

ユビキタス・サービス・アーキテクチャ

㈱NTTデータ 技術開発本部
副本部長 山本 修一郎

概要

ユビキタス・ネットワーク社会の進展により、RFIDタグに代表されるようにコンピュータ資源がいたるところにあるモノや商品に浸透していくことで、すべての情報を集中型で管理することが困難になる。したがって分散する情報を共有するためのオープンな仕組みとしてのユビキタス・サービスが必要になる。同様に意思決定についても1箇所ですべての状況を判断することは困難になる。したがって判断も分散化することになる。そうすると分散する判断結果を連携させるためのユビキタス・サービスの仕組みも必要になるだろう。

このようにユビキタス・サービスには分散サービスを協働化する作用が潜在的にあるのである^{[1][2]}。したがってこれらの作用に起因する技術的な課題を解決していくことが重要になる。たとえば多様なデバイスを管理・認証し、必要なデバイスだけをオンデマンドに選択して安全に協働させていくしくみが必要である。

またユビキタス・サービスの開発では、技術面だけでなく経営面や社会面での課題にも取り組んでいく必要がある。経営に与える効果を明確

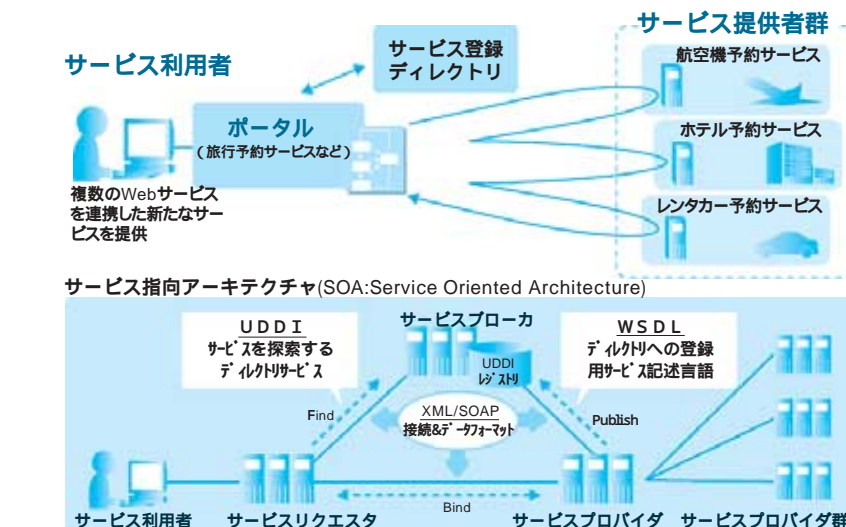


図1 SOAの基本構成

にしなければどんな便利なユビキタス・サービスも企業には導入されないだろう。またユビキタス・サービスが社会に対して好ましくない影響を与えると考えられる場合には普及していかないだろう。

本稿ではユビキタス・サービスのアーキテクチャについてSOA (Service Oriented Architecture) の観点から技術面と社会面の課題について考察していこう。

ユビキタス・サービス・アーキテクチャの必要性

ユビキタス・サービスではネット

ワーク上に分散する多種多様なデバイスを相互に協働させることで新しい価値を創造できる可能性がある。このときデバイスが持つ機能をWebサービス化しておくことで必要に応じた動的な連携も容易になるだろう。このようにこれからの社会はサービス化とユビキタス化がともに進展していくと考えられるので、サービス指向コンピューティングとユビキタスコンピューティングの2つの側面からWebサービスの技術的な課題を検討する必要がある。

SOAとは

サービス指向コンピューティング Service- Oriented Computing

(SOC)はSOAに基づいてWebサービスをアプリケーション開発の基本的な構成要素として活用することを目的とする計算パラダイムである。

ここでSOAの基本構成を図1に示す。SOAではWebサービスをサービス登録レジストリにサービス記述言語であるWSDLを用いて登録しておき、必要なときにUDDIと呼ぶディレクトリサービスを用いてサービスリクエスタから検索する。必要なWebサービスを発見したら、サービスプロバイダからサービスリクエスタがWebサービスの提供を受ける。

SOAの拡張

SOCのために拡張されたSOAでは、図2に示すように基本サービス、サービス合成、サービス管理からなる階層的なSOAが提案されている^[3]。サービス合成とサービス管理が拡張部分である。

