

지능형 웹 서비스를 위한 플랫폼에 관한 연구: 시맨틱 웹 기반의 웹 서비스 마크업 언어 설계 전략들

양진혁^o 공유근 김지영 정인정
고려대학교 전산학과
{grjinh^o, kongjac, jykim2002, chung}@korea.ac.kr

A Study on the Platform for the Intelligent Web Services: Strategies for Designing an Web Service Markup Language based on the Semantic Web

Jin-Hyuk Yang^o Yu-Gn Gong Ji-Young Kim In-Jeong Chung
Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

현재 웹의 패러다임은 정적인 웹 페이지들의 모임에서부터 기업이 비즈니스를 더 신속하고 효율적으로 수행할 수 있게 하는 웹 서비스라는 동적인 웹으로 변화하고 있다. 이를 위하여 XML을 기반으로 하는 SOAP, WSDL, UDDI, WSFL, XLANG, BPML, WSCL, WSCI 및 BP4WS 등과 같은 다양한 표준들과 더불어 시맨틱 웹과 온톨로지를 기반으로 하는 컴퓨터에 의해서 자동으로 이해될 수 있는 방법으로 웹 서비스를 언급하는 UPML, WSMF 및 DAML-S와 같은 연구들이 최근에 대두되고 있다. 우리는 이 논문에서 시맨틱 웹을 기반으로 하는 지능형 웹 서비스를 가능하게 하기 위하여 새로운 시맨틱 웹 서비스 마크업 언어를 설계하기 위한 전략들을 제시한다. 이를 위하여 먼저 지능형 웹 서비스를 위한 서비스 마크업 언어의 요구사항들을 분석하고, 기존 웹 서비스를 위한 표준들과 연구들을 비교하고 분석한다. 그리고 효과적인 지능형 웹 서비스를 위한 새로운 마크업 언어의 설계를 위한 방법론을 제시한다. 이 논문의 연구결과들은 시맨틱 웹을 기반으로 하는 지능형 웹 서비스를 위한 마크업 언어의 필요성 및 기존 노력들의 문제점들을 지적함으로써 보다 개선된 웹 서비스를 위한 근간으로 사용될 수 있다. 뿐만 아니라 기존 연구들이 추후 보완해나가야 할 사항들을 언급함으로써 보다 향상된 지능형 웹 서비스의 실현을 가능하게 한다.

1. 서론

웹 서비스는 상호운용할 수 있는 기계들 사이의 상호작용을 지원하기 위한 소프트웨어 시스템으로 정의될 수 있으며[1], 웹 서비스를 위한 표준들은 메시지를 위한 SOAP[2], 서비스 기술을 위한 WSDL[3] 및 서비스 발표 및 검색을 위한 UDDI[4]가 존재한다. 이러한 웹 서비스가 특히 e-비즈니스에서 중요한 역할을 수행하는 이유는 기존 정적인 웹에서 단순한 EDI 기반의 문서교환에 머물고 있는 e-비즈니스를 웹 서비스라는 개념을 이용하여 상호 필요한 원격 프로그램을 호출함으로써 기업의 프로세스를 수행하는 동적인 개념으로 변화시키고 있기 때문이다.

서비스의 복잡한 상호작용을 통하여 보다 차원 높은 서비스의 구현을 위하여 단순한 메시지들의 교환 순서뿐만 아니라 프로세스 정의들을 위한 XML 기반의 표준들인 WSFL[5], XLANG[6], BPML[7], WSCL[8], WSCI[9]는 [13]에서 지적하는 성공적인 웹 서비스를 위한 가능성들에 대해서 매우 낮은 점수를 가진다[10]. 뿐만 아니라 시맨틱 웹 및 온톨로지에 기반하여 UPML[14], WSMF[10], BP4WS[11], DAML-S[12] 같은 것들이 제안되었다. 그러나 상기의 이러한 연구들 모두는 2절에서 언급된 우리가 제안하는 서비스 마크업 언어들의 요구사항들을 모두 충족시키지 못한다.

우리는 이 논문에서 지능형 웹 서비스를 가능하게 하기 위한 서비스 마크업 언어의 특징들을 비교 분석함으로써 새로운 마크업 언어를 위한 요구사항들을 추출하고 이를 바탕으로 하여

시맨틱 웹 서비스를 가능하게 하는 새로운 마크업 언어의 설계를 위한 근간을 제공한다. 이 논문에서의 연구결과들은 웹 서비스를 위한 기존 노력들의 문제점들 및 개선점들을 지적함으로써 향후 시맨틱 및 지능형 웹 서비스를 향한 연구들의 근간으로서 활용될 수 있다.

