

공간객체 기반의 온톨로지와 규칙을 이용한 상황정보 모델

박 미[†] · 류 근 호^{††}

요 약

센서네트워크의 유비쿼터스 환경에서는 지능적이며 상황적응적인 서비스를 제공하기 위한 상황인식 기술이 핵심이다. 상황인식 응용을 지원하기 위해 특정 응용에 종속되지 않고 같은 환경 안에서 응용들이 공유하여 인식할 수 있는 새로운 상황정보 모델이 요구된다. 또한 상황정보 모델은 다양한 상황표현과 복잡한 상황인식을 지원하여야 한다. 따라서 이 연구에서 상황인식 과정에 따라 상황정보를 정의하고 도메인 지식과 응용 지식을 온톨로지와 규칙을 이용하여 설계하였다. 공간객체모델을 이용하여 도메인의 공간 온톨로지를 표현하였으며 온톨로지를 확장한 규칙으로 응용 지식을 표현하였다. 풍부한 공간 온톨로지의 표현은 객체의 위치뿐만 아니라 객체사이의 거리와 인접한 객체에 대한 상황정보도 표현하였다. 제한한 상황정보 모델은 확장성과 유연성 및 상호교환을 가능하게 하며 기존의 GIS와 연동하여 다양한 공간상황을 표현하고 복잡한 공간상황을 인식할 수 있는 모델이다. 이 모델을 기반으로 한 시스템구조는 다양한 상황인식 응용뿐 아니라 대규모 실외 상황인식 응용인 대기오염과 재난재해방재 서비스에 적용 가능성을 제시하였다.

키워드 : 상황인식, 상황정보 모델, 온톨로지, 규칙, 공간객체

Context Information Model using Ontologies and Rules Based on Spatial Object

Mi Park[†] · Keun Ho Ryu^{††}

ABSTRACT

Context-aware is the core in ubiquitous environment of sensor network to support intelligent and contextual adaptation service. The new context information model is demanded to support context-aware applications. The model should not depend on a specified application and be shareable between applications in the same environment. Also, it should support various context representation and complex context-aware. In this paper, we define the context information according to context-aware process. Also we design the knowledge of domain as well as applications using ontologies and rules. The domain spatial ontology and application knowledge are represented using the spatial object model and the rules of expanded ontologies, respectively. The expression of abundant spatial ontology represents the context information about distance between objects and adjacent object as well as the location of the object. The proposed context information model which is able to exhibit various spatial context and recognizes complex spatial context through the existing GIS. This model shows that it can adapt to a large scale outdoor context-aware applications such as air pollution and prevention of disasters as well as various context-aware applications.

Key Words : Context-aware, Context Information Model, Ontology, Rule, Spatial Object

1. 서 론

물리적 공간의 모든 대상물들을 기능적, 공간적으로 연결하여 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시 제공할 수 있는 기반 기술로 정의되는 유비쿼터스의 핵심은 상황인식 기술이다. 지능화된 물리적 환경의 스마트 객체들이 동적인 환경변화를 인식하고 이에 적용할 수 있는 상황인식 특성을 갖게 된다. 상황인식은 인간의 개입을 최소화하면서 사용자의

상황에 가장 적절한 서비스를 제공하는 것이다. 유비쿼터스 환경에서 상황인식을 지원하기 위해서는 새로운 데이터모델이 요구된다. 상황정보 모델은 센서네트워크로부터 입력되는 동적이며 다양한 데이터의 특성과 객체간의 연관된 의미정보를 표현할 수 있으며 서로 다른 응용서비스 시스템에서도 상황정보를 상호간 활용할 수 있어야 한다. 또한 위치나 이동에 대한 상황정보뿐 아니라 다양한 상황정보를 표현하고 인식할 수 있는 방법을 제공하여야 한다.

이전의 상황인식 서비스 구조에 관련된 연구들에서는 상황인식 응용 개발에 필요한 공통 기능들을 제시하며 대부분 Context Toolkit의 구조를 기반으로 하고 있다[1, 2]. Context

※ 이 연구는 한국전자통신연구원 텔레메틱스 USN연구단과 산업자원부 한국 산업기술평가원 지정 정보통신 연구센터의 지원으로 수행되었음.

† 준 회 원 : 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정

†† 종신회원 : 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수(교신저자)

논문접수 : 2006년 8월 24일, 심사완료 : 2006년 10월 9일

Toolkit은 센서로부터 정보를 상황화하는 context widget, 여러 개의 context widget으로부터 다양한 상황정보를 취합하는 context server(aggregator), 다른 형태나 의미로 변환하여 상위 레벨의 응용에 제공하는 interpreter, 응용에 대한 액션을 실행하는 service와 사용 가능한 자원들의 레지스트리를 관리하는 discoverer로 구성되어 있다[3].

상황정보 모델에 대한 연구의 접근방법은 다양하다. 데이터 구조에 따른 상황정보 표현 방법으로는 키-값 모델(Key-Value Models), 마크업 모델(Markup Scheme Models), 그래프 모델(Graphical Models), 객체지향 모델(Object Oriented Models), 논리기반 모델(Logic Based Models), 온톨로지 모델(Ontology Based Models) 등이 있다. Strang은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 상황정보 모델링의 요구사항을 분석한 결과로 온톨로지 모델이 가장 적합하다는 것을 제시하였다[4]. CoBrA 시스템은 OWL을 이용하여 base 온톨로지와 system 온톨로지 등과 같이 두 부분으로 정의하였으며 person, places, others 온톨로지를 제시하였다[5]. SOCAM에서도 OWL을 이용하여 상황정보를 모델링 하였으며 도메인 온톨로지와 upper 온톨로지로 구분하였다. 상황정보의 다양성을 표현하기 위해 home domain, office domain, vehicle domain context 등의 서브 도메인 온톨로지를 정의하였다[6]. ASC 모델은 지식 공유와 재사용을 위해 sub concepts과 facts를 정의하였으며 상황온톨로지 언어인 CoOL을 제안하였다[7]. Gaia에서는 논리 기반의 상황 모델을 제시하였다. 상황 타입은 서술자로 기술하고 다른 상황을 추정하는데 규칙을 사용하였다[8].

