

## XML Web サービスのマッチメーカー

XML Web Services Matchmaker

川村 隆浩

KAWAMURA Takahiro

長谷川 哲夫

HASEGAWA Tetsuo

大須賀 昭彦

OHSUGA Akihiko

今後数年の間に、XML Web サービスはe ビジネスの分野で広く普及することが予想されている。多種多様なサービスが世界中に公開されるようになれば、それらの中からサービス利用者の要求に合致したものを見つけ出す検索エンジンは欠かすことのできないものになるだろう。そこで東芝は、米国カーネギーメロン大学の技術を基に、XML Web サービスのための検索エンジン、マッチメーカーを開発した。

マッチメーカーを用いることで、従来の検索エンジンにおけるキーワード検索では不可能だった、サービスが提供するものの意味やサービスを呼び出す際の条件を対象にしてのサービス検索ができる。また、利用者側のプログラムが直接マッチメーカーを利用し、複数のサービスを動的に連携させることも可能となる。今後は、マッチメーカーを主要なXML Web サービスプラットフォームに対応させ、当社のシステムインテグレーション事業の差異化要素として活用していく。

XML Web Services are expected to become the most popular technique for e-business within the next few years. At that time, strong demand for a search engine for services can be anticipated in order to find services to meet users' needs from among a huge number of services in the world.

Toshiba has therefore developed a search engine for services, XML Web Services Matchmaker, in cooperation with Carnegie Mellon University, U.S.A. This Matchmaker enables services to be found by looking at the semantics of the service such as the ontology and constraints on service invocation, which are not possible in keyword-based search engines. The Matchmaker can also return results that are consistent with actual program interfaces, so that the client program will be able to automatically run it without the intervention of human users. Toshiba will optimally utilize the Matchmaker as one of the features of our system integration business, in combination with the major platform of XML Web Services.

## 1 まえがき

近い将来、XML Web サービスはe ビジネスのコア技術になると予想されており、現在はIBM社、Microsoft社、Sun Microsystems社をはじめとするソフトウェアベンダーが対応製品の発表を競いあっている。各社の製品がひととおり出そろった後には、XML Web サービスを使ったシステムインテグレーションの波が来るだろう。そこで東芝としては、そこに向けて独自の高付加価値サービスを提供していく必要があると考えている。

ここでは、XML Web サービスが普及を遂げた時点で、次のステップとして必ず必要になるXML Web サービスのための検索エンジン、XML Web サービスのマッチメーカーに関する研究開発について述べる。

## 2 XML Web サービスの普及における課題

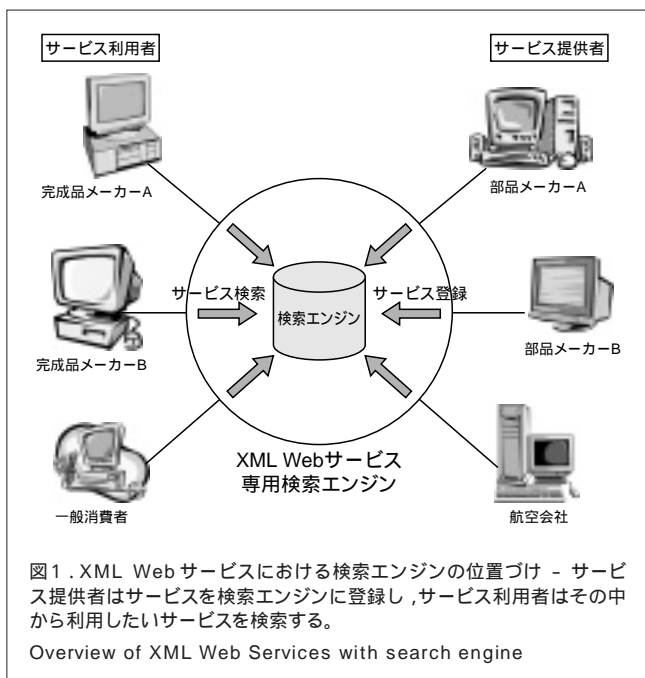
現在のブラウザを介したインターネット利用では、

Yahoo!<sup>(注1)</sup>やGoogle<sup>(注2)</sup>をはじめとする検索サイトが広く使われており、既に欠かすことのできない存在となっている。これらの検索サイトで使われている技術は、基本的には該当するキーワードを入力して、それを含むWeb上の文書を探し出すというものである。しかし、こうした技術はXML Web サービスの検索にそのまま使うことはできない。

