

컨텍스트 온톨로지 기반 능동 마이닝 프레임워크

황정희*, 선용종
남서울대학교 컴퓨터학과
e-mail:jhhwang@nsu.ac.kr

Context Ontology based Active Mining Framework

Jeong Hee Hwang, Yong Jong Sun
Dept. of Computer Science, Namseoul University

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅은 환경 및 사용자의 상황을 필요로 하는 곳에 센서 노드들을 부착해 환경 정보를 수집하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 기술이다. 그러므로 사용자가 원하는 서비스를 다양한 상황에 맞게 적절한 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 이 논문에서는 사용자의 상황을 고려하고 지능적인 서비스를 제공하기 위해 컨텍스트 온톨로지 기반의 능동 마이닝 프레임워크를 제안한다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅의 개념은 사람을 포함한 현실 공간에 존재하는 모든 대상물들을 기능적, 공간적으로 연결하여 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공할 수 있는 기반 기술이다. 그러므로 유비쿼터스 컴퓨팅은 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 센서, 프로세싱, 네트워크, 데이터베이스(DB) 등의 기술들은 인간의 정보화 영역을 확장시키기 위해 일상생활에서 사용되는 사물로 스며들어 언제 어디서나 보이지 않게 사용자를 지원한다. 둘째, 칩, 태그, 라벨 등의 센서들은 사용자와 주변 환경에 대한 정보를 언제 어디서나 실시간으로 파악하기 위해 사용자가 직접 휴대하거나 일상생활 곳곳에 편재되어 있다. 셋째, 프로세싱, 네트워크, 데이터베이스 등의 컴퓨팅 기술은 사용자 및 주변 환경 정보를 이용하여 사용자의 외부 명령, 의도 및 감성 등의 상황 정보(컨텍스트)를 파악하고 상황에 맞는 서비스를 제공한다[1, 2].

이와 같은 유비쿼터스 컴퓨팅의 특성에 따라 정보수집, 처리, 통신 등의 기능을 지닌 각각의 컴퓨터들이 기능적, 공간적으로 연결되어 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공하기 위한 방법이 필요하다[2, 3].

이 논문에서는 온톨로지 기반 능동 마이닝 컨텍스트 서비스 정보를 제공하기 위한 프레임워크를 제안한다. 사용자의 행동에 따른 센서로부터 감지된 센서 데이터는 XML 데이터라고 가정하고 이를 기반으로 XML 스트림 데이터를 패턴에 따라 분류하고 이를 저장한다. 패턴에 따라 분류할 때는 시간과 장소를 고려하여 사용자가 행동하

는 것을 분류하고 이를 기반으로 서비스 제공을 위한 규칙을 생성한다. 이 때 패턴을 분류하기 위한 기반이 되는 것이 온톨로지이다. 온톨로지는 시간과 공간 정보를 기반으로 생성되어 있어야 한다. 사용자의 컨텍스트 정보라는 것은 시간과 공간에 따른 행동 정보의 규칙을 의미하기 때문이다. 기존의 연구에서는 시간과 공간을 개별적으로 분류하여 온톨로지를 구성한다. 그러나 시간과 공간을 따로 분리하여 온톨로지를 생성하면 컨텍스트 정보에 따른 시간 정보와 공간 정보를 개별적으로 탐색하여 연결시켜 그에 맞는 서비스 정보를 찾아야 하기 때문에 서비스 제공을 위한 시간과 처리 속도면에서 성능과 질이 나빠질 수 있다. 그러므로 이 논문에서는 시간과 공간을 결합한 시공간 온톨로지를 생성하고 ECA 트리거를 사용하여 사용자의 행동과 컨텍스트에 적합한 서비스를 지능적으로 발견하여 제공하기 위한 프레임워크를 제시한다.

2. 관련연구

유비쿼터스 컴퓨팅에서 주된 특징 중의 하나는 컨텍스트를 인식해서 사용자에게 가장 적합한 서비스를 제공할 수 있다는 점이다. 컨텍스트 인지 시스템은 환경 혹은 자신의 상태를 의미하는 컨텍스트를 인식하고 이러한 정보를 바탕으로 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 시스템을 의미한다.[1] 언제 어디서나 사용자의 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자가 현재 존재하는 장소와 동적인 환경에 대응되는 주변정보가 뒷받침되어야 한다. 이를 위해 필요한 것이 적응형 소프트웨어이며, 외부 환경에 따라 자신의 행위를 평가하여 소프트웨어가 원래 의도한 것이 가능하다면 스스로 행위를 변경할 수 있는 소프트웨어를 말한다. 적응형 소프트웨어가 동작하기 위해서는 외부 환경에 대한 모델링이 필요하다. 즉, 물리

* 이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2008-331-D00486).

