

# 온톨로지를 이용한 유비쿼터스 상황정보 추론시스템 기술

김 원 필\*

## ◆ 목 차 ◆

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 1. 서론                    | 4. 상황정보 추론을 위한 파서   |
| 2. 상황정보 모델링 기술           | 5. 상황정보 추론을 위한 추론엔진 |
| 3. 온톨로지를 이용한 상황정보 추론 시스템 | 6. 결론               |

## 1. 서론

유비쿼터스 상황인식 서비스는 사용자의 위치나 행동, 성향, 주변기기의 상태등과 같은 상황정보에 따라 결정되고 서비스 되어진다. 이와 같이 상황정보를 이용하여 동작하는 유비쿼터스 상황인식 서비스의 개발을 용이하게 지원하기 위해서는 동적으로 변화하는 상황정보의 저장과 관리를 위한 상황정보 모델이 있으며 그 기술에는 마크업 스키마 모델링, 논리기반 모델링, 카값 모델링기법 등이 있다. 그러나, 이러한 기법의 모델링들은 이 기간간의 상황정보의 공유문제를 해결하지 못했다. 이를 위한 해결방법으로 온톨로지를 이용한 상황정보 모델링 기법이 연구되어지고 있는 실정이다. 온톨로지 기반의 상황정보 모

델링은 상황정보의 공유와 재사용, 추론을 통해 센서로부터 알아낼 수 없는 상위개념의 고수준 상황정보를 획득할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 상황정보 모델링 기법과 기존 온톨로지를 이용한 추론시스템을 알아보고, 또한, 온톨로지를 이용한 추론시스템이 어떻게 추론되어지는 과정에 대해 알아본다.

## 2. 상황정보 모델링 기술

유비쿼터스 상황인식 서비스를 위하여 상위개념의

고수준 상황정보 추론을 제공하기 위하여 많은 모델링 기법이 연구되어져 왔다. 대표적인 추론을 위한 모델링 기법은 다음과 같다.

### 2.1 마크업 스키마 모델링기술

모든 마크업 스키마 모델링 기법은 속성과 내용을 갖는 마크업 태그로 구성된 계층적 데이터구조이다.

### 2.2 논리기반 모델링기술

논리기반의 상황모델에서 상황은 결과적으로 규칙, 사실, 표현들로서 정의된다.

### 2.3 카값 모델링기술

카값 상황정보 모델링에서 가장 간단한 구조이다. Schilit[2]등의 연구에서 카값 쌍의 형식을 사용하여 상황을 모델링한다.

### 2.4 온톨로지기반 모델링기술

온톨로지는 개념과 상관관계를 기술하는 도구이다. 온톨로지를 사용함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에서 상황지식의 공유와 재사용을 지원하며 고수준의 추상적 개념, 즉, 고수준의 추론의 기능을 제공한다.

\* 조선이공대학 U-사이버보안과 전임강사

### 3. 온톨로지를 이용한 상황정보 추론시스템

최근 상황인식 서비스에서 온톨로지를 이용한 상황 지식의 공유와 재사용 지원 및 높은 추론 기능을 제공함에 따라 이에 , 온톨로지를 이용한 추론시스템이 연구되어져왔는데 다음과 같다.

#### 3.1 Hoolet

Hoolet은 OWL의 파싱과 처리를 위해 WonderWeb OWL API(OWL 온톨로지들을 표현하는 데이터 구조의 프로그래픽 처리를 제공)와 추론을 위해 Vampire prover를 기반으로 제작되었고, 확장이 용이한 first order translation방법을 기반으로 추론을 하는 OWL DL을 위한 추론엔진이다 [3] .

#### 3.2 F-OWL

F-OWL은 OWL Lite 온톨로지 전용 추론 엔진으로, Flora-2를 기반으로 제작되었다. Flora-2는 F-Login, HiLog와 Transaction Logic의 통합 언어를 XSB 추론 엔진으로 변형하는 object-oriented knowledge base language이고 application development platform이다. F-OWL의 주요 특징은 OWL로 작성된 온톨로지 추론과 Flora-2에 정의된 axiomatic rule들을 이용한 온톨로지의 consistency checking의 지원을 위한 Java API 제공이다. 가장 최근에 release된 버전 0.3은 다른 intelligent system prototype인 CoBrA, TAGA와 REI 등에서 Ontology reasoner로서 이용되고 있다.

하지만, F-OWL은 OWL에서 몇몇의 어휘들(rdfs:subPropertyOf, owl:inverseOf, owl:intersectionOf 등)을 다루지 못하는 한계가 있다[4].

#### 3.3 Jena2

HP Labs Semantic Web research group에서 연구 중인 Jena는 시맨틱 웹을 위한 어플리케이션들을 위해 작성된 Java 프레임워크로, 현재는 버전 2.3까지 Release되었다. Jena는 RDF(S), OWL과 DAML+OIL의

파싱과 추론을 위한 프로그램 환경을 제공하는 것 외에도 다음과 같은 주요 기능을 제공한다[5,6].