2. 기존 관련연구들의 비교 및 분석

본 절에서는 각각의 하부 절들에서 새로운 서비스 마크업 언어를 위해 우리가 주장하는 8개의 요구사항들을 열거하고 1절 서론에서 언급된 기존 연구들을 우리가 주장하는 요구사항들의 측면에서 서로서로 비교 및 분석한다.

2.1 모델링 언어의 표현력

e-비즈니스가 EDI 중심에서 EAI 중심으로 변화하고 있는 현재의 환경에서 이를 뒷받침할 수 있는 기술어 바로 웹 서비스 기술어이다. 그러나 실제로 e-비즈니스에서 사용되는 서비스는 단순한 서비스뿐만 아니라 복잡한 서비스들의 상호작용을 포함한다. 따라서 이러한 워크플로우를 뒷받침하기 위해서는 서비스들 사이의 상호작용을 모델링 할 수 있는 'data-flow'와 'control-flow' 프리미티브들이 요구된다. 그러나 WSDL과 같은 기술어는 아예 이러한 구조물들을 제공하고 있지 않고 단지 인터페이스만을 보여준다. 사실 BP4WS와 DAML-S와 같은 언어들이 이러한 구조물들을 제공하고 있다.

그러나, e-비즈니스를 지능적으로 수행하기 위해서는 웹 서

비스들 간의 상호작용을 모델링하는 능력뿐만 아니라 서비스들 사이에서 존재는 관계, 계층 및 분류정보가 요구된다. 게다가 타이핑 개념이 요구된다. 타이핑 개념이란 하나의 프로세스와 다른 프로세스와의 관계를 명시함에 있어 제약을 줄 수 있는 개념이다. 이와 같은 기능을 제공하는 언어로서는 UPML과 DAML-S와 같은 언어들이 있다. 언급하지 않은 언어들은 이러한 기능을 제공하지 못한다.

표현력에 있어 가장 중요하다고 고려될 수 있는 것은 웹 서비스들의 호출에 필요한 입력과 출력 정보 이외에 'precondition'과 'postcondition'을 명시할 수 있는 능력이다. 이러한 능력은 웹 서비스가 구성되는 방법들에 있어 차원 높은 추론능력을 제공한다[24]. 이러한 능력을 제공하는 언어 또는 프레임워크로는 DAML-S와 WSMF가 존재한다.

2.2 시맨틱스

현재 개발된 대부분의 웹 서비스 마크업 언어들 및 프레임워크들에서는 정형적인 시맨틱스의 언급이 없거나 미흡하다. 유일하게 시맨틱스를 정형적으로 언급하고 있는 사례가 DAML-S이다. 기타의 경우들은 언급이 없거나, 생략하였거나 미흡하게 언급을 하고 있다. 그러나, 시맨틱스를 정형적으로 언급하는 능력은 자동화, 즉 기계가 추론할 수 있는 환경을 제공한다는 의미에서 매우 중요한 것이다.

2.3 서비스의 발견, 실행 및 구성의 자동화

서비스들을 자동으로 발견하고, 자동으로 구성시키며 자동으로 실행할 수 있는 메커니즘은 고차원 서비스를 제공한다는 의미에서 중요하다. 현재 이러한 자동화를 언급하고 있는 유일한 언어는 DAML-S이다. DAML-S를 구성하는 3개의 주요 구성요소들 중 하나인 서비스 프로파일은 서비스가 자동으로 발견되고 구성되고 실행되는데 요구되는 충분한 정보를 제공하고 있지만 기타의 사례들에 대해서는 언급이 전혀 없거나 가능성만을 다루고 있다. UPML의 경우에는 브로커를 이용하여 중재한다는 개념이 있고, 이와 유사하게 WSMF에서 또한 중재에 대한 개념이 언급되고 있지만 구현 및 실행 가능한 개념들은 아니다.