적 환경과 개념적인 외부 상황의 개체들을 기반으로 하는 모델링을 토대로 사용자의 상황에 맞는 적절한 서비스를 제공해줄 수 있다[1, 3].

온톨로지는 특정 도메인 내에 존재하는 단어를 정형화 되고 명확하게 개념으로 기술함으로써 의미적인 요소를 부여할 수 있다[1, 4]. 사용자의 환경과 배경을 개념적인 도메인으로 온톨로지를 구성하는 컨텍스트 온톨로지는 시간과 공간 그리고 사용자의 행동에 대한 정보를 모두 포함하므로 정확한 서비스를 제공할 수 있는 기초가 된다. 즉, 미리 정의된 컨텍스트 온톨로지 스키마를 사용하여 개인화된 서비스를 상황에 따라 언제 어디서나 제공할 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 프레임워크로서 기존의 [1]은 상황인지 시스템을 위한 온톨로지를 제공한다. 특히 웹 언어들을 하나로 통합하여 정보를 공유하고 이들의 사실적인 정보들을 의미로 바꾸어 제공해 주는 서비스를 구현하였다. 그리고 [2]는 유비쿼터스 상황인지 시스템을 컨텍스트 온톨로지 및 추론 엔진, 컨텍스트 레벨조절 모듈, 컨텍스트 관리 모듈 등 3가지 구성요소로 나누어 컨텍스트 정보를 컴퓨터가 식별할 수 있는 수준의 정보로 가공하는 과정으로 구분하였다.

3. 컨텍스트 온톨로지 설계

컨텍스트란 외부 혹은 내부의 상황정보 즉, 사용자의 위치, 시간, 외부 온도 등을 의미하며 컨텍스트 인지 시스템은(context-aware system)은 이러한 정보를 인지하고 이에 따라 사용자에게 적절한 서비스를 제공한다. 컨텍스트 정보를 인지하기 위한 기초가 되는 것은 사용자 주변에 존재하는 환경과 객체들을 컨텍스트 온톨로지로 모델링하고 이를 바탕으로 서비스를 제공하는 것이다.

공간은 시간과 함께 존재한다. 사람의 행동도 공간과 시간이 항상 결부되어 있다[6, 7]. 그러므로 시간과 공간을 함께 고려하는 온톨로지를 통해 사용자의 행동에 대한 서비스 제공이 필요하다. 시공간 관계는 시공간 객체와 관련된 사건들 간의 인과 관계(casual relationship)를 탐사하는데 매우 중요한 의미를 갖는다. 그러므로 시공간 특성을 함께 고려하는 온톨로지 설계가 필요하고, 이를 위하여 시간과 공간에 대한 위상관계에 대한 접근이 필요하다.

그림 1은 집안에서 사용자의 행동에 대한 컨텍스트 정보를 인지하고 이에 대한 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 온톨로지의 전체적인 설계 도메인을 보여준다.

시공간 온톨로지는 하위 계층으로 SPACE 온톨로지와 TIME 온톨로지 분류되고 시간과 공간과의 관계를 설명하는 Relation 온톨로지를 통해 사용자의 시.공간 정보로 일반화된다. 즉, 사용자의 행동에 대한 시공간 요소들을 식별하고 그 관계를 표현하여 다양한 시간, 공간연산 및 위상관계를 이용하는 새로운 방법의 상황 온톨로지를 구축한다.

