

## ユーザコンテキストに応じたネットワーク自動接続方式

奥山 嘉昭<sup>†</sup> 佐々木 克博<sup>†</sup> 村上 卓弥<sup>†</sup> 角丸 貴洋<sup>†</sup> 佐藤 直樹<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所

**概要:** 携帯電話網, 802.11 無線 LAN などの無線アクセス技術の発達によって, 無線ネットワーク接続サービスが様々な場所で展開されている. 今後複数事業者が同一エリアでサービスを行うことも考えられる. アプリケーションが要求するネットワーク利用条件に応じた最適な無線ペアや接続先のネットワークを自動で選択するための仕組みが端末に必要なになる. ネットワークの自動選択方式の一つとして, 要求条件をアプリケーションから指定しその条件に応じてネットワークに接続する方式がある. この方式では, 複数のアプリケーションを同時に利用しようとした場合, 要求条件の競合が起きる可能性があり, 意図しないネットワークに接続される可能性があった. 本稿では, ネットワーク要求条件の競合解決手段として端末が接続条件に対して優先順位を与え, 端末の状態に応じて要求条件の優先順位を動的に変更する方法を提案する. この方法により, ネットワーク要求条件に応じた適切なネットワークに接続することができる.

An Automatic Network Connection Method Using User Context

Yoshiaki Okuyama<sup>†</sup> Katsuhiko Sasaki<sup>†</sup> Takuya Murakami<sup>†</sup>

Takahiro Kakumaru<sup>†</sup> Naoki Sato<sup>†</sup>

<sup>†</sup> System Platforms Research Laboratories, NEC Corporation

**Abstract:** Recently, various wireless network access services are provided in many public places owing to the emerging growth of cellular network and/or 802.11 WLAN. There will be more possibility that diversified networks exist in same place. Therefore mobile terminal have to have a mechanism to select suitable network which satisfies conflicting requirements that multiple application claims. This paper introduces a conflict resolution method for those required policies and a utilizing of terminal status probing for automatic network selection. By using these methods, user can easily connect the terminal automatically into the wireless network which he/she requires.

### 1 はじめに

近年, PDA, 携帯電話, モバイルパソコンなどの携帯端末の発達, および家庭/企業内無線 LAN や公衆無線 LAN スポットの増加によって, 携帯端末を様々なネットワークに接続したいと言うユーザの要求が増大している.

また, VPN 接続や, 広域ネットワーク網が現在より発達した場合, サービス, 課金, 帯域などが異なるネットワークに同一箇所からアクセスすることができる. 性質の異なる複数のネットワークが同時に

利用できる場合, 利用するアプリケーションに応じて最適な接続ネットワークを選択する必要がある.

たとえば, 同一エリアで IP 電話サービスを展開している事業者 A と, 無線 LAN インターネットサービスを展開している事業者 B がある. 事業者 A では, IP 電話サービスだけが展開されておりホームページの閲覧は行えない. また, 事業者 B では, ホームページの閲覧を行えるが IP 電話が利用できない. このような事業者 A と B が同一箇所で開催される場合, 電話アプリケーション利用時には, 事業者 A のネットワークに, ブラウザを立ち上げた場合は, 事業者

Bのネットワークに自動で繋がることが望ましい。

しかし、従来の端末は利用するアプリケーションに応じた接続ネットワークの自動選択が行えなかった。ネットワークの切り替え操作をユーザが手動で行わなければならないこの操作は煩雑であった。また、ユーザに高度なネットワークの知識が無いと接続するネットワークを正しく選択できない可能性もあり、求めているサービスが利用できない場合がある。

そこで、アプリケーションが通信を行う際にネットワーク接続条件を指定し、その条件に適合するネットワークに自動で接続する方式を[1]で提案した。ただし、[1]では、複数のアプリケーションから同時にネットワーク接続条件を指定できないという課題が残っていた。

