

インターネット上を移動するサービスデータベースによる ノード・サービス探索機構

森部 博貴, 中村 豊, 藤川 和利, 砂原 秀樹

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

概要: 近年のネットワーク環境やデバイステクノロジーの進展にともない、インターネット上に分散して存在するデバイスの制御やデータ伝送を行いたいという要求が高まっている。このことを実現するためには、始めに、どこにどのような機能を提供できるサービス資源が存在するかを知らなければならないが、SLPに代表される既存技術ではローカルなネットワークに存在するサービスの探索しか行えない。本稿では、インターネット上に分散して存在するサービスを把握する手法及び、ユーザにとって適切なサービス資源を提示できるシステムについて述べる。

An architecture for searching Internet services from the local database of mobile nodes

Hiroataka Moribe, Yutaka Nakamura, Kazutoshi Fujikawa, Hideki Sunahara

Graduate School of Information Science
Nara Institute of Science and Technology

Abstract: With better infrastructure and hardware, we see greater possibilities where we can control networked appliances and devices via the network. In order to achieve this, it is imperative that devices announce their presence and functionalities to the other devices in the network during their connection. Service Location Protocol is one of the several suggestions to solve this problem. However, SLP and others are unable to perform searching which is essential for discovering services globally. This research shows how our system can be used to show the most appropriate service for the user as he moves across the Internet together with the service database.

1 はじめに

現在のインターネットにおいて、ネットワークデバイスの発達によるネットワーク接続、また、デバイステクノロジーの発達による計算機資源、及びそれによって提供されるサービスやコンテンツの遍在化が進んでいる。

このような流れのなかで、IPv6が提供する広大なアドレス空間とあいまって、身の回りのいたる

ところで様々なサービスを提供するネットワークに接続されたデバイスが存在する、いわゆるユビキタスコンピューティング環境が整いつつある。

さらに、近年の常時接続環境の普及により、ネットワークプリンターやインターネットゲートウェイ、インターネットに接続できる家電機器などのネットワークに接続されたデバイス、あるいはそれによって提供されるアプリケーションを、ユー

ザの利便性の向上のために、遠隔から各機器間で相互に連携しデータ伝送や制御を可能にしようという機運が高まっている。

たとえば、遠隔から照明機器のオン/オフや、ビデオの録画予約などの制御、そのビデオに録りためた映像を見るといったデータ伝送である。あるいは、外出時に携えたデジタルカメラから、その写真を自宅のプリンタに出力する、外出先にあるプリンタに印刷する、さらには外出先で出会った人が所有する遠隔にあるプリンタに出力するというようなことである。

このようにユーザの利用したい資源が、自宅や会社、学校、あるいはサービス資源を有償/無償で提供してくれる施設・店舗など、複数のネットワークに分散して存在することは十分考えられる。ユーザは、複数のネットワークに分散して存在するサービス資源を把握できなければ、そのサービス資源を利用することはできない。

サービス資源の把握とは、ネットワーク上にどのような機器が存在しているか、他の機器がどのような機能を持っているかを知ること、つまりノードとサービスの探索である。

これらの仕組みを提供するための技術として、IETFで標準化されているSLP(Service Location Protocol)[1]や、UPnP(Universal Plug & Play)[2]、Jini[3]などが提案されている。しかし、これらの既存技術は、主にリンクあるいはサイトなどのローカルエリアに存在するサービス資源を、ローカルな範囲のマルチキャストを利用して探索を行うように設計されているため、グローバルなインターネット上にユーザが利用したい資源が分散して存在する場合にはサービス探索は不可能である。

インターネット上に分散して存在するサービス資源をどのように探索し把握するかについては、いくつかの方法が考えられる。例えばインターネット上にある、すべてのサービス資源を把握できるシステムを構築することである。

LDAP(Lightweight Directory Access Protocol)[4]などのようなサービス情報を登録することができるサーバを置き、それを階層構造に分散配置して、DNS(Domain Name System/Service)のようなグローバルな分散ディレクトリサービスを構築し、そのシステムに対してサービスを探索する方