例えば、完成品メーカーが“ネジ”を1,000個発注しようと、部品メーカーの電子商取引サイトを探すような場合を考えてみる。必要なネジの個数に相手先が対応可能かどうか、納期や配送地などの条件はこちらの希望にかなうかどうかなど、単純なキーワード列では指定できない場合が多い。また、部品メーカーのサイトでネジではなく“Screw”ということばを使っていた場合は、キーワード検索ではサイトを見つけることすらできないだろう。そこで、XML Web サービスには、従来の検索エンジンとは異なる専用の検索エンジンが必要とされるのである(図1)。

(注1) Yahoo!は、米国Yahoo! Inc.の商標。

(注2) Googleは、米国Google社の商標。



当社がXML Web サービス向けにアルゴリズム拡張したものである。この技術に基づいて作られたシステムがXML Web サービスのマッチメーカー(以下、マッチメーカーと略記)であり、既に試用版を同大学のサイトで公開している<sup>(4)</sup>(図2)。

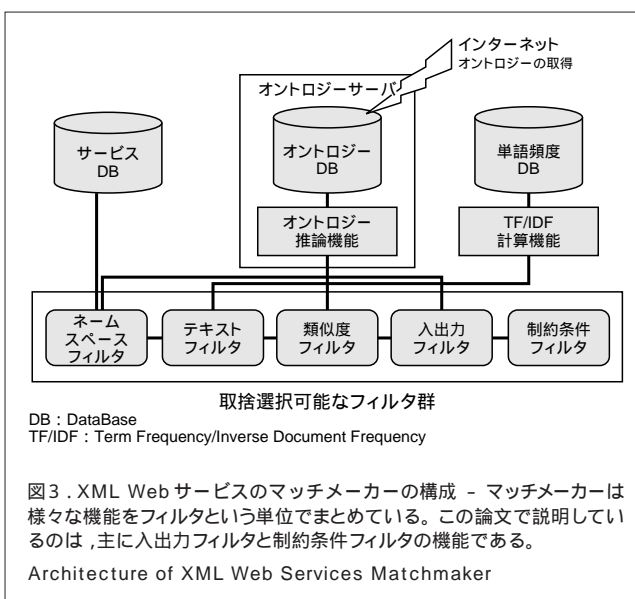
### 3 XML Web サービスのための検索エンジン：Web サービスのマッチメーカー

XML Web サービスを狭い意味でとらえると、インターネット上でSOAP(Simple Object Access Protocol)と呼ばれるXML形式のメッセージをやり取りして行われるリモートプログラム呼出しである。実際に呼出されるのはJava<sup>TM</sup>(注3)やC#<sup>(注4)</sup>で記述されたプログラムであり、そうしたプログラムの呼出しインタフェースを定義するのが、WSDL(Web Services Description Language)と呼ばれるサービスインタフェース記述言語である。また、このWSDLをサービス提供者名やサービス名、アクセスポイントに関する情報と一しょに登録するための専用のレジストリがUDDI(Universal Description, Discovery, and Integration)である。これらSOAP、WSDL、UDDIはどれも現在策定中の国際標準仕様であるが、XML Web サービスの基本的な枠組みとっていだらう。

しかし、この枠組みでは従来のWeb検索と同様に、サービス提供者の名前やサービスの名前、サービスインタフェースの名前をキーワードで検索することしかできない。そこで当社は、XML Web サービスの基本的な枠組みを変えることなく、サービスが提供するもの(ネジやScrewなど)の意味や、サービスを呼び出す際の条件(注文個数や納期、配送地など)を対象にサービスを検索する技術を開発した<sup>(1)-(3)</sup>。この技術は米国カーネギーメロン大学のエージェント技術を、

