

유비쿼터스 환경 적용을 위한 일반적 상황 모형 구축

박대환^a, 최근호^a, 권오병^a

^a School of International Management, Kyunghee University

Socheon-dong, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 446701, Korea

Tel: +82-31-201-2306, Fax: +82-31-204-8113, E-mail: {serveLord, kino4u, obkwon}@khu.ac.kr

Abstract

유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 발전함에 따라 상황인지는 유비쿼터스 환경을 구성하는 중요한 요소들 중의 하나로 인식되고 있다. 그러나 아직까지 모든 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적용될만한 일반적인 상황모형(generic context model)은 제시되지 못하고 있다. 따라서 본 논문의 목적은 혼합형 다단계(hybrid multi-level) 다이어그램을 이용해 보다 적합한 일반적 상황모형을 제안하는 것이다. 이를 위해 먼저 기존의 다양한 상황 모형들을 분석하고, 이를 토대로 유비쿼터스 지능 공간에서의 컴퓨팅 시스템 환경에 적합한 일반적 상황모형을 제안하였다.

Keywords:

Ubiquitous Environment, Context Model, Context Aware System, Ontology

서론

상황(context)은 유비쿼터스 컴퓨팅 개발 및 운영에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 각 환경에 따라 유용한 상황은 달라지게 마련이어서 상황을 어떻게 정의하여 상황정보를 획득하는가를 결정하는 것이 유비쿼터스 환경을 실현하는데 기본이 된다. 벨기에 K.U.Leuven 대학의 D. Preuveneers 교수는 지능(Ambient Intelligence) 환경 구축을 위한 6 가지 조건들을 다음과 같이 언급하고 있다[Preuveneers et al.,

2004]:

- R.1 어플리케이션 적응성(Application adaptivity): 동적인 환경(dynamic environments)에서 수시로 변하는 상황정보에 모두 적용할 수 있는 적절한 어플리케이션이 되어야 한다.
 - R.2 자원 인식(Resource awareness): 내장된(embedded) 장치에서 자원은 어떤 서비스를 실행하기 위해서 전력, 메모리 용량, 대역폭 등의 제약사항을 고려해야 한다.
 - R.3 모바일 서비스(Mobile services): 사용자의 시간에 따른 위치의 변화는 전체 혹은 부분 서비스의 즉각적인 갱신으로 변화되어야 한다.
 - R.4 지능적 서비스의 발견(Semantic service discovery): 상황정보에 맞춰 사용자나 장치에 적절한 기준을 자동적으로 편집하는 지능적인 서비스를 개발해야 한다.
 - R.5 코드 생성(Code generation): 서비스를 실행할 수 있도록 서비스 사양에 맞는 코드를 생성해야 한다.
 - R.6 상황 인지적 사용자 인터페이스(Context-aware user interfaces): 시간에 따른 상황의 변화에 대해 더욱 동적으로 사용되어질 사용자 인터페이스를 개발해야 한다.
- 위에서 기술한 조건들 중 기술적인 부분은 최근에 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어의 발달이 급속도로 이뤄져 유비쿼터스 컴퓨팅을 실현할 만한 단계에

이르렀다고 판단된다. IST Advisory Group(ISTAG)은 2010년 이내에 Ambient Intelligence(AmI) 환경이 도래할 것이라고 결론짓고 있다. 하지만 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 활용하여 유비쿼터스 환경의 도메인을 결정하는 요소인 상황정보를 어떻게 획득할 수 있을가에 대한 문제를 해결할 수 있는 적절한 상황모형은 아직 제시되지 않고 있다. 왜냐하면 상황을 해석할 수 있는 정보를 얻기 위해서는 상황모형을 어떻게 디자인하느냐가 매우 중요하기 때문이다.