法である。あるいは、Gnutella[5]のようなシステムを構築し、中央のインデックスを置くことなくインターネット上に分散して存在するサービス資源を探索可能にし、ユーザがそのシステムに対してサービスの問い合わせ/通知を行なうことなども考えられる。

しかし、前者では、インターネット上で提供されるサービス資源に、全世界規模でアクセスできるような巨大なディレクトリシステムを構築するコストが非常に高い。また、後者のフラディングによるサービス資源探索では、ネットワーク帯域を含め、コストが非常に高い。

また、ユーザが利用したいサービス資源、特にモニタやプリンタなどのアプライアンスは、各ユーザの生活圈、あるいは移動する範囲など、実世界で関りのある場所に存在することが多いので、このようなシステムを構築することは、全世界規模でインターネット上に存在する資源を把握することに魅力はあるが、コストに見合うほどの効果は得られないと考えられる。

そこで本研究では、ユーザの移動・関りのある範囲に各ユーザが利用したい資源の大部分が存在するというに着目し、インターネット上に分散して存在するサービス資源を、ユーザとともに移動するサービスデータベースを提案する。提案システムは、移動先の各ローカルネットワークでサービスを探索してその情報を蓄積し、ユーザに適切なサービス資源情報を提供する。

2 システム概要

2.1 提案モデル

ユーザは提案システムが組み込まれたデバイスを少なくとも一つ所有し、そのデバイスとともに各ローカルネットワークを移動する。提案システムは各ローカルネットワークを移動するたびに、有線/無線を問わず様々な形態で各ネットワークに参加するが、提案システムの移動性に鑑みて主に無線通信環境を想定する。各ローカルネットワークは無線通信が可能な範囲で一つのセルを構成している。各セルにはネットワークプリンターや、インターネットに接続できる家電機器など様々なサービスを提供できるデバイスが存在している。そのイメージを図1に示す。

本研究の提案システムは、ローカルなネットワークにおいては SLP、UPnP などの既存技術と同様にリンクあるいはサイトなどのローカルな範囲へのマルチキャストを利用したサービス探索を行う。その結果得られるサービス資源情報を、提案システムであるサービスデータベースに登録する。そして、ユーザと一体であるサービスデータベースが移動し、異なるローカルネットワークに参加した際に、再び同様の手続きでサービス探索を行う。これを繰り返すことによってユーザが移動する範囲のネットワークそれぞれでサービス資源情報が把握、蓄積されていく。

提案システムでは、既存技術と異なり、移動性に伴い発生したサービス探索についての連続性、いわば積み重ねた経験の記憶を与えている。

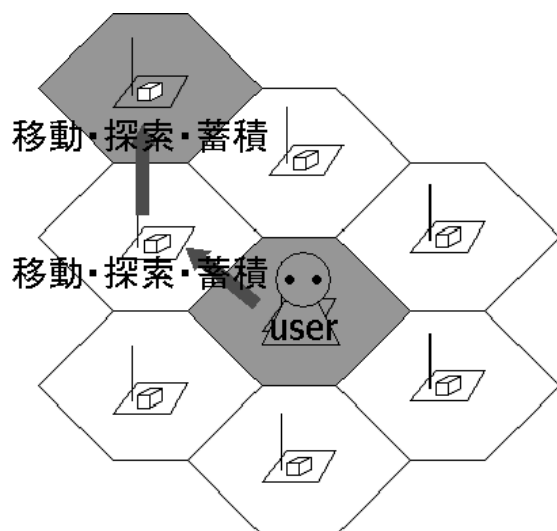


図 1: 本システムの動作イメージ

このようなシステムを構築する場合、以下の項目について検討する必要があると考えられる。

- サービス情報の蓄積方法
- サービス情報の提示方法
- プライバシーとセキュリティ

次に、本システム要件の詳細について述べる。

2.2 システム要件

2.2.1 サービス情報の蓄積方法

本システムでは、ネットワークを移動するたびに、サービス情報の探索・蓄積を行う。移動を繰り返すことにより、ユーザにとって無意味なサービス資源情報が、サービスデータベースに大量に蓄積される可能性がある。そこで、一定期間参照されないサービス情報は削除されるべきである。

