

온톨로지 기반 사용자 제시 조건을 이용한 시맨틱 서비스 조합

Pipelining Semantically-operated Services Using Ontology-based User Constraints

정한민, 이미경, 류범중
한국과학기술정보연구원 정보기술연구실

Hanmin Jung(jhm@kisti.re.kr), Mikyoung Lee(jerryis@kisti.re.kr),
Beom-Jong You(ybj@kisti.re.kr)

요약

현재까지 제안된 웹 서비스나 웹 서비스에 시맨틱 마크업이 추가된 시맨틱 웹 서비스와 달리 시맨틱 서비스 (Semantically-operated Service)는 온톨로지를 이용하여 검색 기능 또는 추론 기능을 제공하는 서비스로 정의할 수 있다. 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 클래스들을 포함하므로 시맨틱 서비스 조합 (Pipelining) 시에 반드시 온톨로지를 참조할 필요가 있다. 본 연구는 시맨틱 정보 위주의 사용자 제시 조건을 입력받아 시맨틱 브로커를 이용하는 방식으로 시맨틱 서비스 관리 서버에 등록된 시맨틱 서비스들 내의 온톨로지 정보와 관리 정보를 참조하여 조건에 맞는 시맨틱 서비스를 조합하는 방법을 제안한다. 사용자 제시 조건으로는 입력 인스턴스, 출력 클래스, 시각화 유형 (Visualization Type), 시맨틱 서비스명, 속성명이 있다. 시맨틱 서비스 조합은 사용자 제시 조건을 기반으로 모든 과정이 자동적으로 이루어지며, 그 결과는 복합 시맨틱 서비스와 일부 워크플로우를 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 시맨틱 서비스 조합 시스템은 다양한 곳에서 개발된 시맨틱 서비스들을 자동으로 조합하여 새로운 시맨틱 서비스를 개발하고자 하는 서비스 기획자들을 지원하는데 획기적인 도움을 줄 것으로 기대한다.

■ 중심어 : 시맨틱 서비스 | 온톨로지 | 시맨틱 브로커 | 서비스 파이프라이닝 |

Abstract

Semantically-operated services, which is different from Web services or semantic Web services with semantic markup, can be defined as the services providing search function or reasoning function using ontologies. It performs a pre-defined task by exploiting URI, ontology classes, and ontology properties. This study introduces a method for pipelining semantically-operated services based on a semantic broker which refers to ontologies and service description stored in a service manager and invokes by user constraints. The constraints consist of input instances, an output class, a visualization type, service names, and properties. This method provides automatically-generated service pipelines including composite services and a simple workflow to the user. The pipelines provided by the semantic broker can be executed in a fully-automatic manner to find a set of meaningful semantic pipelines. After all, this study would epochally contribute to develop a portal service by ways of supporting human service planners who want to find specific composite services pipelined from distributed semantically-operated services.

■ keyword : Semantic Service | Ontology | Semantic Broker | Service Pipelining |

* 본 논문은 2009년도 한국콘텐츠학회 춘계학술대회 우수논문입니다.

접수번호 : #090803-010

심사완료일 : 2009년 10월 15일

접수일자 : 2009년 08월 03일

교신저자 : 정한민, e-mail : jhm@kisti.re.kr

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.

더 지속적으로 개발되고 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 백여 개 가까운 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

현재 오픈 API 형식으로 널리 제공되고 있는 Google Maps, Amazon E-commerce 등의 웹 서비스들은 온톨로지에 기반을 두지 않고 문자열 중심의 입·출력과 기술 (Description)에 의존함으로써 서비스를 탐색하고 조합하는데 한계를 보여주고 있다. 웹 서비스 조합 도구인 Yahoo Pipes¹만 보더라도 웹 서비스 조합을 위해 개발자 수준의 지식을 가지고 직접 대상 서비스들을 찾아 입·출력을 매핑시키는 등 고도의 수작업을 요구한다.

