

지능형 웹 서비스를 위한 시맨틱 매치 메이킹에 관한 연구

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

A Study on the Semantic Match Making for Intelligent Web Service

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

요 약

지능형 웹 서비스를 효과적으로 구현하기 위해서는 다양한 사용자가 필요로 하는 데이터를 만족스럽게 제공할 수 있는 매치 메이킹의 구현이 중요한 과제이다. 이를 위한 관련 연구로 필터링 메커니즘을 제안하고 있는 LARKS, 브로커 에이전트를 이용한 InfoSlueth, RDF 그래프 매칭 연구 및 DL 기반의 매칭 방법 등이 있다. 그러나 기존 연구들은 등급 개념을 가지는 유연한 검색 결과를 제공하지 못한다는 큰 문제점을 가진다. 본 논문에서는 기존 방법들을 개선하기 위한 노력으로서, 서비스 매치 메이킹의 결과들에 등급(랭킹)을 부여 하는 시맨틱 매치 메이커를 제안한다. 본 논문에서 제안하는 시맨틱 매치 메이커는 서비스 제공자와 서비스 요청자 사이의 유연한 매칭을 제공하여 지능형 웹 서비스를 효과적으로 수행 할 수 있게 한다. 본 논문에서 제안한 방법론은 서비스 광고 및 요청을 표현하기 위한 언어로 DAML-S를 채택하였고, DAML-S의 서비스 프로파일 뿐만 아니라 프로세스 모델 온톨로지 모두를 고려하는 새로운 접근법이다.

1. 서 론

급변하고 있는 분산처리 환경에서 웹 데이터에 대한 다양한 사용자의 요구를 처리하고 사용자의 상호 작용을 지원 할 수 있는 지능형 웹 서비스의 제공이 시급한 과제로 대두 되고 있다. 그러므로 점차 지능화 되고 있는 웹 서비스를 통해 거래를 수행할 기업이 서비스를 제공하는 다른 기업들을 찾을 수 있도록 하는 매치 메이커의 역할은 매우 중요하다. 여기서의 매치 메이킹이란 서비스 제공자가 서비스 요청자의 요청에 맞게 연결되는 과정을 말한다[1]. 매치 메이킹과 관련된 연구로는 필터링 메커니즘을 제안한 LARKS[2], 브로커 에이전트를 이용한 InfoSlueth[3], RDF 그래프 매칭 방법[4] 및 DL(Description Logic) 기반의 매칭 방법[5] 등이 있다. 그러나 지금까지의 기존 연구들은 다양한 등급 개념을 가지는 유연한 검색 결과를 제공하지 못한다는 큰 문제점을 가진다.

본 논문에서는 매치 메이킹을 위한 웹 서비스 기술 언어로써 DAML-S를 채택하였다. 그 이유는 기존의 XML을 기반으로 한 WSDL(Web Service Description Language)[10]은 웹 서비스의 추상적인 인터페이스와 웹 서비스에 접근하기 위해서 필요한 프로토콜만을 기술하여 서비스에 관한 의미적인 내용을 잘 기술 할 수가 없으며, UDDI(Universal Description Discovery and Integration)[11]는 서비스를 등록하는 저장소로 키워드 기반의 고정된 검색만 지원되기 때문이다. 한편, DAML+OIL[12,14]은 정적인 온톨로지를 기술하는 언어이지 웹 서비스 같은 동적인 행동을 설명하는 것에 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 서비스의 의미를 잘 표현할 수 있는 프리미티브를 가지고, 서비스와 같은 행동 흐름이나 제어의 흐름을 잘 표현할 수 있는 DAML-S를 이용하였다. 또한 매치 메이킹에 관한 기존 연구를 개선하기 위해 서비스 매치 메이킹 결과에 유연한 등급을 부여하여 지능형 웹 서비스를 효과적으로 수행 할 수 있는 향상된 시맨틱 매치 메이커를 제안한다.

2. 기존 관련 연구들의 비교 및 분석

이 장에서는 매치 메이킹과 관련된 기존 연구들을 비교 분석함으로써, 다음 장에서 설명할 시맨틱 매치 메이커가 가져야 할 요구사항에 대해 언급하도록 한다.