이전의 상황인식 연구는 대부분이 실내 환경에서의 서비스 제공을 위해 설계되었다. 온톨로지 모델을 이용한 상황정보 모델의 경우는 지식의 공유와 재사용의 측면에 집중되어 있다. 공간상황을 표현한 공간에 대한 온톨로지는 단순히 객체에 대한 연관관계만을 기술하고 있으며 위치정보에만 집중되어 있다. 따라서 다양하고 풍부한 공간 상황정보를 표현하기 위한 온톨로지의 클래스와 속성의 정의가 필요하다. 온톨로지는 서술적인 표현으로 인한 단점과 모든 상황을 온톨로지로 표현하는 것은 불가능하며 특정한 상황과 여러 속성들이 결합된 복잡한 상황을 표현하기는 어렵다. 따라서 온톨로지 모델에 규칙을 접목한다. 규칙의 표현은 확장성과 상호교환을 제공하기 위해 온톨로지로부터 확장된 규칙언어를 사용한다. 공간속성을 가진 공간 온톨로지와 규칙으로 표현된 상황정보 모델은 대규모 실외상황인식의 응용을 지원한다.

본 연구에서는 설계된 상황정보 모델이 공간적 상황에 대해 다양한 표현이 가능하고, 규칙을 통해 복잡한 상황표현과 인식이 가능함을 제시한다. 상황정보 모델은 공간객체를 표현한 공간 온톨로지와 온톨로지로부터 확장된 규칙으로 설계한다. 상황인식의 과정에 따른 상황정보를 정의하기 위해 일반적인 상황인식 서비스 구조를 정리하고 상황정보를 도메인 지식과 응용 지식으로 분류하여 정의한다. 공간객체로 모델링한 공간 온톨로지의 클래스와 속성을 정의하였으며 도메인 지식을 확장한 규칙의 표현 방법과 상황정보 모델이 상황인

식 서비스를 지원하는 상황정보 처리 시스템에서 처리되는 과정을 보인다.

2. 상황인식 컴퓨팅의 구성 요소

센서 네트워크의 지능화된 물리적 환경의 객체들이 환경 변화를 인식하고 이에 적응할 수 있는 상황인식 응용서비스를 제공하기 위해서는 일반화된 상황인식 서비스 모형이 필요하다. 상황인식 서비스는 다음과 같은 구성 모듈들을 통해 제공된다.

- 상황 획득 모듈
- 상황 융합과 추론 모듈
- 상황 해석 모듈
- 서비스 제공 모듈

상황 획득 모듈에서는 센서나 데이터 제공자로부터 다양한 형태의 데이터를 수집하고 상황으로 추상화한다. 상황 융합과 추론 모듈은 수집한 상황을 상위 개념의 상황정보로 추론하여 의미가 있는 상황정보로 통합한다. 상황 해석 모듈은 서비스를 제공하기 위해 상황정보를 해석하여 상황을 인식한다. 서비스 제공 모듈에서는 해석된 상황에 따라 해당 객체에게 적절한 서비스를 제공한다.

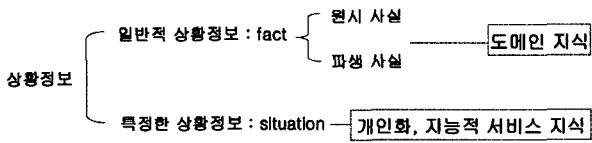
상황인식 처리를 하기 위한 첫 번째 단계는 시스템에서의 처리대상인 상황정보의 모델을 결정하는 것이다. 상황정보 모델은 상황정보의 특징을 고려하여 표현한다. 첫째, 지금의 컴퓨팅 환경에서의 데이터의 입력은 이기종의 다양한 포맷의 데이터이다. 둘째, 센서네트워크로부터 입력되는 데이터는 값과 지속성에 있어서 매우 동적인 특성을 가지고 있다. 또한 다양한 데이터 제공자로부터 입력된 데이터는 애매하고 모호한 데이터의 특성을 띠고 있다. 따라서 상황정보 모델은 이기종의 다양한 포맷의 데이터를 표현하고 상호교환 및 상호운용을 지원하기 위해 XML 문법을 기반으로 한다. 또한 동적인 데이터의 특성과 의미정보를 지원하기 위하여 메타데이터를 이용한다.

3. 상황정보 모델

3.1 상황정보 정의

현재 여러 상황인식 응용에서 가장 많이 적용되고 있는 상황에 대한 정의는 Dey의 정의이다. Dey는 "실세계에 존재하는 실체인 인간, 장소, 사람과 서비스 간의 상호작용의 상태를 특정화하여 나타내는 정보가 상호 작용하여 참여자의 상황을 특정화 할 수 있으면 그 정보가 상황" 이라고 정의하였다[9].