- RDF를 효율적으로 다루기 위한 API제공
- back-end 데이터베이스 엔진을 통한 자원들의 영구보존 및 빠른 처리
- OWL, DAML+OIL, RDF 및 RDFS를 다루는 응용 프로그램 개발자들을 위한 온톨로지 API제공
- RDF 데이터들의 질의를 위한 RDQL Query Language 제공

Jena2는 기존의 엔진들 중 가장 활성화되어 연구가 되고 있으며, 시맨틱 웹 실현에 기여도가 상당히 높다. 하지만, Jena2는 OWL문서의 파싱과 추론에 대해서는 OWL Lite 어휘 부분만을 다루고 있어 OWL DL과 Full에서 사용되는 어휘들(owl:oneOf, owl:disjointWith, owl:unionOf, owl:complementOf, owl:intersectionOf, owl:hasValue 등)을 분석과 추론이 불가능하다는 한계점이 존재한다.

#### 3.4 OWL Inference engine using Jess

미국의 Carnegie Mellon 대학에서 개발한 OWL 추론 엔진은 가장 체계적이고 완성도 높은 추론 엔진이라 할 수 있다. Jena와 F-OWL등의 추론엔진에서 다루지 못했던 OWL Full의 어휘들까지 모두 추론할 수 있으며, Rule 엔진인 Jess를 기반으로 만들어졌다[7]. Jess는 JAVA 기반의 추론환경을 제공하는 open-source이며, 정의된 규칙들을 이용하여 새로운 지식 추론과 질의어들을 다룰 수 있는 강력한 엔진이다.

이러한 Jess를 이용하는 OWL 추론 엔진은 OWL 어휘들이 갖고 있는 고유관계들 30가지와, 각 어휘에 적용될 추론 규칙 20가지를 정의하여 OWL 온톨로지의 추론에 이용하고 있다.

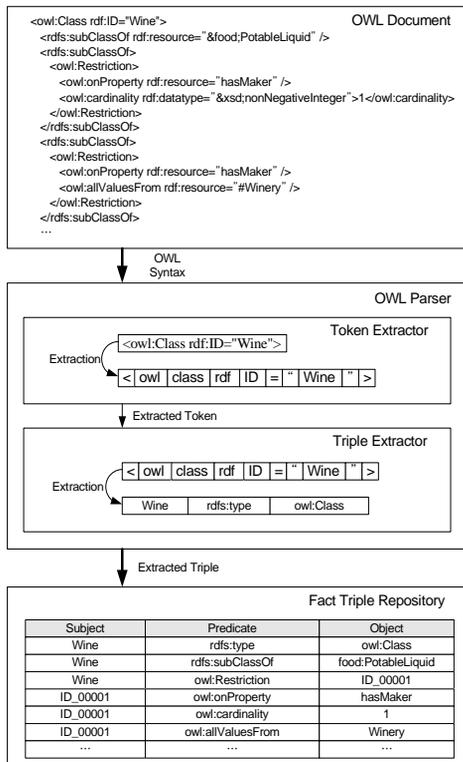
### 4. 상황정보 추론을 위한 파서

파싱은 상황인식서비스에서 각 객체의 상황정보를 기반으로 온톨로지 언어로 작성된 구문을 트리플로 변환하는 것이다. 또한, 트리플은 주어, 술어, 목적어로 구성된 문장으로 상황인식서비스 미들웨어가 알기

쉽게 형식적이고 구조화된 형태를 의미한다. OWL 표준문서를 살펴보면 각각의 OWL 구문에 대한 트리플로의 변환을 잘 설명하고 있다. OWL 문서의 파싱을 통해 온톨로지가 기술하고 있는 사실들을 추출할 수 있고 이들 Fact 트리플은 높은 수준의 추상적 개념을 제공하지는 않는다. 따라서 추론을 통하여 높은 수준의 상황인식서비스를 제공한다.

### 4.1 파싱(Parsing)

OWL 온톨로지의 파싱은 온톨로지가 포함하고 있는 Fact 트리플을 추출하는 것이다. OWL 온톨로지가 기술하는 모든 사실을 빠짐없이 빠르게 추출하기 위해 2단계에 걸친 OWL 온톨로지 파서를 설계한다. 그림 1과 같이 정확하고 빠른 파서의 설계를 위해 먼저 토큰 추출기에서 OWL 온톨로지의 구문의 토큰을 추출하고, 이를 바탕으로 트리플 추출기에서 Statement를 추출한다.



(그림 1) Parsing

## 5. 상황정보 추론을 위한 추론 엔진

OWL 문서의 파싱을 통해 온톨로지가 기술하고 있는 상황정보들을 추출할 수 있었다. 이들 Fact 트리플은 높은 수준의 추상적 개념을 제공하지는 않는다. 추출된 기존의 상황정보와, OWL이 정의하고 있는 어휘들의 axiom들을 이용하여 새로운 높은 수준의 상황정보들을 도출해야만 유비쿼터스 상황인식 서비스에서 높은 수준의 추상적 개념의 제공이 가능하다.

