

추론엔진을 이용한 DAML-S 검색 시스템

강민구^o 박영택
송실대학교

happytest@ailab.ssu.ac.kr^o, park@comp.ssu.ac.kr

DAML-S Search System with Inference Engine

Min-Goo, Kang^o Young-Tack, Park
Soongsil University

요 약

현재 웹이 가지고 있는 문제점들을 해결 하기 위해서 연구하고 있는 차세대 웹을 시멘틱 웹이라고 한다. 시멘틱 웹에서 다루고 있는 기술들은 다양하지만 요즘 가장 부각 되고 있는 기술이 DAML-S이다. DAML-S는 DAML+OIL기술을 기반으로 확장된 레이어를 제공하여 웹 서비스의 모호성(unambiguous)을 제거하고, 상호 운용성을 증가 시키는 역할을 하고 있다. 본 논문에서는 DAML-S로 정의된 웹 서비스를 FOL 추론방법을 이용하여 검색하는 시스템을 제안한다. 이를 위해서 DAML-S를 PSO TRIPLE 형태로 변환하는 전처리 방법과 FOL 질의 방법을 제안한다. 본 시스템을 이용하면 기존의 키워드 기반의 검색 방법에서는 불가능 하였던 질의 작성이 가능해 지며, 추론을 이용한 정확한 서비스 검색이 가능해 진다.

1. 서론

시멘틱 웹은 Agent가 웹 정보들의 semantic을 이해 하는 것을 목표로 한다. 현재 웹은 정보가 syntactic 구조 기반으로 작성 되기 때문에, 사람은 그 의미를 이해 할 수 있었지만 agent는 의미를 이해 할 수 없었다. 현재 웹 상에서 사용되는 agent는 웹에 산재해 있는 data를 information으로 가공하는데 수많은 수작업이 뒤따르게 되어 한계상태에 달한 상태이며, 특히 수많은 웹 서비스가 온라인으로 제공되는 환경에서 웹 서비스에 시멘틱을 부여 하는 것이 더욱 중요하게 대두되고 있다. 이 한계점을 극복하기 위해서 DAML-S온톨로지 기술이 제안되었는데 DAML-S는 Service, Profile, Model, Grounding의 4가지 상위 온톨로지와 웹 서비스를 표현하는 인스턴스로 구성된다. DAML-S를 이용하기 위해서는 다양한 분야의 기술의 필요하지만 본 논문에서 다루고자 하는 기술은 Service Profile 온톨로지를 이용한 웹 서비스 검색에 관한 기술이다. XML을 기반으로 하는 기존의 웹 서비스 기술방법들은 특정한 레지스트리를 통해서 제공 되었기 때문에, 해당 레지스트리를 접근하는 검색 방법을 이용하면 되었으나, DAML-S에서는 서비스의 시멘틱을 이용하는 검색 방법을 사용해야 한다. 본 논문에서는 이를 위해서 추론엔진을 이용한 DAML-S 검색 방법을 제안한다.

2. 관련연구

2.1. SWEETJESS

MIT는 DAML+OIL기반의 rule표현 언어인 DamiRuleML을 이용하여 추론을 수행한다. DamiRuleML 은 시멘틱웹이 지향하고 있는 자동 추론 시스템을 개발하기 위해서는 꼭 필요한 기술이지만 시멘틱웹 연구는 온톨로지 마크업 언어에 치중한 나머지 rule에 대한 연구는 부족한 실정이었다. MIT에서의

DamiRuleML 연구는 시멘틱웹 연구에 있어서 온톨로지 마크업 언어와 rule언어 사이의 차이를 줄이기 위한 목표를 가지고 발족 되어 온톨로지에 있어서 rule을 표현하기 위한 방법들을 연구한다. DamiRuleML은 이기종 시스템 사이의 rule 교환을 가능하게 하고 rule 지식 표현을 위해 XML 문법을 사용하므로 상호 운용성이 풍부한 장점이 있다. 현재 MIT에서는 DamiRuleML을 기존의 추론엔진인 Jess에 알맞은 형태로 변환한 후 추론작업을 수행하는 SweetJess(Semantic WEb Enabling Technology) 프로젝트를 진행하고 있다.

