

サービスに応じたネットワーク自動選択接続及びサービス実行方式

宮本善則[†] 奥山嘉昭[†] 浅井伸一 中川好久 村上卓弥 佐藤直樹

[†]日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所

E-mail: [†]y-miyamoto@ej.jp.nec.com, [†]okuyama@da.jp.nec.com

概要: 無線LAN、携帯電話網、VPN接続などの通信手段の充実により、接続先ネットワークへのアクセス手段が多様化している。そのため、サービスとその利用用途に応じて、適切なネットワークへのアクセス手段を使い分ける必要がある。従来の端末では、上記のアクセス手段の選択、及び接続をユーザが個別に行っており、これらを提供するフレームワークが存在しなかったため、ユーザビリティの低下に繋がっていた。そこで、端末がサービスに応じて最適なネットワークを自動的に選択し、接続するためのネットワーク接続管理機能を提案する。この提案により、多様化するサービス利用方法をユーザが意識することなく統一的に利用することが可能になる。

キーワード: ネットワーク接続, サービス発見, VPN 接続, UI

AN AUTOMATIC NETWORK SELECTION AND CONNECTION METHOD FOR EACH SERVICE

Yoshinori Miyamoto[†]

Yoshiaki Okuyama[†]

Shinichi Asai

Yoshihisa Nakagawa

Takuya Murakami

[†] System Platform Research Laboratories, NEC Corporation

E-mail: [†]y-miyamoto@ej.jp.nec.com, [†]okuyama@da.jp.nec.com

Abstract: Various wireless network bearers, such as wireless LAN, W-CDMA, and VPN, are getting popular. Thus, a multi mode terminal needs to select a suitable access method depending on what services are used. Legacy terminals, however, have no framework to automatically select a suitable access method. Therefore, the user needs to select manually, this might cause usability problems. This paper proposes a function to select and establish the network connection automatically. With this proposal, we can easily use services without being aware of selection and establishment of the network access.

Keyword: Network connection, Service discovery, VPN connection, UI

1. はじめに

近年、無線LAN、携帯電話網、VPN接続などの通信手段の充実により、同一サービスに到達するためのネットワーク接続手段が多様化している。また、インターネット、無線LANスポット、家庭内プライベートネットワーク、イントラネットなど、ネットワークも多様化しており、さらにそれぞれのネットワークで利用できるサービスも異なる。

ネットワーク上のサービスを端末から利用するとき、サービスとその利用用途に応じて、適切なネットワーク接続手段を選択し、接続処理を行う必要がある。例えば、図1に、インターネット上のホームページ

サービスを利用するとき、無線LANまたは携帯電話網を通信経路としてインターネットに接続し、ホームページを閲覧することができる。また、家庭内プライベートネットワークの機器を利用するときは、無線LANや携帯電話網を接続経路としてインターネットに接続を確立した後、さらにセキュアなVPN接続を行い、家庭内プライベートネットワークにアクセスする必要がある。

このように、利用するサービスごとに必要なネットワーク接続は異なる。また、目的のネットワークに接続するために利用する通信インフラも場所に応じて異なることがある。

したがって利用するサービスと、場所などのコンテキスト情報、及びネットワーク利用における通信帯域や課金などを考慮して、接続ネットワークと接続経路を決定する必要がある。しかし、これらの接続処理は複雑な判断と、煩雑な操作を行わなければならないので、手動で行うことはユーザに負担が掛かる。

今後、今以上にサービスとその利用方法が多様化し、通信インフラが増加することを考えると、適切なネットワーク接続を自動で行うしくみが必要になると考えられる。

そこで、サービス利用時にネットワークを指定することで、そのネットワークへのアクセス手段を自動的に選択するための技術が提案されている[1]。しかし、ネットワークの選択自体は手動で行う必要があり、サービスとその利用用途に応じて適切なネットワークを自動的に判断することはできない。

