

온톨로지 기반의 컨텍스트 모델

김은희*, 최종명**, 최재영*

*송실대학교 컴퓨터학부

**목포대학교 정보공학부 컴퓨터공학

e-mail : ehkim@ss.ssu.ac.kr, jmchoi@mokpo.ac.kr, choi@ssu.ac.kr

A Context Model based on Ontology in Ubicomp

Kim Eunhoe*, Choi Jong-myung **, Choi Jeayoung*

*School of Computing, Soongsil University

**Dept of Computer Engineering, Mokpo National University

요 약

본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 서로 다른 여러 컴포넌트들이 공유할 수 있는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안한 컨텍스트 모델은 온톨로지 기반이므로 컨텍스트 정보 공유가 용이하고 모듈 단위로 설계하였기 때문에 재사용성과 확장성이 좋다. 또한 컨텍스트 정보에 대한 일관성 있는 표현법을 제공할 수 있다.

1. 서론

분산, 모바일, 그리고 유비쿼터스 환경으로 컴퓨팅 환경이 변화 발전되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 사용자 및 모바일 디바이스와 주변 환경을 컨텍스트 정보로 인식하여 사용자의 상황에 가장 적합한 컨텍스트 인식 서비스를 제공하기 위한 컴퓨팅 환경이다[1]. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템들은 컨텍스트 정보를 획득, 처리, 전달, 사용할 수 있는 다양한 컴포넌트들로 구성이 된다.

본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 서로 다른 여러 컴포넌트들이 공유할 수 있는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안한 컨텍스트 모델은 온톨로지 기반이므로 컨텍스트 정보 공유가 용이하고 모듈 단위로 설계하였기 때문에 재사용성과 확장성이 좋다. 또한 컨텍스트 정보에 대한 일관성 있는 표현법을 제공할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 컨텍스트 모델에 대한 기존의 연구들과 본 논문에서 제시하는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 비교 설명한다. 3 장, 4 장, 5 장에서는 본 논문에서 제안한 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델의 모듈 구성을 설명하고, 모델을 구성하는 Entity, ContextType, Value 을 각각 설명한다.

6 장에서는 컨텍스트 모델의 실제 사용예를 제시하며 7 장에서 결론과 향후 연구 방향을 논한다.

2. 관련 연구

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컨텍스트는 엔티티의 상황을 기술하는 정보로서, 엔티티를 센싱하거나, 다른 컨텍스트 정보로부터 유도될 수 있다. 엔티티는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 사용자와 어플리케이션을 포함한 사용자와 어플리케이션 사이의 상호작용과 관련 있다고 고려되는 사람, 장소, 객체들이다[2].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컨텍스트 모델에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 컨텍스트의 개념적 이해를 돕기 위한 E-R 다이어그램에 기반한 컨텍스트 모델[3]이 있고, 객체지향적인 방법론에 따라 컨텍스트를 모델링한 객체지향적인 컨텍스트 모델[4]이 있다. 그리고 웹 환경에서 시스템간 컨텍스트 정보의 상호운용성을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델, 컨텍스트 정보를 지식의 관점에서 표현하는 first-order logic[2] 기반의 컨텍스트 모델 등이 있다

최근에는 웹을 지능화[6]하기 위한 많은 연구들이 진행되면서 웹에서 지식을 공유하기 위한 DAML-OIL[7], OWL[8]과 같은 온톨로지 언어들이 개발되었다.

이러한 언어들은 웹 자원뿐만 아니라 일반 자원들에 대한 메타 데이터를 정의하고 자원들의 논리적인 관계를 표현할 수 있으며, 지식 공유를 용이하게 한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서도 온톨로지를 이용하여 컨텍스트 정보를 모델링하기 위한 연구들이 이루어지고 있다. 대표적인 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델로는 COBRA[9], CONON[10]이 있다.

COBRA 는 컨텍스트 정보뿐만 아니라 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 도메인 지식을 미들웨어가 사용할 수 있도록 디자인한 온톨로지 모델이다. 모듈단위로 개발함으로써 모델의 재사용성과 확장성이 매우 좋다. CONO 는 유비쿼터스 환경의 도메인 지식보다 컨텍스트 정보의 정형적인 표현을 위한 온톨로지 기반의 모델이다. 컨텍스트 리즈너, 컨텍스트 프로바이더들이 공유할 수 있는 컨텍스트 정보를 OWL 을 사용하여 모델링하였다.

