

스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델링

김강석, 송왕철

Department of Computer Engineering, Cheju National University
66 Jejudaehakno, Jeju-si, Jeju, 690-756, Ref. of Korea
Tel: +82-64-754-3656, E-mail: {gangseok, philo}@cheju.ac.kr

제주대학교 컴퓨터공학과
제주도 제주시 제주대학로 66, 690-756
Tel: +82-64-754-3656, E-mail: {gangseok, philo}@cheju.ac.kr

요약

스마트 홈은 유비쿼터스 환경의 각종 센서와 정보 가전에서 얻어지는 데이터에서 사용자의 Context를 추출하여 사용자에게 적응적인 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈에서 거주자 중심의 정태적, 동태적 컨텍스트 정보를 표현하기 위한 요구사항을 분석하고 이러한 요구 사항을 만족하기 위한 트리플 구조 기반의 컨텍스트 모델을 제안한다. 제안한 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델은 표현력이 강력하고, 확장이 쉽고, 재사용이 가능하며 개인화된 서비스를 위한 추론에 용이한 정보 구조를 제공한다.

Keywords:

Smart home; context model; ubiquitous computing

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅에서 서비스들은 서로 연관된 흐름을 가지며, 컨텍스트의 변화에 따라 사용자의 개입 없이 자동적으로 적절한 서비스가 선택되어 실행되거나 병렬적 혹은 반복적으로 실행 되어야 한다.

최근 사용자가 위치한 주변의 상황과 사용자의 정보를 정확하게 반영하여 사용자의 상황에 가장 적절한 서비스를 선택하여 능동적으로 제공할 수 있도록 기존의 홈 네트워크에 지능적 적응을 결합한 스마트 홈에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 스마트 홈 환경을 구축하기 위해서는 사용자에게 대한 정보 획득 및 인식 그리고 주변환경에 따라 동적으로 동작할 수 있는 상황인지(context-awareness) 기술이 필요하다. 또한 상황인지의 기반이 되는 컨텍스트를 어떻게 효과적으로 기술할 것인가, 즉 효과적인 기술방법은

매우 중요하다. 이를 위해 많은 컨텍스트 모델링 기술들이 상황인지 컴퓨팅에 사용되고 있으나 스마트 홈에 적합한 모델에 대한 연구는 더디게 진행되고 있다. 따라서 이에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈에서 컨텍스트 정보를 쉽게 표현할 수 있도록 하기 위하여 추상적이며 확장성 있고, 표현력이 강력한 컨텍스트 모델을 제시한다.

2. 컨텍스트 정의

컴퓨터가 지능적으로 서비스를 수행하기 위해 인식해야 하는 상황에 대한 정보를 컨텍스트라고 하는데, 경우에 따라 그 내용이 달라질 수 있기 때문에 컴퓨터가 인식하려는 컨텍스트를 정의하는 것은 매우 까다롭다. 가장 먼저 '컨텍스트 인식'이란 용어를 소개했던 쉘릿(Schilit)과 테이머(Theimer)는 컨텍스트를 '위치, 주변 사람과 사물의 신원, 그리고 그들의 변화'라고 말했다[1]. 브라운(Brown)은 '위치, 사용자 주변 사람들의 신원, 시간, 계절, 온도' 등을 컨텍스트라고 했고[2], 리안(Ryan)역시 비슷하게 '사용자의 위치, 환경, 신원, 시간'을 가리킨다고 했다[3]. 반면, 데이(Dey)는 '사용자의 정서 상태, 관심의 진원, 위치와 소재, 날짜와 시간, 그리고 사용자의 환경 안에 있는 사물과 사람'이라고 했다[4]. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 컨텍스트가 될 수 있는 요소들을 모두 예측할 수는 없기 때문에 그 요소들을 열거하여 컨텍스트를 정의하는 것은 모든 경우를 충족시키지는 못할 것이다. 따라서 생각할 수 있는 요소들을 열거하기 보다는 좀 더 추상적이더라도 모든 경우를 포괄할 수 있는 정의가 필요하다.