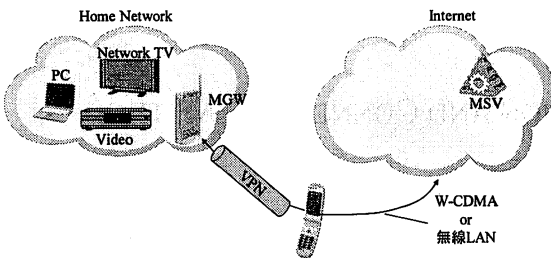


図 1 サービス利用時のネットワーク接続手段選択

そこで本稿では、端末がネットワークとサービスを関連付けて記憶することで、適切なネットワークを自動的に選択・接続し、サービスを実行するための方法を提案する。この方法により、ネットワーク接続情報をユーザが意識することなく、サービスを統一的に利用することができる。

2. サービス利用の背景技術

本章では、従来のサービス利用技術について説明する。

2.1. サービスを利用するための処理/手順

ユーザが端末を用いて、ウェブサービスを利用するとき、無線 LAN 又は携帯電話網を用いて、インターネットを介してウェブサービスを利用する。このとき、ネットワークへの接続手段として無線 LAN もしくは携帯電話網のどちらかを選択し、利用するウェブサービスを選択する必要がある。

また、ユーザが端末を用いて家庭の機器を利用するとき、まずインターネットへの接続を確立した後、家

庭内プライベートネットワークに接続する必要がある。しかし、通常セキュリティ対策や IP アドレスの割り当ての問題などから、家庭内ネットワーク内の装置がインターネットに直接接続されることは少ない。そのため、外部ネットワークからプライベートネットワークを利用するには、インターネットを介した VPN 接続を利用することが一般的である。さらに、家庭内には、同種の複数機器が存在する可能性があるため、それらの複数の機器から必要に応じて利用する機器を選択する必要がある。ここでは、端末が最初に接続する外部ネットワークから家庭内などの異なるネットワークへ接続して、さらにそのネットワーク上の機器を選択する必要がある。

2.2. 従来のサービス利用における問題点

ネットワーク上のサービスを利用するためには、少なくとも以下の処理/手順を行う必要がある。

- 利用するサービスが存在するネットワークまでの接続経路を選択する。
- 接続経路上の接続手段及び認証情報を選択する。
- ネットワークの接続を確立する。
- 利用するサービスを決定する。

例えば、ウェブサービスを利用するとき、接続経路として無線 LAN 又は携帯電話網を利用してインターネットに接続する。そして、利用するウェブサービスを決定するといった処理/手順となる。

また、ユーザが家庭内ネットワークの機器を利用するときには、無線 LAN 又は携帯電話網などを用いて、インターネット接続を確立した後、セキュアな VPN 接続で家庭内プライベートネットワークに接続する。そして、利用する機器を決定するといった処理/手順になる。

ここで、無線 LAN 接続には、無線 LAN アクセスポイントの識別子 (ESSID/BSSID)、パケット暗号化用の WEP キー、及び認証情報などが必要である。また、VPN 接続を利用するとき、接続先ネットワークに設置された VPN ゲートウェイの認証情報が必要である (以降、これらの接続情報を、ネットワーク接続情報と記述する)。

このように、特定のネットワークに接続するたびに、適切なネットワークへの接続経路、その接続手段、及び接続情報を随時使い分ける必要がある。しかし、このような使い分けを行うためには、ユーザが複雑な判断と、煩雑な操作を行わなければならない。

2.3. 提案内容とその効果

上記の問題点を解決するために、本稿ではサービスとネットワークを関連付けて記憶することで、利用するサービスを選択すると、適切なネットワークへ自動的に接続するための方法を提案する。

この提案により、ユーザは利用するサービスを選択するだけで、サービスが存在するネットワークへの接続を意識することなくサービスを利用できるようになり、異種ネットワークに分散する多種多様なサービスを横断的に利用することが可能になる。