複数のアプリケーションが同時にネットワーク接続条件を指定するためには、できるだけ多くのアプリケーションに適合する条件を探すことと、「各アプリケーションの要求を満たすとネットワークの接続が行えない」(競合)する接続条件があった場合どちらの条件を採用するかを判断しなければならない。

そこで本稿では、複数のアプリケーションが指定した接続条件を一つにマージすることで、複数のアプリケーションに対応する接続条件を作る。また、接続条件に優先順位付けを行い、その優先順位を使って競合する接続条件の選択を行う。

この方法によって複数のアプリケーションが競合するネットワークに接続することを要求しても、適切なネットワークの選択を行うことができる。

## 2 背景

### 2.1 条件指定によるネットワーク接続方式

アプリケーションのニーズにあったネットワークに接続する方式として[1]を提案した。

[1]の方式では、アプリケーションは接続したいネットワークを接続条件という形で接続管理モジュールに指定する。接続管理モジュールは接続可能なネットワークの属性情報(ネットワークプロパティ)を持っており、ネットワークプロパティと接続条件を比較し条件に一致するネットワークを一つ選択する。

接続できるネットワークが複数あった場合、アプリケーションプログラムが要求する条件に一致する

ネットワークを選択し接続する作業は、従来ユーザが行っていた。条件指定によるネットワーク接続を行うと、これを自動化することができる。

接続条件と、ネットワークプロパティについて詳細な説明を次に行う。

#### 2.1.1 接続条件記述方式

本稿の方式では、接続条件を記述フォーマットとして、XML形式を採用しており、これを接続ポリシーと呼ぶこととする。接続ポリシーは、接続対象のネットワークが満たさなければならないネットワーク接続要求条件を列挙したものである。

端末の状態を監視するモジュールが、接続ポリシーを接続管理モジュールに投入する。投入される接続ポリシーはアプリケーションなどが自らの状態に応じて動的に作成する場合と、端末設定としてダウンロードされる場合がある。

たとえば、ネットワーク接続要求条件には、

- 構内電話アプリケーション  
「音声用に帯域が 64kpbs 以上の回線で、社内イントラネットに到達できること」
- メールアプリケーション  
「ISP の POP3 サーバに到達可能であること」

という条件がある。

アプリケーション製作者は、定義されている接続ポリシーの構成要素(接続ポリシー項目)にこの条件指定を当てはめる。

ここでは、主な接続ポリシー項目を示す。

- 帯域
- 利用ネットワーク(ISP/VPN など)
- QoS
- ベアラ(無線 LAN/Bluetooth/携帯電話網など)
- セキュリティレベル(暗号化あり/なし)
- 利用したいサービス(IP 電話/Web など)

以下に接続ポリシーの一例を示す。

図 1 で図示した接続ポリシーは、「Internet への接続が絶対条件である。無線 LAN 希望だが、3G でも構わない。プロバイダはプロバイダ A 希望」を記述したものである。

```

<network-select>
  <and>
    <select type="connectivity" r="1.0">Internet</select>
    <select type="provider" r="0.2">プロバイダ A </select>
  <or>
    <select type="bearer" r="0.8">WLAN</select>
    <select type="bearer" r="0.3">3G</select>
  </or>
  <select type="rate" compare="le" r="0.8">1</select>
</and>
</network-select>

```

図 1 接続ポリシー

### 2.1.2 ネットワークプロパティ

ネットワークプロパティは、接続対象となるネットワークの特性を定義するものであり、ネットワークサービス提供者によって予め作成され端末にインストールされる。接続管理モジュールはネットワークプロパティを参照し接続ポリシーの要求条件に一致するか判定する。ネットワークプロパティの一例を示すと、「帯域 1Mbps、インターネットに接続可能」「VoIP サービスの展開されている社内電話網」などである。

ここでは、主なネットワークプロパティの構成要素を示す。

- 帯域
- ベアラ(無線 LAN/Bluetooth/携帯電話網など)
- QoS
- セキュリティレベル(暗号化あり/なし)
- 課金(接続料金がいくら掛かるか)
- 提供しているサービス(IP 電話/Web/など)