2.1 스마트 홈 환경에서의 컨텍스트의 영역

본 논문에서 제시하는 스마트 홈 환경에서 인식될 수 있는 스마트 홈 컨텍스트 도메인 영역은 다음과 같다.

표 1 - 스마트 홈 환경에서의 컨텍스트 도메인 영역

도메인 영역	정의
거주자	거주자에 관련된 상황요소들의 영역
홈 환경	유비쿼터스 서비스 공간 내에 존재하는 물리적인 환경에 관련된 일련의 상황요소 영역
자원	유비쿼터스 서비스 공간 내의 가전/컴퓨팅 시스템과 관련된 하드웨어와 소프트웨어 자원 및 사용자-서비스 사이의 상호작용에 관련된 서비스를 위한 자원들의 영역

많은 선행연구에서 정의하고 있는 컨텍스트의 정의는 각각의 응용 서비스에 적합한 컨텍스트를 생성하는데 적합하지만, 응용 서비스에 따라 컨텍스트의 의미와 종류가 달라짐으로써 다양한 응용 서비스에 공동으로 사용될 수 있는 컨텍스트를 생성하기에는 적합하지 않다. 따라서 여러 응용 서비스에서 공동으로 사용 가능한 컨텍스트를 생성하기 위해 정형화된 컨텍스트 모델이 필요하다.

3. 컨텍스트 모델

유비쿼터스 기술은 기존의 단순한 형태의 장치들이 연결된 물리적 공간을 보다 지능적, 적응적 환경인 지능적 분산환경으로 변화하는데 핵심적인 역할을 담당하고 있으며 이러한 지능적 환경을 구축하기 위해서는 각 시스템들과 서비스들에 다양한 디바이스, 이동 사용자 및 빠르게 변화하는 컨텍스트를 지원하는 기능이 요구되고 있다. 스마트 홈 환경에서 센서에서 수집된 정보를 활용해 적절한 지식 서비스를 하기 위해서는 여러 종류의 컨텍스트 정보들을 효과적으로 관리하고 분석 및 학습하여 사용자의 요구를 주어진 상황에 최적으로 만족시키기 위한 스마트 홈 내의 지식 서비스 모델을 통해 잘 정의된 의미 있는 정보의 기술이 가능해야 한다.

3.1 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델의 요구사항

1989년 마크 와이저(Mark Weiser)에 의해 처음으로 소개된 유비쿼터스 컴퓨팅의 가장 큰 특징은 개인화된 서비스를 제공하는데 있다. 하지만 이를 위해서는 사용자와 사용자 주변의 상황을 효과적으로 감지하여 인식할 수 있는 다양한 센서와

센싱 기술이 중요한 역할을 담당한다. 또한 사용자 중심의 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 위치, 신원, 대상물 판별, 시간정보, 사용자 의도 등의 정보를 효과적으로 파악하기 위한 기술이 요구된다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델의 요구 사항은 다음과 같다.

첫째, 스마트 홈 환경은 기본 도메인 영역 내에 수많은 상황 종류와 구성요소들을 가지므로 각 상황 종류별로 컨텍스트 정보를 유지 관리해야 한다.

둘째, 컨텍스트 정보는 인공지능적인 처리를 통하여 고수준의 컨텍스트 정보를 추론, 학습할 수 있는 정보 구조를 가져야 한다. 컨텍스트 정보는 환경을 구성하는 엔티티에 대한 단순한 사실을 표현하는 저수준의 컨텍스트로부터 이러한 저수준의 컨텍스트를 조합하여 인공지능적인 추론 처리 과정을 거친 고수준의 컨텍스트까지 그 수준이 매우 다양하다. 따라서 인공지능적인 추론 처리가 용이한 정보 구조를 가져야 한다.

셋째, 스마트 홈 환경은 도메인에 따라 다양한 컨텍스트 정보를 표현해야 하므로 확장성이 있어야 한다. 스마트 홈 환경에서는 목적에 따라 다양한 액티비티들을 가질 수 있다. 이들과 관련 있는 컨텍스트 정보 또한 다양하기 때문에 새로운 컨텍스트 정보를 일관성 있게 표현할 수 있는 컨텍스트 모델을 가져야 한다.