본 논문은 온톨로지 언어인 OWL 을 이용한 컨텍스트 모델을 제안한다. 제안하는 컨텍스트 모델은 컨텍스트 정보의 일관된 표현법을 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에 지원하기 위한 모델이며, 컨텍스트 모델의 재사용성과 확장성을 위하여 모듈화한 온톨로지를 개발하였다.

3. 모델의 핵심 개념

본 컨텍스트 모델의 기본 개념은 Entity, ContextType, Value 로 이루어진다. 그림 1 은 이들의 관계를 도식화한 것이다.

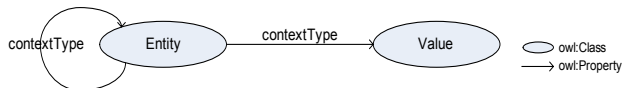


그림 1. Entity, ContextType, Value 의 관계

Entity 는 컨텍스트 정의에 따라서 사용자, 어플리케이션을 포함한 실세계의 모든 무형, 유형의 객체이다. 즉, 사람, 어플리케이션, 스케줄, TV, 전화, 냉장고, 컴퓨터, PDA, 프린터, 창문, 빌딩이나 집, 장소 등이 모두 엔티티가 될 수 있다. Entity 는 owl:Class 로 표현되고 그림 1 과 같이 컨텍스트 정보의 주체가 된다. 또한 모든 엔티티들의 상위 클래스이며, 다른 Entity 나 Value 클래스와 ContextType 프로퍼티 관계를 가진다.

ContextType 은 Entity 의 상황과 상태 등을 설명하는 컨텍스트 정보의 종류를 표현한다. 예를 들면 사람의 위치 정보를 기술하는 컨텍스트 정보에서 ContextType 은 위치(locatedIn)이다. locatedIn 외에 많이 사용하는 컨텍스트 타입으로 Activity , Status, Nearby, Temperature, Sound, Weather 등이 있다. ContextType 은 owl:Property 로 표현된다. ContextType 는 owl:DatatypeProperty 와 ObjectTypeProperty 를 가질 수 있다. Owl:DatatypeProperty 는 그림 1 에서는 contextType 이 owl:ObjectTypeProperty 를 가질때의 관계를 표현한다.

Value 는 실제로 엔티티의 상황과 상태를 설명하는 값에 해당한다. 본 컨텍스트 모델에서는 컨텍스트가 가질 수 있는 값이 사용자에게 직관적인 이해를 돕고 친숙하게 사용할 수 있도록 컨텍스트의 값을 표현하는 어휘들을 온톨로지로 정의하였다. 논문의 4 장과 5 장에서는 Entity 와 ContextType 에 대하여 설명하며, 6 장에서 Value 에 대하여 설명한다.

4. 모듈의 구성

프로그램을 개발할 때 코드의 효율적인 개발과 재사용성을 위하여 모듈 단위로 개발하듯이 온톨로지의 재사용과 확장을 쉽게 하고, 온톨로지의 브라우징 리즈닝 타임을 효율적으로 하기 위하여 모듈 방식으로 온톨로지를 개발할 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컨텍스트 정보는 실세계의 무형 유형의 모든 사물이 컨텍스트 정보의 주체가 될 수 있기 때문에 도메인에 따라서 온톨로지의 재사용과 확장이 매우 중요하다.

따라서 모듈화된 컨텍스트 모델을 개발하기 위하여 Entity 들을 특성별로 분류하고 분류한 각각의 Entity 를 모듈화하였다. 본 컨텍스트 모델에서는 Entity 를 Person, Place, PhysicalThing, LogicalThing 으로 분류하여 각 단위별로 모듈화한다. Person, Place, PhysicalThing, LogicalThing 클래스는 Entity 클래스의 자식 클래스이며, rdfs:subClassOf 관계를 가진다. PhysicalThing 은 실세계에 실체를 가지고 있는 사물로 정의하고, 다시 Device, StructuralThing, Furniture 등으로 분류하여 모듈화 한다.. LogicalThing 은 실세계에 실체를 가지는 사물은 아니지만 추상적으로 또는 컴퓨터의 가상세계에 존재하는 것들로 구성된다. 예를 들면, Agent, Schedule, Application 등이 있다. 이들 각각에 대하여 모듈화하여 온톨로지를 디자인하고 개발하였다.