본 논문에서는 Dey의 정의를 확장하여 응용에 포함된 객체와 관계있는 모든 정보를 상황이라 한다. 특정 응용에 종속되지 않고 같은 환경에서 다양한 응용을 지원하기 위해 일반적 상황정보와 특정한 상황정보로 구분하였다. 일반적 상황정보는 도메인의 일반적 상황 속성들로 구성된 사실(fact) 집합



(그림 1) 상황정보 정의

이다. 사실 집합은 원시 사실과 파생 사실로 구분된다. 원시 사실은 주어진 입력으로부터 얻어진 사실이며, 파생 사실은 이러한 원시 사실들 사이의 의미관계로부터 얻어진다. 특정한 상황정보는 특정 시점의 특정 객체와 관계가 있는 상황정보로 개인적이며 지능적인 서비스를 가능하게 한다. 이와 같은 특정한 상황정보를 시추에이션(situation)이라 한다.

일반적 상황정보는 같은 환경내의 지식을 표현하는 도메인 지식에 대해 표현한다. 특정한 상황정보는 개인화 및 지능적인 서비스를 제공하기 위한 응용에서의 지식을 표현한다. 상황인식에 필요한 공통 지식을 도메인 지식으로 표현하여 제공함으로써 여러 응용에서 공유하고, 재사용할 수 있으며 응용에서의 지식 표현에 있어 통일성을 제공한다.

3.2 상황정보 표현

상황인식의 과정은 지식정보의 생성과정과 유사하다. 단순한 입력데이터를 처리하여 데이터의 의미를 정보로 얻고, 정보를 해석하여 보편적 사실을 지식으로 습득하며, 지식을 바탕으로 상황에 대처할 수 있는 지혜를 얻을 수 있다. 일련의 숫자 값(4, 5, 10, 5, 3, 15, 20, 9, 8, 7, 6, 4)을 입력데이터로 받아들이며 “청주지역의 연중 월별 비 내린 횟수”라는 정보를 얻는다. 이 정보를 해석하여 “청주시는 6월과 7월에는 자주 비가 내린다.”는 지식을 획득할 수 있다. 따라서 이 지식을 이용

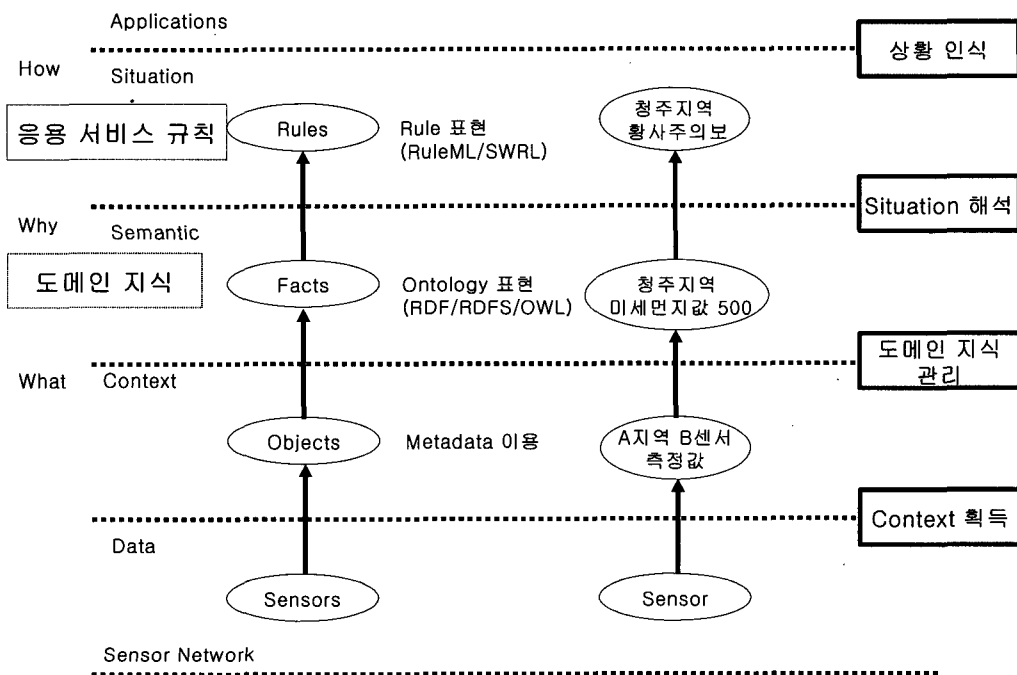
<표 1> 지식정보 생성과정

Wisdom	청주시에서는 6월과 7월에 외출할 때 우산을 가지고 다니자.
Knowledge	청주시는 6월과 7월에 자주 비가 내린다.
Information	청주지역의 월별 비 내린 횟수
Data	4, 5, 10, 5, 3, 15, 20, 9, 8, 7, 6, 4

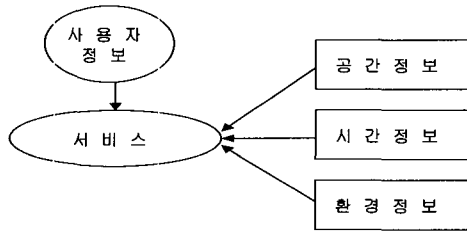
하여 “청주시에서는 6월과 7월에 외출할 때는 우산을 가지고 다니자”라는 지혜를 얻어 생활에 적용할 수 있다.