## 3 従来方式の問題点

従来方式[1]は、接続ポリシーに適合したネットワークを自動で選択できたが、複数の接続ポリシーの競合を解決できない問題点と、接続ポリシーの指定の処理をアプリケーション毎に個別に実装しなければならないという問題点がある。本章では、この問題点について詳細に述べる。

### 3.1 接続ポリシーの競合問題

ユーザはホームページを見ながら、IM を送受信、端末アップデートを行いながらメールを見るなど、端末は複数の通信を同時に行う場合がある。

しかし[1]の方式では、接続ポリシーが競合した場合複数のアプリケーションが同時にネットワークを利用することができず、競合が発生した場合には排他的にネットワークを利用しなければならなかった。

例えば、イントラネット(社外へのアクセス禁止)上で動作するグループウェアと、ISP の POP3 サーバからメールを受信するメールアプリケーションが同時に接続ポリシーを投入した場合、接続ポリシーが競合する。競合した場合どちらのアプリケーションの接続ポリシーを優先するべきかの指針がないため端末はどちらにも接続することができない。

また、ネットワーク接続ポリシーを完全に満足させるのではなく、重要度に応じて一部分だけを満足させる(すなわち「妥協する」)ことで複数のアプリケーション間でネットワーク接続を共有することができる場合があるが、どの部分を妥協するべきか端末に指定する方法がないので、アプリケーション間でネットワークを排他的に使うことになる。

### 3.2 アプリケーション改造のコスト

[1]で提案したネットワーク接続方式では、接続ポリシー投入を行う処理をアプリケーションに追加する必要がある。

端末アプリケーションの改造にはコストが掛かるので、アプリケーションの変更が行えない場合、条件指定によるネットワーク接続を行うことができない。

またサードベンダーが作成したアプリケーションなどで改造を行うことができないソフトウェアがある。

## 4 提案

本章では接続ポリシー競合の解決方法と、接続ポリシーの自動投入方式について提案する。

### 4.1 接続ポリシーの優先順位づけ

本稿で提案する方式は、3.1 で挙げた接続ポリシーの競合問題を回避するために、接続ポリシーに対して優

先順位を設定する方式を提案する。

接続ポリシー項目が競合した場合、同種の接続ポリシー項目の中から優先順位が高い接続ポリシーを選択し、ネットワーク接続を行う。

優先順位の決定方法は、端末内の情報から自動で優先順位の制御を行う方法を用いる。

本節では、ユーザ入力やアプリケーションの入力、端末状態など端末内の取得できるデータから接続要求の優先順位を動的に決定する方法について考察する。

本稿では、接続ポリシーの優先順位を判断するパラメータとして以下のものを取り上げる。

- アプリケーションウインドウの前後関係  
前面にあるアプリケーションウインドウは現在ユーザが操作しているアプリケーションである。最前面のアプリケーションウインドウを持つアプリケーションは、ユーザがネットワークに接続させたいと考えていると想定し、接続要求の優先順位を動的に上げる。
- DNS クエリからの時間  
DNS クエリは通常ネットワーク接続の直前に行われることが多い。したがって、DNS クエリを行ったアプリケーションは直後にネットワークに接続するものと想定し、接続要求の優先順位を一時的に上げる。DNS クエリから一定時間たつと元の優先順位に戻す。
- 端末の位置情報・現在時刻  
端末の位置、現在時刻によって、利用するアプリケーションの傾向が異なると考えて、その傾向を接続ポリシーの優先順位に反映する。たとえば、会社と家庭で社内業務アプリケーションとゲームの接続ポリシーの優先順位変更などがある。

これらのパラメータを入力として、接続ポリシーの優先順位を変更することで、ユーザやアプリケーションのネットワーク利用要求に応じて接続するネットワークを切り替えることができる。

