시맨틱 브로커 기반 시맨틱 서비스 조합

Semantic Service Composition Based on Semantic Broker

정한민, 이미경, 류범종
한국과학기술정보연구원 정보기술연구실

Hanmin Jung, Mi-Kyoung Lee, Beom-Jong You
Dept. of Information Technology Research, KISTI

요약

시맨틱 서비스는 온톨로지 기반으로 검색 API 또는 추론 API를 제공하는 서비스로 정의할 수 있는데, 웹 서비스 등의 대화 방식을 이용하며 웹상에서 공개된다. 온톨로지 기반이므로 URI (Uniform Resource Identifier)를 지원하며 온톨로지 스키마에 정의된 클래스와 속성 (Property)을 사용하여 미리 정의된 작업을 수행한다. 시맨틱 서비스는 입력 인자가 온톨로지에 정의된 클래스들로 구성되므로 시맨틱 서비스 조합 시에 온톨로지를 반드시 참조할 필요가 있다. 본 연구는 사용자 제시 조건을 입력받아 시맨틱 브로커를 이용하여 시맨틱 서비스 관리 서버에 등록된 시맨틱 서비스들 내의 온톨로지 정보와 관리 정보를 참조하여 조건에 맞는 시맨틱 서비스를 조합하는 방법을 제시한다. 사용자 제시 조건으로는 입력 인스턴스, 출력 클래스, 시각화 유형 (Visualization Type), 시맨틱 서비스명, 속성명 등이 있다. 시맨틱 서비스 조합은 사용자 제시 조건을 기반으로 동적으로 이루어지며, 그 결과는 복합 시맨틱 서비스를 포함하는 시맨틱 서비스 파이프라인들로서 사용자에게 순위화되어 제시된다. 사용자는 시맨틱 브로커에 의해 제시된 시맨틱 서비스 파이프라인들을 실행해 봄으로써 원하는 시맨틱 서비스 조합을 찾을 수 있다. 결국, 본 연구를 통해 개발된 도구는 다양한 곳에서 개발된 시맨틱 서비스들을 동적으로 연계하여 새로운 시맨틱 서비스를 개발하고자 하는 서비스 기획자를 지원하데 도움을 준다.

Abstract

Semantic service can be defined as the service providing search API or reasoning API based on ontology and Web Services. It performs a pre-defined task by exploiting URI, classes, and properties. This study introduces a semantic service composition method based on a semantic broker referring ontology and management information of semantic services stored in a semantic service manager with requirements of the user. The requirements consist of input instances, an output class, a visualization type, semantic service names, and property names. This composition method provides dynamically generated semantic service pipelines including composit semantic services. The user can execute the pipelines provided by the semantic broker to find a meaningful semantic pipeline. After all, this study contributes to develop a system supporting human service planners who want to find composit semantic services among distributed semantic services.

Ⅰ. 서론

시맨틱 웹 개념이 생겨난 지 10여년 가까이 되어 가지만, 아직까지 실제적인 적용 사례를 국내·외에서 찾는 것이 쉽지만은 않다. 시맨틱 웹 서비스 인프라의 핵심인 추론 엔진, 시맨틱 관리 도구의 성능이 상용화 수준까지 이르지 못한 영향도 있지만, 시맨틱 서비스 성공 사례가 부족하여 그 필요성에 대한 인식이 낮은 데도 이유가 있다. 그렇지만, 국내에서 몇몇 시맨틱 웹 관련 기업들과 KISTI를 중심으로 한 연구 기관들에서 시맨틱 웹 기반 정보 서비스들을 개발하는 노력을 지속적으로 하고 있어 향후 시맨틱 웹 시장이 점차적으로 성장할 것으로 예상하고 있다.