위에서 살펴본 것과 같이 상황모형의 중요성 때문에 지금까지 많은 연구자들이 상황에 대해 정의하고, 특정 도메인에 의존적인 혹은 일반적인 상황모형을 제시해왔다. 이제까지 제안된 상황모형은 객체지향적 모형 [Khedr et al., 2004; Riva et al., 2004; Kaenampornpan and O'Neill, 2004; Chen et al., 2003; Chen et al., 2000; Schilit et al., 1998], 트리 구조의 틀 안에서 상하 수직적인 관계로 표현한 모형[A. Dogac et al., 2004; Schmit et al., 1999; "OTZT"U RK et al., 1997], 개체-관계 다이어그램을 이용하여 표현한 모형[Nejdl et al., 2005; Nanjangud et al., 2005], 집합(association)과 ER 다이어그램을 혼합하여 사용한 온톨로지 모형[Sonia et al., 2005; Eleni et al., 2005; Wang et al., 2004; Tao Gu et al., 2004; Panos et al., 2004; Rosa et al., 2003; Strang et al., 2003; Henricksen et al., 2002] 등으로 분류될 수 있다. 하지만 아직 모든 도메인에 적용할 수 있을 정도의 표현력을 가지며 온톨로지의 형태로 추론 가능한 일반적 상황모형(generic context model)은 아직 제안하지 못하고 있다.

한편 상황인식 컴퓨팅의 발달로 인한 상황 표현, 상황정보 공유, 이질적인 시스템(heterogeneous systems) 간의 시멘틱한 상호 작동성을 용이하게 할 수 있게 하는 필요성이 증대되고 있다 [X.H.Wang et al. 2004]. 이를 위해 상황모형은 이질적인 모든 상황정보를 표현할 수 있고, 모형의 재사용성을 높이며, 온톨로지를 바탕으로 상황추론이 가능하도록 하는 방향으로 구축되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 가장 적절한 상황 모형들의 문헌조사를 통해 일반적으로 상황정

보에 해당하는 요소들을 모두 나열한 다음, 이 요소들의 상관관계를 상황추론이 가능하도록 온톨로지 기반의 일반적인 상황모형을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장은 이제까지 제안된 상황모형들을 몇 가지 기준에 의해 분류해보고, 제3장에서는 일반적인 상황모형에 대해 제시하였다. 제4장에서는 본 논문에서 제안한 상황모형을 통해서 시스템을 개발할 때의 고려사항에 대해 기술하였으며, 제5장에서는 결론을 기술하였다.

Context Model

서론에서도 살펴보았듯이, 이제까지 제안된 상황모형을 객체지향, 트리 구조, 개체관계 모형, 온톨로지 상황모형의 네 가지로 분류했다.

객체지향 상황모형

상황 개체들을 클래스 형태로 분류한 다음, 객체와 속성으로 표현하거나 객체들만을 나열하여 표현하였다. 따라서 개체 클래스와 클래스 간의 연관성을 표현하는데 많은 제약이 따르게 되어 표현력이 현저히 떨어진다.

또 M. Khedr (2004)은 상황을 나타내는 상황개체로 ACTION PROFILE, NETWORK, NETWORK TOPOLOGY, PHYSICAL, SERVICE CATEGORY, SOCIAL, ROLE을 들고 각 개체들을 클래스로 간주하여 클래스마다 객체와 속성들을 정의하였다.

트리 구조로 표현된 상황모형

병렬적인 관계 표현보다는 그림1이나 그림2와 같이 트리 구조 형식을 취하여 수직적인 관계에 중점을 두어 표현하였다. 그러다 보니 개체들간의 관계 표현에 많은 제한이 따르고, 개체와 그 개체의 속성이 구체적으로 어떤 집합관계를 갖는 지도 표현할 수 없는 모형이다.