実装の詳細については次章で説明する。

## 4.2 接続ポリシーのマージ

本節では、3.1 で挙げた接続ポリシーの競合問題を回避するために、接続ポリシーをマージする方法につい

て述べる。

まず、ネットワークの接続ポリシーの一部を妥協する指針として、接続ポリシー項目の要求度(R 値)を定義する。

また、優先順位の高い接続ポリシーが、優先順位の低く R 値が高い接続ポリシーを尊重できるように接続ポリシー主張レベルを定義する。

### 4.2.1 接続ポリシーの要求度(R 値)

接続ポリシー内に設定される条件には、ネットワークを利用するために、絶対必要な条件(強い要求条件)と、できれば考慮してほしい(弱い要求条件)がある。

本稿では、この要求の強弱を R(Requirement)値として定義した。R 値は、接続ポリシー項目毎に設定し、0 から 1 までの値とする。1 は条件を必ず満たさなければならないことを意味し、0 は条件を満たす必要が全くないことを示す。

R 値を設けることで、たとえば、「課金が 30 円/分よりできれば少ない(R=0.3)方がよいが、100 円/分以下である条件は絶対に満たすこと(R=1.0)」などのように、他の接続ポリシーとマージされるときに妥協してよい点と、妥協できない点とを同時に表現することができる。R 値を用いることで接続ポリシーの一部を妥協し、より多くのアプリケーションの要求にあったネットワークに接続することができる。

R 値は複数の接続ポリシー項目をマージするときに用いられて、R 値が同等の場合は接続ポリシー項目のより制約の厳しい条件を選択する。どちらかの R 値が大きい場合は、R 値が大きい方の条件が採用される。

### 4.2.2 接続ポリシー主張レベル

通常優先順位が高い接続ポリシーは低い接続ポリシーより優先して適用する必要がある。しかし、優先順位の高い接続ポリシーの中で弱い要求条件に設定されているものより、優先順位の低い接続ポリシーの中で強い要求条件を優先した方がよい場合もある。

接続ポリシー主張レベルは、このように優先順位の低い接続ポリシーの中に R 値が高いものがあつたとき優先順位が高い接続ポリシーの振舞いを定義した値である。

たとえば、帯域幅はそれほど考慮しなくてよい(R=0.1)アプリケーション A は 1Mbps 以上を要求し、帯域幅を考慮してネットワークを選択してほしい(R=0.8)アプリケーション B は 64kbps 以上を要求する。優先順位はアプリケーション A 用の接続ポリシー a、アプリケーション B 用の接続ポリシー b の順である。接続ポリシー a は、自分より優先順位が低い接続ポリシー b にあわせてもよいと判断するかもしれないし、自分の接続ポリシーを優先してほしいと判断するかもしれない。

このような判断を優先順位の高い接続ポリシーが指定できるように、接続ポリシー主張レベルとして、以下の 3 種類を定義した。

- FORCE  
最優先。接続ポリシーの優先順位が自分より低いものを考慮しない。自分より優先順位が高い接続ポリシーがある場合は COOPERATIVE なら R 値に応じた接続ポリシーのマージを行う。WEAK なら、自接続ポリシーを優先させる。
- COOPERATIVE  
協調。接続ポリシーの優先順位が自分より低い接続ポリシーを考慮に入れる。自分より優先順位が低い接続ポリシーが FORCE または COOPERATIVE の場合 R 値に応じた接続ポリシーのマージを行う。
- WEAK  
軟弱。COOPERATIVE 以上の接続ポリシー主張レベルが一つでもあれば、そちらを優先する。WEAK 同士の場合は R 値に応じたマージを行う。

#### 4.2.3 接続ポリシーのマージ方法

ポリシーをマージする際は、今まで挙げた接続ポリシーの優先順位、接続ポリシー項目の R 値、接続ポリシー主張レベルを考慮に入れる。

今回の実装でどのようにマージを行ったかについては次章で詳細に説明する。

### 4.3 接続ポリシーの自動投入

端末にインストールされるすべてのアプリケーションに接続ポリシーの投入処理を追加するとコストが掛かるので、ここでは接続ポリシーの自動投入方法について考える。

本節では、まず、端末で使われるアプリケーションの通信特性を分析し、ネットワークを接続しなければならないタイミングと切断してもよいタイミングを考える。また、端末内で発生するイベントに着目し、上記接続/切断タイミングに合致するものがないかを考察する。最後にそのイベントをフックし接続ポリシーを投入する機構について提案する。

