

# OWL 온톨로지 추론과 Java 기반 룰 결합을 통한 이동 로봇 지식 추론 엔진의 구현

이대식<sup>1</sup>, 임기현<sup>1</sup>, 서일홍<sup>1</sup>, 박영택<sup>2</sup>  
한양대학교<sup>1</sup>, 숭실대학교<sup>2</sup>

## Implementation of Knowledge Engine for Mobile Robots by OWL Reasoning and Java-based Rules

Dae Sic Lee<sup>1</sup>, Gi Hyun Lim<sup>1</sup>, Il Hong Suh<sup>1</sup>, Young-Tack Park<sup>2</sup>  
Hanyang University, Soongsil University<sup>2</sup>  
e-mail : ihsuh@hanyang.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 OWL 온톨로지와 Java 기반 룰의 결합을 통하여 이동 로봇의 지식 추론 체계를 제안한다. 지능 로봇은 자신이 표현할 수 있는 사물과 공간을 모델링하기 위하여 환경을 인지하고, 자신이 수행할 수 있는 행동을 결합하여 임무를 수행한다. 그리고 상황 정보는 임무 수행 및 환경 인지 등이 효율적으로 이루어 질수 있도록 추가적인 정보를 제공한다. 이러한 인지, 모델, 상황 및 행동이 온톨로지 기반의 로봇 지식으로 표현되며, 새로운 온톨로지 인스턴스와 속성의 값이 추론을 통하여 검증될 수 있다. 또한 특정한 임무 수행을 위하여 여러 온톨로지 인스턴스 및 속성간의 연관 관계의 결합을 가능하게 하는 룰을 통하여 다양한 추론 방법을 제공한다. 온톨로지로 모델링된 로봇 지식은 불확실한 로봇의 센서 정보를 통하여 생성되는 자료의 클래스와 속성의 값이 일관성 있고 다른 자료와 모순되지 않음을 보장해 준다. 그리고 도메인 한정된 규칙을 통하여 로봇의 특정 임무 수행을 위한 일반적인 추론 방법을 제공한다. 이를 위하여 W3C를 통해 온톨로지 표준으로 채택이 된 OWL을 통한 Description logic과 플랫폼 독립적인 Java를 통한 Rule의 구현으로 다양한 환경에서 실행되는 로봇을 위한 표준적이고, 이식이 쉬운 로봇 지식 체계를 구축하였다. 그리고 로봇 지식 체계를 적용한 실험을 통하여 지식 체계의 유용성을 보였다.

### I. 서 론

로봇이 주어진 임무를 수행하기 위해서는 자신이 표현할 수 있는 사물과 공간을 모델링하고 상황을 판단하여 자신이 수행할 수 있는 행동을 결합하게 된다. 이러한 과정에서 다양한 센서를 이용하게 되는데 센서들의 정보는 주변의 환경변화에 예민하고, 불확실한 정보가 들어오는 경우가 많다. 이러한 불확실한 센서 정보를 통해 생성되는 자료의 일관성을 보장하기 위해 Description Logic 기반의 OWL-DL 온톨로지[1]를 사용하여 사물, 공간, 상황, 행동을 모델링하고 도메인 한정된 Java 기반 룰을 제공함으로써 임무 수행을 위한 일반적인 추론방법을 제공하는 이동 로봇의 지식 체계를 제안한다.

### II. Robot-Centered Ontology

로봇이 임무를 수행하게 될 환경을 표현하기 위해 OWL 온톨로지를 이용하여 사물과 공간, 로봇의 행동, 상황 등을 정의하였으며[3] 로봇은 정의된 OWL 스키마를 참고하여 센서 정보를 통해 인식된 환경을 모델링하며, 자신이 수행할 수 있는 행동을 결합하여 주어진 임무를 수행하게 된다. 이러한 과정들은 추론을 통해 일관성 있고 모순되지 않음을 보장받을 수 있으며, Java 기반의 룰을 통해 특정 임무 수행을 위한 추론과정을 제공받는다.

### III. 로봇 지식 체계

본 논문에서 제안하는 시스템은 KM(Knowledge Manager), HM(History Manger)[2]과 OM(Ontology Manager)으로 구성되어 있다. KM은 상위의 요청을 받아 OM에 전달하고 처리된 결과를 사용자에게 반환하는 인터페이스 역할을 담당하며, HM은 데이터 베이스를 통해 시간이 흐름에 따라 변화하는 인스턴스들을 생성, 수정, 삭제의 기능을 제공하고, OM은