이를 보완하기 위해 웹 서비스를 시맨틱 지식을 이용하여 기술함으로써 서비스 간 조합을 좀 더 정교하게 하려는 시도에서 OWL-S, Semantic Web Services Initiative (SWSI)², Web Service Modeling Ontology (WSMO)³ 등을 포함하는 온톨로지 기반 시맨틱 웹 서비스⁴ 기술 기법들이 제시되었다 [3]. 이들의 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 결국 문자열 기반의 단순 작업을 수행하는 웹 서비스들로서 본 연구에서 초점을 맞추고

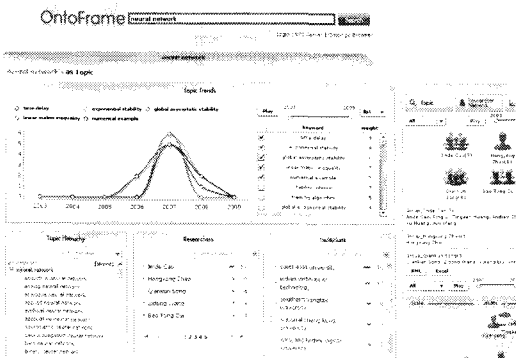


그림 1. OntoFrame 2008 서비스 화면 예

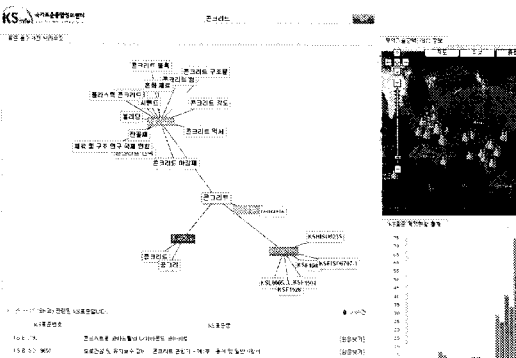


그림 2. 기술표준원 온톨로지 시범 서비스 화면 예

시맨틱 서비스 플랫폼인 OntoFrame을 통해 시맨틱 서비스들로 구성된 시맨틱 포털 서비스들이 2006년부

1. <http://pipes.yahoo.com/>
2. <http://www.swsi.org/>
3. <http://www.wsmo.org/>
4. 시맨틱 웹 서비스는 웹 서비스의 시맨틱 마크업 (Semantic Markup)으로 정의할 수 있다.

있는 온톨로지 기반으로 작업을 수행하는 시맨틱 서비스 (Semantically-operated Service)와는 근본적으로 다른 부류이다 ([그림 3] 참조).

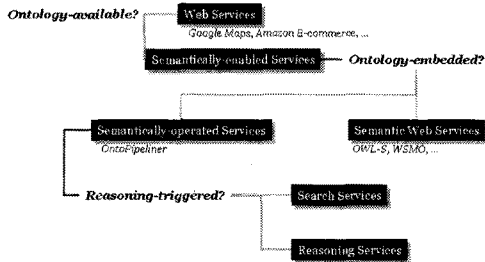


그림 3. 온톨로지 활용에 따른 웹 서비스 분류

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 기술하고 있는 OWL-S ([그림 4] 참조), WSMO 등의 기존 연구들과는 근본적으로 차이가 있다. [그림 4]에서 보는 바와 같이 시맨틱 웹 서비스는 웹 서비스의 메타데이터를 서비스 프로파일 온톨로지를 이용하여 기술함으로써 웹 서비스 탐색을 보다 용이하게 하는 데 초점을 맞추고 있는 반면에, 본 연구에서 제안하는 시맨틱 서비스는 웹 서비스 탐색뿐만 아니라 서비스 간 조합을 완전 자동화하는 데 궁극적인 목표를 두고 있다.

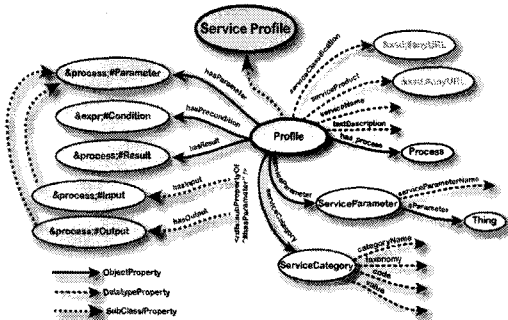


그림 4. OWL-S의 서비스 프로파일 온톨로지⁵⁾

이러한 차별성은 서비스 매핑 및 실행에서도 차이를 가져오는데, OWL-S의 경우 OWL 형식의 온톨로지 입력과 출력 개념들을 WSDL (Web Service Definition Language)의 입력과 출력 메시지에서 사용하는 XML 데이터 타입과의 매핑을 시켜야하는 난제를 가지고 있다 [4]. 그렇지만, 본 연구에서 제안하는 시맨틱 웹 서비스는 서비스 기술에서 해당 서비스의 WSDL을 하나의 항목으로 바로 연계시킬 수 있어 서비스 조합의 자동화를 방해하는 매핑 과정을 생략할 수 있다 ([그림 5] 참조).