#### 4.3.1 アプリケーションの通信特性

本稿では、現在または近い将来端末で利用される通信系アプリケーションは以下のものであると考え、通信特性を分析した。

- ブラウザ(Web 閲覧)  
ページ読み込み時にネットワーク接続が発生する。ページ読み込み完了後、ブラウザを使ってページ閲覧している間は、通信が発生しないので切断してもよい。
- メール  
メールは、メール送受信時以外通信が発生せず、接続状態を維持する必要がない。メールによるデータ通信はリアルタイムではないので、ネットワークが利用可能になるまで通信を保留することができる。
- IM  
IM は、リアルタイム通信である。また、サーバとして待ち受けする必要があるため、その場合はネットワークに常時接続しなければならない。発信専用で待ち受けをしない場合は、オンデマンドで接続すればよい。
- IP 電話  
IP 電話は IM と通信性質同じである。ただし、通話中にネットワークが切り替わると、ユーザの通話が強制終了される可能性もあり、ユーザへの影響が大きい。
- ライブ配信  
ライブ配信は、リアルタイム通信である。ライブ配信中は常にネットワーク接続が必要になる。
- ダウンロード系(音楽/映像/端末アップデート)  
ダウンロード系のアプリケーション、データ転送量が多く、接続時間が長い。通信中の通

信切断に対応するために一般的にレジューム可能になっている。

上記アプリケーションの通信開始のタイミングを分析すると、以下の3タイプにカテゴリーを分けることができる。

- コンテンツ取得時(短時間)  
Web ブラウザ、メールアプリケーション、コンテンツダウンロードなどは、コンテンツ取得時にしか通信が発生しない。したがって、コンテンツ取得開始時にネットワークの接続を行い、コンテンツ取得が完了するとネットワークの切断を行うことができる。
- 定期的な接続  
メールアプリケーション、端末アップデートなどのアプリケーションは、定期的にコンテンツの更新がないかポーリングする。ポーリングの時間が短い場合、通信を保留することができるかもしれない。
- サービスが継続する間(長期間)  
IM、IP 電話、ライブ配信など待ち受けが発生するアプリケーションは、サービス利用開始時から終了時まで通信が発生する。

#### 4.3.2 通信開始/終了関連のイベント

4.3.1 のアプリケーションの通信特性を考慮した場合、通信開始/終了は以下のイベントをフックすることで感知することができる。

- DNS クエリ  
コンテンツ取得時や定期的な接続の通信開始イベントとしてDNSのクエリが挙げられる。DNS クエリは一般的に通信開始の直前に行われるので、通信開始のタイミングにあわせて接続ポリシーを投入することができる。しかしDNSクエリに対応する通信完了時の処理がないので、通信完了を判断することは難しい。たとえば、通信の完了を判定の方法として、別のドメインのクエリが起こった時に通信完了とみなす方法や、アプリケーションの通信特性を見て一定時間後に通信完了とするなどが考えられる。
- アプリケーション起動/終了時  
サービスが長期間継続するような場合、アプ

リケーション起動時に通信開始とみなし、アプリケーション終了時に通信完了とみなす方法が挙げられる。待ち受けアプリケーションは一般的にアプリケーション起動時に待ち受けを開始し、アプリケーション終了時に待ち受けを終了する。

これらのタイミングをフックし、接続ポリシーを投入することで、アプリケーションのネットワーク利用状況に応じた接続ポリシーの投入を行うことができる。

実装の詳細については次章で説明する。

## 5 実装

本章では、前章で提案した方式を実現するシステムの実装方針について述べる。

アプリケーションウインドウの表示位置によってアプリケーションに対応する接続ポリシーの優先度を自動で測定し、アプリケーション起動時、または、DNS クエリ時に自動で接続ポリシーを投入する。