基本サービス層では、Webサービス記述と基本操作を提供する。基本操作には登録、検索、選択、バイ

ンディングなどがある。

サービス合成層では、複数のサービスを連携させるための機能として、コーディネーション、モニタリング、コンフォーマンス、QoSを提供する。コーディネーション機能では要素としてのWebサービスの実行を制御しWebサービス間のデータフローを管理する。モニタリング機能では要素サービスで発生するイベントや情報を監視し上位レベルのイベントを登録する。コンフォーマンス機能ではパラメータの型や要素サービスに関する制約条件に基づいて複合サービスとしての一貫性を保証する。QoS機能では要素サービスのQoSに基づいて複合サービスのQoSを作成する。

サービス管理層ではサービス管理機能とマーケット機能を提供する。サービス管理機能ではWebサービスの性能に関する統計情報を提供して実行性能を可視化したりトランザクションの完了を保証する。マーケット機能ではWebサービスに関するオ

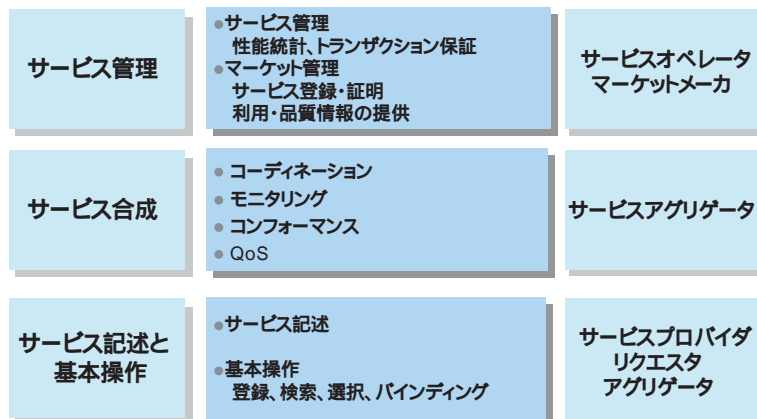
ープンな市場を実現する。WebサービスマーケットではWebサービスの提供者と購入者が会ってWebサービスを利用する機会を提供する。このためにはWebサービスの登録証明やサービス品質や利用状況に関する情報を提供する必要がある。

ここまではユビキタス・サービスとは独立に検討が進められているSOAの拡張を紹介した。以下ではSOAの階層とユビキタス・サービスの分類に基づいて、ユビキタス・サービスをWebサービスで実現する上での課題を文献^{[4][5]}に従って抽出しよう。

ユビキタス SOA の技術的課題

まず本連載の第1回で紹介したユビキタス・サービスの分類を思い出そう。ユビキタス・サービスには、ネットワークへの接続形態（いつでも・どこでも なんでも）と、ネットワークに接続された対象が扱う情報の種類（物理的 意味的）が考えられる。この2つの視点に基づいてユビキタス・サービスを整理すると次のような3種類になると指摘した^{[1][2]}。

- ・モバイル型サービスではいつでもどこでもヒトがユビキタス・サービスを利用できる。
- ・M2M型サービスではヒトとヒトだけでなくヒトとモノ、モノとモノなど、なんでもユビキタス・サービスを利用できる。ここでM2MのMはManとMachineの2



Papazoglou, M.P. and Georgakopoulos, D., "Service-Oriented Computing," Commun. ACM, vol.46, no.10, pp.25-28, October 2003.

図2 SOAの拡張

つを表す。

・コンテキスト活用型サービスではモノやヒトの置かれた状況を理解して適切な情報を提供したり、意思決定を支援する。

さて、ここではWebサービスがユビキタスコンピューティングを実現するために必要となる技術を明らかにするために、この3種類のユビキタス・サービスごとに場合わけして考えてみよう。

モバイル型サービスの課題

モバイル型サービスを実現するためには多様な端末や環境に対応してWebサービスを提供する必要がある。このようなWebサービスのクライアントの変化に対応するために次のような課題を解決する必要がある。

【課題1】 デバイスごとにWebサービス・クライアントを管理しておき、デバイスが変化した場合に適切なWebサービス・クライアントをネットワークからデバイスにダウンロードしてWebサービスを利用できるようにする。またUDDIレジストリだけではなく、Webサービス・クライアントのレジストリを用意する。