しかし、頻繁に参照されないサービス情報であっても、信頼できる利用可能なサービス資源が存在することをユーザが把握している場合は、削除の対象外にする必要がある。

2.2.2 サービス情報の提示方法

サービスデータベースには、多くのサービス資源情報が蓄積される可能性がある。しかし、各ユーザにとって有効であるサービス資源情報は、少数の選択肢として提示されるべきである。それは、実際にアプライアンスなどのサービスを利用する際に、たくさんのサービス資源の選択肢を提示されても、ユーザが利用したいサービス資源は一つであり、その選択肢のほとんどが有効な選択肢には成りえないからである。

また、どのサービス情報がユーザにとって適切なものであるかを、多くのサービス情報項目から、逐次、ユーザが選択するのでは、サービス探索システムとして適切ではない。サービスを探索した結果からユーザの位置や都合にあわせて、適切なサービスを提示する必要がある。

ユーザの移動に伴い、ユーザにとっての適切なサービス資源は変化していく。ユーザの移動に伴い、適時、利用するサービス資源を切り替えていけば、サービスマイグレーションが可能になる。サービスマイグレーションとは、ユーザの移動とともに、等しい機能を提供するサービス資源が移動先に存在した場合に、そのサービス資源に切り替える、サービスの向けなおしのことである。

たとえば、映像をモニタで見ている場合に、ユーザの移動に伴い、移動先のモニタにその映像が出力されるといったものである。図 2 にサービスマイグレーションのイメージを示す。

また、ユーザが映像を見ているモニタから離れ、他のネットワークに移動したときに、その移動し

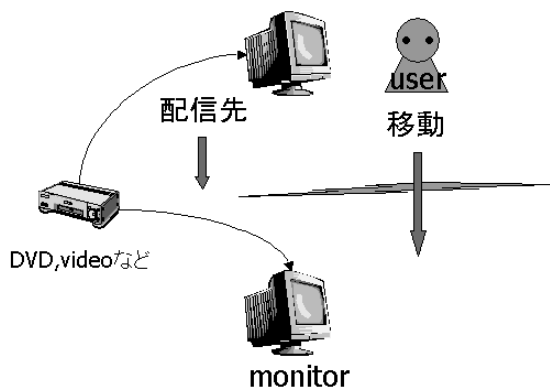


図 2: Service migration

たネットワークにモニタがない場合には、映像の出力先を VTR や DVD Recorder のようなストレージデバイスに向けなおすといったこともサービスマイグレーションの一形態といえる。ユーザを取り囲むサービス資源の存在状況にあわせて、サービスの提供を別の方法で維持することが可能である。これを、サービスの維持ということとする。

以上から、ユーザにとっての適切なサービスを、ユーザの位置と各サービス間の関連性によって定義する。

2.2.3 プライバシーとセキュリティ

提案システムは、各セル間を移動しながら参加するネットワークが切り替わるので、外部から新たなネットワークに参加するということになる。参加される側のネットワークにあるサービス資源の中に、外部から加わったサービスデータベースへ把握されてはならないものがあることも当然考えられる。このように、資源の公開性の選択・プライバシーの確保ができなければならない。資源の公開性についてのイメージを図 3 に示す。

また、移動している提案システム自体も、各ネットワークに参加した際はサービスの問い合わせを受ける立場でもある。各ネットワークに存在する各サービス資源から問い合わせを受けるだけでなく、複数の提案システムが出会い、それぞれが蓄積しているサービス資源情報が交換される場合も考えられる。その様子を図 4 に示す。

