

# STRIPS 기반의 자동 웹 서비스 Composition

강민구<sup>o</sup> 김제민 박영택 박찬규 문진영  
송실대학교 컴퓨터학과, 한국전자통신연구원

happytest@naver.com<sup>o</sup>, kimjemin@ailab.ssu.ac.kr, park@comp.ssu.ac.kr, parkck@etri.re.kr jymoon@etri.re.kr

## Automatic Web Service Composition based on STRIPS

Kang,Min-Goo<sup>o</sup> Kim,Je-Min Park,Young-Tack Park,Chan-Kyu, Moon,Jin-Young  
Dept. of Computing, SoongSil University, ETRI

### 요 약

시멘틱 웹 서비스의 최종적인 목표는 네트워크로 연결된 프로그램들과 장치들이 사람의 명령 없이 긴밀하게 상호작용 하는 것이다. 시멘틱 웹은 정보의 의미를 알 수 있는 프레임워크를 연구하였는데, 이는 인공지능을 기반으로 하는 RDF, RDFS, DAML+OIL, OWL 등의 언어를 기반으로 하여 연구되었다. 시멘틱 웹 커뮤니티에서는 웹의 정보 뿐 아니라 서비스에도 정확한 의미를 부여하기 위해서 DAML+OIL 온톨로지 기반의 새로운 기술인 DAML-S 온톨로지 기술을 제안하였다. DAML-S는 Service, Service Profile, Service Model, Service Grounding의 4개의 상위 온톨로지로 구성 되는데, 특히 Service Profile, Service Model 온톨로지와 인스턴스를 이용하면 사용자의 요구에 적합한 서비스 검색과 Composition이 가능하다. 사용자의 요구가 atomic 서비스가 아닌 여러 atomic 서비스들을 함께 이용해야 하는 경우에는 시멘틱 웹 서비스 검색 시스템 외에 추가적인 웹 서비스 Composer가 필요하게 된다. 본 논문에서는 사용자의 요구로부터 필요한 웹 서비스 chain을 구성함에 있어서 사람이 개입하지 않는 STRIPS 타입의 자동 웹 서비스 Composer를 제안한다.

### 1. 서 론

사용자의 요구를 만족시키기 위해 독립된 서비스들을 하나의 서비스 체인(chain)으로 composition 해야 하는 경우가 있다. 시멘틱 웹 환경에서 특히 서비스 composition이 중요하게 부각되고 있는데 그 이유는 첫째, 수많은 서비스들이 온라인으로 이동하고 있어서 웹이 정적인(static) 정보 제공자에서 동적인(dynamic) 서비스 제공자의 역할을 담당하고 있고, 둘째, 표준화된 HTTP 프로토콜(protocol)이 각각의 웹 서비스들을 하나의 공통 프레임워크로 구성을 가능하게 하고, 셋째, 현재 관련이 있는 서비스들을 독립적인 여러 서비스 제공자가 제공하고 있는데 이 독립적인 서비스들을 compose 하면 최종 사용자의 요구를 충족시키는 서비스를 제공 할 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 웹 서비스 Composition을 위한 PSO TRIPLE 변환 방법과 플래닝 오퍼레이터 추출 방법, STRIPS기반의 Planner를 이용한 웹 서비스 Composer를 제안한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 SWORD

SWORD는 Stanford 대학교에서 연구 중인 웹 서비스 Composition 시스템이다. SWORD 시스템에서 웹 서비스는 input과 output으로 모델링 되는데, input은 conditional input과 data input으로 나뉘어 정의되고, output은 conditional output과 data output으로 나뉘어 정의된다. 서비스는 input을 이용하는 규칙(rule)으로 표현되어 서비스에 해당하는 output을 갖도록 디자인 한다. SWORD 시스템에서는 웹 서비스

Composer로서 규칙기반의 추론 엔진을 사용하는데 반해 본 논문에서는 STRIPS기반의 Planner를 사용한다. SWORD 시스템에서는 서비스를 정의하기 위해서 자체적인 모델링 언어를 사용하기 때문에 WSDL, DAML-S등의 표준 웹 기술들을 사용하지 못하지만 본 논문에서 제안하는 시스템은 DAML-S 온톨로지와 인스턴스를 사용하여 웹 서비스 Composition을 담당하도록 설계한다.