넷째, 컨텍스트 모델은 다양한 도메인에서 재사용할 수 있어야 한다. 지금까지의 컨텍스트 모델은 특정 어플리케이션에 종속적인 모델이 대부분이어서 어플리케이션이 달라지면 컨텍스트 모델 또한 바뀌어야 하는 단점이 있다. 따라서 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델은 스마트 홈 내의 다양한 도메인에서 재사용할 수 있어야 한다.

따라서 본 논문에서는 컨텍스트 히스토리, Triple 구조의 초벌 컨텍스트, 복합 컨텍스트를 모델링하고 이러한 컨텍스트 모델이 유비쿼터스 환경의 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델의 요구사항을 어떻게 만족하는지를 설명한다. 또한 본 논문에서 제시하는 컨텍스트 모델에 대한 이해를 돕기 위하여 개념적인 차원의 클래스 다이어그램을 사용한다.

3.2 컨텍스트 히스토리 모델

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈에서는 해당 도메인 영역에 따라 다양한 상황 종류들을 가지며 컨텍스트 정보는 각 상황 종류마다 따로 구분되어

관리 되어야 한다. 따라서 그림 1과 같이 컨텍스트는 각 상황 종류당 하나의 컨텍스트 히스토리에 시간을 기준으로 컨텍스트 정보를 가진다. 따라서 컨텍스트 히스토리를 사용하여 각 상황 종류별로 컨텍스트 정보를 유지 관리하게 된다.

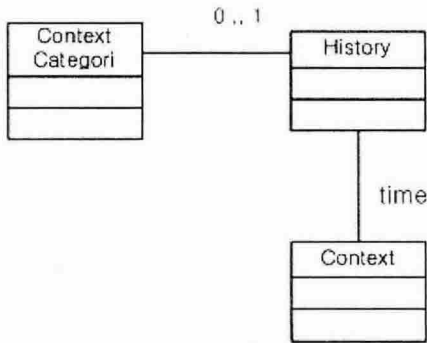


그림 1- 컨텍스트 히스토리 모델

컨텍스트 정보는 시간을 기준으로 과거, 현재, 미래의 컨텍스트 정보를 구분할 수 있다. 과거 컨텍스트 정보는 추론이나 학습, 데이터 마이닝 같은 처리를 통해 고수준의 컨텍스트를 추론하기 위하여 사용된다. 미래 컨텍스트 정보는 도메인 내의 상황 종류를 추론하고, 각종 자원을 예약하기 위해 사용한다. 현재 컨텍스트 정보는 도메인 내의 상황 종류에 대한 상태 변화에 가장 직접적인 영향을 미치는 요소이다.

3.3 트리플 구조의 초별 컨텍스트 모델

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈에서 사용하는 컨텍스트의 타입은 스마트 홈 내의 도메인과 상황 종류에 따라서 그 종류가 서로 다르며 매우 다양하다. 컨텍스트 정보란 엔티티에 대한 상황 정보이므로 컨텍스트 정보의 주체는 엔티티이다.

유비쿼터스 환경에서 모든 객체는 모두 엔티티가 될 수 있고, 엔티티의 종류는 스마트 홈 내의 도메인과 상황 종류에 따라 좌우 된다. 즉 사람, 어플리케이션, 사물, 디바이스, 네트워크, 장소, 시스템, 시계 등, 모든 환경을 구성하는 유형, 무형의 객체들이 엔티티가 될 수 있다. 그림 2는 스마트 홈에서의 다양한 엔티티들을 표현한다.