【課題2】 デバイスごとに利用可能なWebサービスの機能を定めておき、Webサービスを複数デバイスに対応できるように拡張する。

【課題3】 複数デバイスに渡って連続的にWebサービスを継続して利用できるように、利用デバイスとWebサービス利用者との組合せを意識できるようにWebサービス・クライアントとWebサービスとの通信セッションを拡張する。

M2M型サービスの課題

M2M型サービスを実現するためには、モノやヒトに関する属性情報を扱うWebサービスが必要になる。たとえば、RFIDでVCMを実現する場合、RFIDが付与された対象（ヒトやモノ）をRFIDの読取装置（リーダ）で認識して位置情報を継続的に管理しておき、対象の移動経路を追跡することにより、対象の位置を追跡管理する。このようなWebサービスを実現するためには次のような課題を解決する必要がある。

【課題4】 対象に関する属性情報やその属性情報をアクセスできるデバイスや利用者に関する認証や情報管理が必要になる。このようなM2M型サービスでは、まず個体を識別し、その個体について利用可能なWebサービスを探索するため、情報の実体とその属性情報に関する検索サービスが必要になる。

またモノの情報を処理するだけでなく、その情報と利用者とを突合し、繋いだ相手を信じるためには、サービスや利用者のID情報の正当性を保

証するセキュリティが必要となる。

【課題5】 モノやヒトがコラボレーションするための信頼基盤を提供するためには、モノやヒトの認証サービスと、それらの属性情報を操作するためのWebサービスを認証するためのプラットフォームが必要である。たとえば、モノとそれを操作するWebサービスならびにその利用者である個人とをあらかじめ登録しておき相互認証できるような第三者機関をSOAに追加して拡張することができる。

またセンサーネットワークでは、信用したセンサーからの情報だと思っていたのが、実は、まやかしの情報を流すセンサーがネットワークにつながれている恐れもある。したがってセンサー自体を認証しセンサー情報が改ざんされていないことを保障する必要がある。これはまさにインターネットで個人を認証することが重要であるのと同じである。モノやその状態をきちんと認証することができない限り、信頼できる計算基盤をその上に構築することはできな

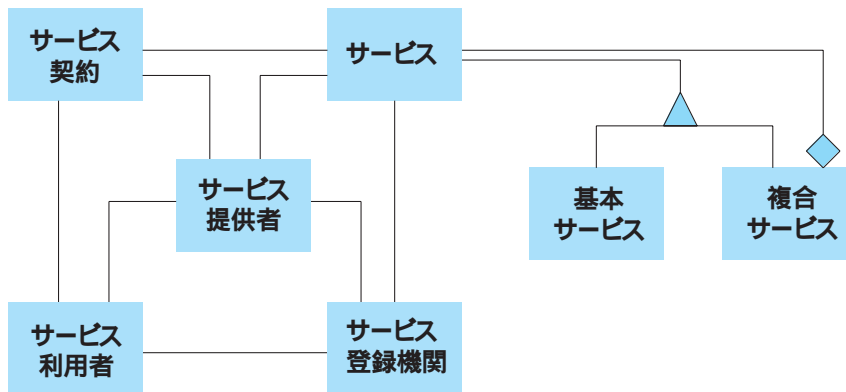


図3 SOAサービス利用フレームワーク

い。たとえばSOAサービスのためのフレームワークを図3に示す。この図では一般のWebサービスについて、サービス登録機関、サービス提供者、サービス利用者という3つのプレーヤからなる参照モデルの例を示している。この参照モデルは文献[6][7]の2者間モデルを拡張している。しかし、この例ではユビキタス・サービスに限定していないので、センサーなどのデバイスを認証するための仕組みを今後拡張していく必要がある。

このようなプラットフォームでは企業間で必要な情報を安全に流通させコラボレーションするために共通言語を話すことができるだけでなく、モノが移動した場所でネットワークにつながり、他の場所の機器ともコミュニケーションできるなど、空間的・物理的制約を意識させないようなコラボレーションを実現できるだろう。

コンテキスト活用型サービスの課題

コンテキスト活用型サービスでは、消費者や企業の状況に応じたサービスを提供できるようになる。たとえば利用者が誰であるか、どんな機能のどんなデバイスを持ち、いつ接続していて、どこにいるのかに基づいたコンテキストを生成することによりサービスプロバイダが最適な情報を提供できるようになる。このようなWebサービスをコンテキストアウェアWebサービス(context-aware Web service)と呼ぶ。コンテキストアウェアWebサービスを