#### 2.2. SDS

SDS(Semantic Discovery Service)는 Stanford KSL에서 연구 중인 웹 서비스 검색과 변환에 대한 연구이다. BPEL4WS 기술을 이용하여 웹 서비스를 기술하는데, BPEL4WS에는 서비스들의 프로세스가 정의 되어 있다. SDS는 BPEL4WS에서 정의된 프로세스에 해당하는 웹 서비스를 JTP(Java Theorem Prover)를 이용하여 검색하고 변환하는 시스템을 의미한다. KSL에서는 현재 산업부에서 연구 하고 있는 BPEL4WS와 WSDL등의 XML 기반의 표준기술과 대학 등을 중심으로 발전하고 있는 DAML-S의 통합을 위한 연구로 SDS를 제안하고 연구하고 있다.

### 3. 웹 서비스 Composition

본 시스템에서는 웹 서비스 Composition을 수행하기 위해서 STRIPS를 이용한 웹 서비스 Planner를 이용한다. Planner를 이용해서 서로 관계있지만 독립적인 서비스를 제공하는 서비스

들의 체인을 구성하여 사용자의 요구를 만족시킨다. 본 시스템에는 웹 서비스를 정의하는 기술로 DAML-S를 사용하는데, DAML-S를 이용하는 이유는 기존의 WSDL, BPEL4WS등의 XML기반 기술에서는 불가능 하였던 웹 서비스의 시멘틱 정의가 가능하고, 이를 이용한 Panning 오퍼레이터 추출이 가능하기 때문이다. 웹 서비스 Composition을 위한 첫 번째 단계로 DAML-S로 기술되어 있는 웹 서비스의 PSO TRIPLE 변환 과정을 거친다. 모든 DAML-S는 RDF의 서브셋으로 볼 수 있는데, 모든 RDF문서는 Subject, Predicate, Object의 TRIPLE로 변환이 가능하다. 두 번째 단계는 PSO TRIPLE이 저장되어 있는 레포지트리로부터 STRIPS Planning 오퍼레이터를 추출한 후 STRIPS기반의 Planner가 이용할 수 있는 형태로 오퍼레이터를 추출하고 재가공 하는 단계이다. 마지막으로 STRIPS 기반의 Planner를 이용하여 웹 서비스 체인을 구성하는 단계로 이루어진다. 아래는 본 시스템의 구조도 이다.

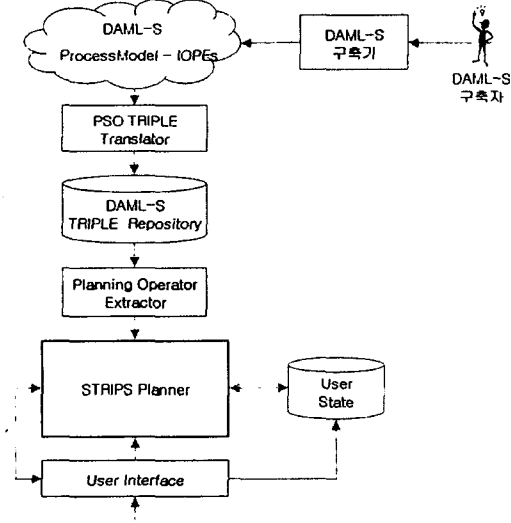


그림1. 시스템 구조도

4. TRIPLE Converter

DAML+OIL 언어는 의미를 정의하기 위해서 FOL(First Order Logic)을 이용한다. 따라서 DAML+OIL의 확장된 형태인 DAML-S 또한 FOL을 이용해서 의미를 정의 할 수 있다. DAML-S Composition을 위한 가장 첫 번째 단계는 FOL 시멘틱을 사용하기 위해서 DAML-S 언어로 표현된 웹 서비스를 PSO TRIPLE로 변환 하는 작업이다. 아래는 DAML-S Service Model 온톨로지 인스턴스를 TRIPLE로 변환한 모습이다.

```
(type PersonalInfo_Process Class)
(subClassOf PersonalInfo_Process AtomicProcess)

(type personalInfo_socialSecurityNumber_IN Property)
(subPropertyOf personalInfo_socialSecurityNumber_IN input)
(domain personalInfo_socialSecurityNumber_IN PersonalInfo_Process)
(range personalInfo_socialSecurityNumber_IN integer)

(type personalInfo_financialStatus_OUT Property)
(subPropertyOf personalInfo_financialStatus_OUT output)
```

```
(domain personalInfo_financialStatus_OUT PersonalInfo_Process)
(range personalInfo_financialStatus_OUT string)
```

```
(type personalInfo_address_OUT Property)
(subPropertyOf personalInfo_address_OUT output)
(domain personalInfo_address_OUT PersonalInfo_Process)
(range personalInfo_address_OUT string)
```

```
(type personalInfo_name_OUT Property)
(subPropertyOf personalInfo_name_OUT output)
(domain personalInfo_name_OUT PersonalInfo_Process)
(range personalInfo_name_OUT string)
```