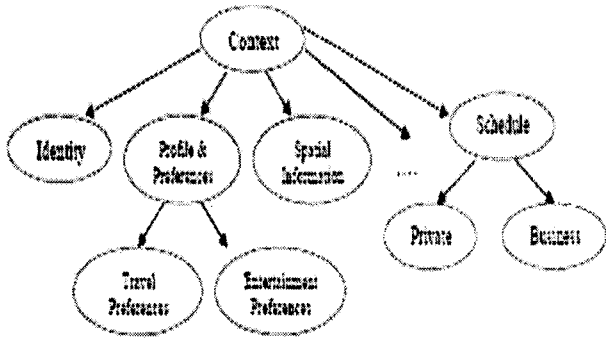


그림 1 - A. Dogac et al. (2004)의 Context Hierarchy

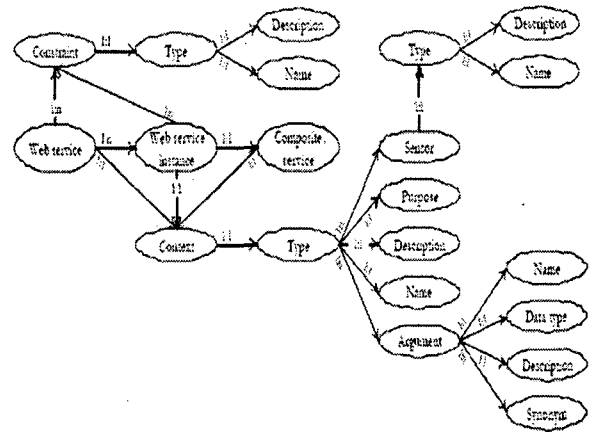


그림 4 - Narendra (2005)의 Ontology based Description of Context

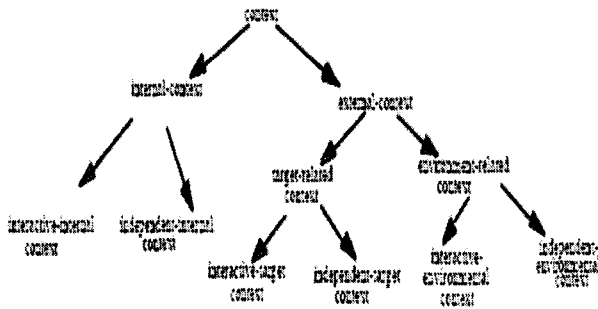


그림 2 - "OTZT"URK et al. (1997)의 Context Ontology 개체관계 다이어그램으로 표현된 상황모형

그림3과 그림4와 같이 기본적인 개체관계 모형에 온톨로지의 개념을 덧붙인 형식으로 표현하였다. 주요 개체들 간의 관계를 1:1 혹은 1:M, M:M 형식으로 표현했다. 따라서 개체들과 속성들 간의 관계를 나타내는 표현력 면에 있어서 많은 제약을 갖는 모형이다.

집합(association)과 개체관계 다이어그램을 혼합하여 사용한 온톨로지 상황모형

그림 5나 그림 6과 같이 상황모형을 집합관계와 개체관계 모형을 사용해 개체, 속성들 간의 관계에 중점을 두어 표현하였다. 나아가 이 모형은 개체들간의 관계를 표현하기 위해 멀티 레벨링(Multi leveling) 방법을 사용하였다. 즉, 주요 개체와 그렇지 않은 개체들로 나누고 주요 개체를 중심으로 표현하였다. 그러나 일반적인 상황모형에서는 현실적으로 개체들 간의 레벨 구분이 모호하여 자칫 표현력을 떨어뜨리는 결과를 가져올 수 있다. 레벨링 부분을 제외하고는 이러한 상황모형이 표현력 면에 있어서 가장 바람직하다고 보고, 본 논문에서 개체들 간의 관계 표현과 개체-속성 관계 표현에 이와 같은 모형을 도입하고자 한다.