(그림 2)는 상황정보 처리 시스템에서 정보의 생성과정에 따른 상황정보의 표현을 보여준다. 상황인식을 위한 정보 생성과정은 Data, Context, Semantic, Situation의 단계를 거친다. Data 단계는 Context 획득기를 통해 센서네트워크의 센서들로부터 값들을 입력받아 객체들을 생성한다. 이때 메타데이터를 이용하여 객체들의 개념을 표현하는 RDF/XML 문법을 사용한다. 획득된 객체들의 값은 도메인 지식을 이용하여 해석된다. 도메인 지식은 공간정보, 시간정보, 환경정보, 서비스정보, 사용자정보와 같은 온톨로지로 표현되며 사실들의 집합이다. 도메인 지식 관리기는 원시 사실을 해석하고 파생 사실을 추론하여 일반적인 도메인 사실을 생성한다. 도메인 지식의 사실들을 조합하여 각 응용의 규칙들을 표현할 수 있다. Situation 해석기는 규칙을 해석하여 현재의 상황을 인식한다. 상황에 대한 적절하고 개인적인 서비스는 응용에서 처리한다.

사람과 사물의 행위는 대부분의 경우 시간과 공간에 영향을 받으며 육하원칙(who, when, where, what, why, how)으로 표현할 수 있다. 상황정보 표현의 단계에서 Context 단계에서 객체로 표현된 정보는 what, Semantic 단계에서 Facts로 표현된 정보는 Why, Situation 단계의 Rules로 표현된 정



(그림 2) 상황인식 과정에서의 상황정보 표현



(그림 3) 서비스를 위한 상황정보 제공

보는 How를 나타내며, 서비스 대상인 객체는 Who, 이와 관계있는 시간과 공간 정보는 When과 Where로 표현한다. “미세먼지농도가 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이면 황사주의보”와 같은 상황을 인식하여 서비스하는 경우를 유희원칙으로 상황정보 표현 단계에서 설명이 가능하다. A지역의 B센서측정값이 입력으로 들어오면, what은 미세먼지센서, where는 청주, why는 미세먼지센서 농도 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, how는 황사주의보, 그리고 서비스 대상 객체인 who와 시간정보 when으로 표현된다.

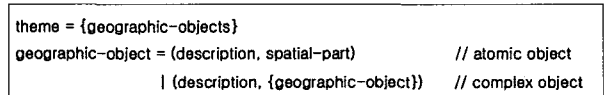
(그림 3)은 서비스를 위해 제공되는 상황정보들이다. 상황 인식 시스템에서 지능적이고 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 공간정보, 시간정보, 환경정보, 사용자정보, 서비스정보 등이 필요하다. 서비스분야 및 서비스 레벨에 따라 이 정보들은 서로 융합될 수도 있고, 확장되거나 축소될 수도 있다. 이 정보들은 확장성과 유연성 그리고 상호교환 및 추론의 이점을 갖는 온톨로지로 표현한다. 대기오염서비스의 경우 어느 지역의 황사발생에 따른 경보메시지를 제공할 수 있다. 이때는 공간정보, 시간정보, 환경정보(센서정보 등) 및 서비스정보가 필요하다. 개인의 건강정보를 고려하여 대처요령까지 제공하고자 한다면 사용자정보도 필요하다.

3.2.1 온톨로지를 이용한 공간정보 표현

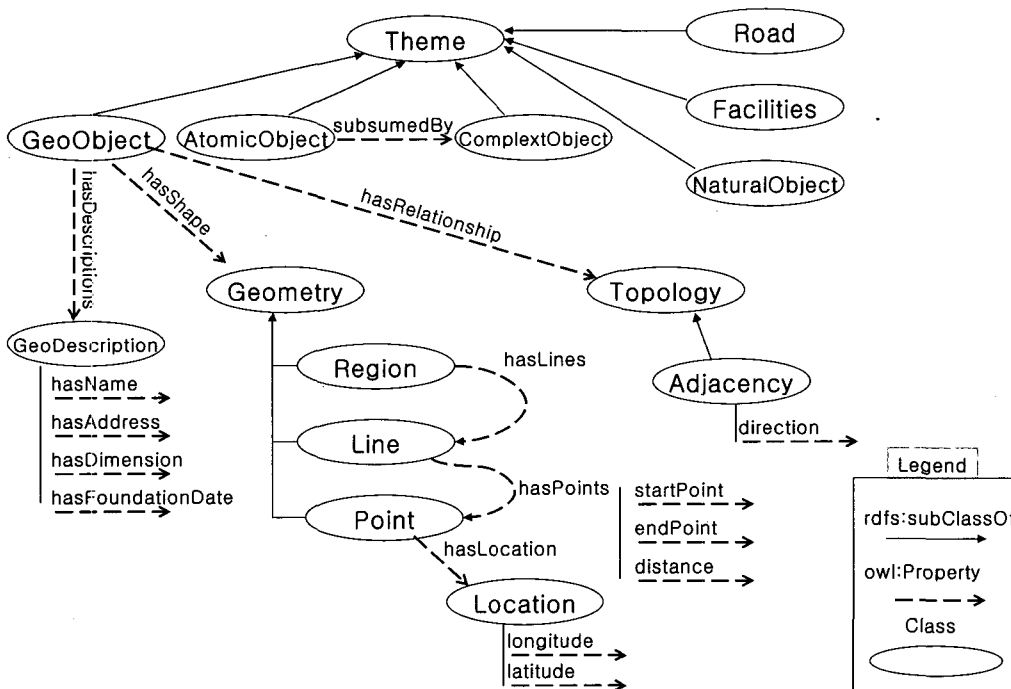
공간정보를 표현하는 공간객체의 정의는 (그림 4)와 같다. 같은 종류의 공간객체들의 집합을 Theme이라 한다. Theme은 같은 종류인 강, 산, 도로, 건물 등의 집합을 예로 들 수 있다. 같은 공간객체(geographic-object)는 문자, 숫자, 기호로 표현할 수 있는 일반속성들(description)과, 공간속성(spatial-part)들로 구성된다. 공간속성은 공간객체의 형상을 표현하는 점(point), 선(line), 면(polygon)의 집합과 공간객체간의 관계를 표현하는 공간위상(spatial topology)으로 표현된다. 공간객체는 단일객체(atomic object)와 복합객체(complex object)로 구분할 수 있다. 복합객체는 단일객체의 집합으로 구성된다[10].

