

통합 개념 모델을 이용한 시맨틱 웹 서비스 탐색

두화준 신동훈^o 이경호

연세대학교 컴퓨터과학과

{hjdu, dhshin^o}@icl.yonsei.ac.kr, khlee@cs.yonsei.ac.kr

Semantic Web Services Discovery Using An Integrated Concept Model

Hwa-Jun Du, Dong-Hoon Shin^o, and Kyong-Ho Lee

Dept. of Computer Science, Yonsei University

요약

최근들어 웹 서비스의 수가 증가하면서 필요한 서비스를 정확하게 탐색하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다. 이를 위해 온톨로지에 기반한 시맨틱 웹 서비스 탐색에 관한 연구들이 진행되었다. 그러나 기존 연구는 제한된 개념 해석 방식을 사용하고, 명확한 개념 기술 방법을 제공하지 않기 때문에 매칭 오류가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 통합 개념 모델과 이를 적용한 웹 서비스 탐색 방법을 제안한다. 제안된 통합 개념 모델은 개념 타입, 클래스, 프로퍼티를 이용한 유연하고 명확한 개념 기술 방법을 제공한다. 제안된 탐색 방법은 통합 개념 모델에 기반하여 서비스와 사용자 요구사항을 기술하고 매칭을 수행한다. 또한 복합 매칭을 지원하여 보다 정교한 서비스 탐색이 가능하다. 다양한 형태의 사용자 요구사항에 대해 실험한 결과, 제안된 방법은 기존 연구보다 더 높은 정확률과 재현율을 보였다.

1. 서론 및 관련 연구

최근들어 웹 서비스가 널리 사용되고 이용 가능한 웹 서비스의 수가 증가함에 따라 필요한 서비스를 정확하게 탐색하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다. 이에 보다 정교한 수준의 탐색을 지원하기 위해 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법 [1~8]이 제안되었다. 시맨틱 웹 서비스 탐색 관련 기존 연구의 특징은 표 1과 같다.

표 1. 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법

저자	연도	특징	개념모델
Verma 등 [1]	2005	애노테이션된 WSDL로 서비스를 기술하고 레지스트리 및 도메인 온톨로지를 사용	동일 개념 매칭
Jaeger 등 [2]	2005	상속 모델 기반의 타입 매칭과 프로퍼티 매칭 방법 제안	상속모델
Kawamura 등 [3]	2005	탐색 시 내임스페이스, 텍스트, 임출력 타입, 제약조건 필터를 통해 적절한 서비스를 필터링하는 방법 제안	범위모델
Srinivasan 등 [4]	2005	서비스 출판 시에 서비스의 매칭 정도를 사전에 저장하여 탐색 시 효율 높임. 탐색 시 범위 모델 기반으로 매칭	범위모델
Elgedawy 등 [5]	2004	사용자 요구 사항과 서비스 매칭 시 개념 치환 그래프와 개념 변환 그래프를 사용하여 개념 간 매칭 정도 평가	치환 관계 사용
Aggarwal 등 [6]	2004	개념 사이에 공통 부모, 형제, 부모 자식 관계를 이용한 매칭 방법 제안	상속모델
Akkiraju 등 [7]	2003	시맨틱 정보가 포함된 요청의 처리를 위해 UDDI 질의 API 확장. 후위 추론 알고리즘 기반의 자동화된 서비스 조합	범위모델
Cardoso 와 Sheth [8]	2003	사용자 요구 사항과 서비스 사이에 구문 유사도, 오퍼레이션 유사도, 시맨틱 유사도에 기반한 매칭 방법 제안	상속모델

일반적으로 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법은 서비스의 기능 및 임출력 정보 등을 온톨로지를 이용하여 기술한 후, 이를 기반으로 탐색하기 때문에 기존 키워드 기반 탐색 방법에 비해 정확성이 높다. 그러나 기존 연구는 서비스 출판 및 탐색 시에

단일 개념 모델만을 지원하며, 클래스 수준의 개념 간 매칭만을 지원한다는 점에서 제한적이다. 온톨로지의 개념은 사용자에 따라 다르게 해석될 수 있기 때문에 다양한 해석 방식을 지원하는 유연하고 명확한 개념 기술 방식이 필요하다. 또한 개념 간의 정교한 매칭을 위해서는 클래스 뿐만 아니라 프로퍼티 간의 매칭이 지원되어야 한다.

본 논문에서는 기존 연구의 전술한 문제점을 해결하기 위해 기존 개념 모델을 통합하고 프로퍼티 수준의 매칭을 지원하는 통합 개념 모델을 제안한다. 또한 제안된 통합 개념 모델을 사용한 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법을 제안한다.

