

유비쿼터스 환경에서 다양한 관점의 컨텍스트 모델

김은호^o 최재영

송실대학교 컴퓨터학부

ehkim@ss.ssu.ac.kr^o, choi@ssu.ac.kr

Multi-perspective Context Model in Ubiquitous Computing Environment

Kim Eunhoe^o Choi Jaeyoung

School of Computing, Soongsil University

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 서로 다른 여러 컴포넌트들이 공유할 수 온톨로지 기반 컨텍스트 모델이 연구되고 있다. 그런데 이러한 컨텍스트 모델들은 한가지 관점을 지원하는 컨텍스트 모델이므로 서로 다른 목적으로 컨텍스트 모델을 참조하는 컴포넌트들의 요구사항을 만족시키기에 불충분하다. 따라서 본 논문에서는 다양한 관점의 유비쿼터스 컴퓨팅 컴포넌트들의 요구사항을 만족하는 온톨로지를 기반으로한 컨텍스트 모델을 제안한다. 제안하는 컨텍스트 모델은 서로 다른 도메인 관점에서 컨텍스트 모델에 대한 공통적인 개념을 공유할 수 있고, 컨텍스트의 사용 관점, 획득 관점, 처리 관점의 요구사항을 반영한 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델이다.

1. 서론

지금까지 유비쿼터스 컴퓨팅 환경[1]의 컨텍스트 모델에 대한 많은 연구가 있었다 [2]. 각각의 컨텍스트 모델들은 뚜렷한 모델링 목적이 있고, 그 목적을 가장 효과적으로 달성하기 위한 모델링 방법론이 제안되었다. 컨텍스트의 이해를 돕기 위한 E-R 다이어그램을 확장한 컨텍스트 모델[3], 컨텍스트의 속성 및 행동에 대한 이해를 돕고 객체지향 프로그램 개발을 용이하게 하는 객체지향적인 컨텍스트 모델[4], 그리고 컨텍스트에 대한 일관성 있고 뛰어난 표현력을 제공하기 위한 First-Order-Logic을 기반 컨텍스트 모델[5] 등 다양한 연구들이 진행되어 왔다.

유비쿼터스 컴퓨팅 시스템들은 컨텍스트를 획득, 전달, 처리, 사용하는 여러 컴포넌트로 구성이 되므로 이러한 컴포넌트들이 서로 공유할 수 있는 컨텍스트 모델의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 시멘틱 웹[6]에서 웹 자원 정보의 공유를 위해 개발한 온톨로지 언어를 사용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템의 컴포넌트들이 서로 공유할 수 있는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델에 대한 연구들이 시도되고 있다 [7,8].

온톨로지 언어의 강력한 시멘틱 표현력을 사용하는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 기존의 컨텍스트 모델과 달리 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템을 구성하는 여러 컴포넌트들이 공통적인 컨텍스트 개념을 공유하기 위한 모델이면서, 서로 다른 이질적인 도메인의 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템 사이에서도 서로 공유할 수 있는 컨텍스트 모델링을 목적으로 한다. 따라서 본 논문에서는 온톨로지를 기반으로한 다양한 컴포넌트 관점에서 공유할 수 있는 컨텍스트 모델을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델의 다양한 관점과 각 관점의 컨텍스트 모델 요구사항을 논한다. 3장에서는 2장에서 제시한 다양한 관점의 요구사항을 만족하는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 제안한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 컨텍스트 모델과 관련 컨텍스트 모델들을 비교하여 논하고 5장에서 결론과 향후 연구방향을 기술한다.

2. 컨텍스트 모델의 요구사항

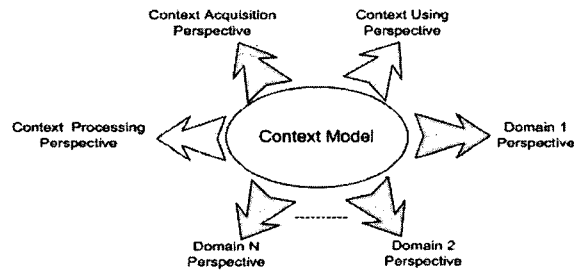


그림 1. 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에서의 관점

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 그림 1과 같은 다양한 관점의 요구사항을 만족해야한다. 먼저 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 서로 다른 도메인에 적용될 수 있도록 재사용과 확장성이 좋아야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 도메인에 따라서 서로 다른 엔티티와 그와 연관된 컨텍스트 정보를 가지기 때문이다.

