

시맨틱 웹 서비스 기반의 서비스 플랜 생성기

강상승, 손주찬
한국전자통신연구원 지능형로봇연구단
e-mail : kss@etri.re.kr

Service Plan Generator for the Semantic Web Services

Sang-Seung Kang, Joo-Chan Sohn
Intelligent Robot Research Division, ETRI

요 약

웹 서비스 기술의 한계를 해결하기 위한 노력의 일환으로 시맨틱 웹과 에이전트 기술을 접목시켜 서비스 의미 정보를 기반으로 지능적이고 자율적인 서비스를 제공할 수 있는 시맨틱 웹 서비스 기술에 대한 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 이러한 시맨틱 웹 서비스 환경을 기반으로 서비스를 제공하기 위해 구체적인 서비스 실행을 위한 일련의 프로세스인 서비스 플랜을 자동으로 생성하고 구성해주는 시스템을 제안하고 구현하였다. 구현한 시스템에서는 생성한 서비스 플랜을 기반으로 웹 서비스 실행 엔진을 통해 해당 서비스를 호출하여 실제 서비스를 제공해 준다.

1. 서론

현재 웹 서비스 표준을 기반으로 웹 서비스의 적용에 필요한 기술 요소들에 대해 많은 표준안들이 제출되고 있지만, 이러한 기술 표준들은 대부분 부분적으로 지원하는 제한적 표준이거나 표준화가 완료되지 않은 상태이다. 또한 웹 서비스 기술은 단일 웹 서비스에 대한 정의와 비즈니스 레지스트리에 등록된 웹 서비스만을 이용할 수 있는 매우 제한적인 구조이다. 따라서 구문적인 확장은 가능하지만 의미적인 확장이 불가능한 한계를 내포하고 있다. 이러한 웹 서비스의 발전 과정에서 도출된 문제점의 해결방안으로 시맨틱 웹 서비스가 제시되고 있다. 시맨틱 웹 서비스는 시맨틱 웹과 에이전트 기술을 웹 서비스에 적용시켜 웹 서비스 기술의 한계를 극복하려는 시도이다.

한편 기존의 제한된 영역에서의 서비스 개념이 유비쿼터스 공간 상에 존재하는 모든 활용 가능한 서비스를 포함하는 개념으로 확대되어야 할 필요성이 있다. 이와 같이 이질적인 공간 상에 존재하는 수많은 서비스들을 하나의 서비스로 구성하고 실행하기 위해서는 이종 플랫폼 상에 탑재되어 있는 서비스 객체들을 지능적으로 통합할 수 있어야 한다. 따라서 시맨틱 웹 서비스 환경을 통해 온톨로지 언어로 기술된 서비스의 의미 정보를 기반으로 지능적이고 자율적인 서비스를 생성 및 구성하여 제공할 필요가 있다. 이에 따라 최근 들어 시맨틱 웹 서비스를 도입하여 자동화

된 웹 서비스의 탐색, 합성, 실행, 모니터링을 가능하게 하려는 노력이 이루어지고 있다. 이를 위해 온톨로지 정의를 위한 의미 기반 마크업 언어와 지식 기반의 질의 언어 등에 대한 연구가 진행 중이다.

본 논문에서는 이러한 시맨틱 웹 서비스의 핵심 기능인 자동으로 웹 서비스를 선택하고 선택된 웹 서비스 프로파일 정보로부터 적절한 서비스 템플릿을 기반으로 서비스 플랜을 생성하는 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안한 시스템은 시맨틱 웹 서비스 환경을 기반으로 사용자가 명령한 서비스를 제공하기 위한 일련의 서비스 플랜을 생성하는 것을 목적으로 하며, 생성된 서비스 플랜은 실행 프로세스 생성기를 통해 실행가능한 서비스 플랜으로 변환되며, 웹 서비스 실행 엔진을 통해 실제 서비스를 제공하도록 구성되어 있다. 여기서 서비스 플랜은 실제 웹 서비스들과 다른 컴포넌트들을 조합하고 연결하기 위해 필요한 액티비티들로 구성된 일련의 프로세스라 할 수 있으며, 생성한 서비스 플랜을 기반으로 하여 실행 가능한 서비스 플랜으로 변환하고 웹 서비스 실행 엔진을 통해 서비스를 호출하여 실제 서비스를 제공하게 된다. 구현된 시스템은 웹 표준 기술 및 자바 기술을 활용하여 플랫폼 독립성을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2 장에서는 서비스 플랜 생성을 위한 시스템에서 필요로 하는 요구 조건과 고려사항을 분석한다. 3 장에서는 시맨틱 웹 서비스 환경을 기반으로 하는 서비스 플랜 생성기 시스

템의 기능 명세 및 구현 내용을 기술하고 분석한다. 마지막으로 4 장에서는 결론을 맺는다.