3. 本提案のサービス接続方法

サービスとその利用用途に応じて、自動的に適切なネットワーク接続を行うための方法について説明する。

3.1. サービスとネットワークの関連付け

端末はネットワークに接続すると、UPnP のサービスディスカバリなどを使用してネットワーク上のサービスを検索し、サービスの情報をキャッシュする。このとき、サービスの情報とそのサービスを発見したネットワークへの接続情報を関連付けて記憶しておく。

ここで述べる端末としては、ユーザが移動しながら利用する携帯電話・ノート PC・PDA などが挙げられる。

3.2. サービス利用時のネットワーク自動接続

ユーザがサービスを利用するとき、端末は利用するサービスに関連付けられたネットワーク接続情報を検索することで、適切なネットワークに自動的に接続する。

例として、家庭の HDD を利用して録画を行う際のサービス利用イメージを図 2 に示す。

ユーザが「ビデオ録画」サービスを実行すると、そのサービスに関連付けられたネットワーク接続情報を決定する。この例では以下のような動作となる。

1. 「ビデオ録画」サービスをデータベースから検索すると、家庭内ネットワークにサービスがあり、このネットワークには VPN 接続で接続すればよいことが分かる。
2. インターネット接続を確立する。
3. 家庭内プライベートネットワーク上の VPN ゲートウェイに対して VPN 接続を確立する。

このようにして、サービスとその利用用途に応じて、ネットワーク接続を自動的に行うことが可能になる。

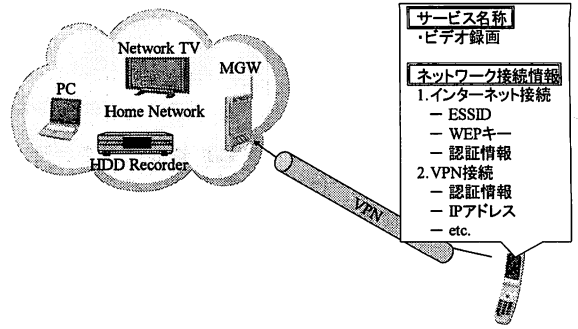


図 2 サービス利用イメージ

4. 実装

本章では 3 章で述べたサービスとその利用用途に応じてネットワークを自動的に選択・接続及びサービスを実行するシステムの実装方法について述べる。

4.1. 構成要素

端末は以下の図 3 に示す構成要素を持つ。ネットワークに接続した際に、そのネットワーク上に存在するサービス情報を収集するための機能として、サービス検索 APP (アプリケーションプログラム)、ネットワーク接続管理部、サービス接続情報 DB (データベース) を端末に実装した。さらに、収集したサービス情報をもとに、サービスを利用するための機能としてサービス利用 APP を実装した。各機能の詳細については 4.2 章で説明する。

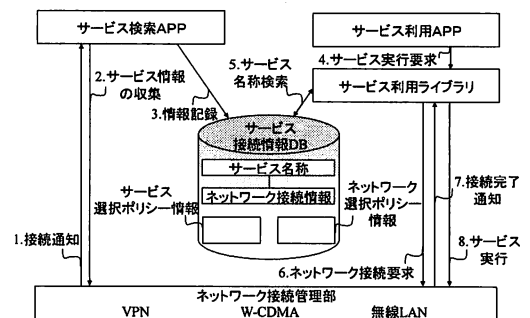


図 3 サービス検索・利用時の端末の構成要素

4.2. 各構成要素の機能

本章では、本提案の端末が持つ各構成の機能について詳細に説明する。

4.2.1. サービス検索 APP

端末に内蔵されるアプリケーションプログラムであり、以下の機能を備える。

■ サービス検索機能

端末装置が任意のネットワークに接続したとき、そのネットワーク上のサービス情報を収集する。

例えば、サービス検索 APP は、UPnP のサービス検索 APP である。このとき、帰属するネットワーク上の機器を検索するために SSDP でディスカバリメッセージをマルチキャストする。