2. 통합 개념 모델

기존 개념 모델은 클래스만을 사용하여 개념을 기술하고 개념의 범위를 명확하게 표현하지 않기 때문에 개념 간 매칭 시 오류가 발생할 수 있다. 제안된 방법은 개념 해석 방식에 따라 달라지는 개념의 범위를 표현하기 위해 표 2와 같이 개념 타입을 정의한다. 또한 개념 기술의 불명확성을 개선하기 위해 클래스와 프로퍼티를 모두 활용하여 개념을 기술한다.

표 2. 개념 타입의 종류와 의미

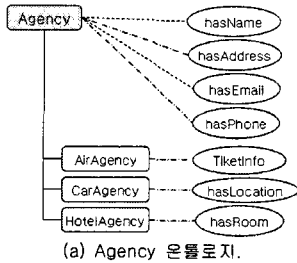
개념 타입	의미
Restriction 타입	- 개념을 클래스 자체로 제한함 - 해당 클래스에 속하는 모든 프로퍼티로 기술
Partial 타입	- 클래스에 속하는 프로퍼티를 부분적으로 제공하는 개념을 기술 - 클래스에 속하는 프로퍼티 중 일부 프로퍼티로 기술
Coverage 타입	- 해당 개념의 자식 개념을 모두 포함하는 개념 타입 - 하위 개념들이 제공하는 모든 프로퍼티 포함

제안된 개념 모델은 먼저 해당 개념의 클래스를 기술하고, 해당 클래스의 개념 타입을 기술하며, 개념 타입에 맞는 프로퍼티 집합을 기술한다. 개념 모델의 프로퍼티 집합은 개념 타입에 따라 다른 프로퍼티 집합을 가지기 때문에 프로퍼티를 통해 해당 개념의 특징을 나타내게 된다. 제안된 통합 개념 모델은 다음과 같은 형태로 정의된다.

통합 개념 모델 = (클래스 명, Restriction|Partial|Coverage, 프로퍼티 집합)

※ 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의해 연구되었음. (2004-041-D00613)

그림 1은 통합 개념 모델을 사용하여 Agency 클래스를 개념 타입에 따라 다르게 기술한 예이다.



(a) Agency 온톨로지.

- ① Restriction 타입의 예: (Agency, Restriction, {hasName, hasAddress, hasEmail, hasPhone})
- ② Partial 타입의 예: (Agency, Partial, {hasName, hasEmail})
- ③ Coverage 타입의 예: (Agency, Coverage, {hasName, hasAddress, hasEmail, hasPhone, ticketInfo, hasLocation, hasRoom})

(b) 개념 기술의 예.

그림 1. 통합 개념 모델의 예.

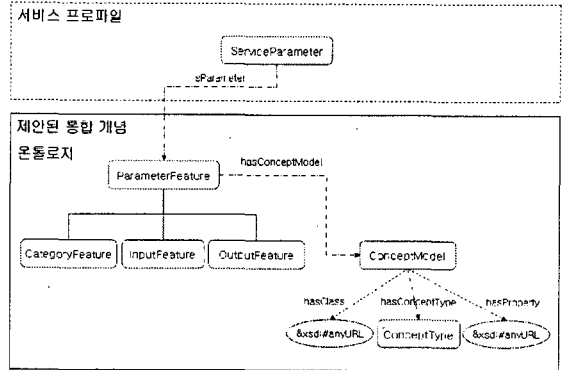


그림 3. 제안된 통합 개념 온톨로지.

3.3 서비스 출판

제안된 방법은 서비스 출판 시 기존의 OWL-S/UDDI 매핑 방법을 확장하여 서비스 프로파일을 UDDI에 등록한다. 개념 타입 및 프로퍼티 정보를 저장하기 위해 6개의 새로운 tModel이 추가되었다. 제안된 OWL-S와 UDDI의 매핑 방법과 추가된 tModel은 그림 4와 같다.

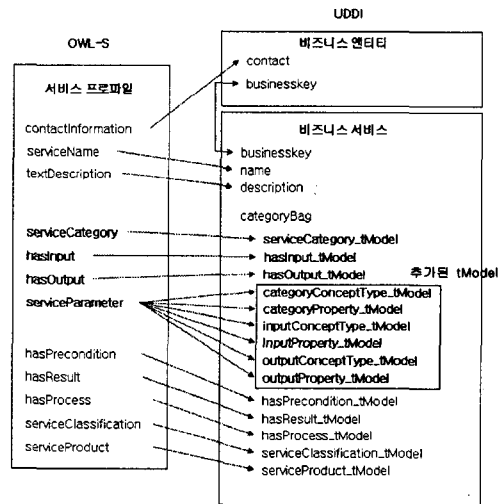


그림 4. 제안된 OWL-S/UDDI 매핑 방법.

