

다중 에이전트 시스템을 위한 지식 표현 모델

김훈민[○] 지경환 양정진
가톨릭 대학교

{harebox[○], sshine106, jungjin}@catholic.ac.kr

Knowledge Description Model For Multi-Agent Systems

HoonMin Kim[○], KyengWhan Jee, JungJin Yang
The Catholic University of Korea

요 약

이질적이고 분산된 환경에서의 컴퓨팅 요소들은 변화하는 사용자의 요구와 상황을 인지하여 주위 환경에 적응할 필요가 있으며 이렇게 자동화된 요소, 즉 적응된 에이전트들은 동적으로 설정된 목표를 해결하기 위해 서로 협력해야 한다. 이렇게 적응된 에이전트를 구현하기 위해서는 이들이 인지된 상황을 추론할 수 있는 지식베이스의 구축이 필수적이며 이러한 지식을 표현할 수 있는 모델이 필요하다. 본고에서는 다중 에이전트 시스템에서 지적 활동의 중심적 자료구조가 될 온톨로지와 온톨로지를 효과적으로 관리하는 온톨로지 저장소를 활용하여 다양한 지식원과 에이전트 간의 의미적 상호작용을 증대시키기 위한 Knowledge Description Model을 제시한다.

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅으로 대변되는 최근의 컴퓨팅 환경은 이질적이고 분산된 환경에서의 문제 해결과 서비스 제공을 가정하고 있다. 이러한 환경에서는 시스템을 이루는 각 요소(entity)들이 자율성을 지니며 활동할 것을 요구한다. 이러한 요소들의 자율성을 위해서는 먼저 그 요소들이 자신이 처한 환경을 확실히 인지할 필요가 있으며, 이렇게 인지된 정보를 통해 주변의 환경을 변화시켜 나간다. 그러나 이러한 요소, 즉 에이전트는 자신이 속한 환경만을 인지하고 변화시키는 능력상의 한계가 있었으며 이는 필연적으로 분산될 수밖에 없는 유비쿼터스 환경에서 악점으로 작용했다.

앞으로 등장할 향상된 컴퓨팅 환경에서는 분산된 환경에서 수집된 여러 정보들을 통합하여 지식베이스를 구축할 필요가 있고 이렇게 구축된 지식베이스는 에이전트에 의해 참조되어 이들이 이질적이고 분산된 환경에서 보다 나은 적응력을 보이며 변화된 환경에서 계속하여 유효한 결과를 줄 수 있도록 해야 한다.

본고에서는 다중 에이전트 시스템에서 지적활동의 중심적 자료구조가 될 온톨로지와 온톨로지를 효율적으로 관리하는 온톨로지 저장소를 활용하여 다양한 지식원과 에이전트들 간의 의미적 상호작용을 증대시키기 위한 Knowledge Description Model (KDM) 을 제시하고 이 모델을 실제로 처리하고 저장하기 위한 방법을 제안한다.

2. 관련연구

변화하는 환경에 적응적인 에이전트 시스템을 구축하기 위하여 상황에 관한 공통의 이해를 수용하는 지식 모델과 지식 베이스가 요구 되었다. 다양한 상황과 문제영역을 지식으로 재 표현하고 인지하는 다양한 시도가 진행되었고 [1, 2, 3, 4] 적응력 있는 에이전트 시스템의 구축을 위하여 서로 다른 목적으로 기술된 지식들을 수용하기 위한 새로운 시도도 생겨났다. Schilit B. et al. [5]는 context를 위치 정보를 중심으로 주위 사람의 신원, 객체와 이에 주어지는 변화들이라고 일찍이 정의하였으며, 이 후 Dey A. K. et al. [6], Pascoe J. [7]에 의해 정제되었다.

Öztürk, P. et al.[8]은 다양한 context type의 역할과 요소에 기반한 context 모델을 제시하였고, Strang, T. [9]는 ASC(Asspect-Scale-ContextInformation) 모델을 제시하고 CoOL [1]에 의해 구현되어 Context 호환성 측면에서 서비스 상호 운용성을 제공 하였다. CONON [2]은 OWL을 이용해 추론 가능한 context 온톨로지를 구축하여 일반화된 상위 온톨로지와 확장 가능한 domain-specific한 온톨로지를 제공하였다. CoBrA [3] 역시 OWL을 이용하여 명시적으로 기술된 context 온톨로지를 기반으로 broker 에이전트를 이용하여 context 지식을 추론하고 공유할 수 있는 아키텍처를 제안하였다. 에이전트가 인지하는 정보를 온톨로지를 이용하여