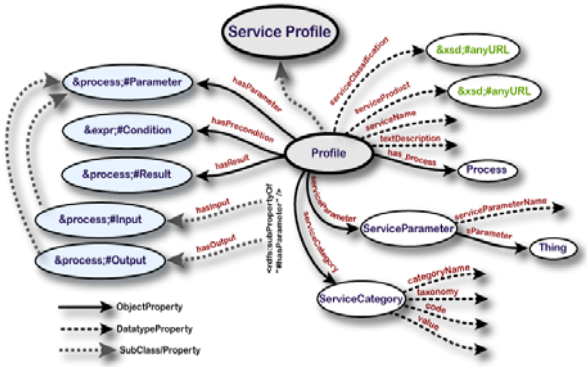
▶▶ 그림 1. OntoFrame 2008 서비스 화면 예

▶▶ 그림 2. 기술표준원 온톨로지 시범 서비스 화면 예

KISTI는 시맨틱 서비스들로 구성된 시맨틱 포털 서비스들을 시맨틱 서비스 플랫폼인 OntoFrame을 이용하여 2006년부터 지속적으로 개발하고 있다 [1]. KISTI 학술 정보 서비스 (그림 1 참조), 기술표준원 온톨로지 시범 서비스 (그림 2 참조), 법무부 지능형 입법 지원 시스템 등이 여기에 해당하는데, 각 포털 서비스마다 수십여 개의 시맨틱 서비스들이 설계·구현되었다 [2]. 향후 시맨틱 웹 기술이 성숙됨에 따라 이러한 서비스들이 기하급수적으로 늘어날 것으로 예측되므로, 이에 따른 대응이 필요한데 본 연구는 시맨틱 서비스들을 동적으로 조합하여 신규 서비스를 기획하는데 도움을 주는 시맨틱 브로커와 이를 이용한 시맨틱 서비스 조합 지원 도구를 설계하는데 초점을 두고 있다.

Ⅱ. 관련 연구

웹 서비스를 시맨틱 지식을 이용하여 기술함으로써 서비스 간 조합을 좀 더 정교하게 하려는 시도에서 OWL-S (그림 3 참조), Semantic Web Services Initiative (SWSI)[1], Web Service Modeling Ontology (WSMO)[2] 등을 포함하는 온톨로지 기반 시맨틱 웹 서비스 기술 기법들이 제시되어 왔다 [1][2][3]. 이 연구들의 목적은 애매성이 없고 컴퓨터가 해석할 수 있는 언어로 웹 서비스와 에이전트의 성격과 능력을 기술하는 상위 온톨로지 (Upper Ontology)를 설계하고 서비스를 실행하는 가이드라인과 인프라를 구축하는 것이다. 그렇지만, 이들이 다루는 대상은 일반 작업을 수행하는 웹 서비스들로서 본 연구에서 초점을 맞추고 있는 온톨로지 기반으로 작업을 수행하는 시맨틱 서비스들과는 다른 부류이다.



▶▶ 그림 3. OWL-S의 서비스 프로파일 온톨로지[3]

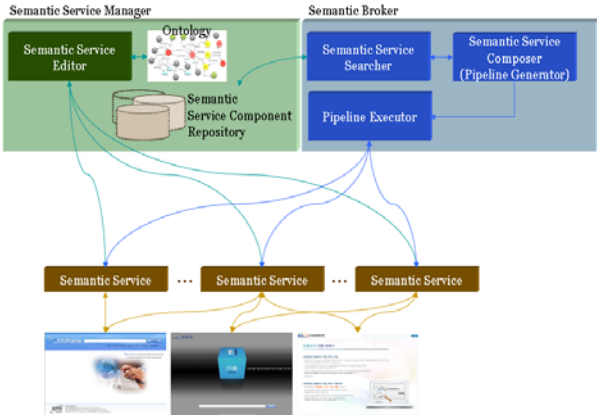
온톨로지 기반의 작업을 수행한다는 의미는 서비스 API의 입력 인자 (Input Parameter)로서 온톨로지 인스턴스를 가지며, 서비스 작업 중 온톨로지 내 클래스 (Class)와 속성 (Property)을 이용한다는 것이다. 즉, 해당 서비스와 연계된 온톨로지 정보를 이용하여 서비스 작업을 수행한다는 측면에서 웹 서비스를 온톨로지를 이용하여 기술하고자 하는 기존 연구들과는 근본적으로 차이가 있다. 아직까지 이러한 연구가 진행되지 못한 이유는 다양하고 이질적인 시맨틱 서비스들이 충분히 이용 가능한 환경이 갖추어지지 않았기 때문이다.

1) http://www.swsi.org/
2) http://www.wsmo.org/
3) http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-OWL-S-20041122/

그렇지만, KISTI의 경우는 여러 사업들을 통해 시맨틱 서비스들을 꾸준히 개발해 왔기 때문에 본격적으로 본 연구를 수행할 수 있는 환경을 갖추게 되었다.