2.4 플드 및 예외 핸들링, 실행 모니터링 및 트랜잭션 관리

서비스 호출 및 실행, 그리고 서비스들의 상호작용으로 구성되는 복잡한 서비스의 수행 도중에 발생할 수 있는 오류나 플드를 핸들링하고, 이를 모니터링하는 트랜잭션 관리기술은 고차원의 서비스를 제공하는 의미에서 매우 중요하다. 그러나 실제로 플드 핸들링을 제공하고 있는 언어는 WSCI와 BP4WS를 제외하고 여타의 연구사례는 없는 실정이며, 실행 모니터링과 트랜잭션 관리를 언급하고 있는 경우는 본 논문에서 언급된 노력들에서는 없다.

2.5 UML[15]과 같은 실제 개발자 사용 환경의 고려

웹 서비스를 위한 모델링 도구 및 플랫폼이 대기업을 중심으로 다수 발표되고 있다. 그리고 시맨틱 웹의 온톨로지를 위한 도구들도 많이 발표되고 있다. 그러나 현재 소프트웨어를 개발하는 대부분의 개발자들에게 가장 익숙한 표준 모델링 도구는 바로 UML이다. 이러한 의미에서 웹 서비스 기술 언어가 UML 모델로 매핑될 수 있는 능력은 매우 중요하다. 그러나 웹 서비스 마크업 언어들과 관련하여 UML 모델로의 매핑을 언급하고 있는 사례는 없다. 그리고 온톨로지 마크업 언어가 UML로 매핑될 수 있다는 연구는 극히 일부이다.

2.6 시맨틱 웹과의 연계성

시맨틱 웹이란 기계가 웹 문서의 내용을 이해하고 처리할 수

있는 웹을 말한다. 이것을 가능하게 하는 것이 바로 온톨로지라는 메타데이터이다. 온톨로지 정보를 이용함으로써 웹 서비스와 관련된 발견, 구성 및 실행을 자동화시킬 수 있다. 그러나 앞서 서론에서 언급된 연구들 중 DAML-S, WSMF, UPML과 같은 연구들을 제외한 나머지 연구들에서는 시맨틱 웹 및 온톨로지를 언급하고 있는 연구사례는 없는 실정이다.

2.7 공개 프로세스와 비공개 프로세스와의 구분

기업들은 자신들이 공표하고 싶은 공개 프로세스와 숨기고 싶은 비공개 프로세스를 가질 수 있다. 그래서 이 둘 사이의 개념구분은 매우 중요하다. 그러나 이들 사이를 실제로 명확하게 구분 짓는 사례는 BP4WS, WSMF를 제외하고는 거의 없다. 이 개념은 현재까지 바인딩 정보만을 제외한 상위개념에서의 풍부한 모델링 프리미티브들을 제공하면서 웹 서비스를 기술하기 위한 가장 좋은 언어로서 고려될 수 있는 DAML-S언어의 가장 큰 약점이라 말할 수 있다. 사실 이 문제는 DAML-S가 DAML+OIL[16]로 작성된 온톨로지라는 사실에서 기인한다. 왜냐하면 온톨로지라는 것은 본질적으로 모든 사람이 공유할 수 있고 재사용할 수 있도록 만들어지기 때문이다.

2.8 서비스의 질에 대한 언급

웹 서비스를 실행함에 있어 사용자는 자신의 기호(preference) 및 제약사항들을 명시하길 원한다. 그러나 [17]에서 소개된 다양한 서비스 질을 위한 속성들을 언급하고 있는 연구는 'QualityRating'을 언급하는 수준의 DAML-S를 제외하고는 없다. 서비스질의 언급이 어려운 이유는 서비스 생성자들 자신이 스스로 서비스 질을 마크업 하는 것이 합리적이지 못하기 때문이다.

3. 서비스 마크업 언어 설계 전략들

본 절에서는 2절에서 우리가 주장한 서비스 마크업 언어의 요구사항들을 만족시키는 새로운 서비스 마크업 언어를 설계하기 위한 전략들을 제시한다.

첫째, 모델링 언어의 표현력에 있어서 우리가 설계 중인 시맨틱 웹 기반의 새로운 마크업 언어는 'data-flow' 및 'control-flow'를 명시할 수 있는 기본적인 구조물들을 제공할 뿐만 아니라, 서비스들 사이의 관계 및 제약사항들을 표현할 수 있는 메커니즘을 제공한다. 뿐만 아니라 웹 서비스 호출 선후조건을 명시할 수 있는 프리미티브들을 제공한다. 이러한 기능을 일반적(generic)으로 명시하고 템플릿의 형태로서 저장한다. 따라서 개발된 서비스들을 UDDI와 같은 라이브러리에 저장 가능 할뿐만 아니라 재사용성을 가지는 장점이 있다. 이와 같은 접근법은 UPML과 WSMF 및 DAML-S에서 언급하는 서비스의 재사용을 위한 메커니즘과 같은 선상에 있다.