2.2. OntoEngine

Yale 대 연구팀은 온톨로지 변환(translation)을 위해서 온톨로지 병합(merge)과 자동 추론 방식을 활용하는 연구를 수행하고 있다. Yale 연구팀은 두 개의 온톨로지의 서로 다른 term을 연관시키기 위해서 bridging axiom을 정의해서 forward chaining이나 backward chaining을 적절히 활용하는 방안을 제안한다. DAML+OIL로 표현된 내용을 FOL 형식으로 변환하고 여기에 theorem prover를 적용하는 방법이다. 이러한 방식은 기존의 인공지능 연구에서 많이 처리해온 방식으로 modus-ponens를 포함한 다양한 추론 기법을 적용하여 추론을 진행한다.

3. 시스템

3.1. 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 검색 시스템은 JTP(Java Theorem Prover) 추론기를 사용한다. 사용자로부터 FOL 형태의 질의를 입력 받는 사용자 인터페이스를 가지고 있으며 사용자 인터페이스는 Semantic Query Engine에 질의를 전송한다. Semantic Query Engine은 전송 받은 질의를 처리하기 위해서 DAML-S의 Service Profile 온톨로지와 인스턴스들 (P S O)의 triple형태로

변환하고 이를 fact형태로 추론엔진에 assert하여 검색 작업을 수행한다.

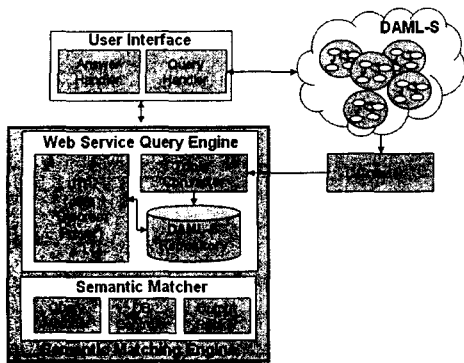


그림1. 시스템 구조도

3.2. DAML-S

DAML-S는 Service, Service Profile, Service Model, Service Grounding의 4가지 온톨로지를 제공하며, 서비스 접근에 대한 프로토콜을 정의하는 Service Grounding 온톨로지는 WSDL 문서와 mapping된다.

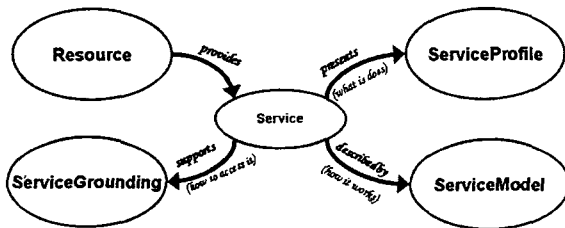


그림2. DAML-S

Upper 온톨로지중 웹 서비스 검색과 관련 있는 온톨로지는 ServiceProfile 온톨로지가 된다. ServiceProfile 온톨로지는 웹 서비스를 표현하는 온톨로지로서 'what the service provides'에 대한 답에 해당하는 내용이 정의되어 있으며, 서비스의 input, precondition, output, effect의 정보와 NAICS와 같은 기존의 표준산업분류 코드에 의한 검색도 가능 하기 때문이다.

3.3. Crawler

DAML-S가 XML기반의 웹 서비스 기술 언어인 WSDL, UDDI와 구별되는 가장 큰 특징은 웹 서비스를 등록하는 과정이 필요하지 않다는 점이다. UDDI로 대표되는 웹 서비스 레지스트리는 통일된 정보 기술 포맷과 데이터 구조를 제공한다는 장점이 있지만, 이런 top-down방식의 접근은 UDDI 레지스트리에 등록하지 않은 웹 서비스는 에이전트가 접근 할 수 없고, UDDI이외의 다른 레지스트리에 등록하면 사용하는데 많은 제약사항이 따르게 되는 단점이 생기게 된다. 반면에, DAML-S는 bottom-up 접근 방식으로써, 시멘틱 웹이 지향하는 자유로운 에이전트의 운용을 위한 구조로 되어 있다. 웹 서비스는 시멘틱 웹 커뮤니티에서 제안하는 다양한 지식 표현 방법과 자동화된 추론 방

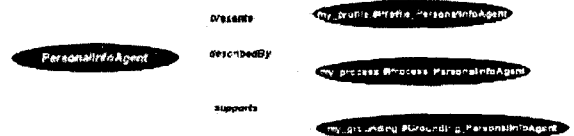
법을 사용하여 기술 할 수 있으며, 기술된 웹 서비스 리소스는 언제 어디서든지 접근 할 수 있다. 따라서, 본 논문에서 제안하는 시스템은 DAML-S 온톨로지를 가공하기 위한 크롤러를 필요하게 된다.