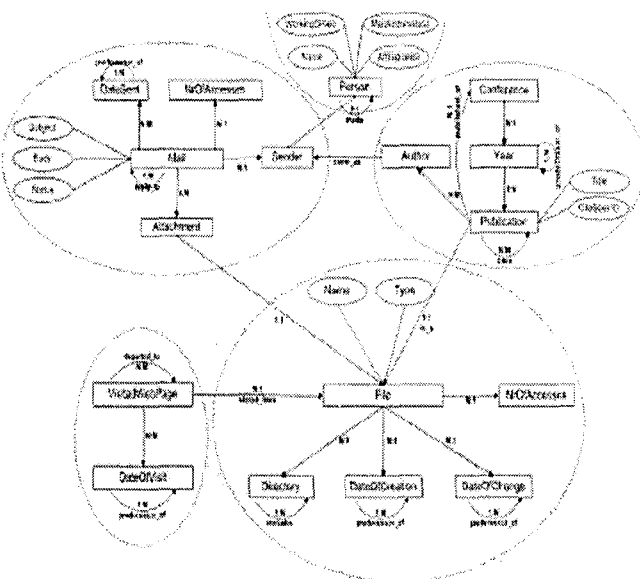


그림 3 - Nejdil et al. (2005)의 Context Ontology

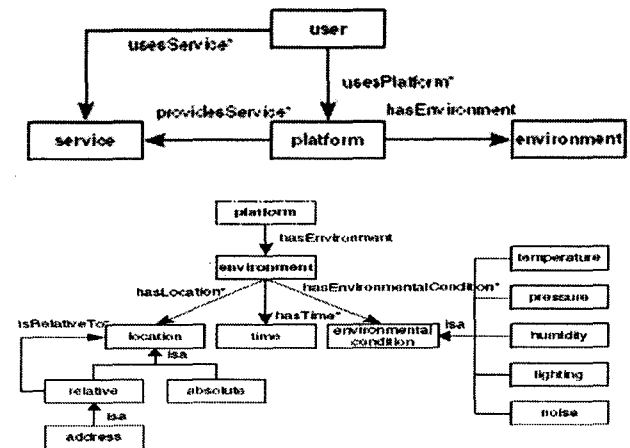


그림 5 - D. Preuveneers et al. (2004)의 Context Ontology

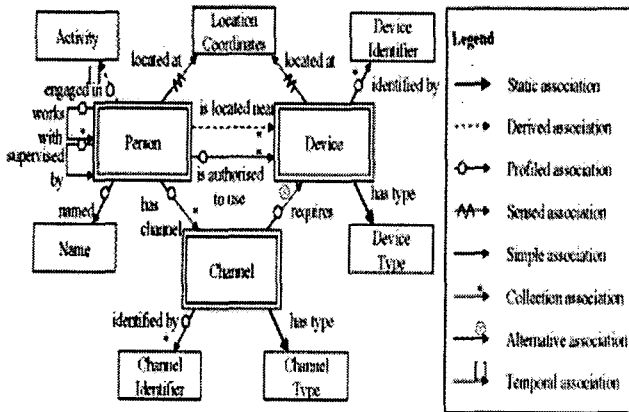


그림 6 - Henricksen et al. (2002)의 Context Model

Generic Context Model

앞에서 살펴본 바와 같이 이제까지 다양한 상황모형이 연구되고 제안되었으며, 각 상황모형마다 특정 환경에 가장 적절한 상황정보를 얻기 위해 상황 개체

(Context Entities)를 정의 하고, 이를 바탕으로 상황모형을 구축하고 제안하였다. 하지만 표현력이 부족하여 일반적인 상황을 모두 적용하기에 어려움이 따른다. 따라서 본 논문은 문헌조사를 바탕으로 상황 모형들을 분류하고, 각 모형에서 상황 개체로 정의된 개체들을 모두 찾아냈으며, 이들 중 상황모형을 만들 때 상황정보로 표현될 만한 개체들을 모두 찾아내어, 각 개체들을 BNF 형식으로 정의하여 도표로 작성하였다. 자세한 정보는 부록 A를 참조하면 된다.