또한, 이는 추론을 통해서 가능하다. 새로운 상황정보를 추론하기 위해, OWL에 정의된 각 어휘의 axiom이 포함하고 있는 추론 규칙들을 정의한다. 추론 규칙은 전이추론, 인스턴스 역-전이추론, 속성 상속 추론, domain 및 range 상속 추론, 대칭추론 등 모두 20가지이다.

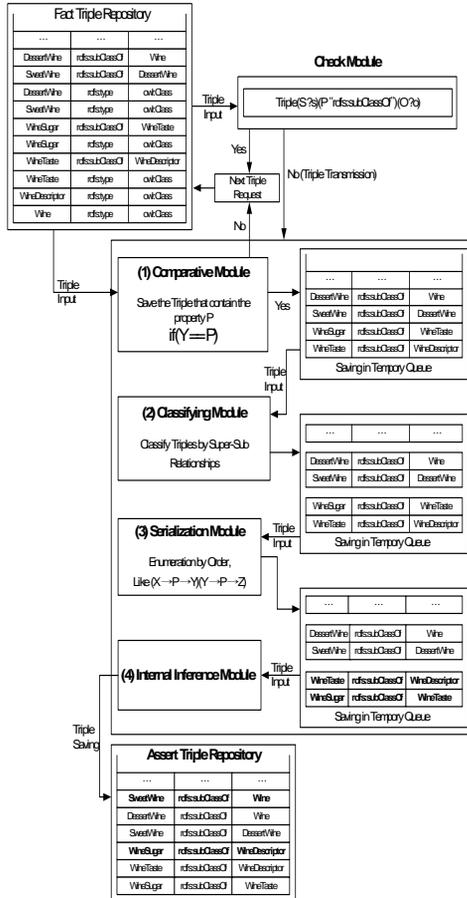
추론은 체크모듈, 분류모듈, 순서화모듈과 내부추론 모듈의 4가지 모듈로 이행된다.

파서에 의해 Fact트리플 저장소에 있는 트리플들을 하나씩 체크함으로써 추론이 시작된다. 그림2는 전이추론중 'rdfs:subClassOf' 어휘에 대한 추론방법을 나타내고 있다.

그림 2의 추론방법의 설명은 다음과 같다.

- (1) Fact 트리플 저장소에 있는 트리플을 하나씩 입력받는다.
- (2) 체크모듈: Predicate가 'rdfs:subClassOf'일 경우, 이 어휘에 대한 추론이 이미 되었는지 여부를 체크하여, 추론되지 않은 트리플일 경우 제 1의 임시 큐에 저장한다.
- (3) 비교모듈: Fact 트리플 저장소에 있는 모든 트리플을 입력으로 받아, Predicate가 'rdfs:subClassOf'인 트리플만을 제1의 임시 큐에 축적
- (4) 분류모듈: 임시 큐에 저장된 정렬되지 않은 트리플들을 상-하위 관계에 있는 트리플들로 분류하여 제2의 임시 큐에 저장
- (5) 순서화모듈 : 상-하위 관계로 정의된 트리플들을 최하위 클래스부터 최상위 클래스로의 일정한 순서로 열거하여 제3의 임시 큐에 저장

(6) 내부추론모듈 : 일정한 순서로 나열된 트리플들을 '배분법칙'에 의하여 새로운 트리플을 추출하고, Assert 트리플 저장소에 저장



(그림 2) 전이추론

그림2에서, 체크모듈과 비교모듈에서 'P'의 대상을 다른 전이추론의 어휘인 'owl:equivalentClass', 'owl:sameAs', 'owl:equivalentProperty', 'rdfs:subPropertyOf'로 바꾸면, 같은 방식으로 전이추론 결과를 얻을 수 있다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 센서로부터 획득한 상황정보에 대하여 사용자에게 좀 더 높은 고수준의 개념적 상황정보를 서비스하기 위하여 기존의 온톨로지를 이용한 추론시스템의 전개과정 및 기술에 대하여 알아보았다. 앞으로의 유비쿼터스 상황정보 추론시스템의 연구방향은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 갈수록 더 확장되어짐에 따라 상황정보의 크기가 증가 될 것이며 추론시스템의 성능을 향상시키기 위한 추론처리시간단축이 연구되어져야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] A. K. Dey, "Supporting the Construction of Context-Aware Applications," Dagstuhl seminar on Ubiquitous Computing, 2001
- [2] "OWL:Hoolet," <http://owl.man.ac.uk>
- [3] "F-OWL: An OWL Inference Engine in Flora-2", <http://fowl.sourceforge.net/about.html/>
- [4] Fabien L. Gandon, Norman M. Sadeh, "OWL Inference Engine in Jess", <http://www.cs.cmu.edu/~sadeh/MyCampusMirror/OWLEngine.html>

## ● 저 자 소 개 ●



### 김 원 필

1994년 호남대학교 전산통계학과 졸업(학사)  
 1999년 호남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)  
 2004년 조선대학교 대학원 전자계산학과 졸업(박사)  
 2008년~현재 조선이공대학 U-사이버보안과 교수  
 관심분야 : 유비쿼터스, 정보검색, 정보보안  
 E-mail : wpkim@chosun-c.ac.kr