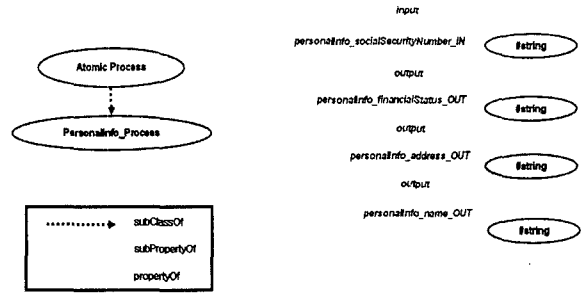


그림2. DAML-S Service Model 온톨로지

5. STRIPS기반 Planner

STRIPS(Stanford Research Institute Problem Solver)는 1971년에 Fikes와 Nilsson에 의해서 개발된 Planning 방법이다. STRIPS는 FOL(First Order Logic)의 well-formed formulas와 pre-condition list, add-list, delete-list의 오퍼레이터를 사용하여 Planning 작업을 수행한다. 현재 상태(Current state)를 만족하기 위해서는 반드시 pre-condition이 사전에 적용이 되어야 하며, add-list, delete-list에 의해서 오퍼레이터의 effect가 결정된다. Add-list는 현재상태에서 새롭게 초기화된 well-formed formula를 더해주고, delete-list는 현재 상태에서 필요 없어진 well-formed formula를 제거해 주는 역할을 한다. 본 시스템에서는 STRIPS 기반의 Planner를 사용하여 웹 서비스 Composition작업을 수행하는데, 전통적인 STRIPS와 다른 점은 Service Model에는 웹 서비스를 실행하기 위한 input, output, precondition, effect만이 정의 되어 있기 때문에, STRIPS에서 사용하는 pre-condition, add-list, delete-list의 Planning 오퍼레이터를 그대로 사용하지 않고, input, output, precondition, effect로 표현한 새로운 Planning 오퍼레이터를 사용한다는 점이다. 또한 본 시스템에서 웹 서비스 Composition에 이용하는 input과 precondition은 external IPs와 internal IPs로 구별하여 사용한다. External IPs란 에이전트로나 외부로부터 직접 제공되는 input과 precondition을 의미하는데, external IPs는 effect나 output등의 다른 오퍼레이터로부터 생성되지 않는다. Internal IPs란 다른 오퍼레이터나 서비스로부터 제공되는 input과 precondition을 의미한다. 예를 들면, 사용자가 웹 인터페이스를 통해서 사용자의 접속 정보를 입력 했을 때 이 정보는 external IPs가 되고, 사용자가 어떤 정보를 입력 했을 때, 이 정보를 통해 나온 effect 오퍼레이터의 정보가 다른 서비스의 input이 된다면 이는 internal IPs가 된다.

6. 시나리오

실제 Composition을 위한 시나오는 다음과 같다. 어떤 사용자가 대출 서비스를 받기를 원하는데 사용자는 대출서비스에 대한 지식이 없기 때문에 정확한 질의를 사용할 수 없었다. 다만 사용자가 질의 할 수 있는 것은 대출금액(amount)과 대출종류(type) 그리고 자신의 사회보장번호(socialSecurityNumber)뿐이다. 이 3가지 정보를 가지고 웹 서비스를 검색하려고 한다. 이 3가지의 restriction을 만족하는 DAML-S 웹 서비스를 검색하지 못하였을 경우, Composite 에이전트는 Composer를 이용해서 사용자의 요구를 만족시켜 주는 서비스를 composition하게 된다. 사용자의 input과 effect를 만족하는 서비스들의 체인을 구성하는 서비스들은 그림[3]의 atomic 서비스들로 구성된다. 사용 가능한 웹 서비스들 중에서 input, precondition, output, effect를 만족하는 웹 서비스 체인은 아래와 같다.