提案システムのサービスデータベースは、ユー

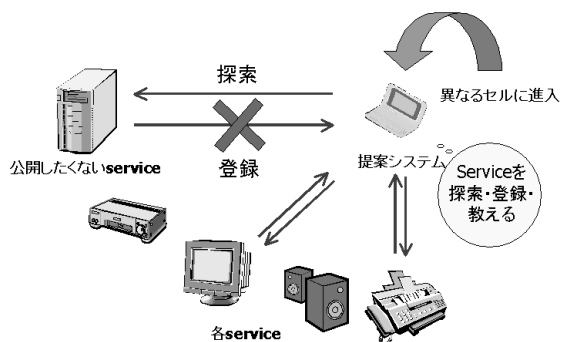


図 3: 資源の公開性

ザの移動の結果、蓄積されたサービス資源情報であるから、当然そこに把握されてはならないサービス資源情報を保持している場合がある。そのサービス資源情報の公開/非公開について、セキュリティ・プライバシーの確保がなされなければならない。

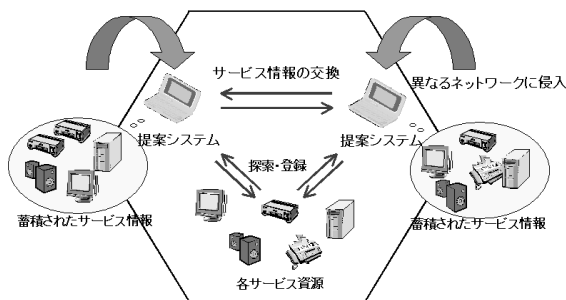


図 4: 探索と問い合わせ

3 提案システムの設計と実装

3.1 サービス情報の蓄積方法

提案システムのデータベース部において、以下に説明する項目を扱い、要件を満たすよう設計する。しかし、UPnP などの他のプロトコルのサービス記述定義にあわせて柔軟に項目を増やすことも可能である。他の既存技術に定義されている項目を利用することでも同様の機能を実現できるが、一例として、提案システムでは IETF において標準化がすでに行われている、SLP においてやり取りされるメッセージ項目に基づき設計する。

- サービスロケーション
各サービスを提供するデバイスのアドレスである。これは、SLPにおいては、各デバイスのサービスの URL である。SLP では、たとえばプリンタであったら、`service:printer:lpr://ignore.wco.ftp.com/draft` のように定義されている。
- サービスタイプ
サービスタイプとは、どのような機能が提供できるかを端的に示す文字列である。SLP では、サービスタイプはさらにアブストラクトタイプとコンクリートタイプがある。たとえばプリンタであれば、アブストラクトタイプに”printer”、コンクリートタイプには”lpr”というような記述がされている。
- サービス探索が行われたタイムスタンプ
提案システムが移動しながらサービスを探索し、サービス資源情報を登録した時点のタイムスタンプである。
- サービス情報を参照したタイムスタンプ
提案システムが、サービス資源を利用しようとサービス情報を参照した時点のタイムスタンプである。
- パスワード
これは、資源の公開性について選択できるようにするためのものであり、各サービス資源項目ごとに設定されている。このパスワードを知らなければ、サービス資源の情報を知ることはできない。
- 高信頼サービス資源フラグ
サービスを提供する資源について、ユーザがその存在や、利用について特に信頼できる場合にこのフラグを立てる。このフラグがたっていればキャッシュから削除される対象から外れる。

本システムでは、無制限にサービス資源情報を蓄えると、データベースの検索に時間がかかることや、記憶容量が少ない場合も考慮して、設定により蓄えるサービス資源の項目数を一定に制限できるようにする。

また、高信頼サービス資源フラグを利用することによって、ユーザにとって削除されては困るサービス資源項目を、データベースの項目数の制限による削除の対象外とし、サービスを選択する際の優先度を高く設定できる。

3.2 サービス情報の提示方法

ユーザの位置や都合にあわせて、ユーザにとって適切なサービス情報の項目をデータベースから提示しなければならないが、提案システムではユーザの位置とサービスの関連性によって、サービス資源情報の項目のマイニングを行う。