각 분류에 따라서 그림 2 와 같이 모듈로 구성하였다. 모듈의 구분은 네임스페이스로 이루어지며, “:” 앞의 접두어로 표현하였다. 그림 2 는 모듈과 모듈이 포함하는 상위 Entity 와 그들간의 상속관계를 표현한 것이다. OWL 에서는 owl:imports 를 사용하여 모듈화된 다른 온톨로지를 사용할 수 있는 방법을 제공한다.

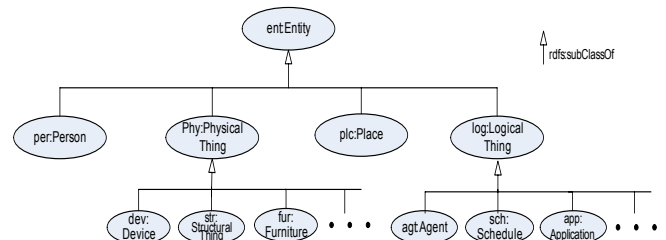


그림 2. 컨텍스트 모델에서 모듈의 구성

5. Entity 와 Context Type

Entity 의 자식 요소는 Person, Place, PhysicalThing, LogicalThing 로 구성된다. 사람의 실제 생활은 사람이

어느 장소에서 어떤 사물들을 가지고 어떤 활동을 하게 되는데[11] 이러한 생활 패턴을 토대로 Entity 들을 추상화하여 분류하였다. 그림 3 에 이들간의 존재하는 컨텍스트 정보를 나타나 있다. Person 과 PhysicalThing 은 실세계의 존재물이기 때문에 locatedIn 이라는 컨텍스트 타입을 가진다. 또한 Person 은 PhysicalThing 을 실제 소유하고 사용하기 때문에 uses, owns, nearby 와 같은 컨텍스트 타입을 가진다. 또한 사람은 실세계에 존재하는 사물외에 추상적이거나 또는 가상세계에 존재하는 것을 소유할 수 있으므로 Person 과 LogicalThing 사이에는 own 이라는 컨텍스트 타입을 가진다.

Person 는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 사용자를 말한다. Person 은 locatedIn, use, own, nearby 와 같은 컨텍스트타입을 다른 Entity 와 관계에서 가질 수 있고, 컨텍스트 타입은 owl:ObjectProperty 로 표현된다. 그리고 name, age, homepage, phonenumber 등과 같은 컨텍스트는 DatatypeProperty 로 표현한다. Activity, intention 등과 같은 컨텍스트 타입은 Value 클래스를 owl:ObjectProperty 의 range로 갖게 된다.

Place 는 지리적인 관점의 Entity 로 구성된 Street, City, Province, Country 로 구성된 GeographicalPlace 와 실내 또는 실외의 장소와 관련된 Entity 를 표현할 수 있는 IndoorPlace 와 OutdoorPlace 가 있다. 모든 Place 는 Activity, temperature, humidity, numberOfPeople 과 같은 컨텍스트 정보를 가질 수 있다. GeogrphicalPlace 와 OutdoorPlace 는 weather 와 같은 컨텍스트 정보 타입을 가질수 있고, IndorrPlace 는 lighting, sound 와 같은 컨텍스트 타입을 가진다.

Device 는 사용 목적을 기준으로 Entertainment Device, Data Device, Control Device 로 분류한다. Entertainment device 는 Audio, DVD, TV, Video 와 같은 엔티티로 구성된다. Data Device 는 각종 데이터 처리와 통신을 목적으로 하는 CellularPhone, Computer, PDA, Telephone 과 같은 디바이스 엔티티로 구성된다. Control Device 는 소위 백색가전이라고 하는 제어 목적의 디바이스, Aircleaner, Refrigerator 등을 포함한다. Device 가 가지는 컨텍스트 타입으로는 activity, vendor, model, hasDeviceScreen, hasAudioIO, status, volume 등과 같은 컨텍스트 정보가 있다.

