

스마트 홈의 상황인식을 지원하는 능동 미들웨어 구조 설계

황길승^o 이금해
한국항공대학교 컴퓨터공학과
{avi94^o, khlee}@mail.hankong.ac.kr

The Design of a Active Middleware Architecture for Context-awareness in Smart Homes

Kilseung Hwang^o Keung Hae Lee
Department of Computer Engineering, Hankuk Aviation University

요 약

상황인식은 사용자에 적응된 컴퓨팅 환경 및 서비스를 가능하게 한다. 상황인식이 추가된 홈 환경은 인간의 주거생활의 편리성을 향상시킨다. 상황인식을 지원하는 스마트 홈 환경은 상황데이터의 수집, 가공, 처리, 저장등의 기본적인 요구 뿐만 아니라 보안, 상황추론, 능동결정 등 복잡한 요구사항을 가진다. 그러므로, 홈 환경이 이러한 요구사항들을 지원하기 위해서는 특별한 미들웨어 구조가 필요하다. 본 논문에서는 스마트 홈 환경에서 상황인식 서비스를 지원하기 위한 능동 미들웨어 구조를 제안한다. 그리고 제안된 미들웨어를 적용한 시나리오를 설명한다.

1. 서 론

Pervasive Computing의 핵심기술인 상황인식기술은 사용자, 상황, 객체 등에 관한 정보들을 이용한 사용자 적응 서비스를 제공해 주는 것을 목적으로 한다.

인간의 가장 기본적인 생활환경인 홈 환경에서 지능화되고 능동적인 서비스의 제공은 인간의 생활을 운택하고 편리하게 만들 수 있다. 능동적인 서비스를 통한 생활편리성의 보장을 위해서는 그 기반이 되는 상황인식 기술이 중요한 요소이며 상황인식 기술을 적용한 서비스를 위해서는 상황인식을 지원하기 위한 기반구조의 설계가 중요하다. 그리고, 홈 환경에서 상황인식을 지원하는 미들웨어를 설계하기 위해서는 홈 환경이 가지는 특징과 미들웨어에 요구되는 요구사항들을 정확하게 파악하고 적용하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 홈 환경에서의 상황인식 서비스를 위한 미들웨어 구조를 제안한다. 이 미들웨어는 능동성, 유연성, 확장성, 안전성 등의 특징을 가지며 상황인식 데이터의 효율적인 처리를 위한 구조를 가진다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 Pervasive 컴퓨팅, 상황인식기술, 그리고 스마트 홈에 대한 문헌연구를 서술하고 3장에서는 스마트 홈과 능동 미들웨어가 가지는 요구사항들에 대해서 설명한다. 4장에서는 논문에서 제안하는 능동 미들웨어의 구조에 관해서 설명하고 이 구조를 적용한 시나리오를 5장에서 서술한다. 그리고 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

Pervasive 환경에서 사용자에게 적합한 서비스의 제공을 자동화하는 방법에 대한 연구들[1,2,3] 중에서 상황인식을 생활에 적용시키기 위한 연구[4,5,6]는 서비스[6], 미들웨어[7], 장치 등 다양한 분야에서 활발하게 진행되

어 왔다.

홈 환경의 상황인식 서비스를 지원하는 미들웨어 구조에 대한 연구들은 지나치게 추상적이거나[5,8], 상황데이터의 처리가 중요하게 다루어지지 않는 경우[6]가 대부분이다.

본 논문에서는 기존연구의 단점들을 보완하고 실제적인 구현을 위해 필요한 다양한 요소들(미들웨어를 위한 요구사항, 계층적 구조, 구성 컴포넌트 및 동작 시나리오 등)을 추가하였다.

3. 요구사항 분석

홈 환경은 인간의 가장 기본적인 생활공간이다. 인간의 기본적인 행동인 취침, 식사, 휴식, 가족생활 등이 이루어지기 때문에 다른 환경과는 다른 특징들을 가진다. 스마트 홈 환경에 요구되는 특징들은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 안전성 (Safety)
- 편리성 (Convenience)
- 실시간지원 (Real-time supports)
- 정확성 (Correctness)
- 편재성 (Pervasiveness)
- 관리의 최소화 (No administration)
- 개인정보보호 (Privacy)

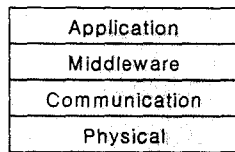
위의 조건을 만족시키는 스마트 홈 서비스를 위해서는 그 기반이 되는 데이터 들을 관리하고 물리계층과 응용 소프트웨어 사이의 상호작용을 조절하기 위한 미들웨어 계층이 필요하다. 스마트 홈 환경을 위한 미들웨어를 설계하기 위해서는 다음과 같은 사항들을 고려하여야 한다.