### 5.1 端末構成

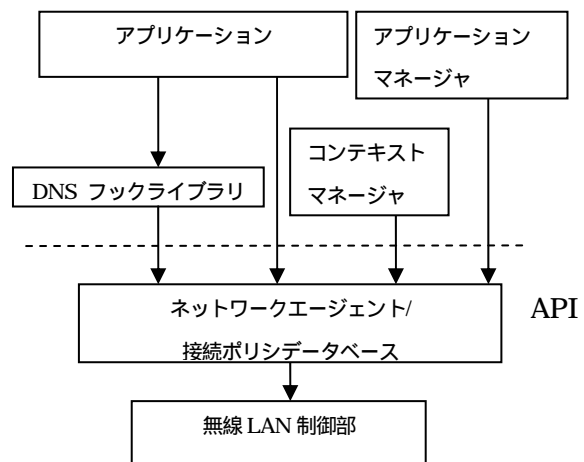


図2 端末システムの構成

接続ポリシーの競合解決と接続ポリシーの自動投入を実現するために、ネットワークエージェント、コンテキストマネージャ、DNS フックライブラリ、アプリケーションマネージャ、接続ポリシーデータベースを実装した、これを図2に図示する。

以下の節で各機能の詳細な説明を記述する。

#### 5.1.1 ネットワークエージェント

ネットワークエージェントは、接続するネットワ

ークの選択を行うアプリケーションである。ネットワークエージェントは、アプリケーションや DNS フックライブラリ、アプリケーションマネージャなどから接続ポリシーを指示され、2 章に記述したネットワークプロパティを検索し適切なネットワークに接続する。

また、4.1 で提案した優先順位によって接続ポリシーの競合解決する機能と、4.2 で提案した複数の接続ポリシーのマージ機能を実装している。

### 5.1.2 接続ポリシーデータベース

接続ポリシーデータベースは、検索キーを入力として、接続ポリシーを返すデータベースである。ドメイン名、アプリケーションの識別子をキーとして入力すると、対応する接続ポリシーを返す。

### 5.1.3 DNS フックライブラリ

DNS フックライブラリは、アプリケーションの DNS クエリをフックし、DNS クエリ時に 4.1 で提案したアプリケーションに対応する接続ポリシーの優先順位の変更と、4.3 で提案した接続ポリシーの自動投入を行う。また、DNS フックライブラリで投入した接続ポリシーと、優先順位の変更を一定時間後に戻す。

### 5.1.4 コンテキストマネージャ

コンテキストマネージャは、端末の状態や、ユーザの状態などを取得し、接続ポリシーの優先順位を変更するものである。

今回は、4.1 で提案したアプリケーションウインドウ表示位置による接続ポリシー優先順位変動を採用した。4.1 の方式の中でこの方式を採用した理由は、ユーザは利用したいアプリケーションウインドウを操作する傾向があり、アプリケーションウインドウの位置関係をユーザの嗜好と対応づけることができるかと考察したからである。

### 5.1.5 アプリケーションマネージャ

アプリケーションマネージャは、4.3 で提案したアプリケーション起動/終了時のポリシー投入/解除を行う。

## 5.2 接続ポリシーマージのアルゴリズム

この節では、4.2 で提案した接続ポリシーのマージが行われる際どのような方針でマージが行われるか、ネットワークエージェントの動作アルゴリズム

について説明する。

### 5.2.1 接続ポリシー項目のマージ

4 章の接続ポリシー優先順位、接続ポリシーのマージ方針と、接続ポリシー主張レベルを考慮した場合の接続ポリシー項目のマージ方法は以下の表 1、表 2 で表される。

比較元の接続ポリシー項目を A、比較先の接続ポリシー項目を B とする。

表 1 A の優先順位が高い場合のマージ方法

A	FORCE	COOPERATIVE	WEAK
B			
FORCE	A 優先	R 値	B 優先
COOPERATIVE	A 優先	R 値	B 優先
WEAK	A 優先	A 優先	R 値