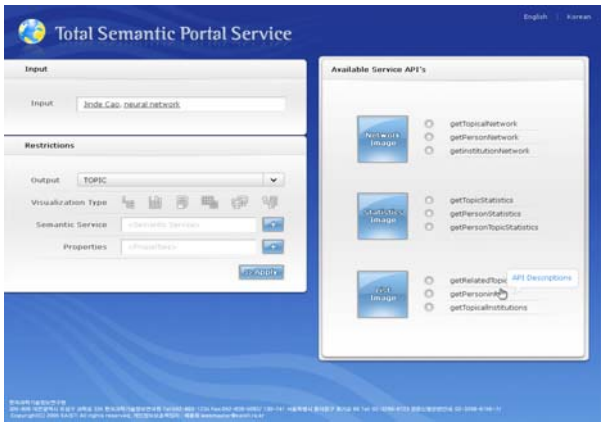
Ⅲ. 시스템 구성

본 연구를 통해 설계된 시맨틱 브로커 기반 시맨틱 서비스 조합 시스템 구성은 크게 3개 단위 시스템으로 구성된다.



▶▶ 그림 4. 시맨틱 서비스 관리 서버와 시맨틱 브로커 구성도

- 시맨틱 서비스 관리 서버: 온톨로지를 참조하여 시맨틱 서비스를 등록, 삭제, 편집할 수 있는 기능을 제공하는 동시에 시맨틱 브로커의 탐색을 지원할 수 있는 인터페이스를 가지고 있는 시스템으로서, OWL-S에서 정의된 서비스 기술(Service Description)을 일부 지원하고 시맨틱 브로커에 의한 탐색을 지원할 수 있는 부가 정보를 가지고 있는 시맨틱 서비스 저장소를 포함한다.
- 시맨틱 브로커: 시맨틱 서비스들을 탐색하고 조합하여 복합 시맨틱 서비스를 포함하는 시맨틱 서비스 파이프라인들을 생성하고 호출할 수 있는 시스템이다.
- 시맨틱 서비스 조합 지원 도구: 시맨틱 서비스 검색기, 시맨틱 서비스 파이프라인 생성기, 시맨틱 서비스 파이프라인 실행기를 포함하는 시맨틱 브로커를 사용자가 제어할 수 있는 환경을 제공하는 도구로서, 사용자 제시 조건 (입력 인스턴스, 출력 클래스, 시각화 유형, 시맨틱 서비스명, 속성명)의 입력, 시맨틱 서비스 파이프라인 내 특정 시맨틱 서비스의 입력 인자 (Input Parameter) 변경, 시맨틱 서비스 파이프라인 실행 관련 상호 작용을 지원한다.



▶▶ 그림 5. 시맨틱 서비스 조합을 위한 사용자 제시 조건 입력 화면 예

그림 4는 시맨틱 서비스 관리 서버와 시맨틱 브로커의 구성도를 보여주며, 그림 5는 시맨틱 서비스 조합 지원 도구에서의 사용자 제시 조건 입력 화면 예를 보여준다. 사용자로부터 입력받은 조건들을 이용하여 시맨틱 브로커를 호출하면, 시맨틱 브로커는 시맨틱 서비스 관리 서버를 통해 조건에 맞는 시맨틱 서비스들을 찾고 이들을 조합하는 방법을 이용하여 시맨틱 서비스 파이프라인들을 동적으로 생성하고 이들을 시맨틱 서비스 조합 지원 도구에게 전달한다. 구체적인 예를 통해 실행 과정을 살펴보면 다음과 같다.