2. 서비스 플랜 생성 요구사항

서비스 플랜 생성은 사용자의 요구를 만족하는 최적의 해를 웹 서비스를 통해 검색하고 서비스 프로세스를 구성하는 기술로, 기존의 웹 서비스들과 다른 컴포넌트들을 조합하고 연결하기 위해 필요한 액티비티들로 구성된다. 서비스 플랜 생성기 시스템은 사용자의 입력으로부터 실행 가능한 형태의 서비스 플랜을 생성하는 기능을 수행하게 된다. 이를 위해 필요한 요구사항을 도출해 보면 다음과 같다.

- 사용자의 요구로부터 적절한 컨텍스트 처리가 된 가공 가능한 정보를 획득 및 분석하고, 이를 필요에 맞게 전처리 과정을 수행하는 기능이 필요하다.
- 요구되는 서비스를 표현하고 있는 서비스 모델을 검색하기 위해 서비스 레지스트리에 질의하고 응답받는 기능을 제공해야 한다.
- 의미 기반 서비스 탐색을 통하여 최적의 서비스를 추출하는 기능을 제공해야 한다.
- 추출한 서비스를 기반으로 플랜 인스턴스의 구성 단위 서비스 객체 모델을 생성하는 기능을 제공해야 한다.
- 선택된 서비스 템플릿을 기반으로 탐색된 서비스들을 조합하여 서비스 플랜을 구성하고 서비스 플랜 인스턴스를 생성하는 기능을 제공해야 한다.
- 생성된 서비스 플랜 인스턴스를 실행가능한 서비스 플랜으로 변환하고 웹 서비스 실행 엔진을 통해 실제 서비스를 호출하는 기능을 제공해야 한다.
- 효율적인 서비스 탐색을 위한 서비스 레지스트리 접근 인터페이스 지원이 필요하다.
- 자동적인 서비스 프로세스 구성을 위해서 기계가 이해할 수 있는 서비스 정의 언어에 따라 기술할 필요가 있다.
- 서비스 도메인 확장에 따른 복잡하고 다양한 서비스의 동적 구성에 대한 고려가 필요하다.

본 논문에서는 서비스 템플릿을 기술하기 위한 서비스 정의 언어로 OWL 을 기반으로 하는 온톨로지로서 정의한다. 여기서 서비스 템플릿은 서비스 플랜을 위한 재사용 가능한 빌딩 블록으로 각각의 서비스를 표현하는 메타 정보를 기술하고 있다. 이러한 서비스 템플릿은 Basic 타입과 Aggregate 타입으로 구분하고, 템플릿 저작도구를 통해 작성된 서비스 템플릿들은 템플릿 리파지토리에 저장하고 있으며, 템플릿 선택 과정에서 적합한 템플릿이 검색되도록 하고 있다.

서비스 레지스트리에 대한 서비스 탐색 과정은 상에서 선택된 서비스 템플릿에 포함되어 있는 단위 서비스들의 의미 정보를 기반으로 하여 수행하게 되며, 결과 값으로 서비스 프로파일 및 그라운드 정보와 웹 서비스 기술 정보 등을 받게 된다. 또한 서비스 레지스트리로 질의를 보내고 결과를 받는 서비스 탐색

을 수행하는 과정과 생성된 서비스 플랜을 실행 가능한 형태의 서비스 플랜으로 변환하고 이를 웹 서비스 실행 엔진으로 서비스를 호출하는 과정은 SOAP 과 같은 표준 프로토콜을 사용한다.

3. 서비스 플랜 생성기 구현

시맨틱 웹 서비스 환경을 기반으로 서비스 플랜을 생성하는 전체적인 시스템 구성은 그림 1 과 같이, 사용자의 명령으로부터 사용자의 컨텍스트 정보를 반영하여 정형화된 데이터로 바꾸어주는 컨텍스트 처리기 시스템, 상기의 정형화된 데이터로부터 템플릿을 선택하고 서비스를 탐색하여 플랜 인스턴스를 생성하는 서비스 플랜 생성기 시스템, 서비스 플랜 생성의 기반이 되는 서비스 템플릿들을 저장하고 있는 템플릿 리파지토리, 서비스 프로파일에 대한 의미 정보를 기반으로 하여 인덱싱 서비스를 제공하며 단위 서비스들을 탐색 인터페이스를 통해 제공해주는 서비스 레지스트리, 상기의 서비스 플랜을 실행 가능한 형태의 서비스 플랜으로 변환해주는 실행 프로세스 생성기 시스템으로 구성된다.