컨텍스트를 참조하는 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템의 컴포넌트들은 크게 컨텍스트를 획득, 처리, 사용하는 컴포넌트로 분류할 수 있다. 각각의 컴포넌트마다 컨텍스트

모델을 참조하는 목적이 다르므로 이러한 요구사항을 만족하는 컨텍스트 모델이 필요하다. 그림 2는 컨텍스트를 획득, 처리, 사용하는 컴포넌트 레이어에서 컨텍스트의 특징을 나타낸다.

컨텍스트 획득 레이어(Context Acquisition Layer)에서는 센싱한 데이터를 하위레벨의 컨텍스트로 변환하여 컨텍스트 처리 레이어(Context processing Layer)에 제공한다. 컨텍스트 획득 레이어에 속하는 컴포넌트로는 각종 컨텍스트 프로바이더가 여기에 속하며, Raw Data를 저수준의 컨텍스트로 변환하기 위한 변환기준을 컨텍스트 모델에서 제공해야한다. 컨텍스트 정보는 센싱 이외에 사용자나 디바이스에 대한 프로파일 정보도 컨텍스트 정보에 해당하므로 센싱을 통한 컨텍스트 정보와 프로파일 컨텍스트 정보의 구분이 필요하다.

컨텍스트 처리 레이어는 수집한 하위 레벨 컨텍스트를 합성하여 컨텍스트를 사용하는 어플리케이션에 고수준의 컨텍스트를 제공하게 된다. 컨텍스트 처리를 위한 컴포넌트로는 컨텍스트의 추론 또는 학습 컴포넌트들이 여기에 속하며, 컨텍스트 모델로부터 컨텍스트 정보를 지식으로 쉽게 변환할 수 있어야 한다. 그리고 컨텍스트 정보에 대한 논리적인 정보를 기술하여 온톨로지의 추론 기능을 통해 새로운 컨텍스트 정보를 추론할 수 있도록 해야 한다.

컨텍스트 사용 레이어(Context Using Layer)에 속하는 컴포넌트로는 컨텍스트를 사용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 어플리케이션 시나리오를 작성하는 시나리오 편집기나 각종 유비쿼터스 어플리케이션이 여기에 속한다. 이들 컴포넌트들은 컨텍스트에 적합한 어플리케이션의 액션을 수행하게 되므로 유저에게 친숙하고 일관성 있는 컨텍스트 표현을 요구한다.

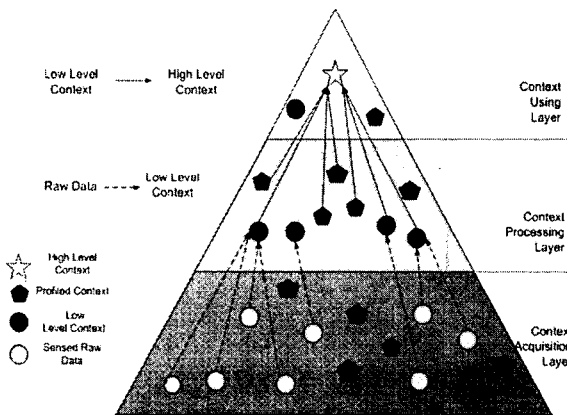


그림 2. 컨텍스트 참조 레이어

3. 다양한 관점의 컨텍스트 모델

먼저 컨텍스트 모델은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 서로

다른 도메인 관점에서 재사용되고 확장될 수 있어야한다. 이를 위하여 온톨로지 모듈 접근법을 이용한 컨텍스트 모델을 제안한다. 컨텍스트 온톨로지 모듈화란 결국 공통적인 개념, 관계, 그리고 공리들의 집합을 한 모듈안에 패키징하여 이러한 모듈이 새로운 컨텍스트를 정의할 때 재사용이 가능하도록 지원하는 것이 관건이다. 따라서 본 논문에서는 엔티티들의 특징을 분류하고, 유사한 부류의 엔티티들을 하나의 온톨로지 모듈로 설계하여 컨텍스트의 재사용성과 확장성을 지원한다.