시간 관계를 분석하기 위한 시간 위상 관계는 공간에서

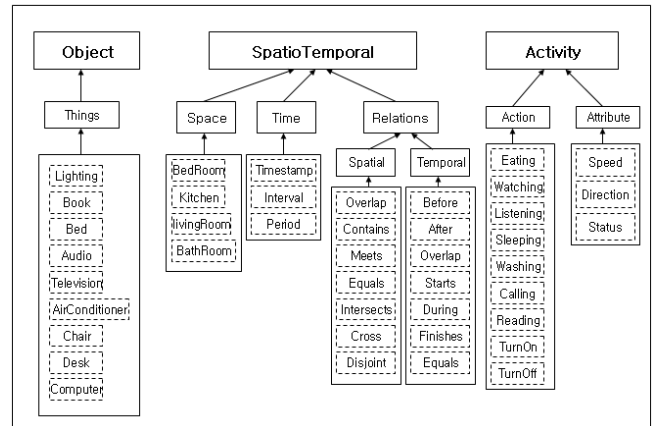


그림 1. Context Ontology

의 위상관계와 비슷한 개념을 포함하는 데, Allen은 before, after, starts, started_by, finishes, finished_by, during, contains, meets, met_by, equals, overlaps, overlapped_by들을 포함하는 13가지의 시간 관계 연산자를 정의하였다[8]. 이 논문에서는 다음과 같은 7가지 기본 시간 관계 연산자를 이용한다.

연 산 자	설 명
before	$A.to < B.from$
equal	$(A.from = B.from) \wedge (A.to = B.to)$
meets	$A.to = B.from$
overlaps	$(A.to \leq B.to) \wedge (A.from < B.from)$
during	$(A.from > B.from) \wedge (A.to < B.to)$
starts	$(A.from = B.from) \wedge (A.to < B.to)$
finishes	$(A.from > B.from) \wedge (A.to = B.to)$

공간 위상관계 연산자는 두 개 이상의 공간객체 사이에 존재하는 위상관계에 대한 질의를 수행하기 위한 것이다. 공간 객체들이 이웃한 관계로서 정의되는 연속성, 폐쇄, 내부, 경계의 개념을 사용한다. 피쳐들은 지형객체들의 집합이고 또한 지형객체들은 점들로 이루어져 있기 때문에 피쳐와 그들간의 관계를 정의하기 위한 일반적인 틀을 제공하기 위하여 이러한 접근은 점들의 집합에 기반한다[7].

시공간 정보는 시간 요소와 공간 요소를 함께 고려함으로써 생성될 수 있다. 시공간 정보 탐사의 주요 태스크는 시공간 객체와 관련된 사용자의 행위에 대한 인과관계(casual relationship)를 탐사하기 위한 기반이 되는 매우 중요한 의미를 갖는다. 이를 위하여 시간적 위상관계, 공간적 위상 관계 그리고 시공간 위상관계에 대한 사용자의 행위에 대한 연관성을 함께 고려한다.

4. 컨텍스트 온톨로지 기반 능동 마이닝 프레임워크

사용자의 환경과 상황에 대해 지능적인 서비스를 제공할 수 있는 컨텍스트 온톨로지 기반의 능동 마이닝 아키텍처에 대한 프레임워크를 그림 2에서 보여준다. 그림 2의 구조는 크게 어플리케이션 계층(application layer), 서비스 프로비저닝 계층(service provisioning layer), 물리 계층

(physical layer)으로 구성된다.

어플리케이션 계층은 사용자로부터 서비스 내용에 대한 질의 및 제공받은 최적의 서비스를 사용자에게 제공해 주는 응용계층이다. 그리고 서비스 제공을 위해 가장 중요한 과정을 포함하고 있는 서비스 프로비저닝 계층은 상황 정보의 기초를 구성하고 있는 컨텍스트를 온톨로지 엔진 그리고 이를 기반으로 최적의 서비스 발견을 하기 위한 데이터 마이닝 엔진으로 구성되며 새로운 서비스 생성 및 기존의 서비스 내용을 저장하고 있는 데이터베이스 등으로 세부의 구조를 포함한다. 물리 계층은 상황 정보를 센서네트워크를 통해 센서 정보를 수집하는 가장 하위계층이다.

사용자의 행동 패턴으로부터 마이닝을 통해 규칙을 찾아내며, 기존에 사용자에게 제공된 서비스 정보도 저장한다. 사용자의 행동 패턴에 따른 서비스 규칙은 시공간 온톨로지를 기반으로 생성된다. 그리고 제안된 시스템에서의 ECA 트리거는 사용자 행동, 시간, 위치 감지 등의 이벤트를 통해 주어진 조건을 평가하고 사용자에게 최적의 서비스를 자동으로 제공하는 지능형 서비스의 기반이 된다. 트리거는 사용자의 행동 이벤트에 따른 실행 및 주기적인 마이닝 실행을 유도한다.