둘째, 시맨틱스의 측면에서 우리는 XML을 기본으로 하여 웹 표준과의 상호운용성을 보장하는 범위에서 정형적으로 시맨틱스를 기술하고, Petri Net, Statechart 또는 오토마타와 같은 정형 도구를 사용하여 시맨틱스를 표현 한다. 게다가 지식기반 시스템으로서의 활용을 위한 axiomatic 시맨틱스를 기술한다. 이것은 first-order 로직 형태로서의 axiomatization을 제공한다. 이러한 접근법은 operational 시맨틱스를 Petri Net으로 표현한 DAML-S의 경우와 유사하다.

셋째, 자동적인 서비스의 실현측면에서 우리가 설계하는 시맨틱 웹 기반의 새로운 마크업 언어는 DAML-S의 서비스 프로파일 클래스가 제공하는 서비스 기술적인 속성들과 기능적인 속성들뿐만 아니라 메타데이터 기술시 요구되는 더블린 코어 메타데이터 정의를 함께 고려한다. 뿐만 아니라 기존 UDDI의 단순 키워드 검색방식을 탈피한 의미기반의 시맨틱 매치메이킹

을 보다 효율적으로 수행할 수 있는 메커니즘을 제공한다.

넷째, 폴트 및 예외 핸들러와 관련된 트랜잭션 관리 측면에서 다음과 같은 프리미티브들을 제공한다. 먼저, 폴트 핸들링을 위해서는 기존 프로그래밍 방법들에서 사용되는 'throw' 및 'catch'와 같은 방법을 사용한다. 이는 BPEL4WS의 접근법과 유사하다. 그리고 실행 모니터링과 트랜잭션 관리를 위해서는 기본적인 프로토타입의 구조물들을 제공한다. 사실 오랜 시간 동안 수행되는 웹 서비스의 특성상 트랜잭션을 효율적으로 관리한다는 것은 쉽지 않은 뿐만 아니라 구현하는 것이 매우 어렵기 때문에 기본적인 방법론 및 다양한 해결책들을 고려 중에 있다. 최근에 [25]와 같은 트랜잭션관리를 위한 노력들이 출현하고 있다.

다섯 번째로 UML 모델과의 호환성을 위하여 우리의 마크업 언어를 구성하는 기본적인 프리미티브들을 UML 모델로서 매핑하기 위한 규칙들을 제공한다. 그리고 OCL[15]을 이용하여 관계들의 제약조건을 명시한다.

여섯 번째의 요구사항인 시맨틱 웹 및 온톨로지와의 연계성은 우리의 마크업 언어가 시맨틱 웹을 기반으로하는 접근법을 취하고 있기 때문에 자연스럽게 만족된다.

일곱 번째의 요구사항인 공개 및 비공개 프로세스 사이를 구분 짓는 능력에 관해서는 자바와 같은 객체지향 프로그래밍 방법에서 사용하는 'public' 및 'private' 개념과 같은 프리미티브를 이용하여 명확하게 구분될 수 있도록 한다.

마지막으로 서비스 질에 대한 내용은 서비스 생성자가 명시하는 값에 정적으로 사용자가 의존할 수는 없기 때문에 동적으로 서비스 질을 충족시키는 메커니즘을 제공한다. [17] 및 [18]과 같은 연구들이 서비스의 질을 위한 서비스 구성문제를 언급하고 있다. 또 다른 대안은 UDDI와 같은 레지스트리에서 서비스 질과 관련된 속성들을 보안화시켜 관리하는 것이다.

4. 결론 및 향후과제

우리는 본 논문에서 지능형 웹 서비스 및 e-비즈니스를 위한 플랫폼을 위한 첫 단계로서 기존 관련 연구들의 문제점들 및 개선점들을 지적함으로써 새로운 서비스 마크업 언어 설계를 위한 전략들을 소개하였다.

우리는 현재 본 논문에서 제시된 8개의 요구사항들을 충족시킬 수 있는 시맨틱 웹 서비스 마크업 언어를 설계 중에 있으며 제안된 전략들을 가시화 및 구체화시킬 것이다.