먼저, LARKS[2]는 멀티 에이전트 기반의 매치 메이킹 시스템으로써 다양한 필터링 메커니즘을 가지고 있다. 이 매칭 과정은 문맥 매칭, 프로파일 비교, 유사도 매칭, 기호 매칭, 그리고 제약 조건 매칭과 같은 다섯 가지 필터들을 사용하여 서비스 요청에 가장 적합한 서비스를 제공 할 수 있다. 그러나 이 필터링 매칭 과정은 결과의 정확도와 다양한 필터링 메커니즘을 수행하는 계산 시간 사이의 트레이드오프를 감안해야 한다는 단점이 있다.

InfoSlueth[3]는 에이전트 기반의 정보 발견과 검색 시스템으로써, 문맥과 의미의 매치 메이킹을 수행하기 위해서 브로커 에이전트를 사용한다. 이 브로커 에이전트는 단지 원하는 서비스 에이전트를 가리키기만 할 뿐이며 서비스 제공자와 요청자를 연결해 주는 어떤 메커니즘도 존재 하지 않는다.

RDF는 시맨틱 웹의 근간인 온톨로지를 기술하기 위한 범용적인 지식 표현 언어이다. 이것은 세 가지 오브젝트(resource, property, statement)로 구성되어 있으며, RDF 그래프로 매칭 될 수 있다[4]. 그러나 RDF는 온톨로지를 기술하는 정적인 표현 방법 중 하나이며 동적인 행동양식을 가지는 서비스들을 매칭하는 것은 적당하지 않다. 또한 서비스를 기술하기 위한 높은 유연성과 표현력을 가지고 있으나, 제약사항을 표현하기에는 부족하다.

DL 기반의 매칭[5]은 서비스의 개념이 해당 변수로 대응된다는 의미로 여기서 언급하는 매치 메이킹과는 관련이 없다. 따라서 DL에서의 매치란 서비스 개념들의 표현과 일치하는 변수 표현과의 단순한 매치 일 뿐이다.

시맨틱 웹 기술을 기반으로 한 [1]은 DAML-S의 서비스 프로파일 온톨로지를 이용한 매치 메이킹 시스템이다. 이 시스템은 매칭 결과가 Exact, PlugIn, Subsume, Fail과 같은 4가지 등급으로만 나타난다. 따라서, 서비스 매치 메이킹 결과가 동일한 등급에 포함되는 경우에는 그 결과가 모호해 질 수 있다.

마지막으로, [8]에서는 [1]의 매치 메이킹 결과의 모호성을

피하기 위해서 DL 기반의 추론기를 사용하여 매칭 결과에 랭킹을 부여하는 2단계의 매치 메이킹 과정을 제안하였다. 그러나 이것은 Exact 매칭만을 위한 메커니즘으로 나머지 결과 등급들을 고려하지 않았다는 단점을 가진다.

3. 시맨틱 매치 메이킹을 위한 방법론

이 장에서는 향상된 매치 메이킹 시스템을 위한 요구사항을 살펴보고 본 논문에서 제시하고자 하는 시맨틱 매치 메이커의 기능을 알아본다.

3.1 시맨틱 매치 메이커의 요구 사항

매치 메이킹은 서비스 요청자의 요구조건을 만족하는 서비스 제공자를 연결하는 과정이다. 이 과정은 단순히 기술되어 있는 정보뿐만 아니라 서비스들 사이의 관계를 추론하여 의미적인 매치 메이킹을 가능하게 해야 한다. 또한 매치 메이킹 시스템은 서비스를 광고 및 질의 하고 서비스 저장소에 저장되어 있는 서비스를 취소 및 수정하고 요청된 서비스를 브라우징 할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 기존의 매치 메이킹 시스템들의 단점들을 보완하기 위해 검색의 유연성과 정확성을 제공하는 2단계의 매치 메이킹 알고리즘을 제안한다. 2단계 알고리즘의 자세한 수행 과정은 3.3절에서 다루도록 하고 이 장에서는 시맨틱 매치 메이커가 가져야 할 요구조건에 관해 알아보도록 한다.