속성	값
이름	app:ProcDefinition
입력(타입?)	변수키 {타입}속
출력(타입?)	OutFlow:Web
FlowOut	이름: name
URL, Schema URL	http://150.183.113.186:8080/SBService/services/BrokerService
URL, ID, IDREF	http://150.183.113.186:8080/SBService/services/ExternalService?xml
Action NameSpace	name
Visualization Page	tab, noheader
Include In Web	yes
Service InstanceName	Person {name}
Service Property	Person {name}
	hasOBName (Object Property)
	hasOBName (Object Property)
Service Parameter	String {parameter}
	String {parameter}
	int {value}
	int {value} {Default: 200}
	int {value} {Default: 200}
	boolean {value} {Default: false}

그림 5. 시맨틱 서비스 등록 정보 (메타데이터) 예⁶⁾

시맨틱 웹 서비스의 이러한 한계는 [5-8]의 연구들과 같이 서비스 탐색을 통해 매칭 결과를 찾고 사용자에게 의해 그 결과가 조합에 활용되는 방식의 웹 서비스 조합 지원 수준에 그칠 수밖에 없다. DERI Innsbruck에서 개발 중인 SOA (Service-oriented Architecture) 기반 시맨틱 웹 서비스 실행 인프라인 SESA (Semantically Enabled Service-oriented Architecture)의 경우에도 서비스 탐색 (Service Discovery)에 있어 WSDL, HTML 문서 내에 있는 키워드나 주석에 기반을 둔 엔진을 개발하고 있어 서비스 간 자동 조합의 정합성 검사에 한계를 보여준다 [9].

아직까지 이러한 연구가 진행되지 못한 이유는 다양하고 이질적인 시맨틱 서비스들이 충분히 이용 가능한 환경이 갖추어지지 않았기 때문이다. 그렇지만,

5. <http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-OWL-S-20041122/>
 6. <http://150.183.113.186:8080/SBService/services/BrokerService?wsdl>
 7. SESA는 Base Layer, Broker Layer, Problem Solving Layer를 포함하는 인프라구조를 포함하는 반면, 본 연구는 Broker layer에 대응하는 범위로 한정되어 있다.

OntoFrame의 경우처럼 분산된 곳에서 독자적으로 개발된 다수의 시맨틱 서비스들을 확보할 수 있게 됨으로써 본격적으로 본 연구를 수행할 수 있는 환경을 갖추게 되었다.

III. 시스템 구성

본 연구를 통해 설계된 시맨틱 브로커 기반 시맨틱 서비스 조합 시스템 구성은 [그림 6]과 같이 3개 단위 시스템으로 구성된다.

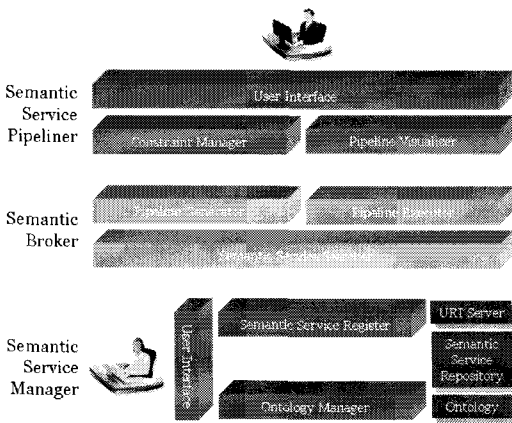


그림 6. 시맨틱 서비스 조합 시스템 구성도

- 시맨틱 서비스 관리 서버 (Semantic Service manager): 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 (Semantic Broker): 시맨틱 서비스들을 탐색하고 조합하여 복합 시맨틱 서비스를 포함하는 시맨틱 서비스 파이프라인들을 생성하고 호출할 수 있는 시스템이다.
- 시맨틱 서비스 조합 지원 도구 (Semantic Service Pipeliner): 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.