(그림 5)에서 공간객체를 표현하는 어휘를 사용하여 공간 온톨로지를 구성하였다. 타원은 클래스를 나타내며 실선은 클래스간의 계층구조로 서브클래스가 슈퍼클래스로 향하고 있으며 점선은 클래스의 속성을 나타낸다. RDF의 표기법으로 S(사물), P(속성), O(속성 값)로 표현한다. 점선의 방향은 사물이 속한 클래스에서 속성의 값으로 가질 수 있는 클래스나 실제 값으로 향한다.

Theme 클래스는 구성요소로 Road, Facilities, Natural-Object를 갖는다. Road는 인도, 차도, 횡단보도 등으로 구성되며, 차도는 교차로, 국도, 고속도로 등으로 구성될 수 있다. Facilities는 주택, 사무실, 학교, 관공서, 기타 시설물 등을 포



(그림 4) 공간객체의 정의



(그림 5) 공간객체를 표현한 공간정보 온톨로지

함하며, NaturalObject는 공원, 숲, 하천, 산, 강, 호수 등으로 구성된다. 이와 같은 구성물들은 GeoObject의 Class로 표현되며, AtomicObject의 집합으로 ComplexObject를 형성한다. GeoObject는 GeoDescription, Geometry, Topology 클래스로 표현된다. GeoDescription 클래스는 객체이름, 실세계의 주소, 공간의 크기, 설립날짜 등을 갖는다. 실세계의 주소는 행정구역의 단위를 클래스로 표현하여 계층화 할 수 있다. 공간의 크기는 공간객체가 도로와 같은 line 형태일 경우는 길이를, 공원과 같은 Region 형태일 경우는 면적으로 나타낸다. 공간객체의 형태를 나타내는 Geometry는 Region, Line, Point로 표현하는데, Region은 Line의 집합으로, Line은 Point의 집합으로, Point는 위도나 경도와 같은 x, y 좌표로 표현된 위치를 나타낸다. Line의 경우는 시작위치와 종료위치가 있으며, 두 위치사이의 거리로 표현된다. Topology는 공간객체 사이의 공간위상을 표현하며 Adjacency 클래스를 갖는다. Adjacency 클래스는 인접한 공간객체를 표현하는데, 인접방향에 대해 direction 속성으로 동, 서, 남, 북 및 남동, 남서, 북동, 북서 방향의 객체들을 표현한다. 공간위상에는 disjoint, contains(or inside), equals, covered(or cover), overlaps 등이 있는데, 이는 OWL에서 disjointWith, subclassOf, sameAs, equivalentClass, differentFrom 등으로 표현할 수 있다. 이와 같은 공간정보 온톨로지를 통하여 공간객체간의 거리나 위상관계를 갖는 상황인식도 가능하다. 현 객체가 A지역에 인접해 있을 때의 상황이나, A지역으로부터 B거리만큼 떨어져 있을 때의 상황의 인식이 가능하다. 예를 들면, 황사주의보가 발생한 인접지역에 대한 상황정보나 공기오염원으로부터 20Km 이내에 있는 공장에 대한 상황정보의 표현도 가능하다.

3.2.2 규칙을 이용한 Situation의 표현

상황인식을 위한 객체들 간의 연관관계를 표현하기에는 온톨로지 모델이 효과적이다. 그러나 온톨로지는 두 개 이상의 서로 다른 속성을 조합하여 사실을 표현할 수 없으며, 수식이나 메소드의 호출을 할 수 없다. 따라서 응용에서의 지식인 situation을 표현하기 위해서는 규칙을 이용한다. 규칙은 조건부와 결론부로 구성된다. 조건부는 사실들의 조합으로 표현되며, 결론부는 하나의 사실로 표현된다.

“청주시의 미세먼지농도가 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이면 황사주의보”라는 규칙을 표현하면 다음과 같다.

If FineDust(?s) and value(?s, ?v) and [?v >=500] and [?v < 1000] and

duration(?v, ?t) and [t >= 60] and locatedIn(?s, ?r)
then NoticeYellowSand(?r)

조건 : FineDust(?s) : 센서의 종류는 미세먼지센서

locatedIn(?s, ?r) : 센서의 위치(청주시)

value(?s, ?v) : 센서의 값(500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

duration(?v, ?t) : 센서 값의 지속시간(1시간이상)

결과 : NoticeYellowSand(?r) : 센서 위치(청주시)는 황사주의보 발령

위의 규칙 표현에서 사용된 s는 센서, v는 측정값, t는 시간, r은 지역 및 장소를 의미한다.

규칙의 표현은 XML 문법의 RuleML에 기반한 OWL 온톨로지의 호환유지 규칙인 SWRL을 사용한다. 다음 (그림 6)은 위에서 제시한 규칙을 SWRL 문법으로 표현한 일부분의 예이다.