첫째, 매칭 엔진은 온톨로지를 기반으로 하는 서로 공유할 수 있는 정보로 서비스 광고와 요청을 기술해야 한다. 또한 서비스 광고자 및 서비스 요청자는 서비스 정보를 정확하게 기술해야 한다. 예를 들어, 서비스 광고와 서비스 요청이 서로 다른 형태로 기술 된다면 매치 메이킹 기능을 수행하기 위해서 부가적인 번역 장치가 필요하다. 따라서 번역 장치를 이용하여 매치 메이킹을 위한 선행 작업이 이루어 져야 하는 번거로움이 있다.

둘째, 매칭 엔진은 사용자의 요청에 따라 매치 메이킹 과정을 유연하게 대처해야 한다. 본 논문에서는 2단계의 매치 메이킹 과정을 두어 사용자의 요청에 따라 매칭 과정을 선택 할 수 있게 하였다. 매치 메이킹 과정의 1단계만 수행하는 경우에는 결과를 단순하게 4가지 등급으로 할당하는 신속한 비교 계산을 통해 매칭의 효율성을 증가시킬 수 있고, 2단계까지 수행하는 경우에는 매칭의 유연성 및 정확도를 제공할 수 있도록 단순한 포함관계 확인뿐만 아니라 서비스 요청에 가장 적합한 순서대로 등급을 부여하여 우선순위로 결과에 나타내게 하였다.

셋째, 매칭 엔진은 서비스 요청에 관한 다양한 요구 사항을 수용하고 동적인 서비스의 특징을 포함할 수 있어야 한다. 지금까지의 매칭 엔진은 DAML-S의 서비스 프로파일을 기반으로 한 요청의 input, output과 광고의 input, output 사이의 단순한 비교만을 수행하였다. 따라서 본 논문에서는 DAML-S 서비스 프로파일만을 고려하지 않고 서비스의 동적인 정보를 담고 있는 프로세스 모델 온톨로지도 함께 고려한다.

3.2 서비스 기술 언어로서의 DAML-S

DAML-S[6]는 서비스의 사용자들로 서비스의 기능을 광고하거나 요청하는 웹 서비스를 위한 수단을 제공하는 것으로써 서비스 프로파일, 프로세스 모델 및 서비스 그라운드 온톨로지로 구성 되어있다. 서비스 프로파일은 서비스 발견을 위해 서비스의 기능을 input, output, precondition과 effect로 기술한 것이다. 프로세스 모델은 프로세스 온톨로지가 프로세스 모델로써 서비스의 내부 작업을 기술한 것이다. 서비스 그라운드는 서비

스의 자동적인 발견을 위해서 네트워크 프로토콜이나 형식을 위한 메시지 교환 같은 실제 구현 사항들을 기술 한 것이다. 이처럼 DAML-S는 3가지 온톨로지를 통해 서비스의 논리적인 기술 및 물리적인 기술이 가능하다. 또한, 이것은 서비스와 같은 행동을 기술 할 수 있기 때문에 서비스의 제어, 데이터 및 작업 흐름을 표현하는 것이 가능하고, DAML+OIL의 표현능력을 계승하였기 때문에 서비스 요청과 광고 사이의 매칭을 위한 추론이 가능하다.

지금까지의 매치 메이킹 알고리즘은 서비스 광고와 요청의 각 input과 output사이를 비교하는 서비스 프로파일을 기반으로 제안되었다[1,7,8,13]. 서비스 프로파일을 기반으로 한 매치 메이킹 과정은 input과 output을 기본으로 매칭 되기 때문에, 만약 output이 동적으로 두 개가 생성되는 서비스라면 서비스 요청과 그중 하나만 일치 하여도 매칭이 가능하다. 그러나 실제로 매치 메이킹 프로세스는 이 output 모듈을 제공하는 능력이 없다[9]. 따라서 본 논문에서는 서비스 프로파일과 함께 서비스의 동적인 행동 과정을 설명할 수 있는 프로세스 모델 온톨로지를 함께 고려하였다.

3.3 향상된 시맨틱 매치 메이킹 시스템

본 논문에서는 시맨틱 매치 메이킹의 유연성과 정확성을 보장하기 위해서 simpleMatch와 rankMatch를 수행하는 개략적인 알고리즘을 제안한다. simpleMatch에서는 사용자의 효율적인 매칭을 위해 간단한 추론 과정을 수행하고 그 후 rankMatch에서는 simpleMatch의 결과와 서비스 요구사이의 비교 추론(compare 함수)을 통해 결과에 등급을 부여하는 과정을 수행한다.