実現するためには次のような課題を解決する必要がある。

【課題6】モノや情報機器、利用者の属性や状況、場所、時間などの組合せをコンテキストとして継続的に管理し他のWebサービスに対して提供できる必要がある。またWebサービスの利用状況についても蓄積・管理・提供する必要がある。

【課題7】コンテキストに応じて最適な情報や操作を検索するためにはコンテキストの意味を理解できることと、コンテキストの意味にふさわしいWebサービスの組合せを提供できるようにWebサービスをコンテキストの意味と対応付けて管理しておく必要がある。

このようにヒト、モノ、サービスなどが時間や場所などのコンテキストに依存しているので、いろいろなサービスやモノ、ヒトとのコラボレーションの結果、大量に発生するトランザクションとそのコンテキスト情報をリアルタイムで獲得・蓄積するサービスや、その結果から知識を抽出して、最適な情報や操作を検索・提示する、といった新しいサービスリポジトリのしくみが必要になるだろう。機器の経路や状態などの情報は、「今どこにいるか/どういう状態か」という値である。このような経路情報管理や機器監視を無数のモノに対して24時間365日行うことを考えると、ネットワークに流れる情報量は膨大なものになる可能性がある。またこのような膨大な情報から、モノの状態や利用者の意図を分析・理解するだけでなくモノに対

する操作の妥当性を検証し、推奨すべき操作案を提示する機能が必要になると思われる。

また個体としてのモノを安全につないで束ねていく上ではモノの状態や正当性を認証するだけでなく、モノごとにその状態を管理することが重要になる。このように個別に違うものをどのように扱っていくかといったことについて、次のような課題を解決していく必要がある。

【課題8】Webサービス・クライアントの多様性に関する管理技術を提供する必要がある。これまでのWebサービスのように1種類のクライアントだけを考えるのではなく、これからのWebサービスでは、それを利用する1つ1つのパソコンや情報機器が異なる状態にあるという、多数の種類Webサービス・クライアントを効率的に扱うための技術が必要になる。

ユビキタス・ネットワーク社会ではパソコンだけではなく、RFIDなど様々なデバイスをつなぐようになっていく。多種多様なデバイスが無数に存在することになれば、いつどこで、デバイスが盗まれるか分からない。どこかに壊れているデバイスもあるかもしれない。この問題に対処できる運用管理技術が必要になる。

【課題9】Webサービスのクライアントを管理しておき、障害や盗難時に対象となるデバイスやクライアントの使用を停止し、そのクライアント・デバイスを利用中の他のWebサービスプロバイダに注意を喚起する。また必要な修復サービスを提供

表1 SOAの技術的な課題

コンテキスト 活用型	コンテキスト情報保護	WSクライアント情報漏洩の予防、クライアントデバイス盗難対策
	マルチクライアント管理	多様で多数のクライアントへのWSの提供関係を効率的に管理
	状況理解	コンテキストの意味を理解して最適なWSを発見
M2M型	ヒト・モノの状態の管理	複数プレイヤー間でのVCMサービスを提供
	ヒト・モノ・WSの認証	ヒト・モノ・WSがコラボレーションするための信頼基盤を提供
	個体情報の検索	WSではなく個体を検索し必要なWSを発見する
モバイル型	WSクライアントレジストリ	デバイスごとに必要なWSクライアントをダウンロード
	WSファミリ	多様なデバイスに対応できるWSを提供
	WSセッション管理	デバイス変更に対応する連続的なWSセッションを提供

する。

以上述べたユビキタス・サービスに対するWebサービスの技術的な課題をまとめると表1に示すようになる。

Webサービスの社会的な課題

社会全体に浸透していくユビキタス・サービスであるから、以上述べたような技術面だけの課題だけでなく、以下に述べるような社会面での課題についてもWebサービスでは取り組んでいく必要があると思われる。

【課題10】公平性と社会的責任

Webサービスが市場として成立するためには、一般市場と同じように、Webサービスを提供するサービスプロバイダと消費者であるリクエスタとが対等に市場参加できるし

くみが必要である。Webサービスの利用にあたって紛争が生じにくい市場環境を実現していくことが望まれる。

【課題11】Webサービスリクエスタの自己責任

Webサービスを利用する上での取引に関する自己決定と自己責任に関するWebサービスリクエスタ自身の自覚が必要である。またWebサービスのトラブル発生時には同じサービスを利用するすべてのリクエスタに対してトラブル情報を提供することも必要である。