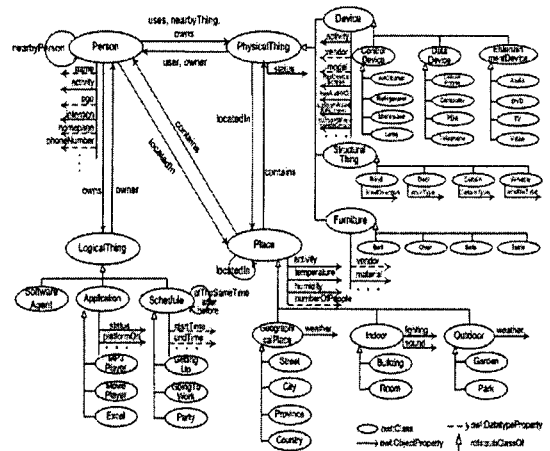


그림 3. 엔티티와 컨텍스트 타입

본 컨텍스트 모델에는 Entity를 Person, Place, PhysicalThing, LogicalThing으로 분류하여 각 단위별로 모듈화한다. 그림 3은 Entity 하위클래스들의 관계와 컨텍스트 타입을 나타낸다. PhysicalThing은 실제세계에 실체를 가지고 있는 사물로 정의하고, 다시 Device, StructuralThing, Furniture 등으로 분류하여 모듈화 한다. LogicalThing은 실제세계에 실체를 가지는 사물은 아니지만 추상적으로 또는 컴퓨터의 가상세계에 존재하는 것들로 구성된다. 예를 들면, Agent, Schedule, Application 모듈 등이 있다. 새로운 유비쿼터스 컴퓨팅 도메인의 새로운 컨텍스트를 정의하기 위해서는 본 모델의 PhysicalThing, LogicalThing에 정의되어 있는 온톨로지를 상속받아 새로운 온톨로지 모듈을 작성할 수 있다.

둘째 컨텍스트 획득 레이어 관점의 요구사항을 만족시키기 위하여 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 먼저 컨텍스트 정보가 프로파일 컨텍스트 정보인지 센싱을 통해 얻어진 컨텍스트 정보인지를 나타내야 한다. 그리고 센싱된 컨텍스트 정보일 경우 센싱된 데이터를 하위레벨의 컨텍스트 정보로 변환시키기 위한 메타데이터를 제공할 수 있어야 한다.

이러한 정보를 제공하기 위하여 본 모델에서는 그림 4와 같이 컨텍스트의 타입을 sensed와 profiled로 분류한다. derived 컨텍스트는 컨텍스트 처리 레이어에서 추론 합성과 같은 처리를 통해 얻어진 컨텍스트 타입을 가리킨다. 하위수준의 컨텍스트 정보 값을 표현하기 위하여 컨

텍스트 값을 나타내는 Value 클래스를 정의한다. 예를 들어 온도를 나타내는 컨텍스트 값을 정의하는 클래스는 Value 클래스의 서브 클래스로 TemperatureValue 클래스를 정의하고 TemperatureValue의 서브 클래스로 TemperatureNumericalValue 클래스를 정의한다. 정의한 TemperatureNumericalValue 클래스에 메타데이터를 정의하는 온톨로지 속성으로 valueUnit 속성이 있다. 만약 사용하는 온도 컨텍스트의 값의 단위가 섭씨일때는 valueUnit의 값은 "Celsius"를 갖는다. 컨텍스트 타입의 분류에 대한 정보를 제공하기 위하여 그림 4와 같이 다양한 관점의 컨텍스트 모델에서 컨텍스트 타입을 나타내는 contextType 속성을 만들고, contextType의 속성을 상속받은 Profiled, sensed 속성을 만들어 해당 컨텍스트 타입을 그 자식 속성으로 정의한다.

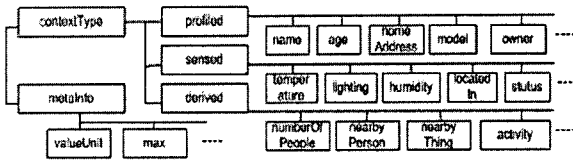


그림 4. 다양한 관점의 컨텍스트 모델 속성

셋째 컨텍스트 처리 레이어의 요구사항을 만족할 수 있도록 컨텍스트 타입의 논리적인 특성을 기술한다. 예를 들어 Place 엔티티의 locatedIn 컨텍스트는 contextType-sensed-locatedIn 속성으로 정의되는데, locatedIn 속성의 inverseOf 속성은 contains로 정의하고, locatedIn은 "A→B, B→C이면 A→C이다" 논리적인 특성을 만족하므로, transitivity 특성을 갖는다고 특성을 정의한다.