기술함에 따라 지식의 공유, 재사용이 보장되었고 논리 기반의 추론을 통하여 지식모델의 validity를 체크하고 지식의 확장이 용이하게 되었다. [4]

3. Knowledge Description Model

에이전트는 수행할 업무에 따라 다양한 원천지를 가지는 정보들의 집합을 인지한다. KDM은 에이전트가 인지하는 정보들의 집합을 기술하기 위해 제시한 모델이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 개체와 지식베이스는 다양한 목적과 정책을 가지고 빠르게 변화하기 때문에 KDM은 다양한 종류의 지식을 수용할 수 있는 구조를 가져야 한다.

Fig. 01의 좌측 중앙에 묘사된 Description Instance는 에이전트가 업무를 수행하기 위하여 필요한 정보의 집합을 기술한다. Description 클래스는 Description Instance를 생성, 소비하는 Entity class와 producedBy, consumedBy relation을 가지며 각 relation의 range에 해당하는 Class는 Meta-Ontology를 통하여 일관성을 보장한다. Entity class를 기술하는 온톨로지는 설계 목적에 부합하는 다양한 구조를 가질 수 있고 일관성 보장과 지식의 확장을 위하여 자신의 범위 안에서 논리적 추론을 수행한다. (i.e. Fig. 01의 hasBehavior property는 Entity Ontology에서 기술되고 일관성을 보장받는다.)

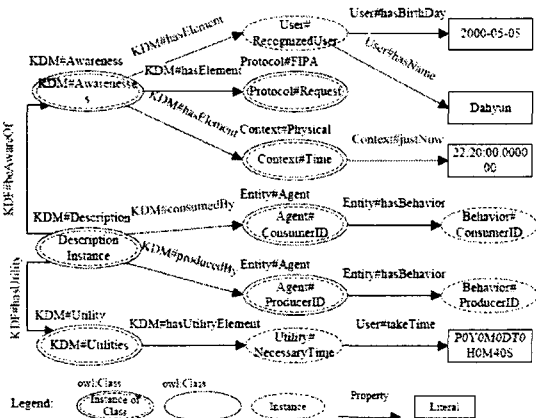


그림 1 Knowledge Description Model (Base URI는 http://idis.catholic.ac.kr/term/)

그림 1의 좌측 상단에 묘사된 Awareness class는 Description class와 beAwareOf relation을 가지며 Description Instance를 소비하는 개체가 computation

수행하기 위하여 필요한 assertions의 subject이다. Description Instance를 소비하는 entity는 computation에 필요한 다양한 knowledge를 서로 다른 온톨로지, 개체로부터 assertion의 형태로 제공받을 수 있어야 한다. For this reason, hasElement relation은 Awareness class를 domain으로 가지며 range는 기술하지 않는다.

서로 상호작용하는 자율적인 요소들은 사전에 어떠한 종류의 인터페이스들을 알고 지원해야 하는지, 그리고 어떠한 프로토콜이나 명령을 이해해야 하는지 알아야 한다. 하지만 실제로 분산 환경에서 그러한 합의가 존재한다고 가정하는 것은 합리적이지 못하다. [10]

그림 1의 좌측 하단에 묘사된 Utility class는 Description class와 hasUtilityElement relation을 가진다. hasUtilityelement relation은 Utility class를 domain으로 가지며 Description Instance특성에 적합한 utilities를 서로 다른 온톨로지, entity로부터 assertion의 형태로 제공받기 위하여 range는 기술하지 않는다.

우리는 Awarenesses, Utilities instance의 resource로 RDF Triple assertion을 기술한다. 따라서 우리의 접근은 지식을 서브클래스, 인스턴스들로 표현하는 두 경우 모두를 수용할 수 있다. : Class로 재표현한 지식은 확장이 용이하고 명확한 추론이 가능하며 Subclass들로 세분화된 지식을 이용한 다양한 시나리오 모델링이 가능하다. instance로 재 표현한 지식은 방대한 양의 terms를 instance로서 수용하여 적은 노력으로 common understanding을 얻을 수 있지만 지식의 확장과 사용범위에 제한을 가진다. [11][12]

4. Knowledge Description Model의 처리

3절에서 제시한 KDM의 구조를 표현하기 위해서 RDF Collection을 사용할 수 있다. 그러나 awareness를 subject로 가지는 resources를 수용하였을 때, set의 경계를 명시할 수는 있었지만, 이 경우 KDM 온톨로지의 표현력을 제한하고 List구조의 추가적인 해석이 필요하였다. 따라서 assertion으로 자원을 선언하는 방법을 통하여 이러한 자원을 KDF Instance에 포함시키는 것이 효과적이라는 결론을 내렸다.