3.4 서비스 탐색

제안된 탐색 방법은 사용자 요구 사항과 서비스 명세 간에 서비스 유사도를 계산하고 유사도가 임계값 보다 큰 경우 사용자의 요구 사항을 만족하는 서비스로 간주한다. 서비스 유사도는 서비스 분류 유사도와 서비스 데이터 유사도의 가중치 합으로 계산된다.

서비스 분류 매칭은 사용자가 요구하는 서비스의 분류 개념을 후보 서비스가 만족하는 정도를 나타낸다. 서비스 데이터 유사도는 출력 매칭과 입력 매칭으로 구분되며 사용자가 요구하는 입출력을 서비스가 얼마나 만족시키는 지를 평가한다. 데이터 유사도 계산에서는 일대일 매칭 기반의 단순 매칭 뿐만 아니라 일대다 혹은 다대일 매칭 기반 복합 매칭이 고려된다. 또한 개념이 포함하고 있는 프로퍼티 정보 역시 고려된다.

3. 제안된 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법

제안된 방법은 도메인 정보 획득, 서비스 및 사용자 요구 사항의 기술, 서비스의 출판, 그리고 서비스 탐색의 3단계로 구성된다.

3.1 도메인 정보 획득

도메인 정보 획득은 도메인 관계트리에서 적절한 도메인 온톨로지를 선택하는 과정이다. 도메인 관계 트리는 도메인, 도메인 온톨로지, 그리고 레지스트리 정보를 포함한다. 제안된 방법은 도메인 관계 트리에서 도메인 온톨로지와 레지스트리 간의 관계를 기술하고, 각각에 대해 효율적인 접근을 제공하기 위해 그림 2와 같은 레지스트리 온톨로지를 제안한다. 또한 제안된 방법에서 도메인 온톨로지는 카테고리 온톨로지와 데이터 온톨로지로서 구분하여 기술된다.

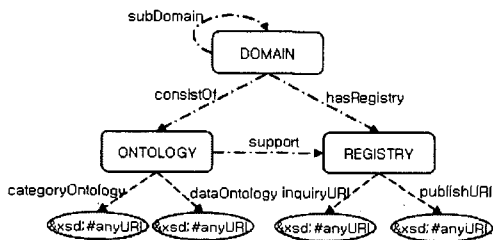
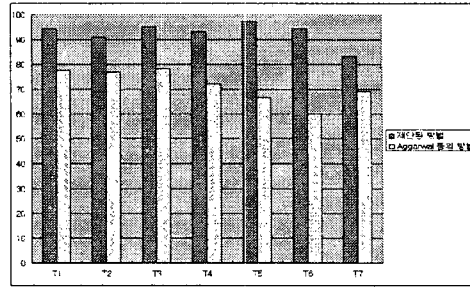
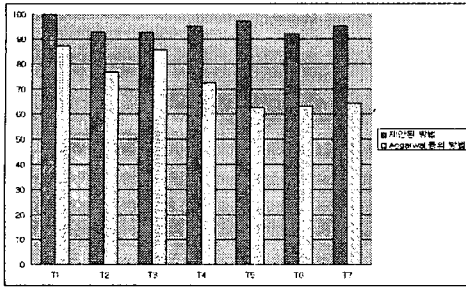


그림 2. 제안된 레지스트리 온톨로지.

3.2 서비스 및 사용자 요구 사항의 기술

제안된 방법은 OWL-S 1.1의 서비스 프로파일을 사용하여 서비스 및 사용자 요구 사항을 기술한다. 카테고리 및 데이터 온톨로지를 기반으로 서비스 프로파일의 serviceCategory와 hasInput/hasOutput을 사용하여 카테고리 및 입출력 정보를 기술한다.

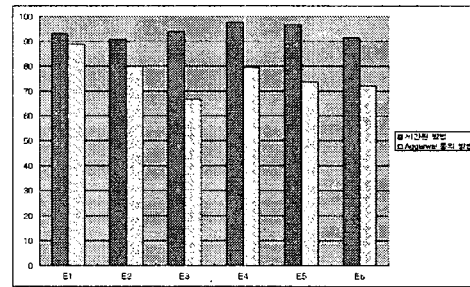
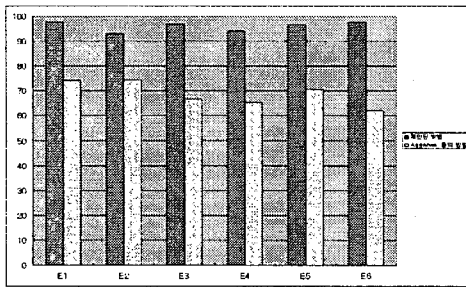
한편 통합 개념 모델의 개념 타입과 프로퍼티를 기술하기 위해 제안된 방법은 그림 4와 같이 통합 개념 모델을 위한 온톨로지를 제안한다. ServiceParameter 클래스의 sParameter를 사용하여 카테고리 및 입출력 정보, 그리고 개념 타입이 기술된다.