■ サービス情報記録機能

収集したサービス情報を記録しておく機能である。このとき、各サービスに固有の識別子を生成する。これは、同じ機能をもつサービスが複数存在するときでも、個々のサービスを区別可能にするためのものである（以降、サービス識別子と称する）。例えば、ネットワーク上に HDD レコーダが二つ存在するとき、それらには異なる識別子を付与し区別できるようにする。

サービスの情報を記録する際は、サービスが存在するネットワークを一意に決定するための識別子（以降、ネットワーク識別子と記述）と、そのネットワークに接続する手段も関連付けて保存する。

例えば、家庭のネットワーク「HOME」に接続するには、インターネット接続+VPN 接続が必要であること、および接続に必要なパラメータ（無線 LAN、VPN 認証情報など）が記述されたネットワーク接続情報を関連付けておく。

4.2.2. サービス接続情報 DB

サービス接続情報 DB は以下の情報を記録する。

■ サービス情報/ネットワーク識別子情報

サービスの情報を、ネットワーク識別子と関連付けて記録する。

■ ネットワーク識別子と、関連するネットワーク接続情報を記録する。

■ サービス/ネットワーク選択ポリシー情報

サービス選択ポリシー情報、及びネットワーク選択ポリシー情報を保有する。ここで、サービス選択ポリシー情報とは、サービスを利用する際の、課金の有無、サービス機能の充実度などのサービス選択基準である。また、ネットワーク選択ポリシー情報とは、接続の通信速度やセキュリティ対策の有無などのネットワーク選択基準である。これらの利用方法に関しては、4.3.2 章で述べる。

4.2.3. サービス利用 APP

サービス利用 APP は、端末に内蔵されるアプリケーションプログラムであり、4.2.4. で述べるサービス利用ライブラリを用いて、サービスを実行する。

4.2.4. サービス利用ライブラリ

サービス利用ライブラリは以下の機能を備える。

■ ネットワーク接続情報検索機能

ユーザが指定したサービスに応じて、適切なネットワーク接続情報をサービス接続情報 DB から検索する。

このとき、複数のサービス/ネットワークが見つかったときは、サービス選択ポリシー、およびネットワーク選択ポリシーを用いて最適なものを 1 つ選択する。

■ ネットワーク接続実行機能

検索されたネットワーク接続情報を利用して、ネットワークへの接続指示を接続管理部に指示する。

4.2.5. ネットワーク接続管理部

ネットワーク接続管理部は以下の機能を備える。

■ ネットワーク接続通知機能

端末がネットワークに接続したとき、そのネットワークの識別子をサービス検索 APP に通知する。

■ ネットワーク接続機能

ネットワーク接続情報をもとに、ネットワーク接続を実効する。

4.3. 本提案の端末装置による動作シーケンス

ここでは、端末の動作シーケンスについて説明する。

4.3.1. サービス情報収集時の動作シーケンス

4.2.1 に示す構成要素を持つ端末による、サービスを検索する際の動作シーケンスについて説明する。

Step1: ユーザがサービスを利用することで端末が任意のネットワークに接続する、もしくは端末がネットワークに接続可能な位置に移動したときにネットワークに自動接続すると、ネットワーク接続管理部は、そのネットワーク接続情報をもとにサービス接続情報 DB から関連するネットワーク識別子を取得する。そして、取得したネットワーク識別子を接続完了メッセージと共に、サービス検索 APP に通知する。

Step2: サービス検索 APP は、接続したネットワーク上のサービス/機器情報を収集する。

Step3: サービス検索 APP は収集したサービス/機器情報ごとにサービス識別子を生成する。そして、サービスの情報と識別子を Step1 で通知されたネットワー