사용자로부터 입력받은 조건들을 이용하여 시맨틱 브로커를 호출하면, 시맨틱 브로커는 시맨틱 서비스 관리 서버를 통해 조건에 맞는 시맨틱 서비스들을 찾아 이들을 조합하는 방법을 이용하여 시맨틱 서비스 파이프라인들을 동적으로 생성하고 이들을 시맨틱 서비스 조합 지원 도구에 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
Service names	-
Properties	hasTopicOfPerson

[표 1]은 온톨로지에 기반을 둔 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 2]의 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

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

No.	Service Names	Input	Output	Properties	Visualization Type
1	<i>getMapStatisticsByTopicI</i>	Topic	Institution	hasTopicOfArticle, createdByInstitution	Map
2	<i>getMapStatisticsByTopicP</i>	Topic	Person	hasTopicOfArticle, createdByPerson	Map
3	<i>getPersoninINSByTopic</i>	Topic, Institution	Person	hasTopicOfArticle, hasCreatorInfo, hasCreator, createdByPerson	List
4	<i>getPersonNetwork</i>	Person	Person	createdByPerson, hasCitation	Network
5	<i>getPersonStatistics</i>	Person	Paper	createdByPerson, hasTopicArea, hasTopicOfTopicArea	Graph
6	<i>getPersonTopicStatistics</i>	Topic, Person	Person	createdByPerson, hasTopicOfArticle	Graph
7	<i>getRelatedTopics</i>	Topic	Topic	hasTopicOfArticle	List
8	<i>getSimilarPeople</i>	Person	Person	createdByPerson, hasTopicArea, hasTopicOfTopicArea	List
9	<i>getTopicalGroup</i>	Topic, Person	Person	hasTopicOfArticle, createdByPerson, createdByPerson, hasTopicOfArticle, hasCitation	Group
10	<i>getTopicalInstitutions</i>	Topic	Institution	hasTopicOfInstitution, createdByInstitution, hasTopicOfArticle	List
11	<i>getTopicalNetwork</i>	Topic, Person	Person	hasTopicOfArticle, createdByPerson, hasCitation	Network
12	<i>getTopicalPeople</i>	Topic	Person	hasTopicOfPerson, createdByPerson, hasTopicOfArticle	List
13	<i>getTopicStatistics</i>	Topic	Paper	hasTopicOfArticle	Graph

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 한

다 ([그림 7] 참조). 이러한 조건을 만족시키는 시맨틱 서비스 파이프라인은 아래와 같이 무수히 많다. 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.

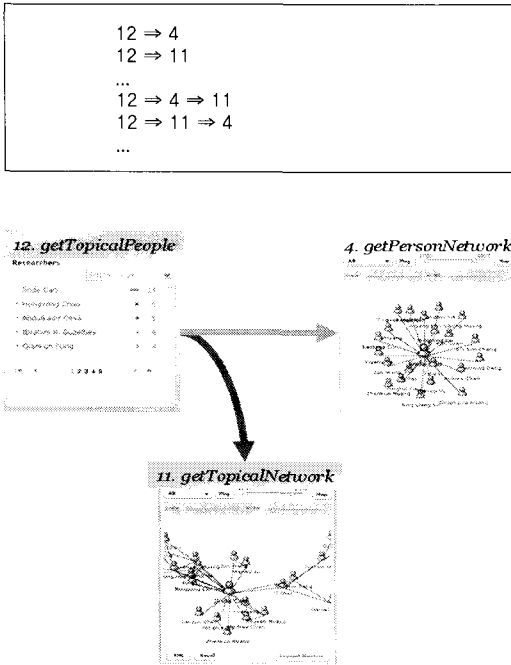


그림 7. getTopicalPeople을 포함하는 2개의 단위 시맨틱 서비스로 구성된 시맨틱 서비스 조합 예

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 제시된다. 서비스 기획자가 의도한 서비스에 부합하는 시맨틱 서비스 파이프라인(복합 서비스)은 '12 ⇒ 11'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 실행

해 봄으로써 새로운 시맨틱 서비스를 발굴하는데 도움을 줄 수 있다⁹.