<pre> <swrl:Variable rdf:ID="s"/> <swrl:Variable rdf:ID="r"/> <swrl:Variable rdf:ID="v"/> <swrl:Variable rdf:ID="t"/> <ruleml:imp> <ruleml:body rdf:parseType="Collection"> <swrl:ClassAtom> <swrl:classPredicate rdf:resource="&sen:FineDust"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#s" /> </swrl:ClassAtom> <swrl:IndividualPropertyAtom> <swrl:propertyPredicate rdf:resource="&sen:value"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#s" /> <swrl:argument2 rdf:resource="#v" /> </swrl:IndividualPropertyAtom> <swrl:builtinAtom> <swrl:builtin rdf:resource="&swrlb:#greaterThanOrEqual"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#v" /> <swrl:argument2 rdf:datatype="&xsd:decimal"> 500 </swrl:argument2> </swrl:builtinAtom> <swrl:builtinAtom> <swrl:builtin rdf:resource="&swrlb:#lessThan"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#v" /> <swrl:argument2 rdf:datatype="&xsd:decimal"> 1000 </swrl:argument2> </swrl:builtinAtom> </ruleml:body> </ruleml:imp> </pre>	<pre> <swrl:IndividualPropertyAtom> <swrl:propertyPredicate rdf:resource="&sen:duration"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#v" /> <swrl:argument2 rdf:resource="#t" /> </swrl:IndividualPropertyAtom> <swrl:builtinAtom> <swrl:builtin rdf:resource="&swrlb:#greaterThanOrEqual"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#t" /> <swrl:argument2 rdf:datatype="&xsd:decimal"> 60 </swrl:argument2> </swrl:builtinAtom> <swrl:IndividualPropertyAtom> <swrl:propertyPredicate rdf:resource="&reg:locatedIn"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#s" /> <swrl:argument2 rdf:resource="#r" /> </swrl:IndividualPropertyAtom> </ruleml:body> <ruleml:head rdf:parseType="Collection"> <swrl:ClassAtom> <swrl:classPredicate rdf:resource="&ser:NoticeYellowSand"/> <swrl:argument1 rdf:resource="#r" /> </swrl:ClassAtom> </ruleml:head> </ruleml:imp> </pre>
---	--

(그림 6) SWRL 문법으로 표현된 규칙

4. 상황정보 모델을 기반으로 한 상황정보 처리 구조

4.1 상황정보 처리 시스템 구조

온톨로지와 규칙으로 표현된 상황정보 모델을 적용한 상황정보 처리 시스템 구조는 일반적인 상황인식 서비스 구조를 기반으로 한다. 상황정보 처리 시스템의 구조는 (그림 7)과 같다. 시스템은 Data 계층, 도메인 계층, Situation 계층, 응용 계층으로 구성되어 있다. Data 계층은 센서로부터 객체정보를 획득하고, 도메인의 공통 지식을 관리하는 도메인계층의 facts 해석 모듈을 통해 획득된 객체정보를 해석하여 facts 집합을 생성한다. Situation 계층에서는 응용계층에 적합한 규칙들을 규칙 해석 모듈을 통해 해석하여 응용 계층에 제공한다. 응용 계층에서는 각각의 응용에 따라 인지된 상황에 적절한 서비스를 제공한다.

4.2 대규모 실외 상황인식 응용의 서비스 시나리오

실외환경에서 적용 가능한 서비스로는 대기오염과 재난재해방재를 위한 응용 등을 예로 들 수 있다. 대기오염의 경우는 자외선, 황사, 꽃가루, 이산화탄소 농도 등과 같은 상황정보를 이용하여 사용자 수준에 맞는 적절한 서비스를 제공한다. 재난재해방재의 경우는 산불과 같은 화재, 홍수, 건물 및 도로의 붕괴 등을 미리 예측하고 대피경로를 제공하여 피해를 최소화 할 수 있도록 지원한다.

• 대기오염 서비스 시나리오

자외선에 민감한 사용자가 야외에서 열리는 행사에 참석하

기 위해 사무실에서 출발한다. 현재 행사장의 자외선 농도를 인식하여 사용자의 PDA를 통해 알려준다. 행사장까지 가는 이동경로 중에 자외선 민감 지역을 피해서 갈 수 있도록 이동경로를 수정하거나 안전한 이동수단을 제안한다. 이 시나리오는 황사, 꽃가루, 이산화탄소 및 기타 대기 오염에 노출되는 상황을 지원하며 개인정보에 따라 서비스 수준을 결정할 수 있다.