(a) 정확률 비교.

(b) 재현율 비교.

그림 5. Travel 도메인에서의 실험 결과.



(a) 정확률 비교.

(b) 재현율 비교.

그림 6. Economy 도메인에서의 실험 결과.

4. 실험 결과

제안된 방법의 성능을 평가하기 위해 Travel 온톨로지를 기반으로 기술된 378개의 서비스와 Economy 온톨로지를 기반으로 기술된 264개의 서비스에 대하여 다양한 형태의 질의를 수행하였다. Travel 도메인에 대해 7개의 질의(T1~T7)를, Economy 도메인에서 6개의 질의(E1~E6)를 생성하였으며 한 개의 입력과 한 개의 출력을 가지는 단순한 형태의 질의에서부터 다수의 입출력을 갖는 복잡한 질의를 포함하도록 하였다.

기존 연구와의 비교를 위해 주요 연구인 Aggarwal 등의 방법 [6]과 0.9의 임계값으로 각각의 도메인에서 실험을 하였다. 임계값을 실험을 통해 각각의 방법이 가장 좋은 성능을 보이는 값으로 결정하였다. 실험 결과, 그림 5, 그림 6에서와 같이 제안된 방법이 Aggarwal 등의 방법보다 높은 정확률 및 재현율을 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 웹 서비스의 정확한 탐색을 위해 유연하고 명확한 개념 기술 방법을 제공하는 통합 개념 모델을 제안하였다. 또한 통합 개념 모델에 기반한 시맨틱 웹 서비스 탐색 방법을 제안하였다. 제안된 통합 개념 모델은 개념 타입을 사용하여 개념의 범위를 표현하고 프로퍼티를 통해 개념의 특징을 기술함으로써 보다 정확한 개념 기술이 가능하다. 또한 서비스 탐색 과정에서 개념 간에 프로퍼티 수준의 매칭 및 다대일(일대다) 매칭을 지원하여 보다 정확한 서비스 탐색이 가능하다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 두 개의 도메인에서 다양한 질의에 대해 실험한 결과, 제안된 방법이 기존 방법보다 높은 정확률과 재현율을 보였다.

향후 통합 개념 모델에 기반한 복잡한 서비스 기술을 빠르게 처리하고 정보를 효율적으로 분산 관리할 수 있는 P2P 네트워크 기반 분산 레지스트리에 대한 연구를 진행할 계획이다.

6. 참고 문헌

- [1] K. Verma., K. Sivashanmugam, A. Sheth, A. Patil, S. Oundhakar, and J. Miller, "METEOR-S WSDI: A Scalable P2P Infrastructure of Registries for Semantic Publication and Discovery of Web Services," Information Technology and Management Journal, Vol. 6, pp. 17-39, 2005.
- [2] M. C. Jaeger, G. Rojoc-Goldmann, C. Liebethuth, G. Muhl, and K. Geihs, "Ranked Matching for Service Descriptions using OWL-S," Proc. Kommunikation in Verteilten Systemen, pp. 91-102, 2005.
- [3] T. Kawamura, T. Hasegawa, M. Paolucci, and K. Sycara, "Web Service Lookup: A Matchmaker Experiment," IT Professional, Vol. 7, Issue 2, pp. 36-41, 2005.
- [4] N. Srinivasan, M. Paolucci, and K. Sycara, "An Efficient Algorithm for OWL-S Based Semantic Search in UDDI," Proc. Int'l Conf. Semantic Web Services and Web Process Composition(LNCS 3387), pp. 96-110, 2005.
- [5] I. Elgedawy, Z. Tari, and M. Winikoff, "Exact Functional Context Matching for Web Services," Proc. Int'l Conf. Service Oriented Computing, pp. 15-19, 2004.
- [6] R. Aggarwal, K. Verma, and J. Miller, W. Milnor, "Constraint Driven Web Service Composition in METEOR-S," Proc. IEEE Int'l Conf. Services Computing, pp. 23-30, 2004.
- [7] R. Akkiraju, R. Goodwin, P. Doshi and S. Roeder, "A Method for Semantically Enhancing the Service Discovery Capabilities of UDDI," Proc. IJCAI Workshop on Information Integration on the Web, pp. 87-92, 2003.
- [8] J. Cardoso and A. Sheth, "Semantic E-Workflow Composition," Intelligent Information Systems Journal, Vol. 21, No. 3, pp. 191-225, 2003.