IV. 시맨틱 서비스 조합

시맨틱 서비스 조합을 위해 사용된 시맨틱 서비스들은 모두 24개로서, OntoFrame 2008 서비스를 위해 개발된 것들이다¹⁰. 시맨틱 서비스 조합 지원 도구인 OntoPipeliner는 Flex를 기반으로 개발되었으며, 사용자 제시 조건에 따라 동적으로 UI를 구성할 수 있다 ([그림 8] 참조). 특히 사용자 제시 조건 중 Properties 선택을 위해 시맨틱 서비스 관리 서버에 등록된 온톨로지를 참조하게 하며, 이를 통해 사용자가 쉽게 서비스 실행 중에 참조하는 Properties를 예상하고 선택할 수 있게 해준다.

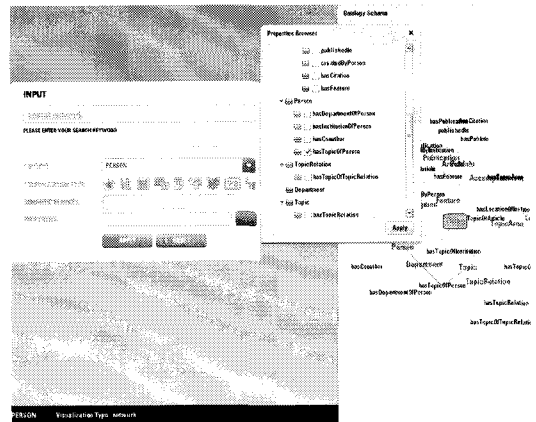


그림 8. 시맨틱 서비스 조합을 위한 사용자 제시 조건 입력 화면 예

시맨틱 브로커는 현재 'Sequence'이외에도 'Split + Join' 제어 구조가 적용된 시맨틱 서비스 파이프라인들을 탐색, 조합할 수 있게 구성되어 있다. 사용자 제시 조건 이후의 전 과정이 자동으로 이루어진다는 점에서 기존 웹 서비스 조합이나 시맨틱 웹 서비스 조합과 차

8. [주제 연구자] ⇒ [주제로 제약된 연구자 네트워크]로 해석할 수 있다.

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

10. 타 연구를 통해 기 개발된 수십 개의 시맨틱 서비스들이 추가로 등록될 예정이다.

이가 있는데, 특히 서비스 간 데이터 전송이 URI 기반으로 이루어져 있어 문자열로 인한 애매성과 잘못된 결과 생성을 방지할 수 있다.

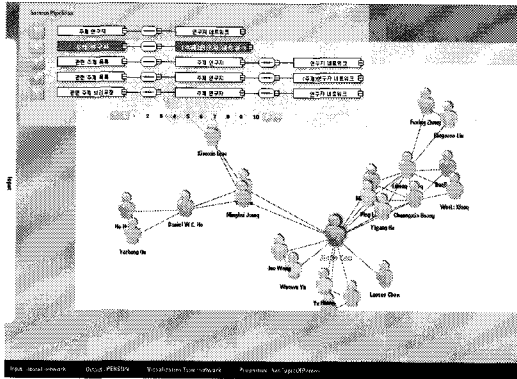


그림 9. 시맨틱 파이프라인 예

[그림 9]는 [표 1]의 사용자 제시 조건 후에 자동 생성된 서비스 파이프라인들 중 하나의 예를 보여준다. 이 조건에 따라 자동 생성된 시맨틱 서비스 파이프라인은 모두 763개이다. 무제한 조합을 방지하기 위해 서비스 파이프라인 내 서비스의 개수를 현재 5개로 제한하고 있다. 서비스 개수가 2인 파이프라인이 2개, 3인 파이프라인이 17개이다. 현재의 랭킹 알고리즘은 서비스 파이프라인 내 최소 서비스 개수와 서비스 입·출력의 매칭 정확도 (이전 서비스의 출력 인스턴스와 현재 서비스의 입력 인스턴스 간의 매칭 여부)에 근거하고 있다. 질의 응답 시스템에서의 MRR (Mean Reciprocal Rank)과 같은 평가 지표와 테스트 컬렉션을 개발하고 충분한 실험을 통해 현재의 단순한 랭킹 알고리즘을 개선할 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 웹 서비스와 웹 서비스에 시맨틱 마크업을 추가한 시맨틱 웹 서비스와 달리 작업 수행 중에 온톨로지를 참조하고 입·출력 역시 온톨로지를 수용할 수 있는 시맨틱 서비스를 정의하고 시맨틱 서비스의 탐색과 사용자 제시 조건 입력 과정 이후의 완전 자동화된