ク識別子と関連づけて、サービス接続情報 DB に記録する。

4.3.2. サービス利用時の動作シーケンス

4.2.2 に示す構成要素を持つ端末による、サービスを利用する際の動作シーケンスについて説明する。

Step4: ユーザがサービスを選択すると、サービス利用 APP は、サービス利用ライブラリにネットワーク接続情報検索要求を出す。

Step5: サービス利用ライブラリはサービス名をキーに、サービス接続情報 DB を利用してサービス識別子とネットワーク接続情報を検索する。

このとき、サービス識別子やネットワーク接続情報が複数存在したとき、サービス/ネットワーク選択ポリシーに基づき、最適なものを1つずつ選択する。

Step6: サービス利用ライブラリは、このネットワーク接続情報をネットワーク接続管理部に通知する。

Step7: ネットワーク接続管理部は、ネットワーク接続情報をもとに、ネットワーク接続を確立する。

Step8: サービス利用 APP は、ユーザが選択したサービスの利用を実行する。

5. 評価

本章では、4 章で述べた端末を利用して、遠隔から家庭内プライベートネットワーク上の機器を利用する際の UI (ユーザインターフェイス) の評価を行う。ネットワーク環境のイメージを図 4 に示す。

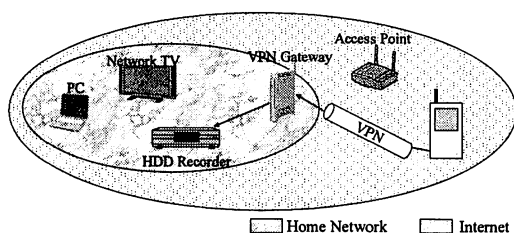


図 4 実験環境における家庭内機器の利用動作

評価用に以下のネットワーク構成を定義した。

- 実験環境には、無線 LAN アクセスポイントが設置された Internet、及び VPN ゲートウェイ (無線 LAN アクセスポイント付き) が設置された Home Network が存在する。
- Home Network には、VPN ゲートウェイ、ビデオ、及び冷蔵庫などの機器がある。また、Home Network は、プライベートネットワークであり、Internet から直接アクセスできない。

- 端末は Internet 上に設置される無線 LAN アクセスポイントに接続可能である。

5.1. サービス利用 UI のユーザビリティ評価

本提案の端末を用いてサービスを利用するとき、利用する機器の選択やネットワーク接続手段の選択におけるユーザビリティを評価する。

実際に構築するネットワークでは、VPN 接続やサービス利用の際の動作時間にばらつきが生じるため、仮想的な UI (ユーザインターフェイス) を用いた。評価方法としては 10 人の被験者が端末を用いて、外部ネットワークから家庭内プライベートネットワークへ接続して、家庭内の録画予約情報を確認するといったサービス利用形態を実施した。このときサービス利用 UI は、実際にユーザがサービスを利用するときに必要な UI を想定して作成した。

5.1.1. 従来の端末の UI 評価

従来の端末を利用して、リモートからサービス/機器を利用するときのユーザが行う利用動作の一例として、以下のような利用手順に従う必要がある。

- 接続可能な無線 LAN アクセスポイントを検索して、発見した無線 LAN アクセスポイントに接続することで、インターネット接続を確立する。このとき、無線 LAN アクセスポイントへの接続時間を 1 秒 (一般的なアクセスポイントへの接続時間を想定) を設定した。
- VPN 接続を利用して、Home Network に接続する。このとき、VPN の接続を確立するまでの接続時間を 1 秒 (一般的な VPN 接続時間を想定) に設定した。
- 家庭内の機器を検索する。このとき、帰属するネットワーク上のサービスを発見するまでの検索時間を 2 秒 (例として UPnP におけるサービス検索時間を想定) に設定した。
- 発見した家庭内機器から利用する機器を選択する。

5.1.2. 本提案の端末を利用

本提案の端末を利用してサービスを利用するとき、ユーザが利用する機器を選択するだけでよい。

ユーザが選択した後、端末がサービスを利用するために必要なネットワーク接続を自動的に行う。このとき端末は、無線 LAN への接続を行うことでインターネット接続を確立した後、プライベートネットワークへ VPN 接続を行う。ここでは、この一連の接続時間を 2