이렇게 생성된 Knowledge Description은 RDF 포맷 자체 또는 이를 한번 파싱한 동일한 정보망의 Triple 형태로 전송할 수 있다. 이 Triple set은 에이전트에 의해 저장, 갱신, 회수될 수 있어야 한다.

4.1. KDM 인스턴스의 저장

KDM 인스턴스는 RDF Triple 형태로 Persistence Storage에 저장이 가능하며, 질의를 통한 인스턴스의 회수도 가능하다. 이러한 온톨로지 저장소와 질의 엔진으로 IBM이 개발한 Semantics Toolkit에 포함된 Minerva[13]를 이용할 수 있다.

5. 결론

우리는 다중 에이전트 시스템에서 사용될 지식의 생산과 변화를 유연하게 수용하기 위한 Knowledge Description Model을 제시 하였으며, 이러한 모델을 효과적으로 처리할 수 있는 방안과 이를 지식베이스로서 보관하기 위한 온톨로지 저장소를 모색해 보았다.

Knowledge Description은 에이전트가 사고하는데 필요한 Element를 제약 없이 포함시키는 정책을 가지며 결과적으로 유연하게 변화하고 확장 될 수 있다. 향후 KDM 모델을 이용하여 유연한 에이전트 조직과 지식의 재사용을 가능하게 하는 프레임워크를 제시하는 방향으로 앞으로의 연구를 진행하고자 한다.

후 기

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터(CRC)지원사업의 연구결과로 수행되었음

참고문헌

[1] Thomas Strang, Claudia Linnhoff-Popien, Korbinian Frank, CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability, LNCS 2893: Proceedings of 4th IFIP WG 6.1 International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS2003)
 [2] GU, T., WANG, X. H., PUNG, H. K., ZHANG, D. Q. Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL. In Proceedings of the 2004 Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference (CNDS2004) (San Diego, CA, USA, January 2004)
 [3] Chen, H., Finin, T., Joshi, A., Using OWL in a Pervasive Computing Broker. In Proceedings of Workshop on Ontologies in Open Agent Systems(AAMAS 2003)
 [4] A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments. Anand Ranganathan, Roy H.

Campbell, In ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, 2003, Rio de Janeiro, Brazil, June 16-20, 2003
 [5] Schilit B., Adams, N. & Want, R. (1994). Context-aware computing applications. Proceedings of the 1st International Workshop on Mobile Computing
 [6] Dey A. K., Abowd, G. D. & Wood, A. (1998). CyberDesk: A framework for providing self-integrating context-aware services. Knowledge Based Systems, 11 (1), 3-13
 [7] Pascoe J. (1998). Adding generic contextual capabilities to wearable computers. Proceedings of the 2nd International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98), 92-99. Los Alamitos, CA: IEEE. Systems and Applications, 85-90. Los Alamitos, CA: IEEE
 [8] tztrk, P., AND AAMODT, A. 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
 [9] STRANG, T. Service Interoperability in Ubiquitous Computing Environments. PhD thesis, Ludwig-Maximilians-University Munich, Oct. 2003
 [10] A. Ranganathan, R. E. McGrath, R. H. Campbell, and M. D. Mickunas, Ontologies in a Pervasive Computing Environment, presented at In Workshop on Ontologies and Distributed Systems (part of the 18'th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2003), Acapulco, Mexico, 2003
 [11] Becker, M.; Heine, C.; Herrler, R.; Krempels, K.-H.: OntHoS - an Ontology for Hospital Scenarios. First International Workshop on Agent Applications in Health Care, Barcelona, February 2003
 [12] Jarrar M., Demey J., Meersman R.: On Using Conceptual Data Modeling for Ontology Engineering. In Aberer K., March S., and Spaccapietra S., (eds): Journal on Data Semantics, Special issue on "Best papers from theER/ODBASE/COOPIS 2002 Conferences", Vol. 2800, pp.:185-207, LNCS, Springer, ISBN: 3-540-20407-5, October 2003
 [13] IBM, IBM Integrated Ontology Development Toolkit April 15. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/semanticstk>, 2006