이 도표에 정리된 모든 개체들을 바탕으로 개체들 간의 상호관계를 온톨로지를 이용해 집합으로 표현하여 일반적인 상황에 쓰일 수 있는 상황모형을 다음 그림7과 같이 구축하였다.

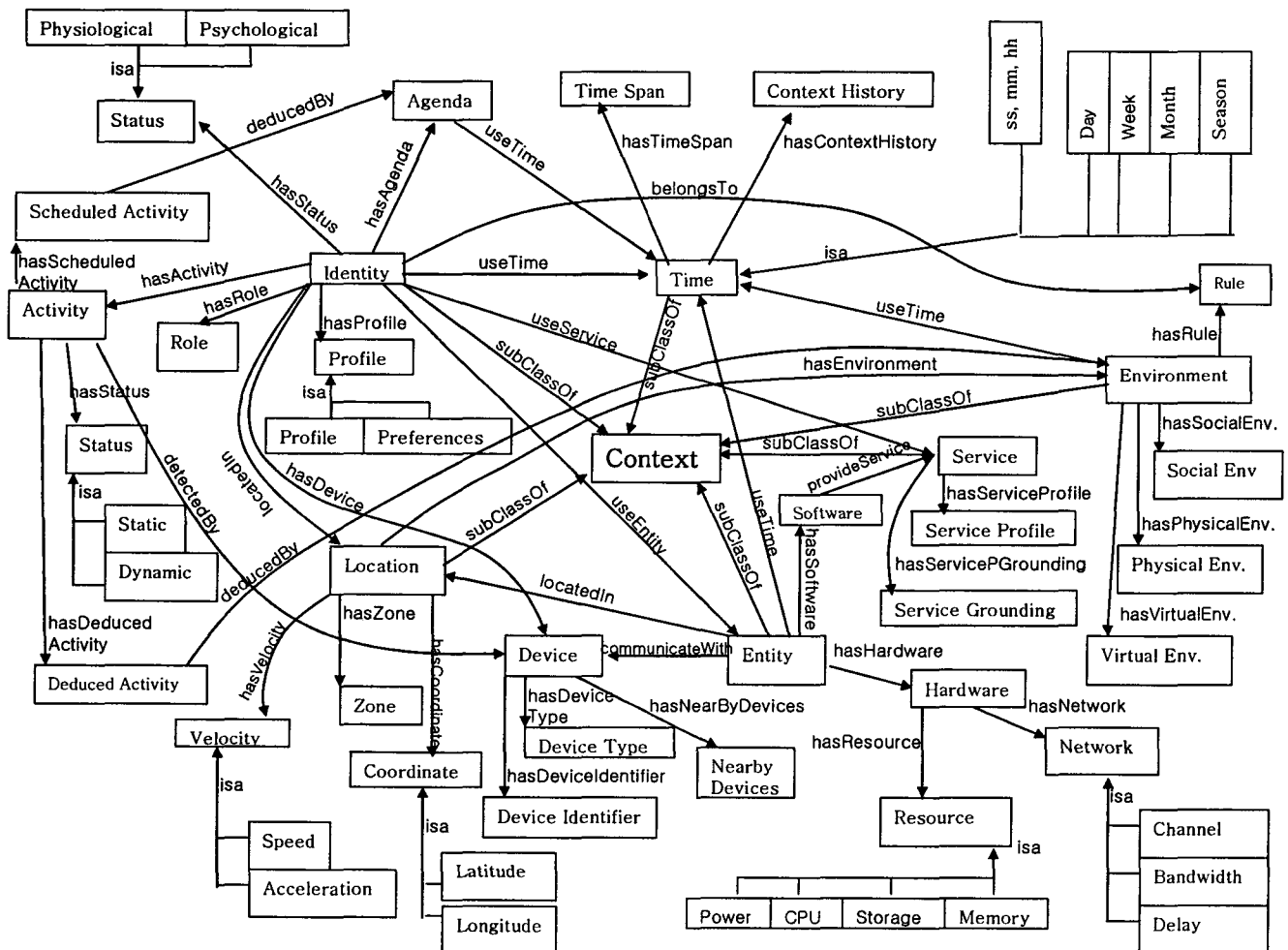


그림 7 - Ontology based Generic Context Model

Generic Context Model 활용 시스템 구현

상황모형을 만드는 목적은 그것을 이용해 상황인지 시스템을 구현하기 위함이다. 상황인지 시스템은 다음 그림8과 같은 구조를 가진다.