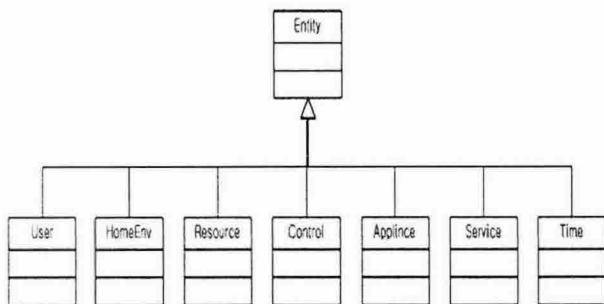


그림 2- 스마트 홈에서의 다양한 엔티티

컨텍스트 정보를 표현하기 위하여 본 논문에서는 (주어, 동사, 목적어)의 Triple 구조를 사용하여 컨텍스트 정보를 표현한다. 컨텍스트 정보의 주체가 되는 엔티티 정보는 주어, 컨텍스트 타입은 동사로, 실제 값은 목적어로 표현한다. 본 논문에서는 (주어, 동사, 목적어)의 Triple로 표현하는 컨텍스트 정보를 초별 컨텍스트라고 부른다. 그림 3은 초별 컨텍스트와 (주어, 동사, 목적어)와 엔티티의 연관관계에 대한 모델이다.

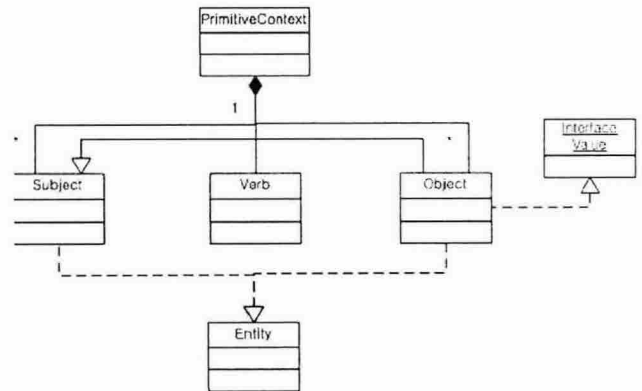


그림 3- 초별(Primitive) 컨텍스트 모델

이러한 (주어, 동사, 목적어)의 Triple구조는 지식을 표현하는 가장 단순한 표현 방법으로 First Order Predicate 그리고 온톨로지 언어의 DAML, OWL 등의 기본 프레임워크인 RDF(Resource Description Framework)에서 정보를 Triple 구조로 표현한다. Triple구조는 모든 자원 또는 사실들을 기술할 수 있기 때문에 (주어, 동사, 목적어) Triple 구조의 초별 컨텍스트는 스마트 홈 내의 도메인 및 다양한 상황 종류의 컨텍스트 정보를 쉽게 표현할 수 있으며, 확장성이 좋은 표현법을 제공한다.

또한 (주어, 동사, 목적어)의 Triple구조는 지식을 표현하는 일반적인 방법이므로 다양한 도메인에서 재사용될 수 있다. 그리고 컨텍스트 정보를 Triple로 표현하면 추론과 같은 인공지능적인 처리의 대부분이 (주어, 동사, 목적어)의 데이터 표현을 기본으로 하므로 별도의 데이터 변환이 필요 없게 된다. 따라서 저수준의 컨텍스트 정보로부터 고수준의 컨텍스트 정보를 추론하기 위한 인공지능적인 처리에 유용한 정보구조를 지원하게 된다.

예를 들어 ‘방의 온도가 낮다.’는 컨텍스트 정보를 난방 시스템 액티버티의 pre-condition에 명시해야 한다. 따라서 초별 컨텍스트 모델에 따라 (Room102, Temperature, low)로 표현한다. Room102는 장소를 나타내는 엔티티이며, 컨텍스트의 주체에 해당하므로 주어, 온도는 컨텍스트 타입에 해당하므로 동사로, low는 실제 엔티티의 상황 값에 해당하므로 목적어로 표현할 수 있다.

3.4 복합 컨텍스트 모델

스마트 홈 도메인 내의 상황 종류의 변화조건, 이벤트, 각종 제약조건에 대한 컨텍스트 정보를 표현하기 위해서는 좀 더 복잡한 컨텍스트 정보를 표현할 수 있는 방법이 필요하다. 그림 4와 같이 초별 컨텍스트를 AND, OR, NOT, XOR과 같은 연산자를 이용하여 복잡한 컨텍스트를 표현하도록 한다. 초별 컨텍스트를 AND, OR, NOT, XOR로 연결한 컨텍스트를 복합 컨텍스트라고 한다. 예를 들어 “A가 침실에서 자고 있다.”라는 컨텍스트 정보는 동일한 엔티티인 A라는 엔티티에 대하여 ‘침실에 있다.’와 ‘자고 있다.’와 같이 두 가지의 상황을 표현해야 하기 때문에 초별 컨텍스트로 표현이 불가능하다. 따라서 복합 컨텍스트를 이용하여 (A, location, bedroom) and (A, activity, sleeping)와 같이 표현한다.