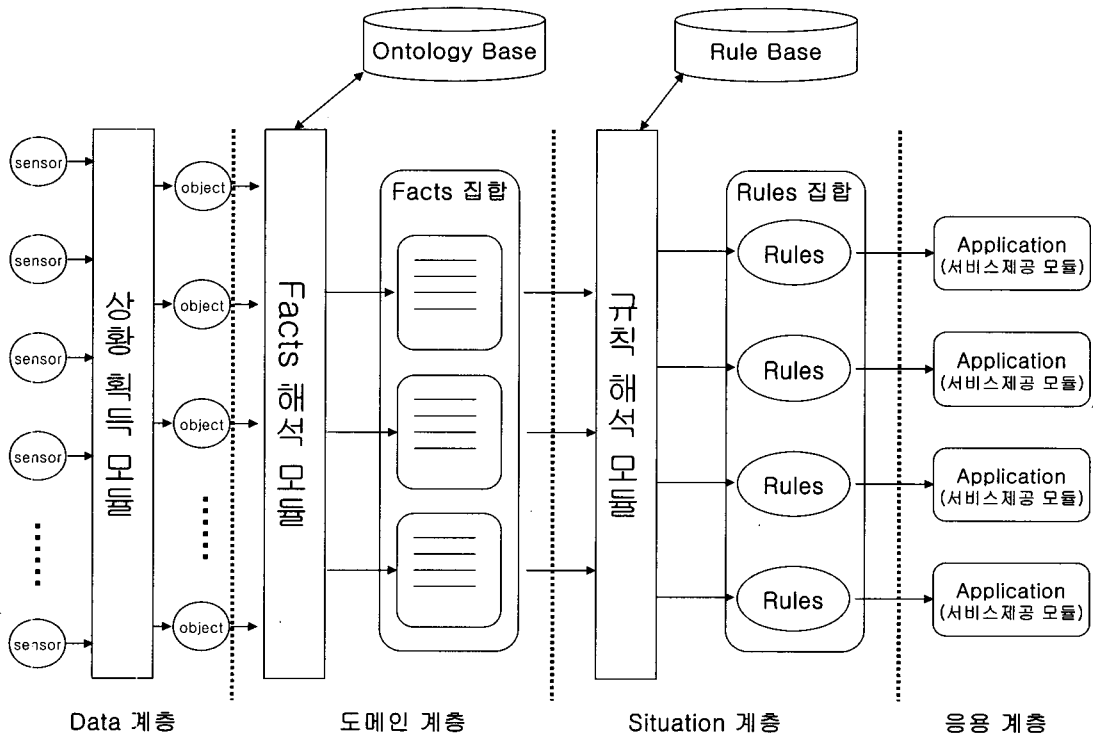
• 재난재해방재 서비스 시나리오

어느 지역에서 화재가 발생한다. 시스템은 화재의 규모 및 진행방향을 인지한다. 화재발생 지역의 사용자들에게 대피 명령과 대피 경로를 알리고 주변의 위험물에 대한 대비를 한다. 화재의 진화를 위해 소방차의 진입 경로를 확보할 수 있도록 화재발생 지역임을 사용자들에게 알린다.

위에서 제시한 실외 상황인식 응용 서비스 시나리오를 지원하기 위해서는 기존의 GIS와 연동한 공간정보의 인지가 필요하다. 또한 실세계의 환경을 인지하기 위한 센서네트워크의 센서정보와 사용자에게 적응적인 서비스를 제공하기 위한 사용자 정보 및 기타 환경 정보가 필요하다.

4.3 제안한 상황정보 모델의 평가

이 연구에서는 상황정보 처리 시스템에서의 상황인식을 위한 상황정보 모델을 온톨로지와 규칙을 이용하여 설계하였다. 센서네트워크의 센서로부터 입력되는 데이터는 매우 동적이며 이기종의 다양한 형태이므로 기존의 E-R 데이터모델로 표현하기에는 무리가 있다. 따라서 확장성과 유연성 및 상호



(그림 7) 상황정보 처리 시스템 구조

〈표 2〉 상황정보 모델의 비교

	기존 모델	제안 모델
응용 도메인	실내 환경 응용	실외 환경 응용
공간 상황정보 표현력	공간객체의 연관관계 및 위치 정보	공간객체의 거리, 인접성 인접 방향, 공간의 크기 등
GIS 연동 가능성	없음	가능
확장성	소규모	대규모
온톨로지 및 규칙의 자동생성	지원하지 못함	지원하지 못함

교환의 편의를 제공하는 XML 문법 기반의 온톨로지와 규칙을 이용하여 상황정보 모델을 표현하였다. 같은 환경내의 다양한 응용을 지원하기 위하여 상황정보를 일반적 상황정보와 특정한 상황정보로 구분하였다. 도메인의 공유된 지식은 온톨로지기로 표현하며, 온톨로지의 확장성을 이용하여 도메인의 지식의 수준을 조절할 수 있다. 특정 응용에 대한 지식은 규칙으로 표현하였으며, 규칙의 호환성을 지원하기 위해 RuleML을 기반으로 하여 표현하였다.

실외환경에서 상황인식 서비스를 제공하기 위해 공간객체를 온톨로지기로 표현하였다. 공간객체의 공간형상 정보는 공간객체의 위치뿐만 아니라 공간객체 간의 거리정보도 제공할 수 있으며, 공간위상 정보는 공간객체 사이의 방향 인접성도 제공하여 다양한 형태의 상황을 표현하고 인식할 수 있도록 지원한다. 또한 온톨로지에 표현된 사실집합과 사실들의 조합으로 생성된 규칙으로 단순한 상황뿐만 아니라 복잡한 상황도 표현하고 인식할 수 있다.

사실과 규칙으로 표현된 상황정보를 처리하는 시스템의 구조는 Data, 도메인, Situation, 응용 계층으로 나누어지며 특정 응용에 종속되지 않는 같은 환경의 도메인에서 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있다. 도메인 지식은 다양한 온톨로지의 제공으로 그 수준을 결정할 수 있으며, 다양한 서비스는 규칙을 관리하는 Situation 계층을 통해 결정할 수 있다. 서비스의 수준은 응용계층에서 결정하며 좀 더 지능적이며 개인적인 적응적 서비스를 제공할 수 있다.

〈표 2〉에서 기존 상황정보 모델과 제안한 상황정보 모델을 응용 도메인, 공간 상황정보 표현력, GIS와의 연동 가능성, 확장 가능성과 온톨로지 및 규칙의 자동 생성을 비교하였다.