表 2 優先順位が同じ場合のマージ方法

A	FORCE	COOPERATIVE	WEAK
B			
FORCE	R 値	B 優先	B 優先
COOPERATIVE	A 優先	R 値	B 優先
WEAK	A 優先	A 優先	R 値

表の各項目は以下の通りである。

- A 優先: A の接続ポリシー項目が優先される
- B 優先: B の接続ポリシー項目が優先される
- R 値: A と B の R 値を比較して大きい方を優先する。同じ場合は A と B のより制約条件の厳しい方を採用する。

### 5.2.2 すべての接続ポリシー項目のマージ

Step1: 現在投入されているすべての接続ポリシーを、接続ポリシー項目毎に分解する。

Step2: 接続ポリシー項目毎に Step3 を行う。

Step3: 接続ポリシーの優先順位で接続ポリシー項目をソートし、5.2.1 のアルゴリズムにしたがって優先順位の高い方から接続ポリシー項目をマージする。

Step4: すべての接続ポリシー項目を AND 結合する。

### 5.2.3 接続ポリシーによるネットワーク接続

5.2.2 でマージを行った接続ポリシーに対して接続

を試み、接続が行えなかった場合、R 値の低い接続ポリシー項目を一つ削除して、接続ポリシーのマージを再度行う。これを接続できるまで繰り返す。

## 6 評価

本章では、5 章で提案したアルゴリズムの有効性について評価を行う。

### 6.1 R 値に基づくネットワーク選択

R 値に基づくネットワーク選択が正確に行われるか判定するために、以下のネットワーク接続ポリシーを評価プログラムに入力した。

「VoIP アプリケーションは 64Kbps 以上ほしくて (r=1)、QoS はできるだけ行ってほしい (r=0.8)」、「メールアプリケーションは、暗号化をできるだけ行ってほしい (r=0.7)」、「ブラウザは帯域をできれば 1M 程度あればよい (r=0.5)」。これを表にしたものが表 3 である。なお、すべての接続ポリシーの接続ポリシー主張レベルは COOPERATIVE、優先順位は同一としている。

表 3 アプリケーションの要求

	VoIP	ブラウザ	メール
帯域	64K(r=1)	1M(r=0.5)	
QoS	(r=0.8)		
暗号化			(r=0.7)

帯域(1Mbps/64Kbps)、QoS(あり/なし)、暗号化(あり/なし)の各要素が異なる接続ネットワークを選択対象として評価プログラムに入力したとき、以下のような順番で選択が行われた(表 4)。

R 値がない場合は、1M、QoS あり、暗号化ありのネットワーク 1 つしか接続できないが、R 値を設けることにより、選択する際に R 値が考慮され、まず、R 値の一番大きい (r=0.8) QoS の順番にネットワークを選択し、その後次に R 値が大きい暗号化について考慮され、帯域が最後の判断要素になっていることが分かる。

表 4 選択されたネットワーク

選択順位	帯域	QoS	暗号化
1	1M		
2	64K		
3	1M		×
4	64K		×
5	1M	×	
6	64K	×	
7	1M	×	×
8	64K	×	×

## 7 まとめ

本稿では、複数アプリケーションで接続ポリシーを投入したときに起こる接続ポリシーの競合問題を、アプリケーションの要求レベルを数値化(R 値)することによって解決した。

また、接続ポリシーを自動で投入する方法について考察し、DNS クエリ、アプリケーション起動時のイベントをフックして接続ポリシーを投入することで接続ポリシーの自動投入を実現することができた。

今後の課題としては以下があげられる。

また、現在の実装では、VPN 接続や Web 認証ログインのようにネットワークの接続に多段階の認証や複数のネットワークをログインに利用する接続の自動化を実現していない。しかし、今後 VPN 接続や Web 認証などの接続形式が一般化すると考えられるので、多段階の自動認証/ログイン用のミドルウェアが必要である。

## 謝辞

助成事業の一環として、本研究をご支援くださった独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構に感謝いたします。

## 参考文献

[1] 情報処理学会研究報告, 2004-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