조합이 가능함을 시맨틱 서비스 조합 시스템을 통해 증명하였다. 시맨틱 브로커는 시맨틱 서비스 관리 서버에 등록된 시맨틱 서비스들 내의 온톨로지 정보를 참조하며, 시맨틱 서비스 조합 지원 도구를 통해 입력된 사용자 제시 조건을 기반으로 실시간에 자동화된 방식으로 시맨틱 서비스 파이프라인들을 생성하고 실행시킨다. 향후 본 연구는 시맨틱 서비스 조합의 효용성 향상을 위해 시맨틱 서비스 조합 랭킹 알고리즘을 개선하고 평가 지표를 제안할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 성원경, 이승우, 한선화, 정한민, 김평, 이미경, 박동인, "시맨틱 웹 기술 기반 정보서비스 시스템 OntoFrame", 2008년도 한국지능시스템학회 춘계 학술대회, 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] 김일용, 이경호, "UML 모델을 OWL-S 온톨로지 로 변환하기 위한 모델지향접근방식", 정보과학회논문지, 제13권, 제3호, 2007.
- [4] J. Timm and G. Gannod, "Grounding and Execution of OWL-S Based Semantic Web Services," Proc. of IEEE International Conference on Services Computing, 2008.
- [5] 이용주, "시맨틱과 워크플로우 혼합기법에 의한 자동화된 웹 서비스 조합시스템", 정보처리학회 논문지, 제14D권, 제2호, 2007.
- [6] 진훈, 김인철, "반응형 계획에 기초한 자동화된 시맨틱 웹서비스의 조합", 정보처리학회논문지, 제14B권, 제3호, 2007.
- [7] J. Liyanage and G. Wikramanayake, "Improving Your Web Services Through Semantic Web Techniques," Proc. of the 8th International Information Technology Conference on

Innovations for a Knowledge Economy, 2006.

- [8] E. Sirin, B. Parsia, and J. Hendler, "Template-based Composition of Semantic Web Services," Proc. of AAAI Fall Symposium on Agents and the Semantic Web, 2005.
- [9] T. Vitvar, A. Mocan, M. Kerrigan, M. Zarembal, M. Zaremba, M. Moran, E. Cimpian, T. Haselwanter, and D. Fensel, "Semantically-enabled Service Oriented Architecture: Concepts, Technology and Application," Proc. of IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2007.

저자 소개

정 한 민(Han-Min Jung)

정회원



- 1992년 2월 : 포항공과대학교 전자계산학과(학사)
- 1994년 2월 : 포항공과대학교 전자계산학과(석사)
- 2003년 8월 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과(박사)

- 1994년 ~ 2000년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 - 2000년 ~ 2004년 : (주)다이퀘스트 연구소장/CTO
 - 2004년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원
 - 2005년 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교 겸임교수
 - 2009년 ~ 현재 : 한국외국어대학교 언어연구소 초빙연구원
- <관심분야> : 자연어처리, 시맨틱 웹, 정보 추출, 정보 검색, HCI

이 미 경(Mi-Kyoung Lee)

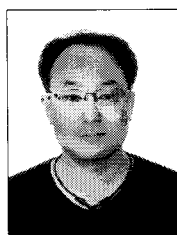
정회원



- 1999년 2월 : 대구대학교 전자계산학과(학사)
 - 2002년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과(석사)
 - 2002년 ~ 2005년 : 한국전자통신연구원 연구원
 - 2005년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 연구원
- <관심분야> : 시맨틱 웹, 온톨로지, 웹 2.0, UX

류 범 중(Beom-Jong You)

정회원



- 1984년 : 서강대학교 전자공학과(학사)
- 2000년 : 충남대학교 문헌정보학과(석사)
- 2004년 : 충남대학교 문헌정보학과(박사)

- 1987년 ~ 1993년 : 시스템공학연구소 실장
 - 1990년 : IBM in Australia 연구원
 - 1993년 ~ 2000년 : 연구개발정보센터 실장
 - 2001년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 실장
 - 2001년 ~ 2006년 : 충남대학교 문헌정보학과 강사
 - 2007년 ~ 현재 : 충남대학교 문헌정보학과 겸임교수
- <관심분야> : 자연어처리, 시맨틱 웹, 정보 추출, 정보 검색