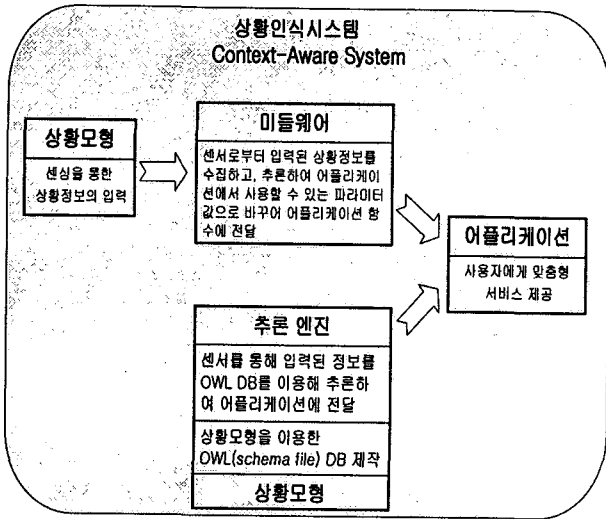


그림 8- 상황인식 시스템 구성도

유비쿼터스 환경에 맞는 상황모형을 구축하는 작업은 매우 중요하다. 이 모형이 정해져야지만 어떤 센서로 원하는 상황정보를 얻을 것인가를 결정지을 수 있기 때문이다. 유비쿼터스 환경에 맞는 상황모형을 정의하여 얻어진 상황정보는 센서를 통해 미들웨어(Middleware)인 Context Toolkit(A.K.Dey, 2000), Gaia(Illionis Univ., 2004), SOCAM(Singapore Nat'l Univ., 2004) 등에 입력이 되거나, 추론 엔진인 Minerva(IBM), RacerPro(Franz Inc.), Pellet(mindswap Group), FaCT++(Manchester Univ.)에서 활용 가능한 OWL 스키마 파일로 만들어져, 입력된 상황정보의 추론(inference) 과정을 거친 뒤, 그 정보를 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공하는 어플리케이션에 전달한다. 따라서 미들웨어를 사용해야 할 경우, 상황모형은 미들웨어 내의 추론 시스템 제작에 기초가 되므로 이를 고려하여 설계되어야 한다. 또 추론 엔진을 사용할 경우, 상황모형은 OWL 스키마 파일 제작시에 뼈대가 된다는 것을 고려하여 설계되어야 한다.

결론

본 연구의 목적은 새롭게 연구가 진행중인 유비쿼터스 영역 가운데 특별히 상황정보 획득을 위한 상황모형을 구축하기 위한 것이다. 이를 위해 현재까지 제안된 상황모형에 대해 포괄적으로 조사하였으며, 조사한 상황모형을 4가지 형태로 분류, 각 특징을 알아보고 상황모형에 가장 적합한 표현 방법을 연구하였다. 연구 결과 집합 관계와 개체관계 다이어그램을 혼합하여 만든 온톨로지 상황모형이 일반적인 상황모형을 표현하기에 가장 적합한 것으로 결론을 얻게 되었다. 또한 여러 상황모형에서 정의한 상황 개체들 중 유비쿼터스 환경에서 상황개체로 정의될 만한 개체들의 합집합을 구했으며, 이를 바탕으로 모든 개체들과 그 속성을 BNF 형식으로 정의하여 표(부록 A 참조)로 만들었다. 이 표를 바탕으로 해서 <그림 9>의 일반적 상황모형을 구축하였다.