1. [PersonalInfo] - input 값으로 사회보장번호(socialSecurityNumber)를 갖는 서비스이다. 이 서비스를 통해서, 해당 socialSecurityNumber를 가진 사람의 주소(address)와 이름(name), 신용상태(financialStatus)를 알 수 있다.
2. [CreditResearch]- input으로 주소와 재정상태를 갖는 서비스이다. 따라서 이 서비스를 사용하기 위해서는 먼저 PersonalInfo 서비스가 실행이 되어야 한다. 이 서비스를 이용하면 사용 가능한 신용기관(availableCredit)과 사용할 수 없는 신용기관(notAvailableCredit)을 알 수 있게 된다.
3. [Lender]- input으로 대출가격(amount)과 대출종류(type)을 가지고, precondition으로 사용 가능한 신용기관을 갖는 서비스이다. 따라서 이 서비스를 이용하기 위해서는 CreditResearch가 선행되어야 한다. 이 서비스를 이용해서 대출 서비스를 이용할 수 있게 된다.

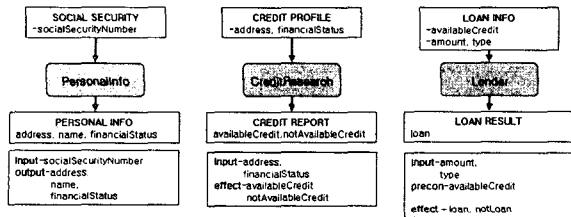


그림3. Atomic Processes

7. 웹 서비스 Composition

위의 시나리오를 만족하는 웹 서비스 Composition은 아래와 같은 방법으로 이루어진다. DAML-S의 Service Model 온톨로지를 PSO TRIPLE로 변환한 후 PSO TRIPLE 레포지트리에서 Planning 오퍼레이터를 추출하여 재구성한 것을 STRIPS 기반의 Planner가 Composition 작업을 수행한 모습이다.

(sname PersonalInfo)  
 (input PersonalInfo socialSecurityNumber)  
 (output PersonalInfo address)  
 (output PersonalInfo name)  
 (output PersonalInfo financialStatus)

(sname CreditResearch)  
 (input CreditResearch address)  
 (input CreditResearch financialStatus)  
 (effect CreditResearch availableCredit)  
 (effect CreditResearch notAvailableCredit)

(sname Lender)  
 (precon Lender availableCredit)  
 (input Lender amount)  
 (input Lender type)  
 (effect Lender loan)  
 (effect Lender notLoan)

그림[4]는 STRIPS 기반의 Planner에 의해서 생성된 웹 서비스 Composition을 보여준다. 회색 사각형은 사용자에 의해서 직접 제공되는 external IPs를 나타내고, 파란색 사각형은 다른 서비스의 effect로 제공되는 internal IPs를 나타낸다. 타원은 atomic 웹 서비스를 나타낸다.

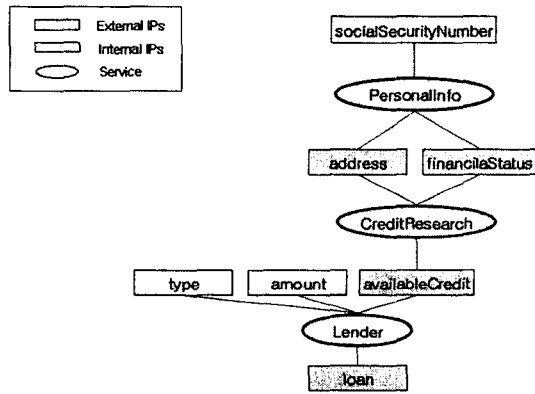


그림4. 웹 서비스 Composition

8. 결론

본 논문에서 제공하는 시스템을 이용하면 STRIPS 기반 Planner를 이용한 웹 서비스 composition이 가능해진다. 특히, 기존의 방법들과는 달리 본 시스템에서는 Composition 작업을 수행할 때, 최초 서비스 질의를 제외하고는 사람이 개입되지 않는 자동화된 시스템을 제공한다. 하지만 본 논문에서는 atomic 서비스만을 대상으로 했기 때문에, composit 서비스에 대한 서비스 Composition은 제공하지 못한다. 앞으로의 연구는 composit 웹 서비스까지 Composite 할 수 있는 웹 서비스 Composer에 대한 연구가 될 것이다.

9. 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.