【課題12】情報保護

Webサービスを広範に利用するようになると、クライアントの情報がサービスプロバイダによって獲得されるので、より厳重にWebサービスのクライアントとしての顧客情報を管理するしくみが必要になる。

さらにサービスプロバイダがサービスリクエスタの情報を漏洩しないように保護することを制度的にも明確にして顧客情報の漏洩に対する法制度面での取り組みが重要である。

【課題13】グローバル化への対応

インターネットの場合と同じようにWebサービスの場合も、日本国内だけでなくグローバルに利用できる。たとえばアメリカと日本の関係で考えてみる。日本とアメリカのWebサービスを組み合わせたプロセスを持つ複合Webサービス場合、誰が計算したことになるのか、それで得た価値はどこの国のものになるのかといった、国際的なビジネスの取引関係など法制度にも問題が波及する可能性があるだろう。

【課題14】価値観の変化への対応

制度面での課題だけではなく、次々と新しい技術が開発されてくる

表2 SOAの社会的な課題

公平性と社会的責任	サービスプロバイダとリクエスタが対等に市場参加 第三者機関によるサービス評価 サービス提供時の過失責任への対処とリクエスタの保護
自己責任	サービス利用に対するリクエスタの自己責任 プロバイダによるサービス停止などに対するリスク管理 トラブル情報の共有手段
リクエスタ情報の保護	サービス利用に関するリクエスタ情報の漏洩防止 ヒトモノに関するコンテキスト情報の保護
グローバル化	国際間でのサービス利用条件の整備 国際間でのサービス利用時の紛争解決手段の整備
価値観の変化	Webサービスを活用した新たなビジネスモデルの創出 SOAに基づくサービスに対する社会的な受容性の醸成

と、私たち人間の文化・風習、仕事の仕方、あるいは生活のあり方は従来の考え方とは異なったものとなり、はるかに超えるスピードで世の中が変わっていく。社会的なWebサービスの受容性を踏まえた上で、生活者にとって本当に安心できるWebサービス技術を開発していく必要がある。

以上述べたユビキタス・サービスに対するWebサービスの社会的な課題をまとめると表2に示すようになる。

まとめ

今回はユビキタス・サービスをWebサービスで実現する場合の技術面ならびに社会面での課題について考察した。今回紹介したようにソフトウェア技術はユビキタス時代に

向けて既に変化が始まっている。たとえば、ユビキタス時代のWebサービスについても、新しい言語、ミドルウェア、プラットフォーム、方法論、開発環境が必要になるだろう。ソフトウェア技術もソフトウェアだけに閉じた技術ではなくなりモノと一体化して社会に影響を与えるようになってきた。したがって、技術面だけでなく社会面の課題も同時に具体的に考えていくことが重要になっている。今回紹介した課題を解決するソリューションはまだどこにも存在しない。だからこそ日本からこれからのユビキタス時代を支える新たなIT基盤を世界に先駆けて積極的に研究開発していくことが望まれる。

参考文献

[1] 山本修一郎、ユビキタスサービスが変革するITの世界、オペレーションズリサーチ, vol.49, No.4, 2004, pp.238-244

[2] 山本修一郎、ユビキタス社会を支えるIT技術 <http://www.bcm.co.jp/>
 [3] Papazoglou, M.P. and Georgakopoulos, D., "Service-Oriented Computing," Commun. ACM, Vol.46, No.10, pp.25-28, 2003.
 [4] 山本修一郎、第3回XMLコンソーシアムWeek 特別講演 「SOAが加速するe-コラボレーション」, http://www.xmlconsortium.org/seminar/w03/prog_1.html
 [5] 山本修一郎「ユビキタス時代のソフトウェア技術者」ソフトウェア・シンポジウム2004論文集, pp. 5-10
 [6] R.BRERETON, THE SOFTWARE CUSTOMER / SUPPLIER RELATIONSHIP, COMMUN. ACM, Vol. 47, No. 2, pp.77-81, 2004.
 [7] J.Bloomberg, GROWING AN AGILE SERVICE -ORIENTED ARCHITECTURE: ACHIEVING REUSE & LOOSE COUPLING THROUGH WEB SERVICES DELIVERY CONTRACTS, ZAPThink, September 2003.

お問合せ先

㈱NTTデータ
技術開発本部
TEL : 03-3523-8003