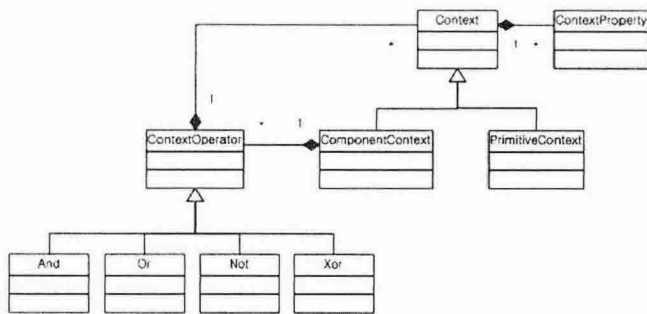


그림 4- 복합 컨텍스트 모델

4. 관련 연구

컨텍스트 모델에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 컨텍스트 모델은 컨텍스트들 간의 관계를 개념적으로 쉽게 이해할 수 있도록 도와주는 모델[5]부터 실제로 어플리케이션에서 컨텍스트를 표현하고 처리하기 위한 컨텍스트 모델[6]까지 매우 다양하다. 본 논문과 가장 유사한 컨텍스트 모델은 GAIA의 First-Order-Logic(FOL)기반의 컨텍스트 모델이다[6]. 하지만 FOL기반의 컨텍스트 모델은 ContextType(S, V, O)와 같은 표현법을 사용하므로 표현력은 좀 더 강력하지만 실제로 4가지의 요소를 사용한 컨텍스트 모델이기 때문에 정보공유를 위한 온톨로지 기반의 모델과는 호환이 어렵다는 단점이 있다. 본 논문은 FOL 기반의 모델보다는 표현력은 약하지만 컨텍스트 타입을 동사로 표현하는 Triple구조를 가지므로 온톨로지로의 변환이 쉬우며, 인공지능적인 추론 처리에 용이하다는 장점이 있다.

5. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈을 위한 컨텍스트 모델을 제안하였다. 제안된 컨텍스트 모델은 (주어, 동사, 목적어)의

Triple구조의 초별 컨텍스트 모델과 연산자를 연결한 복합 컨텍스트 모델, 그리고 컨텍스트 히스토리 모델이다. 제안한 컨텍스트 모델은 스마트 홈의 요구사항을 만족하며 확장성이 있고, 재사용성이 가능하다. 향후 스마트 홈 내의 도메인간의 정보 공유를 위하여 Triple구조 기반의 컨텍스트 모델과 베이지안 네트워크 모델을 기반으로 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 개발할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Bill N, Schilit and Mavin M. Theimer (1994). "Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts," IEEE Network, Vol. 8, 5, pp.23.
- [2] Peter J. Brown, John D. Bovey, and Xian Chen (1997). "Context-Aware Applications: From the Laboratory to the Marketplace," IEEE Personal Communications, Vol. 4, 5, pp. 58.
- [3] Nick Ryan, Jason Pascoe, and David Morse (1997). "Enhanced Reality Fieldwork: the Context-aware Archaeological Assistant," Computer Applications in Archaeological.
- [4] Anind K. Dey (1986). "Context-Aware Computing: The CyberDesk Project," AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, Technical Report SS-98-02, 99. 51.
- [5] Karen Henriksen, Jadwiga Indulska, and Andry Rakotonirainy (2002). "Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems," Pervasive 2002, LNCS 2412 pp. 167-180.
- [6] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell (2003). "An Infrastructure for context-awareness based on first order logic," Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 7, Issue 6.