- ユーザの位置
ユーザが現在所属しているネットワークのアドレスを参照し、ユーザが現在所属しているネットワークに存在するサービス資源情報に絞り込む。その場に適切なサービス資源が存在しなければ、サービス探索が行われたタイムスタンプの項目を参照して、近隣のネットワークに存在するサービス資源を提示し、サービスをそこに向けなおすことが可能となる。
- サービスの関連性
サービスの関連性はサービスタイプを用いて絞り込みを行う。直前まで利用していたサービスは、サービス情報を参照したタイムスタンプによって知ることができる。そのサービスと同一のサービスタイプをもつサービス資源がサービスの向けなおしの対象になる。また、定義ファイルを設定することにより、”サービスの維持”もこのサービスタイプを用いて可能になる。

以上を組み合わせることで、ユーザに提示するサービス資源の項目の絞り込みを行い、ユーザの位置や都合などのコンテキストに合わせた、適切なサービス資源が提示できる。提案システムでは、まずサービスタイプで絞り込み、優先度を、ユーザが所属するネットワークに存在する資源、信頼できる（高信頼資源サービスフラグが有効になっている）資源、近隣の資源の順につけて、さらに絞り込みを行っている。

3.3 プライバシーとセキュリティ

本システムでは、データベース中のサービス資源の項目に対して、個々にパスワードを設定することで、サービス資源情報に一定のアクセス制限を与えている。

4 考察

最適なサービス資源をユーザに提示するためのサービス資源項目の絞込みについては、一定の効果が得られるが、サービス資源の探索状況次第でユーザにとって提示されたサービスが不適切な場合がある。サービス資源項目の絞込み方については、より高精度な学習方法が求められることも考えられる。本システムでは、少数ではあるが複数の選択肢を提示することでこの問題を回避している。

また、提案システムでは、ユーザの位置を各ネットワークで与えられたアドレスを元に定義している。しかし実際には、同じローカルネットワークに属してるサービス資源でもそれがユーザにとって、物理的に利用可能な範囲に存在するサービス資源とは限らない場合もある。

ユーザの物理的な位置を把握する RFID タグや GPS システムなどを利用して、ユーザにとってより適切なサービス資源を選択できるようにすることが考えられる。

また、セキュリティとプライバシーに関して、end-to-end でサービス資源を利用するまでの流れは、大きく分けると以下の三段階に分けられる。

1. ネットワーク接続の確立
2. サービス探索
3. end-to-end でのサービス資源の利用

これらの各段階それぞれでセキュリティの確保がなされる必要があるが、まず提案システムは移動しながら各ネットワークに侵入するので、ネットワークに加わる際に一定のセキュリティの敷居がある。たとえば IEEE802.11b による無線通信環境であれば WEP KEY の入力などである。その段階を経て各ネットワークに参加することができて初めて、サービス探索が可能になる。このことから、本システムではそれほど厳重なセキュリティを提供してはいない。強固なセキュリティは、

end-to-end でサービス資源を利用する際に確保されるべきであると考ええる。しかし、このことは実際の利用形態などにあわせて、これからさらに検討が必要であると考えている。

5 終わりに

提案システムにより、インターネット上に分散して存在するサービス資源を把握し、利用者にとって一定の精度で適切なサービス資源を提示することができることを確認した。

また、提案システムはより抽象的なサービス探索にも利用可能である。たとえば、車で移動しながら店舗などの情報を配信するようなシステムとしても利用可能であると考ええる。提案システムでは、このような利用に見合う利用者数の規模に対する考慮はあまりなされていない。

今後はこのような利用を想定し、スケーラビリティを考慮に入れて、提案システムの移動性により発生する諸問題についての評価をしたいと考えている。

参考文献

- [1] E.Guttman,C.Perkins,"RFC2608:Service Location Protocol Version2",June 1999.
- [2] Microsoft Corporation,Universal Plug and Play Forum Web Sit:
<http://www.upnp.org/>.
- [3] Jini Community,Jini.org Web Site:
<http://jini.org>.
- [4] M.Wahl,T.Howes,S.Kille,
"RFC2251:Lightweight Directory Access Protocol(v3)",December 1997.
- [5] Andy Oram,Peer to Peer:Harnessing the Power of Distructive Technologies,O'Reilly,March 2001.