秒(5.1.1で設定したアクセスポイントへの接続時間及びVPN接続時間の合計時間)に設定した。

5.2. サービス到達時間及びクリック回数の評価

実際に5.1章で述べた仮想的なUIを用いて、10人の被験者に実際に利用してもらい、そのときのサービス到達時間及び総クリック数を計測した。評価結果を図5に示す。

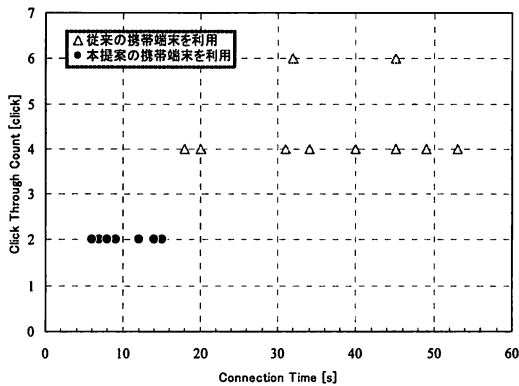


図5 サービス利用時のクリック数及びサービス到達時間

図5は、従来端末と本提案の端末を用いて、サービスを利用するときの、サービス到達時間と総クリック数を示す。図5のように従来端末と比較すると、本提案の端末は、サービス到達時間及び総クリック数が共に短縮されており、それらのばらつきも少ないことが分かる。

表1は、サービス到達時間と総クリック数の平均値を示す。従来の端末と比べて、本提案の端末では、サービス到達時間が1/3以下、クリック回数が1/2以下の数値となった。

従来の携帯端末を用いたサービスの利用			
サービス到達時間 (s)		ユーザのクリック数 (click)	
平均時間	最長時間 53	平均回数	最多回数 6
37	最短時間 18	4.4	最小回数 4

本提案の携帯端末を用いたサービスの利用			
サービス到達時間 (s)		ユーザのクリック数 (click)	
平均時間	最長時間 15	平均回数	最多回数 2
10	最短時間 7	2.0	最小回数 2

表1 平均のサービス到達時間及びクリック数の比較

仮想的なUIを用いたサービス到達時間及び総クリ

ック数の評価結果より、本提案の端末を利用すると、家庭内の機器を利用するときのユーザによるサービス到達時間及びクリック回数が減少することが確認できる。さらに、ユーザごとの利用方法の知識差によって、操作結果に差が現れ難いことも分かる。この評価結果から、サービス利用時のユーザの負担は飛躍的に減少することは明らかである。

6. まとめ

本稿では、サービスに応じて適切なネットワーク接続方法、及びサービス利用技術の選択が多様化、複雑化している現状の問題点を、端末装置が個々のサービスに結びつけてネットワーク接続方法及びサービス利用技術を保有することで解決した。

本端末を用いることで、ユーザが異種ネットワークに分散する多種多様なサービスを横断的に利用することが可能になる。

本提案では、必要なネットワーク接続を意識することなくサービス単体を利用するための方法を述べたが、今後複数のサービスを連携して利用することでより多彩なサービス効果を提供する方法が求められる。そのとき、本提案のサービス利用方法はサービスを連携して利用するための重要な基盤技術となると考えている。

また、サービス利用方法については触れていないが、実際にはUPnP、SLP、UDDIなど複数のサービス利用方法がある。各サービス利用方法で規定されるサービス名称には、異なる名称ではあるが同等のサービス効果を提供するサービスがある。今後、異なるサービス利用方法で規定されるサービス名称を、そのサービス効果を意味的に表現する抽象的な名称で関連付ける方法を検討する必要がある、サービス利用方法の違いに関わらずに横断的に利用する方法が必要である。

参考文献

- [1] 情報処理学会研究報告, 2003-MBL-28, pp.111-118(2004), “無線LAN通信における構成データ管理方式”, 奥山, 村上, 村津, 浅井, 佐藤, 中本