### 4 XML Web サービスのマッチメーカーによる高度なサービス検索技術

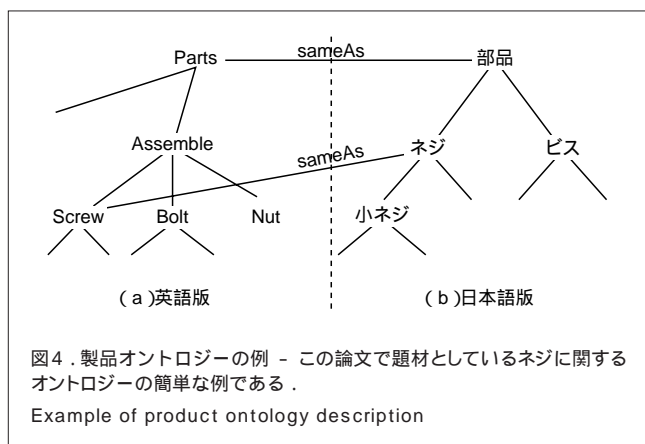
マッチメーカーでは、サービスのインタフェースにオントロジーや制約条件といったメタデータを新たに付加している。そして、それらを基に“意味検索”や“制約条件間の包摂関係を判定するアルゴリズム”を用いて、候補となるサービスを絞り込んでいく(図3)。ここで、メタデータとは情報の意味や内容を判断するために付加するデータのことである。また、オントロジーとは一般に語彙(ごい)体系と呼ばれ、こと



(注3) Javaは、米国Sun Microsystemsの商標。  
 (注4) C#は、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。

ばの持つ意味に基づいて一種のグラフとして表されたものであり、制約条件とはサービスを呼び出す際に満たされなければならない条件を論理的に記述したものである。簡単な例を用いて以下に説明する。

例えば、従来のUDDIレジストリにおける検索では、ネジを提供している部品メーカーを検索するには、キーワードとしてネジを与え、サービス提供者の名前やサービスの名前にネジを含むサービスを探すしか方法はなかった。しかし、マッチメーカーを使えば、図4にあるようなオントロジーを参照してネジとScrewが意味的に同一であることを発見し(意味検索)、単語としてネジが使われていなくても対象となる部品メーカーを見つけ出すことができる。また、“部品”や“小ネジ”などネジから見て上位や下位の概念も探し出し、検索時に指定するオプションによって検索結果に含めることができる。オントロジーを検索する深さや検索の時間も指定することができる。



また、従来のUDDIレジストリでは、納期や配送地に関する制約条件を対象としてサービスを検索することはできなかった。しかし、マッチメーカーでは次に示すように、利用者が(1)のような制約条件を持つサービスを検索したい場合、仮に(2)のような制約条件を持つ部品メーカーのサービスが登録されていれば(1)の(a)~(c)を(2)の(a)~(c)が満たしているということを論理的に判断し(制約条件間の包摂関係を判定するアルゴリズム)、検索結果として返してくれる。

- (1) 利用者が要求するサービスの制約条件
  - (a) 注文個数 > 1,000個
  - (b) 配送地 東京
  - (c) 納期 7日
- (2) 部品メーカーが提供するサービスの制約条件
  - (a) 注文個数 > 100個
  - (b) 配送地 関東
  - (c) 納期 5日

そのほかにもマッチメーカーは、検索時に利用者がサービ

スへ与えることのできる情報(品名,注文回数,配送地など)を指定すれば、それが候補となるサービスが必要としている入力引数を満たしているかどうかを判断することができる。逆に、候補となるサービスの出力(返値)が、利用者が必要としている情報(納期など)を満たしているかどうかを判断することもできる。