- 능동성 (Activeness)
- 동적 조합의 지원 (Support plug-and-play devices/appliances)
- 데이터의 일관성 (Consensus of data format)
- Quality of Context Information
- 확장성 (Extensibility)
- 사용자 식별 (User Identification)
- 보안 (Security)

4. 능동 미들웨어 구조

4.1 스마트 홈 서비스의 4단계 계층

스마트 홈 서비스는 다음과 같은 4단계의 계층을 가진다.



<그림 1. 상황인식서비스를 위한 4계층>

가장 상위단계인 Application 계층은 Location Service 나 Alarm Service, Notification Service 등의 상황인식 정보가 적용되어 실제로 생활편이성을 제공하는 서비스 어플리케이션을 의미한다. 그 하위 단계인 Middleware 계층은 가장 하위계층인 Physical 계층과 가장 상위계층인 Application 계층의 중간에서 상호작용을 관리하는 역할을 한다. 그리고 Communication 계층은 Middleware 계층에서 필요한 데이터의 이동을 담당하고 가장 하위계층인 Physical 계층은 Sensor, Network, Actuator, Presentation Device 등의 물리적 장비의 계층을 의미한다.

이 중 Middleware 계층의 역할은 다음과 같다.

- Application 계층과 Physical 계층사이의 이벤트 처리
- 상황인식 데이터의 수집, 가공, 저장, 적용
- Privacy 데이터들의 보안성 있는 관리
- 홈 환경의 상태파악 및 결함, 오류 감지

4.2 능동 미들웨어의 구조

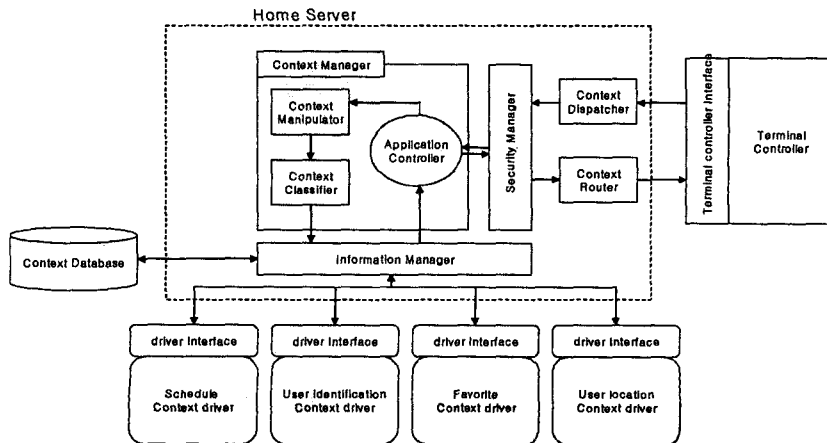
홈 환경은 다양한 Device, 즉 Appliance들을 중심으로 하여 사용자, 상황, Privacy Or Non-Privacy 정보들이 종합되어 있는 공간이다. 특정 장치를 이용하여 이러한 모든 정보들을 감지하고 처리하여 서비스화 하기 위해서는 특별한 구조가 요구된다. 본 논문에서 제안하는 상황인식 서비스를 위한 능동 미들웨어 구조는 그림 2와 같다.

각 장치 또는 Appliance들에는 발생하는 이벤트를 감지하여 중앙의 홈 서버로 전달하는 역할과 가공된 상황인식정보를 사용자로의 서비스로 적용하는 역할을 하는 Terminal Controller가 내장되어 있고 홈 서버는 이 Terminal Controller와 고유한 Interface를 이용하여 통신한다. 그러므로 추가적인 장치가 홈 환경에 추가될 경우 별다른 관리 없이 확장될 수 있다. 능동 미들웨어를 구성하는 각 모듈들에 대한 설명은 다음과 같다.

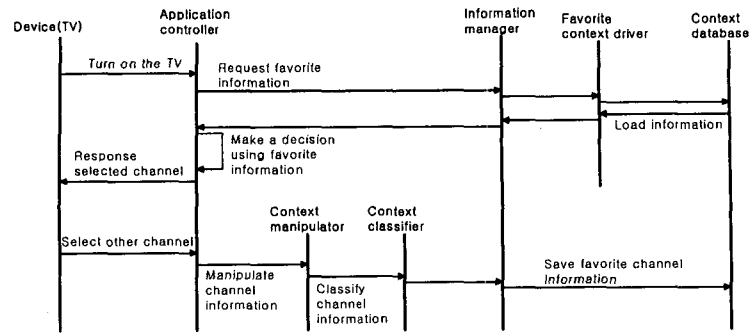
- Context Dispatcher : 각각의 Device로 부터 감지된 상황정보들을 수집하는 역할을 하는 모듈.
- Context Router : 가공된 상황정보를 적절한 장치로 Routing하는 모듈.
- Security Manager : 상황정보의 Privacy 보장을 위한 모듈. 침입차단과 데이터 암호화의 역할을 한다.
- Information Manager : 상황정보의 저장과 선택적 불러오기를 담당하는 모듈.
- Context Driver : 상황정보들을 종류별로 관리하는 모듈. 다양한 Context Driver가 존재할 수 있고 각각 공통의 Driver Interface로 홈 서버와 통신한다.
- Context Manager : 수집된 상황정보를 적절하고 정형화된 형태로 가공하는 부분.