3.4 TRIPLE 변환기

지식표현언어(Knowledge Representation Language)는 문법(syntax)과 의미(semantic)가 규정되어야 한다. 문법이란 언어의 character 중 string 들이 문장에 맞는지 틀리는지에 대한 것이며, 의미란 문법에 적합한 문장(statement)이 실제적으로 의미하는 것이다. 지식표현언어에서 의미를 정의하기 위한 여러 가지 방법이 있지만 DAML-S에서는 FOL(First Order Logic)을 이용해서 의미를 정의하는 방법을 이용한다.

FOL을 이용한 검색을 위해서는 첫 번째 단계로 DAML+OIL이나, DAML-S를 PSO TRIPLE로 변환하는 과정이 필요하다. 이 때 TRIPLE converter가 사용된다. 아래는 DAML-S 온톨로지 중 한 부분으로써 PersonalInfoAgent라는 서비스를 정의하고 이 서비스가 갖는 Service Profile, Service Model, Service Grounding 온톨로지를 정의하는 것을 보이고 있다.

```
<service:Service rdf:ID="PersonalInfoAgent">
  <service:presents
    rdf:resource="&my_profile:#Profile_PersonalInfoAgent"/>
  <service:describedBy
    rdf:resource="&my_process:#Process_PersonalInfoAgent"/>
  <service:supports
    rdf:resource="&my_grounding:#Grounding_PersonalInfoAgent"/>
</service:Service>
```



위의 정보를 Predicate, Subject, Object 의 순서로 정보를 재구성하는 TRIPLE 은 아래와 같다.

```
(type PersonalInfoAgent Service)
(presents PersonalInfoAgent Profile_PersonalInfoAgent)
(describedBy PersonalInfoAgent Process_PersonalInfoAgent)
(supports PersonalInfoAgent Grounding_PersonalInfoAgent)
```

3.5. 검색엔진

본 논문에서 웹 서비스는 JTP(Java Theorem Prover)를 이용하여 검색을 한다. JTP 는 Stanford KSL 에서 개발한 추론엔진으로써 DAML+OIL 기반의 정보를 추론하기에 적합한 구조를 가지고 있다. DAML-S 또한 웹 서비스를 정교하게 표현하는 온톨로지를 기반으로 작성되었기 때문에 JTP 를 통해서 웹 서비스 검색을 위한 유용한 파라미터들과 리소스 기술을 제공한다. 웹 서비스의 검색을 이용하기 위해서 DAML-S 인스턴스를 PSO TRIPLE 로 변환하고, JTP of the Black Board 에 assert 하는 과정을 거치게 된다. 즉 PSO TRIPLE 은 JTP 추론 엔진에서 fact 로 구성된 지식베이스(Knowledge Base)의 역할을 하게 된다.

3.6 FOL을 이용한 웹 서비스 검색

아래는 SocialSecurityNumber 를 input 으로 해서, 사용자의 이름, 주소, 신용등급을 알아내는 PersonalInfoAgent 서비스를 DAML-S 를 이용해서 정의하고 Service Profile 온톨로지 인스턴스를 TRIPLE 로 변환한 모습이다. 서비스 이름, 타입, 서비스 질, 서비스 제공자의 정보, 서비스 프로세스, 그리고 input, output 에 대한 정보가 표현되어 있음을 알 수 있다.

```
(serviceName Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfoAgent)
(type Profile_PersonalInfoAgent Info)
(qualityRating Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo-goodRating)
(contactInformation Profile_PersonalInfoAgent Info-Manager)
(has_process Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo_Process)

(input Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo_socialSecurityNumber_IN)
(output Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo_address_OUT)
(output Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo_financialStatus_OUT)
(output Profile_PersonalInfoAgent PersonalInfo_name_OUT)
```

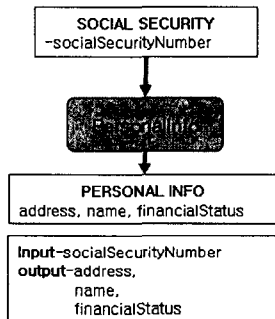


그림3. PersonalInfo 웹서비스

본 논문에서 제공하는 웹 서비스 검색은 Service Profile 온톨로지 인스턴스를 이용한 검색 방법으로써, Service Profile에서 정의한 모든 정보를 기반으로 검색 작업을 수행 할 수 있다. 위의 TRIPLE을 검색하기 위해서 본 시스템에서는 FOL 형식의 질의를 사용하는데 먼저 서비스의 이름을 검색할 경우 질의는 아래와 같다.