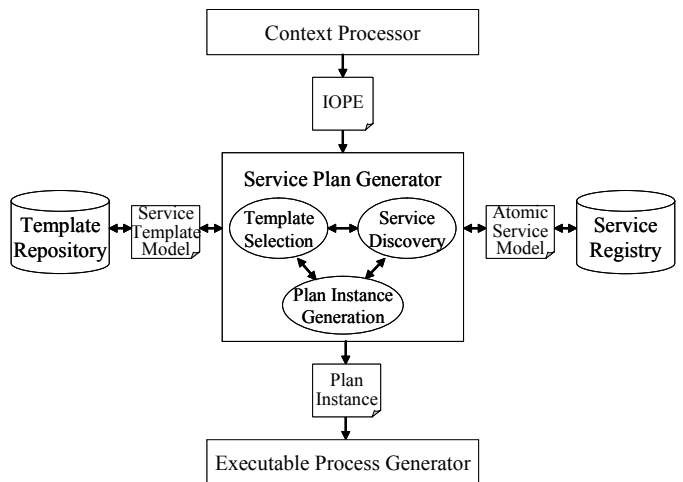


그림 1. 시스템 구성도

상기의 서비스 플랜 생성기 시스템은 서비스의 목표 및 프로파일에 포함된 수행할 서비스에 대한 정보를 IOPE(Input, Output, Precondition, Effect)의 형태로 입력 받아 적합한 서비스 템플릿 모델을 검색하고 저장하는 템플릿 선택 기능, 서비스 레지스트리 탐색을 통해 입력 정보에 부합하는 단위 서비스들을 선택하는 서비스 탐색 기능, 상기의 해당 서비스 템플릿을 기반으로 상기의 선택된 서비스들을 조합하여 최적의 서비스 플랜을 생성하고 구성하는 플랜 인스턴스 생성 기능으로 구성되며, 생성된 플랜 인스턴스는 실행 프로세스 생성기 시스템으로 전달하며, 해당 서비스 플랜은 실행 가능한 서비스 플랜으로 변환하여 웹 서비스 실행 엔진을 통해 해당 웹 서비스를 호출하고 실제 웹 서비스를 제공하게 된다.

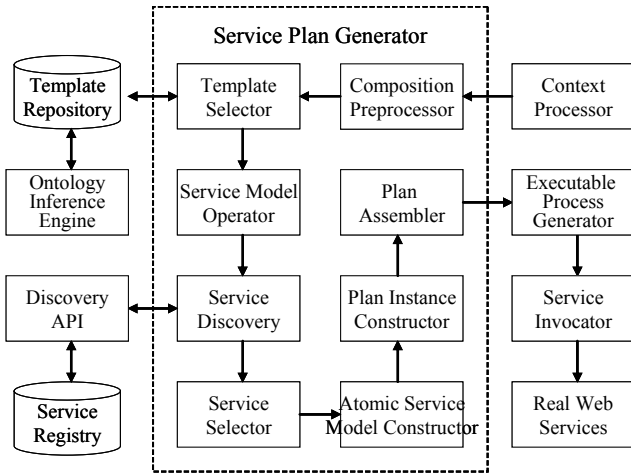


그림 2. 세부 모듈 구성 및 흐름

시맨틱 웹 서비스 기반의 서비스 플랜 생성기 시스템의 세부 모듈 구성 및 실행 절차는 그림 2 와 같다. 먼저 서비스 수행을 위한 사용자의 명령으로부터 컨텍스트 처리 시스템을 통해 세션과 트랜잭션 정보 및 정형화된 형태의 IOPE(Input, Output, Precondition, Effect) 정보를 획득한다. 다음으로 컴포지션 전처리 모듈에서는 서비스의 목표 및 프로파일에 포함된 수행할 서비스에 대한 정보를 IOPE의 형태로 획득하고, 이를 분석하며, 필요에 따른 적절한 전처리 기능을 수행하게 된다. 상기의 분석한 IOPE 정보를 바탕으로 템플릿 선택 모듈에서는 서비스 템플릿 리퍼지토리를 검색하여 서비스 합성의 기반이 되는 적절한 서비스 템플릿을 선택하는 기능을 수행한다. 서비스 모델 제어 모듈에서는 선택된 서비스 템플릿으로부터 템플릿 객체 모델을 분석하고 단위 서비스들의 의미 정보를 분석하며, 서비스 플랜 인스턴스 생성에 필요한 기반 정보를 제공하는 기능을 수행하게 된다.

