SpM을 통해 Home_Server_TMO에 반환한다(③). Home_Server_TMO는 각각의 TMO 정보가전 객체들의 수행 결과는 ODS에 저장하고, 모니터링한다(④).

3.4 구현 및 시뮬레이션 결과

위에서 정의하고 설계한 정보가전 제어 시뮬레이터의 GUI(Graphic User Interface)는 아래 그림 5와 같고, 홈 오토메이션 패널, TMO 정보 패널, 온도계, 조도계 패널과 현재시간 패널, TMO 상태 패널로 구성된다.



(그림 5) 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 GUI

그림 5의 실시간 정보가전 제어 시뮬레이션 결과 정보는 다음과 같다. 현재 시간은 AM 04:05이고 온도는 20.5℃, 조도는 0lux이다. TMO 정보 패널에는 동작하고 있는 TMO 객체들의 정보가 표시되고 TMO 상태 패널에는 각 정보가전 TMO 객체들의 동작 상태를 보여준다. 위의 조건에서 Light_TMO와 Camera_TMO, 그리고 난방을 위해 Heater_TMO가 동작하고 있다.

4. 결론

실시간 정보가전 제어 환경은 분산된 정보가전 기기의 동작이 각각에 부여된 실시간 제약을 만족하도록 서비스를 수행하는 환경을 의미한다. 따라서 본 논문에서는 실시간 제약 조건을 만족시키기 위해 TMO 스키마를 기반으로 TMOSM 상에서 실시간 정보가전 제어 환경을 지원하는 시뮬레이터를 구현

했다. 본 모델의 구현을 위해 TMO 정보가전 객체들의 구조와 기능을 명세했고, 객체간 상호작용을 설계했다. 마지막으로, 시뮬레이터를 설계·구현하여 제안한 실시간 정보가전 제어 환경을 시뮬레이션 했다. 이를 통해 TMO 정보가전 객체들이 실시간 환경에서 자체적인 실시간 제약조건을 가지고, 주기적 또는 비주기적인 실시간 서비스를 정확히 지원하는 지 검증했다. 제안한 시뮬레이션 환경은 일반 정보가전 기기를 추가 작업 없이 실시간 서비스 지원 객체로 적용할 수 있는 모델이다.

이후 연구로 다른 TMO 정보가전 객체들을 추가하여 시뮬레이션하고, 각각의 TMO 객체들에 다양한 실시간 제약사항을 적용하여 보장된 실시간 서비스를 지원하는지 검증한다. 또한 시뮬레이터를 확장하여 실제 하드웨어와 연동을 통해 필드 테스트를 수행하고자 한다.

참고문헌

- [1] OSCi, "Open Services Gateway Initiative (OSGi) Specification Overview", Version1.0, <http://www.osgi.org/about/specoverview.pdf>.
- [2] 김정국, "실시간 시스템을 위한 미들웨어", 한국정보처리학회 지 제8권 제 5호, 2001, pp.30-37
- [3] 문경덕, 배유석, 김채규, "홈 네트워크 제어 미들웨어 개요 및 표준화 동향", 한국정보처리학회지 제8권 제5호, 2001, pp.45-52.
- [4] 박성호, 강순준, 박동환, 문경덕, "홈 네트워크에서 제어 네트워크와 데이터 네트워크의 상호 연동을 지원하는 미들웨어 구조", 한국정보과학회지 제19권 제 4호, 2001, pp.16-25
- [5] K.H.(Kane). Kim, Juqiang Liu, Masaki Ishida, "Distributed Object-Oriented Real-Time Simulation of Ground Transportation Networks with the TMO Structuring Scheme", In Proc. COMPSAC '99(IEEE CS 23rd Int'l Computer Software & Applications Conf.) 1999, pp.130-138.
- [6] K.H. Kim, Seok-Joong Kang, and Yucing Li, "GUI Approach to Generation of code-Frameworks of TMO", In Proc. 7th IEEE Int'l workshop on Object-oriented Real-Time Dependable systems (WORDS'02), 2002, pp.229-302.
- [7] C.S. Shin, M.S. Kang, Y.S. Jeong, S.H. Han, S.C. Joo, "TMO-Based Object Group Model for Distributed Real-Time Services", In Proc. IASTED int'l Conference Networks, Parallel and distributed Processing, and Applications(NPDPFA'02), 2002, pp.178-183.
- [8] 신창선, 강명석, 김명희, 주수종, "TMO 기반 분산 실시간 객체그룹 관리방안에 대한 연구", 한국인터넷정보학회 추계 학술발표논문집, Vol.2 No2, 2001, pp.123-126.
- [9] 강명석, 신창선, 주수종, "TMO 객체그룹 기반 분산 실시간 시뮬레이션 환경 구축", 한국인터넷정보학회 추계 학술발표논문집, Vol.3 No.2, 2002, pp. 7-11