현재까지의 우리 연구와 관련하여 우리가 신중하게 고려하고 있는 또 다른 연구주제들은 다음과 같은 것들을 포함한다. 먼저 언어의 표현력과 그에 상응하는 추론 복잡도 사이의 관계이다. 이는 이미 [19]에서 지적하고 있듯이 표현력이 풍부하면 할수록 언어의 추론 복잡도는 증가하게 된다. 둘째, 서비스의 발견 및 구성의 자동화와 관련된 문제점들은 [20]과 [23] 등에서 언급되는 시맨틱 매치메이킹 문제와 [21]과 [22]와 같은 관련연구들에서 지적된 것과 같이 때때로는 e-비즈니스 수행자들이 글로벌 온톨로지의 사용보다는 P2P에 기반한 로컬 스카마의 사용을 더 선호한다는 문제이다. 따라서 서비스 제공자 및 사용자들 사이에서 그리고 에이전트들 사이에서 사용되는 서비스 마크업 언어 및 스카마 언어들 사이의 매칭 및 매핑을 위한 메커니즘이 요구된다. 마지막으로 우리가 고려중인 연구주제는 서비스 질을 보장하는 메커니즘을 강구하는 것이다.

[참고문헌]

[1] Web Services Glossary: <http://www.w3.org/TR/ws-gloss/#webservice>
 [2] SOAP: <http://www.w3.org/TR/SOAP/>
 [3] WSDL: <http://www.w3.org/TR/wsdl>

[4] UDDI: <http://www.uddi.org/>
 [5] WSFL: <http://www-4.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>
 [6] XLANG: http://www.gotdotnet.com/team/xml_wsspecs/xlang-c/
 [7] BPML: <http://www.bpml.org/bpml.esp>
 [8] WSCL: <http://www.w3.org/TR/wscl10/>
 [9] WSCI: <http://www.w3.org/TR/wsci/>
 [10] Dieter Fensel, Christoph Bussler, The Web Service Modeling Framework: WSMF, Electronic Commerce Research and Applications, Vol. 1, Issue 2, Pages 113-137, 2002
 [11] BPEL4WS: <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>
 [12] DAML-S: <http://www.daml.org/services/daml-s/0.9/>
 [13] C.Bussler, B2B protocol standards and their role in semantic B2B integration engines, IEEE Data Engineering 24 (1), 2001
 [14] UPML: <http://www.cs.vu.nl/%7Eupml/>
 [15] UML: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>
 [16] DAML+OIL: <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html>
 [17] 양진혁, 이강찬, 김성환, 민재홍, 정인정, 자동적인 시맨틱 웹 서비스 구성문제를 위한 방법론에 관한 연구, 한국정보처리학회 2002년도 추계학술발표 논문집, pp. 2265-2268, 2002.11
 [18] L. Zeng, B. Benatallah, M. Dumas, J. Kalagnanam, Q. Z. Sheng, Quality Driven Web Services Composition, Proceedings of the twelfth international conference on World Wide Web, Budapest, Hungary, ACM, May 20-24, 2003
 [19] F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, P. Patel-Schneider, The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications, Cambridge, 2003
 [20] M. Paolucci, T. Kawamura, T. R. Payne, K. Sycara, Semantic Matching of Web Services Capabilities, proceedings of ISWC 2002, pages 333-347, 2002
 [21] A. Halevy, Z. Lives, P. Mork, I. Tatarinov, Piazza: Data Management Infrastructure for Semantic Web Applications, Proceedings of the twelfth international conference on World Wide Web, Budapest, Hungary, ACM, May 20-24, 2003
 [22] K. Aberer, P. Cudre-Mauroux, M. Hauswirth, The Chatty Web: Emergent Semantics Through Gossiping, Proceedings of the twelfth international conference on World Wide Web, Budapest, Hungary, ACM, May 20-24, 2003
 [23] 김지영, 양진혁, 공유근, 정인정, 지능형 웹 서비스를 위한 시맨틱 매치 메이킹에 관한 연구, 한국정보과학회 추계학술대회논문집, 2003
 [24] DAML-S and Related Technologies: <http://www.daml.org/services/daml-s/0.9/survey.pdf>
 [25] Web Services Management Framework: <http://devresource.hp.com/drc/specifications/wsmf/index.jsp>