아래의 simpleMatch 알고리즘은 서비스를 기술하기 위해 필요한 최소한의 정보를 이용해서 서비스의 요청과 서비스의 제공사이의 포함관계를 확인한다. simpleMatch 알고리즘을 수행한 후의 결과는 표1과 같다.

```

simpleMatch
( if A.O equivalent to R.O then rank is Exact
  return Exact;
  if R.O subclassOf A.O then rank is Exact
  return Exact;
  if A.O ⊂ R.O then rank is PlugIn
  return PlugIn;
  if A.O ⊃ R.O then rank is Subsume
  return Subsume;
  otherwise rank is Fail
  return Fail; )
    
```

(표1) simpleMatch 알고리즘 수행 결과 예시

Exact	PlugIn	Subsume	Fail
A1 A4	A2	A5	otherwise
A6 A9	A3	A7	

이 알고리즘은 if-then-else 수행 후에 매치 메이킹 과정의 결과로써 서비스 요청과 공급 사이의 단순한 관계를 알 수 있다. A.O(Advertised Output)와 R.O(Requested Output)가 완전히 일치하는 경우와 R.O가 A.O의 서브 클래스일 때 이 매치는 Exact 등급을 가진다. A.O가 R.O에 포함 될 때는 PlugIn 등급을 가지고 반대로 R.O가 A.O에 포함될 때에는 Subsume 등급을 가진다. 그밖의 경우는 Fail 등급을 가지게 된다. 이 알고리즘 수행 후의 결과가 다소 모호할 수 있으나 매칭 속도가 빠르므로 서비스 매칭의 효율성만을 고려하는 사용자에게 적합하다. 사실 이 접근법은 관련 논문 [1]의 접근법과 동일한 것이

다.

rankMatch는 같은 등급안의 결과들에서 또 다른 등급을 부여하여 같은 등급안의 결과에 우선순위를 정하는 알고리즘이다. 이 알고리즘은 요청과 제공의 확실한 매칭 순위를 제공하여 매치 메이킹의 유연성을 향상 시킬 수 있다. 이 알고리즘을 수행하기 위한 서비스 요청은 특별히 DAML-S의 서비스 프로파일 뿐만 아니라 프로세스 모델 온톨로지를 이용하여 풍부한 정보를 줄 수 있도록 기술한다.

```

rankMatch
{
  switch(rank) {
    case Exact:
      if  $\forall$  requestedService  $\subset$  general advertisedService
        then Penalize advertisedService
      if advertisedService subclassOf requestedService
        then Call compare function
      if advertisedService = requestedService
        then the best match rank = 0
    case PlugIn, Subsume:
      Call compare function )
  return rank; }

```

(표2) rankMatch 알고리즘 수행 결과 예시

Exact		PlugIn		Subsume	
ad.	rank	ad.	rank	ad.	rank
A4	0	A3	0	A5	0
A9	1	A2	5	A7	3
A6	2				
A1	7				

이 알고리즘은 매칭 등급이 Exact, PlugIn, Subsume인 경우에 수행된다. 매칭 등급이 Exact인 경우에는 다른 등급 보다 더 고려할 것이 많다. 첫째, 서비스 광고 구조 중 가장 상위에 존재하는 범용적인 서비스 광고는 모든 요청된 광고가 포함될 수 있다. 이런 경우에는 exact 매치로 고려하지 않는다. 둘째, 서비스 광고가 요청된 광고의 서브 클래스라면 compare 함수를 호출한다. 이 compare 함수는 우리가 현재 구현을 고려 중에 있는 것으로서, DL 기반의 추론기인 CLASSIC[15]과 유사한 역할을 하는 함수이다. compare 함수는 rankMatch 알고리즘의 핵심 역할을 수행하는 함수로써 같은 등급안의 결과를 비교하여 또 다른 랭크를 부여한다. 이 함수는 상속계층도의 깊이와 클래스가 가지는 시그니처(signature)의 개수 및 타입 정보를 이용하여 매칭을 수행한다. 그리고 복잡한 서비스의 구성을 가능하게 하는 Split, If-then-else 등과 같은 DAML-S의 구조물들의 정보를 활용한다. 따라서, 우리가 개략적으로 제시하는 compare 함수는 DAML-S의 서비스 프로파일 뿐만 아니라 동적인 성질을 표현할 수 있는 프로세스 모델 온톨로지도 함께 고려하여 기존의 DL 기반의 추론기보다 더 정확한 추론을 지원할 수 있다. 또한 단순한 포함관계 검사(subsumption check)에서 한 단계 더 나아가 같은 등급에 속한 결과에 또 다른 등급을 부여함으로써 기존 매칭 보다 더 유연한 매칭을 가능하게 한다. 셋째, 서비스 광고와 요청 광고가 완전히 일치하는 경우 가장 적합한 매치로 등급이 0으로 부여된다. 매칭 등급이 PlugIn, Subsume인 경우에는 compare 함수를 호출하여 rank 값을 부여 받도록 한다. rankMatch가 수행되고 난 후에는 표2와 같은 형태의 결과가 얻어진다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 매치 메이커 시스템의 단점을 보완하