이 중 상황인식 서비스를 위한 핵심모듈인 Context Manager는 상황정보의 관리를 위해 세가지 기능의 모듈들로 다시 세분화된다.

상황정보는 일반적으로 서비스들에 종속적인 형태를 취한다. 하지만 홈 환경에서 통합된 서비스를 위해서는 중앙에서 모든 상황정보들을 관리할 필요가 있다.



<그림 2. 능동 미들웨어의 구조>



<그림 3. Smart TV의 동작흐름도>

그러므로 모든 감지된 상황정보들은 Context Manager 내의 Context Manipulator에서 특정하게 정형화된 형태로 가공된다. 가공된 상황정보는 즉시 서비스에 적용될 수도 있고 저장되었다가 선택적으로 사용될 수도 있다. 그러므로 모든 상황정보들은 적합한 서비스의 종류 등의 특정 기준에 따라 분류되어 저장되는 것이 필요하다. 상황정보의 분류는 Context Classifier 모듈에서 담당한다.

Application Controller는 상황을 판단하고 동작을 결정하는 홈 서버의 중추적인 역할을 담당한다. Plug-in 되어있는 Context Driver들을 관리하고 이 Driver들을 통해 서비스에 적합한 종류의 상황정보를 서비스에 직접 적용시키는 역할을 한다. 그리고 서비스 어플리케이션으로부터 받은 요청을 처리하고 상황정보의 적용을 결정하는 역할을 수행한다.

5. 적용 시나리오

5.1 Smart TV

Smart TV의 시나리오는 본 논문의 능동 미들웨어 구조를 적용할 수 있는 하나의 사례이다. Smart TV는 사용자의 Favorite 정보를 이용해서 능동적으로 채널을 선택한다. Smart TV의 동작 과정은 다음과 같다.

1. TV를 켜다
2. Context Driver가 TV가 켜진 사실을 Home Server의 Application Controller에 알림
3. Application Controller는 Context Database에서 사용자의 Favorite channel 정보를 Favorite Context Driver를 통해 가져옴
4. 사용자가 좋아하는 프로그램의 방영시간과 현재시간이 일치한다면 그 프로그램의 채널을 Display. 그렇지 않다면 현재 방송되고 있는 프로그램과 사용자의 Favorite와 비교를 통해 적절한 프로그램을 선택 (Application Controller)
5. 선택된 채널을 Context Router로 전달하고 Router에서는 적절한 Device(TV)의 Terminal Controller로 채널을 전달
6. 사용자가 채널을 변경하여 시청할 경우 시청된 프로그램에 대한 정보를 Context로 수집. Manipulator에서 가공하여 Classifier에서 Favorite Program Context로 분류하여 Information Manager에서 적절한 DB에 저장

6. 결론

인간의 기본 생활공간인 홈 환경의 편의성 향상을 위해서는 그 기반이 되는 데이터들을 수집, 관리하고 효율적으로 서비스로 적용하기 위한 메카니즘이 필요하다. 본 논문에서는 스마트 홈의 상황인식 서비스를 지원하는 능동 미들웨어 구조를 제안하고 그 구성요소들과 시나리오를 통한 동작과정에 대해 설명하였다.

논문의 결과로 제안된 미들웨어 구조는 상황인식 서비스의 적용사례로서의 역할 뿐만 아니라 홈 환경의 생활 편의성을 위한 연구의 기반연구로서의 역할을 수행할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] M. Satyanarayanan, "Pervasive Computing: Vision and Challenges", IEEE Personal Communications, 2001.
- [2] MIT Media Lab.
"http://cac.media.mit.edu:8080/contextweb/jsp/index.htm"
- [3] 조위덕, "Smart Media Convergence on ubiquitous environment", 스마트 미디어 컨버전스 워크샵, November 21, 2002.
- [4] A. Lockerd, E. Arroyo, "Personal Data for Personal Use: Case Studies in User Modeling for Context-Aware Computing", AAAI Fall Symposium on Etiquette for Human Computer Interaction, 11-2002.
- [5] Sven Meyer, Andry Rakotonirainy, "A Survey of Research on Context-aware Homes", Proceedings of the Australasian information security workshop conference on ACSW frontiers 2003, Adelaide, Australia, 2003.
- [6] Hui Lei, et al, "The Design and Applications of a Context Service", ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Rev., vol. 6, no. 4, Oct. 2002, pp. 45-55.
- [7] Rakotonirainy, A. et al, Middleware for Reactive Components : An Integrated Use of Context, Roles, and Event Based Coordination, IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms, Heidelberg, Germany, 2001.
- [8] Barry Brumitt, et al, "EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments", Handheld and Ubiquitous Computing, 2000.
- [9] Paul Castro, Richard Muntz, "Managing Context for Smart Spaces", IEEE Personal Communications, October 2000.