또한 추론, 학습 등과 같은 인공지능적인 처리를 위해서 컨텍스트는 지식처리에 적합한 표현법을 가져야 한다. 본 모델에서는 컨텍스트 정보를 엔티티로 표현하고, 컨텍스트 타입을 속성으로 그리고 실제 컨텍스트 값을 나타내는 Value 클래스를 정의하여 모든 컨텍스트 정보가 (Entity, ContextType, Value)로 표현될 수 있도록 디자인 하였다. 그리고 추론이나 여러 가지 단순한 컨텍스트들로부터 유도되는 컨텍스트를 분류하기 위하여 contextType-derived라는 컨텍스트 속성을 정의하였다.

넷째 컨텍스트 사용 레이어의 요구사항을 만족하기 위해 본 모델에서는 사용자가 친숙하게 사용 가능하고 직관적으로 그 의미를 파악할 수 있는 온톨로지 어휘들을 정의하여 제공한다. 예를 들어 실내 조도를 나타내는 Lighting 컨텍스트에 대한 사용자에게 친숙한 어휘로 LightValue 클래스의 하위 클래스로 LightRateValue 클래스로 정의하였고, 실제 사용자가 느끼는 조도의 단계를 7단계로 분류한 어휘, VeryBright, Bright, SomewhatBright, NormalLighting, SomewhatDark, Dark, VeryDark를 제공한다

4. 관련 연구와의 비교

기존의 E-R 다이어그램을 이용한 컨텍스트 모델은 컨

텍스트의 개념의 이해를 돕기 위한 목적이고 [3], 객체 지향 모델링을 사용하는 컨텍스트 모델은 개념의 이해와 동시에 객체지향적인 프로그램 개발을 돕기 위한 목적이다 [4]. First-Order-Logic 기반의 컨텍스트 모델은 컨텍스트를 표현관점에서 접근한 모델이다 [5]. 온톨로지 기반의 모델은 온톨로지 언어가 의미의 논리적인 정보까지 기술할 수 있으므로 이질적인 시스템상에서 정보의 공유목적으로 사용된다. 하지만 지금까지 개발된 CoBrA-ont[7, CONON[8]과 같은 온톨로지는 각각 컨텍스트 사용 관점과 미들웨어의 처리 관점의 온톨로지 모델이며, 본 논문에서 제안하는 온톨로지 모델은 다양한 관점의 특성을 반영하면서 확장성과 재사용성을 제공하기 위한 컨텍스트 모델이다.

5. 결론과 향후 연구 방향

본 논문에서는 다양한 관점의 유비쿼터스 컴퓨팅 컴포넌트들이 공유할 수 있는 온톨로지를 기반으로한 컨텍스트 모델을 제안하였다. 제안한 컨텍스트 모델은 서로 다른 도메인 관점을 지원하기 위하여 온톨로지 모델을 이용한 컨텍스트 모델을 디자인 하였고, 컨텍스트 사용 관점, 획득, 처리 관점의 요구사항을 만족하기 위하여 컨텍스트의 타입을 좀 더 세분화하여 분류하고, 메타 데이터를 기술할 수 있는 온톨로지 속성을 제공한다. 또한 사용자에게 친근하고 직관적인 의미를 제공하는 어휘들을 정의하여 제공한다. 향후 컨텍스트 정보를 획득하고, 전달, 처리하는 컨텍스트 인프라를 개발할 예정이다.

6. 참고문헌

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," IEEE Pervasive Computing, Jan.-Mar. 2002.
- [2] Anind k. Dey, "Understanding and Using Context, Personal and Ubiquitous Computing," Vol 5, Issue 1, 2001.
- [3] Karen Henriksen, Jadwiga Indulska, Andry Rakotonirainy, "Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems," Pervasive 2002, LNCS 2412, pp. 167-180, 2002.
- [4] G. KAPPEL, et al., "Customisation for Ubiquitous Web Applications - A Comparison of Approaches," International Journal of Web Engineering and Technology (IJWET), Inderscience Publishers, viewg, January 2003.
- [5] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell, "An Infrastructure for context-awareness based on first order logic," Personal and Ubiquitous Computing, Volume 7, Issue 6, 2003.
- [6] T.Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The Semantic Web," Scientific Am., vol. 284, no. 5, pp. 34-43 2001.
- [7] COBRA-ONT, <http://cobra.umbc.edu/ontologies.html>
- [8] Xiaohang Wang, Daqing Zhang, et al., "Ontology-Based Context Modeling and Reasoning using OWL," Workshop on Context Modeling and Reasoning at IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication (PerCom'04), Orlando, Florida, March 14, 2004.