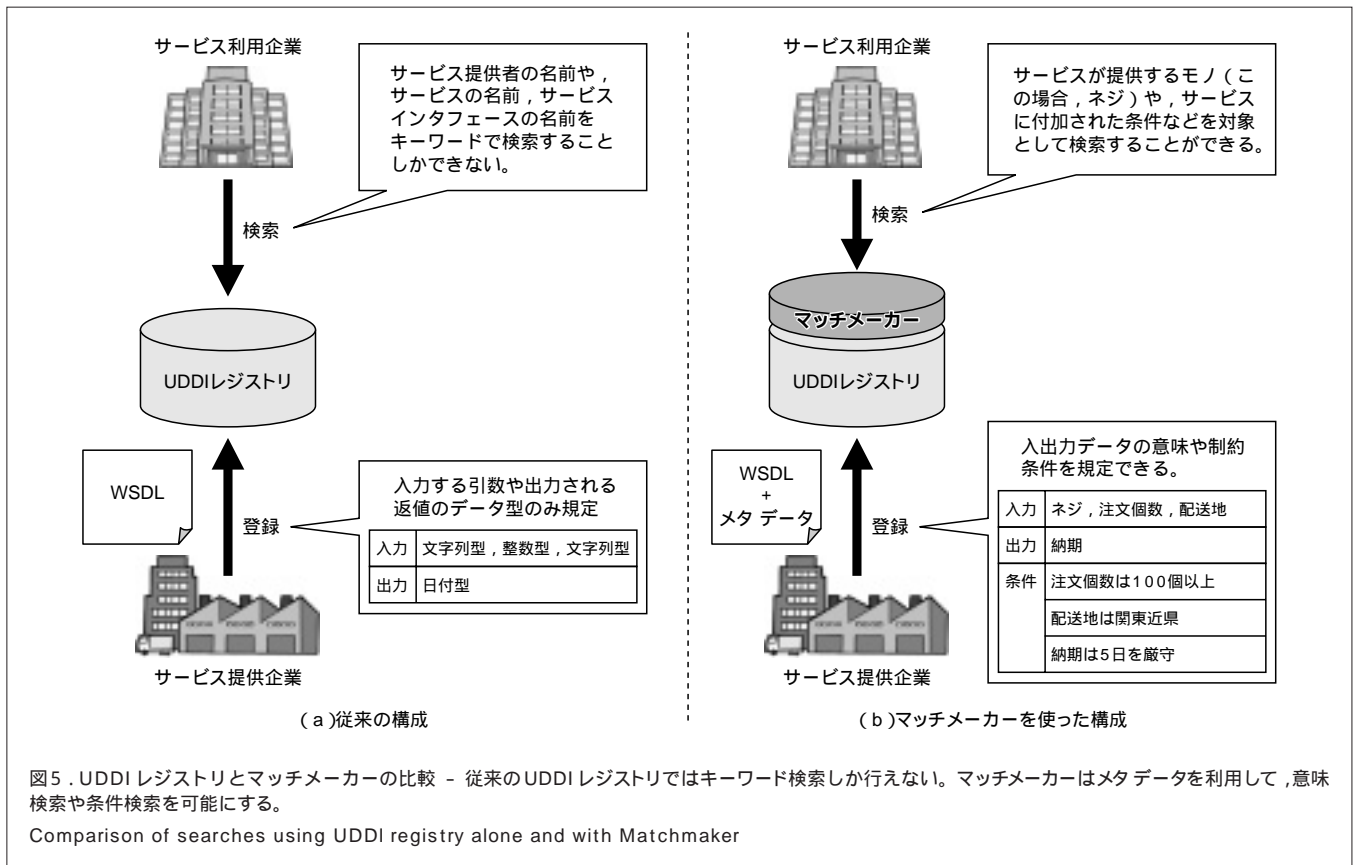
つまり、従来のWSDLでは、引数のデータ型や個数は指定できたが、引数の情報が持つ意味や出力結果が持つ意味までは定義できなかった。マッチメーカーでは、サービスを呼び出す際に与える引数やサービスの出力結果にオントロジーを付加することで、サービス自体が持つ意味を規定できる。また、WSDLでは記述することのできない制約条件を論理的に与えることで、提供されているサービスが自分の要求に合うかどうかを判断することができる。こうした技術を、現在のXML Webサービスの枠組みを壊さずに、UDDIへのアドオンとして組み込んだものがマッチメーカーである(図5)。