서비스 탐색 모듈에서는 적합한 서비스를 표현하고 있는 서비스 프로파일 정보를 검색하기 위해 서비스 레지스트리에 질의하고 응답받는 기능을 수행하며, 시맨틱 질의문을 생성 및 관리하는 기능을 포함한다. 여기서, 상기의 선택된 서비스 템플릿에 포함된 단위 서비스들의 의미 정보를 기반으로 서비스 레지스트리에 대한 서비스 탐색을 수행하게 되며, 서비스를 표현하고 있는 OWL-S 프로파일 정보와 웹 서비스 기술 정보 등을 포함하는 결과값을 가져오게 된다. 서비스 탐색을 통해 획득한 서비스 정보들로부터 서비스 선택 모듈에서는 최적의 단위 서비스들을 추출하는 기능을 수행한다. 다음으로, 단위 서비스 구성 모듈에서는 상기의 추출한 서비스를 기반으로 단위 서비스 모델을 분석하고 플랜 인스턴스의 구성 단위 객체 모델을 생성하는 기능을 수행한다.

이후 플랜 인스턴스 생성 모듈에서는 템플릿 선택 모듈에서 선택된 서비스 템플릿을 기반으로 서비스 플랜 인스턴스를 생성하고 초기화 하는 기능을 수행하며, 플랜 어셈블러 모듈에서는 생성 및 초기화된 서비스 플랜 인스턴스에 서비스 탐색 모듈 및 서비스

선택 모듈을 통해 탐색 및 선택된 단위 서비스들을 조합하여 사용자 명령을 처리하기에 적합한 서비스 플랜을 구성하고, 구성된 서비스 플랜에 대해 적합성 여부를 분석하고 검증하는 기능을 수행한다.

구현한 시스템에서 컨텍스트 처리 시스템으로부터 받게 되는 IOPE 정보는 개념 온톨로지 정의를 기반으로 한다. 예를 들어, 본 논문에서 구현한 시스템에서 WakeUp 서비스를 제공하기 위해 주어진 IOPE 정보는 다음과 같다. 전체 URI 정보는 생략하였다.

```
IOPE [
    Effect=&Behavior;#WakeUp
    Input=&HumanRelation;#Person
]
```

상기 IOPE 정보를 바탕으로 서비스 플랜 인스턴스 구성의 기반이 되는 서비스 템플릿을 템플릿 리퍼지토리에 질의하여 검색하게 된다. 본 시스템에서 서비스 템플릿은 OWL 을 기반으로 별도로 정의한 서비스 템플릿 정의 언어를 이용하여 작성되었다.

```
<tmpl:AggregateTemplate rdf:ID="WakeUpTemplate">
<rdfs:label>WakeUpTemplate</rdfs:label>
<tmpl:representedBy>
<tmpl:TemplateProfile rdf:ID="WakeUpTemplateProfile">
<tmpl:hasInput rdf:resource="
    &HumanRelation;#Person" />
<tmpl:hasEffect rdf:resource="
    &Behavior;#WakeUp" />
</tmpl:TemplateProfile>
</tmpl:representedBy>
<tmpl:constructedBy>
<tmpl:Sequence>
<tmpl:hasComponents rdf:parseType="Collection">
<tmpl:BasicTemplate rdf:about="
    &FacePersonTemplate;#FacePersonTemplate"/>
<tmpl:BasicTemplate rdf:about="
    &AlarmTemplate; #AlarmTemplate"/>
</tmpl:hasComponents>
</tmpl:Sequence>
</tmpl:constructedBy>
</tmpl:AggregateTemplate>
```

한편, 서비스 탐색을 통해 획득한 서비스의 의미 정보는 OWL-S 로 작성된다. OWL-S 는 서비스가 사용자나 다른 에이전트로부터 요구하는 것은 무엇이고 그들에게 제공하는 것은 무엇인가를 나타내는 Profile, 서비스가 어떻게 작동하는가를 나타내는 Process, 서비스가 어떻게 사용되는가를 나타내는 Grounding 으로 구성된다. 핵심 구성요소로서 서비스를 표현하는 온톨로지 클래스인 OWL-S 프로파일은 서비스의 의미 정보 표현을 위해 IOPE 정보를 이용한다. 다음은 구현한 시스템에서의 Alarm 서비스에 대한 OWL-S 서비스 예이다.

```
<service:Service rdf:ID="ERSP30AlarmService">
<service:presents rdf:resource="
    #ERSP30AlarmServiceProfile"/>
```

```

<service:describedBy rdf:resource="
#ERSP30AlarmServiceProcessModel"/>
<service:supports rdf:resource="
#ERSP30AlarmServiceGrounding"/>
</service:Service>