OWL 온톨로지를 로드하고, 간단한 스키마 검색 기능 및 HM을 통한 인스턴스 관리기능을 제공한다. 사용자가 KM에 어떤 것을 요청하면 KM은 OM에 필요한 API를 호출하게 되고, OM은 OWL스키마와 HM을 통해 Instance history DB에서 필요한 정보를 획득하여 Rule Base에 코드화 되어 있는 룰을 참고로 하여 받은 요청을 수행하게 된다. Rule Base는 도메인 한정된 Java 기반 룰로서 사물간의 Spatial Relationship (Left, Right Above, Below)의 추론, 로봇의 위치에서 가장 가까운 노드의 추론 등을 제공하고 로봇이 특정 임무를 수행할 수 있도록 코드화된 룰을 제공한다. 전체적인 시스템 개념도는 <그림 1>과 같으며 실제 로봇은 Browser의 위치에서 KM을 통해 임무를 수행하게 된다.

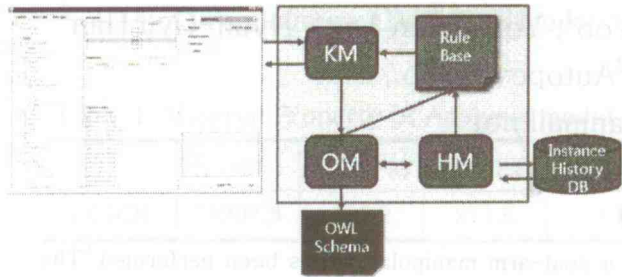


그림 1 로봇 지식 체계의 시스템 개념도

IV. Experiment & Result

로봇에게 'Where to go to find cup?' 임무가 주어졌다. 그러면 로봇은 Cup 인스턴스의 프로퍼티를 검색하여 위치 노드와의 관계를 파악하게 된다. 직접 노드와 연결되어 있는 경우 바로 이동하면 되지만, 그렇지 않은 경우, 다른 사물과의 공간적 관계를 파악하여, 검색된 물체가 위치 노드에 연결이 되어 있다면 해당 노드를 포함하는 공간을 검색하여 그 위치 노드로 이동하여 Cup을 찾아본다. 만일 컵이 다른 물체에 가려서 보이지 않는 경우에는 컵과 공간적 관계를 갖고 있는 물체를 검색하여 그 물체를 찾아 접근하거나 그 주위를 둘러봄으로써 컵을 찾게 된다 <그림 2>

이 실험에서 5개의 API들이 사용되었으며 실행 시간은 <표 1>과 같다 (3,000 records in DB).

제공되는 대부분의 API들의 실행시간은 DB 접근 및 데이터 검색 시간을 의미하며, 로드된 OWL 스키마에 접근하여 스키마상에서 SubClass, SuperClass 등을 검색하는 시간은 0ms로 무시해도 될 정도이다.

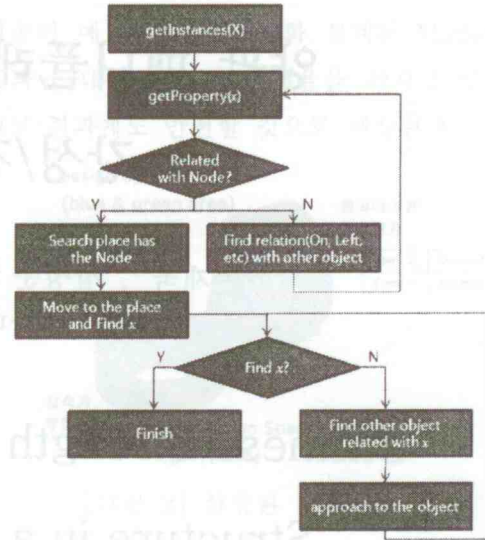


그림 2 'Where to go to find cup?'을 위한 실행 알고리즘

API	output	Time(ms)
getInstancesOf	2	172
getProperty	3	329
getPropertyValue	1	16
getInstancesOfClassAnd Properties	3	16
getInstancePropertyOf	2	16

표 1 사용된 API의 출력 갯수 및 실행시간

V. Future Work

제안된 KM에서는 로봇의 센서 데이터가 확실하지 않을 때는 그 데이터를 사용하지 않는다. 하지만, 그러한 잘못된 읽은 데이터를 그냥 버리기 보다는 그 안의 의미를 파악하여 사용할 수 있도록 하는 방안을 연구 중에 있다.

Acknowledgement

본 연구는 2007년도 산업자원부의 지원으로 수행되는 21세기 프론티어 연구개발 사업의 일환으로 수행되었음.

Reference

- [1]W3C, "OWL Web Ontology Language Guide"
- [2]김학수외, "OWL 인식 관계형 모델에서 SQL 기반의 시맨틱 질의 처리"
- [3]임기현외, "Ontology-based Multi-layered Robot Knowledge Framework(OMRKF) for Robot Intelligence"