LogicalThing 은 Application, Schedule, Software Agent 등다. Application 은 어플리케이션의 상태 정보 등과 같은 컨텍스트 타입을 가지고 있다. Schedule 은 스케줄의 시작 시간, 끝나는 시간, 그리고 다른 스케줄과의 관계를 나타내는 after, before 와 같은 컨텍스트 타입을 가진다.

그림 3 은 컨텍스트 모델의 Entity 와 ContextType 의 관계를 나타낸다. (단, 모듈의 이름은 한정된 지면관계로 생략)

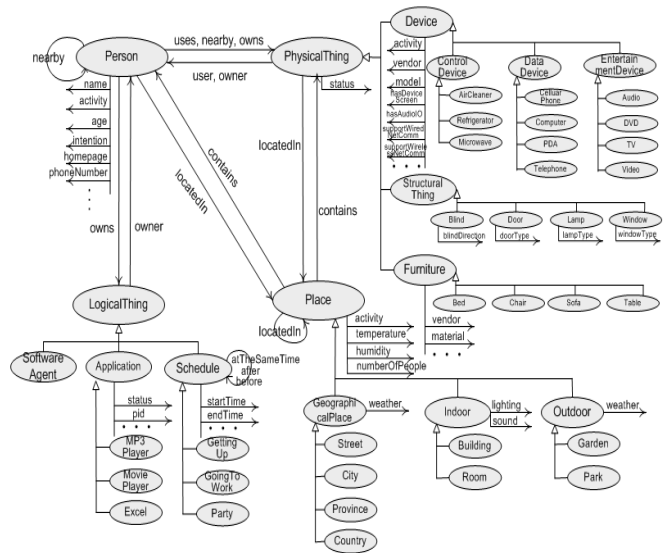


그림 3. Entity 와 ContextType

6. Value

Value 는 실제로 엔티티의 상황과 상태를 설명하는 값이다. 예를 들면, 사람의 activity 컨텍스트의 값으로는 meeting, eating, sleeping, watchTV 등이 있다. TV 의 Status 컨텍스트의 값으로는 on, off 등이 있다. 어떤 장소의 온도 컨텍스트에 값으로는 온도를 나타내는 값이 올 수 있다.

본 논문에서는 사용자에게 친숙하고 직관력을 제공하는 컨텍스트 정보 값에 대한 어휘를 제공하기 위하여 그림 4 와 같은 어휘들을 설계하였다. 예를 들어 어떤 실내 장소의 조도를 나타내는 Lighting 이라는 컨텍스트타입의 값은 룩스와 같은 단위를 사용한 어렵고 이해하기 어려운 값을 사용하게 되는데, 본 논문에서는 사용자에게 친숙한 어휘를 제공하기 위하여 VeryBright, Bright, SomeWhatBright, NormalLighting, SomewhatDark, Dark, VeryDark 와 같이 사용자가 느끼는 단계를 7 단계로 구분한 어휘를 제공한다.

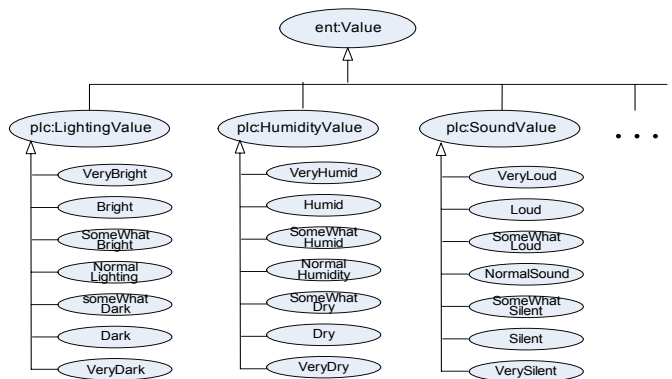


그림 4. 컨텍스트 정보의 Value

7. 모델의 사용

그림 5 와 그림 6 은 논문에서 제시한 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 이용하여 Person 과 Place 온톨로지의 사용 예를 보여준다.