기 위해서 simpleMatch와 rankMatch의 두 가지 알고리즘을 사용하는 시맨틱 매치 메이커를 제안하였다. simpleMatch는 기존 매칭과 같은 4개 등급으로 매칭 결과를 제공하는 사용자의 효율성을 위한 알고리즘이다. rankMatch는 기존 매칭의 4개 등급 보다 더 많은 등급들을 가지는 유연한 결과를 야기 시켜 매칭의 정확성을 증가시키는 알고리즘이다. 따라서 본 논문에서 제시한 시맨틱 매치 메이커는 2단계의 알고리즘 수행을 통해 기존 매치 메이커 보다 향상된 매치 메이킹 결과를 얻을 수 있다.

본 논문의 향후 과제는 향상된 매치 메이킹을 위해 결과에 등급을 부여하는 compare 함수를 구현하고 실행하는 것이다.

5. 참고 문헌

[1] M.Paolucci, T.Kawamura, T.Payne, and K.Sycara. Semantic Matching of Web Services Capabilities. In proc. of the 1st International Semantic Web Conference(ISWC) 2002

[2] K.Sycara, S.Widoff, M.Klusch, and J.Lu. LARKS: Dynamic Matchmaking Among Heterogeneous Software Agents in Cyberspace. Autonomous agents and multi-agent systems, 5:173-2003, 2002

[3] N.Jacobs and R.Shea. Carnot and InfoSlueth - Database Technology and the Web. In Proc.of ACM SIGMOD pages 443-444 ACM,1995.

[4] David Trastour, Claudio Bartolini, Javier Gonzalez CastilloA. Semantic Web Approach to Service Description for Matchmaking of Services. In Proc.of SWWS 2001

[5] F.Baader, R.Kusters, A.Borgida, and D.Mc Guinness. Matching in Description Logics. K.of Log and Comp., 9(3):411-447,1999

[6] DAML-S: <http://www.daml.org/services/daml-s/0.9>

[7] J.Gonzales-Castillo, D.Trastour, and C.Bartolini. Description Logics for Matchmaking of Services. In Proc.of Workshop on Application of Description Logic, September 2001.

[8] Tommaso Di Noia, Eugenio Di Sciascio, Francesco M.Donini, Marina Mongiello. A System for principled matchmaking in an electronic marketplace. WWW2003, May 20-24, 2003, Budapest, Hungary.

[9] Sharad Bansal, Jose M.Vidal. Matchmaking of Web Services Based on the DAML-S Service Model. AAMAS'03, July 14-18, 2003, Melbourne, Australia.

[10] UDDI: <http://www.uddi.org>

[11] WSDL: <http://www.w3.org/TR/wSDL>

[12] DAML+OIL: <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-ind ex.html>

[13] Lei Li, Ian Horrocks. A Software Framework For Matchmaking Based on Semantic Web Technology. WWW2003, May20-24, 2003, Budapest, Hungary

[14] D.Trastour, C.Bartolini, and C.Priest. Semantic Web Support for the Business-to-Business E-Commerce Lifecycle. In proc. WWW'02, pages 89-98. ACM2002

[15] A.Borgida, R.J.Brachman, D.L.McGuinness, and L.A.Resnick. CLASSIC: A Structural Data Model for Objects. In Proc.of ACM SIGMOD, pages 59-67, 1989