Query : (serviceName Profile_PersonalInfoAgent ?K)

위의 질의를 JTP에서 추론 할 때, 변수 ?K와 치환(unification) 되는 값이 있을 때 질의에 해당하는 DAML-S가 존재함을 확인 하게 된다. 본 질의 경우 변수 ?K와 치환되는 정보가 Black Board에 존재하므로 ?K는 PersonalInfoAgent 가 된다. 그러나, 서비스 검색을 할 때, 서비스의 이름을 확실히 알고 있는 경우는 극히 드물기 때문에 Input, Output, Precondition, Effect를 이용한 검색도 가능하다.

아래는 Input과 Output 정보를 이용한 질의의 한 예이다.

Query:
(and(input ?S PersonalInfo_socialSecurityNumber_IN)
(output ?S PersonalInfo_address_OUT)
(output ?S PersonalInfo_financialStatus_OUT)
(output ?S PersonalInfo_name_OUT))

위의 질의는 1개의 input과 3개의 output을 만족하는 서비스를 검색하며, 위의 지식베이스(Knowledge Base)에서 ?S를 만족시키는 Profile_PersonalInfoAgent 를 찾아낸다.

5. 결론

DAML-S 에서 웹 서비스를 검색하는 기술은 핵심이 되는 기술이다. DAML-S 가 아무리 정교하게 작성 되었다고 하더라도 DAML-S를 검색 하는 장치가 없다면 DAML-S는 제 역할을 할 수 없고, 웹 서비스 composition 과 같은 기술도 사용할 수 없게 된다. 본 논문에서는 추론엔진을 이용한 웹 서비스 검색시스템을 제안한다. 본 시스템을 이용하면 기존의 검색에서는 불가능 하였던 질의가 가능하게 되어, 아주 정교한 질의와 정확한 답변이 가능하게 된다. 하지만 본 시스템에서는 전방향추론만 지원하고 후방향추론 방법을 지원하지 못하는 단점이 있다.

향후 연구는 후방향추론을 지원하는 추론 엔진과 이를 이용한 웹 서비스 검색 방법에 대한 연구가 될 것이다.

6. 참고문헌

- [1] Daniel J. Mandell and Sheila A. McIlraith., A Bottom-Up Approach to Automating Web Service Discovery, Customization, and Semantic Web Translation, KSL Lab, Stanford University, 2003.
- [2] Deborah L. McGunness and Richard Fikes., Daml+Oil: An Ontology Language for the Semantic Web, IEEE September/October 2002, pp.72-80.
- [3] I.Horrocks et al.,Some Notes on the Differences between DAML+OIL and DAML+ONT, Dec.2000, www.daml.org/2000/12/differences-daml.html
- [4] Marta Sabou, Debbie Richards, and Sander van Splunter., An experience report on using DAML-S., The Twelfth International World Wide Web Conference, 2003.
- [5] Massimo Paolucci, Katia Sycara, Takuya Nishimura, and Naveen Srinivasan., Toward Semantic Web Services, Carnegie Mellon University, 2003.
- [6] Mikko Laukkanen and Heikki Helin., Composing Workflows of Semantic Web Services, TeliaSonera Finland, 2003.
- [7] Mithun Sheshagiri, Marie desJardins, and Timothy Finin., A Planner for Composing Services Described in DAML-S, University of Maryland, 2003.
- [8] Shankar R. Ponnekanti and Armando Fox., SWORD: A Developer Toolkit for Web Service Composition., Computer Science Dept, Stanford University, 2002.
- [9] Thomi Pilioura, Aphrodite Tsalgatidou, and Alexandros Batsakis., Using WSDL/UDDI and DAML-S in Web Service Discovery, The Twelfth International World Wide Web Conference, 2003.