## 5 システム インテグレーション事業への展開

現在はUDDIから返されたサービスのリストを見て、結局は人間が直接サービスインタフェースをチェックし、Webサイトを訪れてみて、要求に合うサービスかどうかを判断している。マッチメーカーを用いることで、この試行錯誤の繰返しを省くことができる。当社は、このマッチメーカーを主要なソフトウェアベンダーが出しているXML Webサービスのプラットフォームに対応させ、当社のe-ソリューション社と共同で、システム インテグレーション事業における他社との差異化要素の一つにしたいと考えている。

また、マッチメーカーから返されるサービスは、利用者が要求したサービスのインタフェースにきちんと整合するものであるため、返されたサービスを利用者側のプログラムの中から直接呼び出すことも可能となる。当社は、1998年から、エージェント技術を用いたアプリケーション連携のためのフレームワークとしてBee-gent<sup>TM</sup>(<sup>5</sup>)を開発しており、社内外への多くの適用実績を持つ。今後、マッチメーカーをBee-gent<sup>TM</sup>と組み合わせることで、マッチメーカーを使って探し出した複数のサービスを動的に連携させることも可能となるだろう。こうした技術も、当社のXML Webサービス事業における更なる強みとしていきたい。

更に、マッチメーカーで使用しているメタデータ(オントロジーや制約条件)の定義に関する国際標準化にも力を入れている。現在、W3C(World Wide Web Consortium)では、オントロジー記述言語としてOWL(Web Ontology Language)の標準化を進めている。また、WS-I(Web Services Interoperability Organization)では、XML Webサービスに関する標準仕様案を整理し、プロファイル作りを進めている。



当社は、これらの団体へも積極的に参加し、技術力のアピールや標準化動向への早期対応を図っている。

## 6 あとがき

ここでは、システムインテグレーション事業の高付加価値化を目的として、今後のXML Webサービスの急速な普及に伴って必要とされるサービスのための検索エンジン、マッチメーカーの位置づけと機能について簡単に述べた。

今後、インターネット上で業務を展開する企業がますます増えるに従って、企業と企業、企業と消費者の間で、サービスを提供する側とそれを求める側とを結びつける総合的な情報提供ビジネスは大きな市場となるだろう。当社はその市場において、世界初の実用的なXML Webサービス専用検索エンジンとしてマッチメーカーの普及を目指していきたい。

## 文献

- (1) Kawamura T. et al. "Proposal of Semantics-based Web Service Matchmaking". Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications 2001 (ICCI/MA 01). IEEE, Shonan, Japan, 2001-10, p.87 - 92.
- (2) Paolucci, M., et al. "Semantic Matching of Web Services Capabilities". Proceedings of First International Semantic Web Conference (ISWC 2002). IEEE, Sardinia, Italy, 2002-06, p.333 - 347.

- (3) Paolucci, M., et al. "Importing the Semantic Web in UDDI". Workshop on Web Services, e-business, and the Semantic Web (in conjunction with CAISE'02). Toronto, Canada, 2002-05.
- (4) Carnegie Mellon University. "The Semantic Matchmaker". <<http://www.daml.smm.ri.cmu.edu>> (accessed 2002-10-31).
- (5) (株)東芝 . Bee-gent™ マルチエージェントフレームワーク . <<http://www.toshiba.co.jp/beegent>> (参照 2002-10-31) .



川村 隆浩 KAWAMURA Takahiro, Ph.D.

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー 研究主務, 工博。分散 AI, マルチエージェントシステムの研究・開発に従事。情報処理学会, 人工知能学会会員。Computer & Network Systems Lab.



長谷川 哲夫 HASEGAWA Tetsuo

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー 研究主務。分散協調システム, エージェントシステムの研究・開発に従事。情報処理学会会員。Computer & Network Systems Lab.



大須賀 昭彦 OHSUGA Akihiko, Ph.D.

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー 主任研究員, 工博。エージェント技術に関する研究・開発に従事。情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本ソフトウェア科学会, IEEE 会員。Computer & Network Systems Lab.