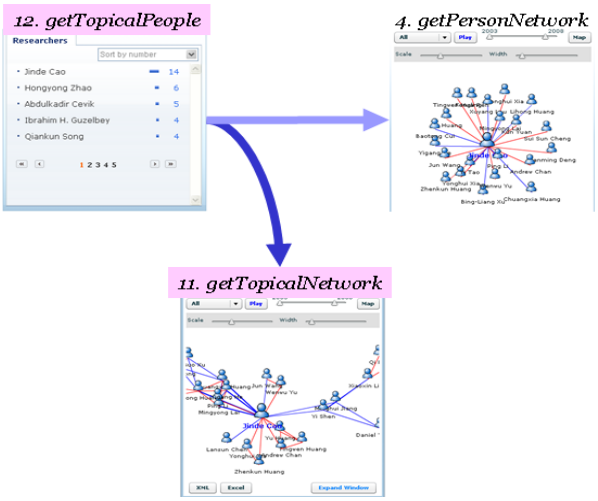
표 1. 사용자 제시 조건 예

Requirement	Value
Input	“neural network”
Output	PERSON
Visualization Type	Network
Semantic Services	-
Properties	hasTopicOfPerson

표 1은 그림 5와 같은 사용자 제시 조건 입력 화면을 통해 얻을 수 있는 사용자 제시 조건의 예를 보여준다. 이것은 어느 서비스 기획자가 〈특정 연구 주제를 연구하는 연구자들 중 최고 전문가의 연구자 네트워크를 살펴볼 수 있는 서비스〉를 기획한다는 것을 전제로 하여 구성한 예이다. 입력 인스턴스는 "neural network" 인데, 이는 'TOPIC' 클래스에 속하는 인스턴스이다. 표 2의 시맨틱 서비스들 중 'TOPIC' 클래스를 입력으로 가지는 것들은 1, 2, 7, 10, 12, 13번이다. 즉, 이들이 시맨틱 서비스 파이프라인의 첫 번째 위치에 놓일 수 있다는 의미이다. 사용자가 제시한 출력 클래스는 'PERSON' 인데, 이것에 해당하는 것으로는 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12번이 있다. 시각화 유형은 시맨틱 서비스 파이프라인 실행 결과가 최종적으로 보이는 형태를 의미하는 데, 상기 조건에 따라 'Network' 으로 제한되므로 출력 클래스로서 'PERSON' 을 가지는 상기 8개 시맨틱 서비스들 중 4, 11번만이 시맨틱 서비스 파이프라인의 마지막 위치에 놓일 수 있다. 사용자가 제시한 속성명 제약 조건에 따르면 'hasTopicOfPerson' 을 사용하는 시맨틱 서비스를 이용해야 하기 때문에, 시맨틱 서비스 파이프라인에는 반드시 12번이 포함되어야 한다. 이러한 조건을 만족시키는 시맨틱 서비스 파이프라인은 다음과 같이 무수히 많다.

12 ⇒ 4
12 ⇒ 11
1 ⇒ 3 ⇒ 4
...
12 ⇒ 4 ⇒ 11
12 ⇒ 11 ⇒ 4
...

여기에 동일한 시맨틱 서비스를 반복하여 호출하거나 'Sequence' 외에 'Split', 'Split + Join', 'Choice', 'Any-Order', 'Condition', 'If-Then-Else', 'Iterate', 'Repeat-While', 그리고 'Repeat-Until' 등의 제어 구조를 포함하는 워크플로우 (Workflow)를 지원한다면, 그 경우의 수는 무한할 수 있다.



▶▶ 그림 6. 시맨틱 서비스 조합 예

그렇지만, 본 연구는 시맨틱 서비스 조합을 최초로 시도하는 단계이므로 반복 호출과 제어 구조 처리는 연구 범위에서 제외한다. 여러 시맨틱 서비스 파이프라인들은 각 시맨틱 서비스 파이프라인이 가지는 시맨틱 서비스 개수가 최소인 순서로 정렬하여 사용자에게 제시한다. 이에 따라 상기 예에서 '12 ⇒ 4' 와 '12 ⇒ 11' 이 우선적으로 제시되고 실행 결과가 그림 6의 우측 또는 하단과 같이 시각화되어 사용자에게 제공된다. 서비스 기획자가 의도한 서비스에 부합하는 시맨틱 서비스 파이프라인 (복합 서비스)은 '12 ⇒ 11' [4]이므로 서비스 기획자는 용이하게 이 복합 서비스를 포함하는 새로운 포털 서비스를 기획할 수 있게 된다.

이와 같이 본 연구는 사용자가 시맨틱 브로커에 의해 제시된 시맨틱 서비스 파이프라인들을 자유롭게 실행해 봄으로써 새로운 시맨틱 서비스를 발굴하는데 도움을 줄 수 있다[5].