그림 5 는 Person 'Eunhoe'의 컨텍스트 정보이다. 위치(locatedIn)는 'Bedroom'이고, 'PDA1'을 소유하며 사용중이다. 그리고 회사전화번호는 '02-824-3862' 이다.

```
<Person rdf:ID="Eunhoe">
  <name rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Kim Eunhoe</name>
  <has rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Schedule.owl#GettingUpSchedule"/>
  <homepage rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI"
  >http://ss.ssu.ac.kr/~ehkim</homepage>
  <uses rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Device.owl#PDA1"/>
  <phoneNumber rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >02-123-4567</phoneNumber>
  <snailMailAddress rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >ehkim@ss.ssu.ac.kr</snailMailAddress>
  <owns rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Device.owl#PDA1"/>
  <locatedIn rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Place.owl#Bedroom"/>
  <officePhone rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >02-824-3862</officePhone>
  <msnChatID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >ehkimnet@hotmail.com</msnChatID>
  <mobilePhone rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >019-000-3862</mobilePhone>
</Person>
```

그림 5. Person 온톨로지의 사용 예

그림 6 은 Place-IndoorPlace-Room 'Bedroom'의 컨텍스트 정보이다. Bedroom 에는 'Eunhoe'와 'PDA1'이 있다(contains). Bedroom 의 소음정도는 'Silent'이고, 온도(temperature)는 보통이며, 밝기는 'Very Dark'이다. 그리고 습도는 'SomeWhatDry' 이고, Bedroom 에 있는 사람 수는 모두 1 명이라는 컨텍스트 정보를 표현한다.

```
<Room rdf:ID="Bedroom">
  <numberOfPeople rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
  >1</numberOfPeople>
  <contains rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Person.owl#Eunhoe"/>
  <temperature>
    <TemperatureValue rdf:ID="Neutral"/>
  </temperature>
  <sound>
    <SoundValue rdf:ID="Silent"/>
  </sound>
  <contains rdf:resource="http://milkyway.ssu.ac.kr/onto/Device.owl#PDA1"/>
  <humidity>
    <HumidityValue rdf:ID="SomeWhatDry"/>
  </humidity>
  <lighting>
    <LightingValue rdf:ID="VeryDark"/>
  </lighting>
</Room>
```

그림 6. Place 온톨로지의 사용 예

온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 (Entity, ContextType, Value)의 트리플로 쉽게 표현될 수 있다. 따라서 본 컨텍스트 모델은 유비쿼터스 어플리케이션 시나리오를 작성할 때 컨텍스트 어휘를 제공하기 위하여 사용할 수 있다. 또한 온톨로지 리즈닝 또는 사용자 정의 추론을 사용하는 상위 수준의 컨텍스트 처

리에도 유용하게 쓰일 수 있다. 그리고 컨텍스트 프로바이더가 컨텍스트 정보를 제공하기 위하여 컨텍스트 구성할 때 온톨로지 모델을 참조할 수 있다.

8. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 관심이 높아지면서 관련 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 특히 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 위하여 컨텍스트 정보를 표현하는 관점에서 여러 컴포넌트들에서 공유할 수 있도록 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델을 제안하였다. 제안된 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델은 모듈단위로 설계하여 재사용성과 확장성이 좋다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅 도메인의 지식을 온톨로지기로 표현할 수 있도록 Entity 를 용도와 목적에 따라 분류하고 각각의 컨텍스트타입 정보를 속성으로 가지도록 설계하였다. 또한 사용자에게 친근하고 쉬운 어휘를 제공하기 위한 컨텍스트의 값을 Value 로서 정의하여 제공한다.

향후 온톨로지 모델을 기반으로 컨텍스트 정보를 획득하고, 전달 처리하는 컨텍스트 처리 인프라를 개발할 예정이다.

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 (2002) 167-180.
- [4] Kappel Gerti, 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 American, May 2001.
- [7] DAML-OIL, <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html>.
- [8] OWL, <http://www.w3.org/2004/OWL/>, W3C.
- [9] COBRA-ONT, <http://cobra.umbc.edu/ontologies.html>
- [10] 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), March 14, 2004, Orlando, Florida
- [11] Tim Kindberg, et al. "People, Places, Things: Web Presence for The Real World", Technical Report HPL-2-16, HP Labs, 200.