앞으로 본 논문에서 제안한 일반적 상황모형을 기초로 상황인식 시스템의 중간 단계인 추론 엔진에 이용될 OWL DL 스키마 파일을 디자인 하여 일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅에 활용될 수 있도록 할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반 기술개발사업의 지원에 의한 것임.

참고문헌

- [1] X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu and H. K. Pung. (2004). "Ontology based context modeling and reasoning using OWL," *Workshop on Context Modeling and Reasoning at 2nd IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication (PerCom'04)*, in press.
- [2] Asuman DOGAC, Gokce B. LALECI, Yildiray KABAK. (2004). "A Context Framework for Ambient Intelligence", *Proceedings of the Fourth IEEE International Workshop on*

Distributed Auto-adaptive and Reconfigurable Systems (with ICDCS'04), (Tokyo, Japan), March 2004. 19.

- [3] Davy Preuveneers, Jan Van den Bergh, Dennis Wagelaar, Andy Georges, Peter Rigole, Tim Clerckx, Yolande Berbers, Karin Coninx, Viviane Jonckers, Koen De Bosschere. (2004). "Towards an extensible context ontology for Ambient Intelligence". *Second European Symposium, EUSAI 2004*, Eindhoven, The Netherlands, November 8-11, 2004.
- [4] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi. (2003). "An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environment". *Special Issue on Ontologies for Distributed Systems, Knowledge Engineering Review*, November 2003.
- [5] Thomas Strang, Claudia Linnho_Popien, and Korbinian Frank, J.-B. Stefani, I. Demeure, and D. Hagimont (Eds.). (2003). "CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability". *IFIP International Federation for Information Processing DAIS 2003*, LNCS 2893, pp. 23-247, 2003.
- [6] HENRICKSEN, K., INDULSKA, J., AND RAKOTONIRAINY, A. (2002). "Modeling context information in pervasive computing systems". In *LNCS 2414: Proceedings of 1st International Conference on Pervasive Computing* (Zurich, Switzerland, 2002), F. Mattern and M. Naghshineh, Eds. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, pp. 167-180.
- [7] Guanling CHEN, AND KOTZ, D. (2001). "A survey of context-aware mobile computing research". *Tech. Rep. TR2000-381, Dartmouth*. November 2000.
- [8] GRAY, P., AND SALBER, D. (2001). "Modelling and Using Sensed Context Information in the design of Interactive Applications". In *LNCS 2254: Proceedings of 8th IFIP International Conference on Engineering for Human-Computer Interaction (EHCI 2001)* (Toronto/Canada, May 2001), M. R. Little and L. Nigay, Eds., Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Springer, p. 317.
- [9] HELD, A., BUCHHOLZ, S., AND SCHILL. (2002). "A. Modeling of context information for pervasive computing applications". In *Proceedings of SCI 2002/ISAS 2002*.
- [10] OTZTU RK, P., AND AAMODT, A. (1997).

"Towards a model of context for case-based diagnostic problem solving". In *Context-97; Proceedings of the interdisciplinary conference on modeling and using context* (Rio de Janeiro, February 1997). pp. 198-208.