Ⅳ. 결론

본 연구는 다양한 곳에서 개발되고 분산되어 있는 시맨틱 서비스들을 동적으로 연계하기 위해 시맨틱 서비스 관리 서버에 등록된 시맨틱 서비스들 내의 온톨로지

4) [주제 연구자] ⇒ [주제 기반 연구자 네트워크]로 해석될 수 있음

5) 현재 시맨틱 서비스 관리 서버, 시맨틱 브로커, 시맨틱 서비스 조합 지원 도구를 설계·구현하고 있는 중이다.

정보를 참조하여 시맨틱 서비스를 조합하는 방법을 제시하였다. 시맨틱 브로커는 사용자 제시 조건을 기반으로 실시간에 동적으로 시맨틱 서비스 파이프라인을 생성하고 실행가능하게 함으로써 아직까지 본격적으로 연구된 적이 없는 시맨틱 서비스 조합을 가능하게 했다는데 그 의의가 있다. 향후 본 연구는 실 시스템 구현과 실험을 통해 예상되는 여러 문제점들을 발견하고 이를 해결하는 방향으로 진행될 것이다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 성원경, 이승우, 한선화, 정한민, 김평, 이미경, 박동인, "시맨틱 웹 기술 기반 정보서비스 시스템 OntoFrame", 한국지능시스템학회 2008년도 춘계학술대회 학술발표, 2008.

[2] 정한민, 이미경, 김평, 이승우, 성원경, 김태완, 이종섭, "시맨틱 웹 기술에 의한 표준 정보 검색 서비스의 진화", 2008년도 한국산업정보학회 추계 공동 국제학술대회, 2008.

[3] 김일웅, 이경호, "UML 모델을 OWL-S 온톨로지로 변환하기 위한 모델지향접근방식", 정보과학회논문지, 제13권, 제3호, 2007.

[4] 이용주, "시맨틱과 워크플로우 혼합기법에 의한 자동화된 웹 서비스 조합시스템", 정보처리학회논문지, 제14D권, 제2호, 2007.

[5] 진훈, 김인철, "반응형 계획에 기초한 자동화된 시맨틱 웹서비스의 조합", 정보처리학회논문지, 제14B권, 제3호, 2007.

표 2. 시맨틱 서비스 예 (OntoFrame 2008의 전체 사용 가능한 시맨틱 서비스들 중 일부를 정리한 것임. 볼드체는 표 1의 사용자 제시 조건에 부합하는 경우를 표시한 것임)

No.	Semantic Service	Input	Output	Properties	Visualization Type
1	*getMapStatisticsByTopicI*	**Topic**	Institution	hasTopicOfArticle, createdByInstitution	Map
2	*getMapStatisticsByTopicP*	**Topic**	**Person**	hasTopicOfArticle, createdByPerson	Map
3	*getPersoninINSByTopic*	Topic, Institution	**Person**	hasTopicOfArticle, hasCreatorInfo, hasCreator, createdByPerson	List
4	*getPersonNetwork*	Person	**Person**	createdByPerson, hasCitation	**Network**
5	*getPersonStatistics*	Person	Paper	createdByPerson, hasTopicArea, hasTopicOfTopicArea	Graph
6	*getPersonTopicStatistics*	Topic, Person	**Person**	createdByPerson, hasTopicOfArticle	Graph
7	*getRelatedTopics*	**Topic**	Topic	hasTopicOfArticle	List
8	*getSimilarPeople*	Person	**Person**	createdByPerson, hasTopicArea, hasTopicOfTopicArea	List
9	*getTopicalGroup*	Topic, Person	**Person**	hasTopicOfArticle, createdByPerson, createdByPerson, hasTopicOfArticle, hasCitation	Group

10	*getTopicalInstitutions*	**Topic**	Institution	hasTopicOfInstitution, createdByInstitution, hasTopicOfArticle	List
11	*getTopicalNetwork*	Topic, Person	**Person**	hasTopicOfArticle, createdByPerson, hasCitation	**Network**
12	*getTopicalPeople*	**Topic**	**Person**	**hasTopicOfPerson**, createdByPerson, hasTopicOfArticle	List
13	*getTopicStatistics*	**Topic**	Paper	hasTopicOfArticle	Graph