마이닝은 사용자의 행위 및 제공된 서비스에 대해 일정한 간격주기 및 특별한 상황에 대해 실행하여 규칙을 생성한다. 여기서 일정한 간격주기라는 것은 데이터가 모아진 양에 대한 시간 간격 주기 또는 윈도우 사이즈에 따른 주기가 될 수 있다. 윈도우 사이즈에 의한 마이닝은 일정한 트랜잭션 개수를 기반으로 윈도우 크기를 정하고 마이닝을 수행한다. 그리고 마이닝을 수행할 때 온톨로지를 이용하여 더 구체적인 규칙을 찾을 수 있게 된다. 온톨로지 DB에는 기존에 제공된 서비스 규칙의 저장 및 추가되는 정보에 대한 마이닝 결과를 통해 새로운 서비스 정보가 규칙으로 추가된다.

5. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 이루기 위해서는 사용자에게 상황에 맞는 서비스를 적절하게 제공하는 것이 중요하다. 사용자의 시공간 환경 및 상황을 파악하여 적합한 서비스를 발견하기 위해서는 변화하는 환경과 상황에 따라 서비스 내용도 새롭게 갱신될 수 있는 자동화된 시스템이 필요하다. 이 논문에서는 시공간 온톨로지를 포함하는 컨텍스트 온톨로지를 기반으로 시공간 정보를 포함한 사용자의 행동 및 제공된 서비스와의 관계를 마이닝하고, 지능화된 자동화 서비스 제공을 위해 ECA 트리거 엔진을 사용하는 컨텍스트 온톨로지 기반 능동 마이닝 프레임워크를 제안하였다. 트리거는 특히 사용자의 행동 이벤트에 따른 서비스 실행 및 마이닝의 자동 실행을 도와주는 역할을 한다. 향후 연구에서는 제안된 프레임워크를 기반으로 시스템 구현을 위해 온톨로지 구축 및 마이닝 과정에 대한 상세한 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] C. Harry, F. Tim, "An Ontology for Context-aware Pervasive Computing Environments," In Proc. Workshop Ontologies and Distributed Systems, IJCAI Press, 2003

[2] M. Khedr, A. Karmouch, "Negotiating Context Information in Context-aware Systems," In IEEE Intelligent Systems, 2004

[3] M. Strimpakou, et al., "Context Modeling and Management in Ambient-Aware Pervasive Environments," Workshop on Location and Context-aware, 2005

[4] M. A. Strimpakou, L. G. Roussaki, M. E. Anagnostou, "A Context Ontology for Pervasive Prevision," National Technical University of Athens, 2004

[5] Dieter Fensel, "Ontologies : A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce," Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co.K, 2004

[6] T. Abraham. Knowledge Discovery in Spatio-Temporal Databases, School of Computer and Information Science, University of South of Australia, Ph. D dissertation, 1999

[7] J. F. Roddick and B. G. Lees, "Paradigms for Spatial and Spatial-Temporal Data Mining, " Geographic Data Mining and Knowledge Discovery, Taylor and Francis, Research Monographs in Geographic Information Systems, Miller, H. and Han, J., Eds, 2001

[8] J. F. Allen, H. A. Kautz "A Model of Native Temporal Reasoning," In Formal Theories of The Commonsense World, 1985

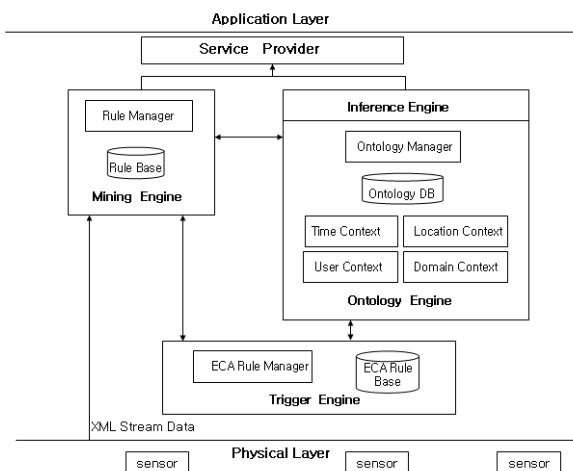


그림 2. 컨텍스트 온톨로지 기반 능동 마이닝 아키텍처