- [11] A. Schmidt, K. Asante Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven, and W. Van de Velde. (1999). "Advanced interaction in context". In *Proceedings of First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing. HUC'99*, pages 89-101, Karlsruhe (Germany), September 1999. Springer Verlag.
- [12] A. Schmidt, M. Beigl & H-W. Gellersen. (1999). "There is more to Context than Location". In: *Computers & Graphics Journal*, Elsevier. Volume 23, No.6, 1999, pp 893-902.
- [13] O. Riva. (2004) "A conceptual model for Structuring Context-Aware Applications". *Fourth Berkeley - Helsinki Ph.D. Student Workshop on Telecommunication Software Architectures. 2004*. University of Berkeley, USA, 21-24 June 2004.
- [14] Mohamed Khedr, A. Karmouch. (2004) "Negotiating Context Information in Context Aware Systems". *IEEE Intelligent Systems magazine. 2004*. Vol 19, No 6.
- [15] Manasawee Kaenampornpan, Eamonn O'Neill. (2004). "Modelling context: an activity theory approach". *Proc. 2nd European Symposium on Ambient Intelligence, EUSAI. Eindhoven 2004*. The Netherlands. Springer LNCS 3295, 367-374
- [16] Nejd Wolfgang; Paiu, Raluca, (2005) "Desktop Search - How Contextual Information Influences Search Results & Rankings". *Proceedings of the ACM SIGIR 2005 Workshop on Information Retrieval in Context (IRiX)*, Aug. 2005. Salvador, Brazil.
- [17] Nanjangud C. Narendra (IBM Software Labs India). (2005) "Modeling Adaptation in Web Services Execution using Context Ontologies". *San Diego International Systems Conference*, July 8 - 10, 2005. San Diego State University.

<부록 A> 새롭게 제안한 상황모형의 각 요소 정의

| Context Entities | Context Definition |
|----------------------|--|
| Identity | =*user or person* = ID + Status + Agenda + Activity + Profile + Role |
| ID | =*user의 고유 식별 번호* |
| Status | =*user의 상태* =Physiological Status + Psychological Status |
| Physiological Status | =*사용자의 생리적 상태. 즉, 신체의 온도, 심박수 등을 나타냄* |
| Psychological Status | =*사용자의 심리적 상태* |
| Agenda | =*예약이나 이미 계획된 일* |
| Activity | =*user가 한 행위(행동)* =Deduced Activity + Scheduled Activity + Status |
| Deduced Activity | =*각 상황에 맞게 추론된 행동* |
| Scheduled Activity | =*Agenda에 의해 일어날 수 있는 행동* |
| Status | =Static Status + Dynamic Status |
| Static Status | =*user 홀로 행하는 상태* |
| Dynamic Status | =*user와 다른 user가 interaction 하는 상태* |
| Profile | =*user의 profile 과 preferences* |
| Role | =*user의 역할. 즉, user가 위치해 있는 공간에서 그의 역할* |
| Time | =*(ss,mm,hh)와 day, week, Month, Season* = Time Span + Context History |
| Time Span | =*사건이 일어난 시간의 길이* |
| Context History | =*유사한 상황이 일어났던 과거의 시간* |
| Entity | = Software + Hardware |
| Software | =*service를 제어하는 application* |
| Hardware | = Resource + Network |
| Resource | = Power + CPU + Storage + Memory |
| Network | = Channel + Bandwidth + Delay |
| Device | =*user가 가지고 있는 장치* =Device Type + Device Identifier + Nearby Devices |
| Device Type | =*Device의 사양* |

| | |
|-------------------|---|
| Device Identifier | =*Device의 고유번호* |
| Nearby Devices | =*특정 device 주위에 있는 다른 device들* |
| Location | =Zone + Coordinate + Velocity |
| Zone | =*user가 위치한 공간* |
| Coordinate | =*user가 위치한 좌표* =Latitude + Longitude |
| Velocity | =*user가 움직이는 속도* =Speed + Acceleration |
| Service | =Service Profile + Service Grounding |
| Service Profile | =*제공하는 서비스의 특성 및 종류* |
| Service Grounding | =*서비스를 제공하기 위해 필요한 요소* |
| Environment | = Social Env. + Physical Env. + Virtual Env. + Rule |
| Social Env. | =*user의 직업 등을 고려한 사회적 지위 등을 나타냄* |
| Physical Env. | =*온도, 습도, 조도, 날씨 등을 나타냄* |
| Virtual Env. | =*가상 쇼핑이나 관람 등을 하는 환경* |
| Rule | =*사회적 규범이나 제약사항* |