```

상기와 같은 OWL-S 단위 서비스들을 조합하여 선택된 서비스 템플릿을 기반으로 하여 서비스 플랜 인스턴스를 생성하게 된다. 다음은 구현한 시스템에서 자동으로 생성된 서비스 플랜 인스턴스의 부분 예이다.

```

<inst:TemplateInstance rdf:ID="WakeUpTemplateInstance">
<inst:instantiates rdf:resource="
&WakeUpTemplate;#Wake UpTemplate"/>
<inst:hasGroundings rdf:parseType="Collection">
<inst:Grounding>
<inst:forTemplate rdf:resource="
&FacePersonTemplate; #FacePersonTemplate"/>
<inst:byService rdf:resource="
&ERSP30FacePersonService;
#ERSP30FacePersonServiceGrounding"/>
</inst:Grounding>
<inst:Grounding>
<inst:forTemplate rdf:resource="
&AlarmTemplate; #AlarmTemplate"/>
<inst:byService rdf:resource="
&ERSP30AlarmService;
#ERSP30AlarmServiceGrounding"/>
</inst:Grounding>
</inst:hasGroundings>
</inst:TemplateInstance>

```

상기의 과정을 통해 생성 및 구성된 서비스 플랜은 서비스의 접근 방법을 구체화한 OWL-S 그라운드링 정보와 웹 서비스를 기술한 WSDL 정보를 기반으로 실행 가능한 서비스 플랜으로 변환하고, 웹 서비스에 대한 국제 표준 프로세스 정의인 BPEL4WS 프로세스를 생성하며, 상기의 프로세스를 웹 서비스 호출 시스템을 통해 실행함으로써 사용자가 명령한 실제 서비스를 제공하게 된다.

4. 결론

온톨로지 언어로 기술된 서비스의 의미 정보를 기반으로 서비스 에이전트의 지능적이고 자율적인 서비스 제공을 위해 시맨틱 웹 서비스라는 환경이 제시되었다. 본 논문에서는 이러한 시맨틱 웹 서비스 환경을 기반으로 하여 구체적인 서비스 실행을 위한 일련의 프로세스인 서비스 플랜을 자동으로 생성하고 구성해주는 시스템을 구현하였다.

구현한 시스템은 컨텍스트 처리 모듈로부터 입력된 IOPE 정보를 분석하여 템플릿 리파지토리로부터 사용자의 명령에 적합한 서비스 템플릿을 선택하고, 해당 서비스 템플릿 모델의 분석 결과를 기반으로 서비스 레지스트리에 대한 탐색을 통해 후보 서비스들을 검색하여 최적의 단위 서비스들을 추출하며, 추출한 서

비스들을 상기의 해당 서비스 템플릿을 기반으로 조합하여 서비스 플랜 인스턴스를 생성해주는 특징을 가진다. 구현된 시스템은 XML, RDF(S), WSDL, OWL-S, BPEL4WS 등의 웹 표준언어를 기반으로 의미기반 정의를 제공하고, 자바 기술을 활용하여 플랫폼 독립성을 제공한다.

참고문헌

- [1] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The Semantic Web," *Scientific American*, 284(5):34-43, 2001.
- [2] S. McIlraith, T. C. Son, and H. Zeng, "Semantic Web Service," *IEEE Intelligent Systems*, 16(2):46-53, 2001.
- [3] The OWL Services Coalition, OWL-S: Semantic Markup for Web Services, <http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/owl-s.html>
- [4] D. Martin, M. Burstein, O. Lassila, M. Paolucci, T. Payne, and S. McIlraith, Describing Web Services using OWL-S and WSDL, <http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/owl-s-wsdl.html>
- [5] W3C, Web Services, <http://www.w3.org/2002/ws/>
- [6] MIND LAB, University of Maryland Institute, Mindswap, <http://www.mindswap.org/>
- [7] Richard Fikes, Pat Hayes, and Ian Horrocks, OWL-QL: A Language for Deductive Query Answering on the Semantic Web. KSL Technical Report, 2003.
- [8] Michael R. Genesereth, et al., Knowledge Interchange Format Version 3.0, Stanford University Report, 1992.
- [9] IBM, Business Process Execution Language for Web Services Version 1.1, <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>