제안한 공간객체 기반의 상황정보 모델은 실내 환경뿐 아니라 실외 환경의 응용을 지원할 수 있다. 기존의 GIS와 연동하여 공간객체의 정보를 모델에서 정의한 공간정보 온톨로지의 클래스와 속성으로 저장 가능하다. 공간객체의 위치 정보뿐 아니라 거리, 인접성, 인접 방향, 공간의 크기 등 다양한 공간 상황정보 표현이 가능하다. 또한 대규모 공간 상황정보로의 확장성을 지원한다. 그러나 다양한 GIS와 연동하여 공간정보 온톨로지의 자동적인 생성은 지원하지 못한다.

5. 결 론

상황인식 시스템에서는 동적이며 이기종의 다양한 데이터를 처리하여야 하며 응용에 종속되지 않는 확장성을 가진 유

연한 구조의 데이터모델이 요구된다. 따라서 이 논문에서는 확장성과 유연성을 가진 객체사이의 의미정보의 표현이 용이한 온톨로지와 규칙으로 상황정보 모델을 설계하였다. 공간객체를 표현한 공간 온톨로지는 기존의 공간객체의 위치에 따른 상황의 표현뿐만 아니라 공간객체들 간의 거리 및 인접방향에 대한 다양한 상황을 표현하고 인식할 수 있다. 객체에 대한 풍부한 표현의 온톨로지와 규칙의 결합은 복잡한 상황을 표현하고 인식할 수 있는 구조를 지원한다. 실외 공간객체를 표현한 공간 온톨로지와 규칙을 이용한 상황정보 모델은 기존의 GIS와 연동하여 대기오염과 재난재해방재와 같은 대규모의 실외 상황인식 서비스를 제공하는 상황정보 처리 시스템의 기반이 된다.

앞으로의 연구에서는 공간 온톨로지뿐만 아니라 시간적 추론을 지원할 수 있도록 시간 온톨로지를 설계하여, 시공간 상황에 대한 다양하고 복잡한 상황을 표현할 수 있는 상황정보 모델로 확장 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] G. Biegel and V. Cahill, "A Framework for Developing Mobile, Context-aware Applications," IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2004.
- [2] T. Gu, H. K. Pung and D. Q. Zhang, "A Middleware for Building Context-Aware Mobile Services," In Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference(VTC), 2004.
- [3] A. K. Dey, G. D. Abowd, and D. Salber, "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications," HCI Journal, Vol.16(2-4), pp.97-166. 2001.
- [4] T. Strang and C. Linnhoff-Popien, "A Context modeling survey," German Aerospace Centre, Ludwig-Maximilians-University Munich, 2004.
- [5] H. Chen, T. Finin, and A. Joshi, "Using OWL in a Pervasive Computing Broker," In Proceedings of Workshop on Ontologies in Open Agent Systems, AAMAS 2003.
- [6] T. Gu, X. H. Wang, H. K. Pung, and D. Q. Zhang, "Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL," In Proceedings of the 2004 Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference, 2004.

- [7] T. Strang, "Service Interoperability in Ubiquitous Computing Environments," PhD thesis, Ludwig-Maximilians-University Munich, Oct., 2003.
- [8] A. Ranganathan, and R. H. Campbell, "An Infrastructure for Context-Awareness based on First Order Logic," Journal of Personal and Ubiquitous Computing, Vol.7, Issue 6, pp.353-364, Dec., 2003.
- [9] A. K. Dey, and G. D. Abowd, "Toward a Better Understanding of Context and Context-Awareness," In Proceedings of the CHI 2000 Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness(The Hague, Netherlands), Apr., 2000.
- [10] P. Rigaux, M. Scholl, A. Voisard, "Spatial Databases with Application to GIS," Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
- [11] H. J. Hee, K. H. Ryu, "Context-based Preference Analysis Method in Ubiquitous Commerce," Ubiquitous Data Management, Vol.1, pp.25-32, 2005.
- [12] V. T. H. Nhan, J. H. Chi, K. H. Ryu, "Discovery of Spatialtemporal Patterns in Mobile Environment," LNCS (APWeb 2006), pp.1949-1954, 2006.
- [13] 장세이, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술의 연구 동향", 정보과학회지, 제21권 제5호, pp.18-28, 2003.
- [14] 김정기, 박승민, 장재우, "상황인식(Context-Awareness) 처리 기술", 정보처리학회지, 제10권 제4호, pp.182-188, 2003.
- [15] 임신영, 허재두, "상황인식 컴퓨팅 응용 기술 동향", 전자통신 동향분석, 제19권 제5호, 2004.
- [16] W3C, RDF Primer, 2004.
- [17] W3C, OWL Guide, 2004.
- [18] W3C, SWRL, 2004.

박 미



e-mail : pmi386@dblab.chungbuk.ac.kr

1989년 홍익대학교 전자계산학과(이학사)

1993년 경희대학교 교육대학원 전자계산
교육전공(교육학석사)

2003년~현재 충북대학교 대학원 전자
계산학과 박사과정

관심분야: 상황인식, 시공간 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅,
온톨로지, XML, 데이터 마이닝

류 근 호



e-mail : khryu@dblab.chungbuk.ac.kr

1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)

1980년 연세대학교 공업대학원 전산전공
(공학석사)

1988년 연세대학교 대학원 전산전공
(공학박사)

1976~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교), 한국전자
통신연구원(연구원), 한국방송통신대 전산학과 (조교수)
근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff (TempIS
연구원, Temporal DB)

1986년~현재 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수

관심분야: 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal
GIS, 지식기반 정보검색 시스템, 유비쿼터스컴퓨팅
및 스트림데이터처리, 데이터 마이닝, 데이터베이스
보안, 바이오 인포매틱스