

ネットワーク自動選択エージェントを用いた 異種網間シームレスローミング

飯塚 史之, 原 政博, 中川 格, 藤野 信次
富士通研究所

要旨

近年、様々なネットワークメディアが登場し、PC や PDA 等のモバイルユーザが複数のネットワークメディアを使用することが多くなってきた。これにともない、異種網シームレスローミングの要求が高まっている。従来もシームレスローミングの研究は行われてきたが、それらは主として切り替えの高速化やセッション維持に重点を置いていた。

そこで我々は、ユーザの嗜好やネットワークの状態を考慮し最適なネットワークを選択し、自動的に接続 / 切り替えを行うことに重点を置き研究を行っている。この研究の一環として、ユーザの嗜好に関するプロファイルとネットワーク特性・状態に関するプロファイルのマッチングをとることにより、最適なネットワークを選択し接続 / 切り替えを行うエージェントを開発した。このエージェントは、Mobile IP と連携することによりセッションを維持することができ、さらに接続 / 切り替え手順を管理することによりローミング時の無通信時間を短縮している。

The seamless roaming system among heterogeneous networks supported by agents

Fumiyuki Iizuka, Masahiro Hara, Itaru Nakagawa and Nobutsugu Fujino
Fujitsu Laboratories

Abstract

Along with the popularization of a variety of network media, seamless roaming among heterogeneous networks is required. Existing seamless roaming studies are mainly focused on fast handover or session keeping.

We developed an agent system supporting seamless roaming. The agent system (1) matches between the profile about user preferences and the profile about network characteristics and states, (2) connects and/or handovers to a suitable network, (3) keeps session with Mobile IP, and (4) reduces idle time during handover by optimizing the procedure of each connection and disconnection.

1. はじめに

近年、無線 LAN の普及等、ネットワークメディアの多様化が進んでいる。PC や PDA 等も複数のネットワークデバイスを搭載することが標準になってきた。また、公衆無線 LAN サービス等が登場し、ユーザは時と場所によって様々なネットワークを切り替えて利用できるようになってきた。しかし、ユーザが手動でネットワークデバイスを切り替えるには、現在どのネットワークが使用可能かを把握しておく必要があり、さらにネットワーク毎に異なる設定を行う必要がある。そこで、利用できるネットワークを自動判別してローミングする、異種網間シームレスローミングの要求が高まってきた。

従来からシームレスローミングの研究 [3][4] は行われていたが、それらは主としてローミングの高速化やセッション維持に関するものが多かった。このようなローミングを行う場合、ユーザの嗜好や状況が十分反映されていない場合が多かった。

我々は、ユーザの嗜好やネットワーク状態等の状況に合わせて最適なネットワークを選択し必要な設定を自動的に行い、Mobile IP と連携しセッション維持も行うことができる、エージェントを用いたシームレスローミングシステムを開発した。

2. 異種網間シームレスローミング要求条件

異種網間シームレスローミングとは、ユーザの状況やネットワークの状態を考慮し最適なネットワークに自動的に接続 / 切り替えを行うことができ、かつ必要に応じて

ネットワーク切り替えの前後で通信が継続できることである。本章では、我々の考える、従来よりもユーザにローミングを意識させない異種網間シームレスローミングを実現するための要求条件をあげる。

2.1. ユーザ嗜好/ネットワーク状態の反映

最適なネットワークを選択し、必要な設定を自動的に行うためには、下記のユーザ嗜好やネットワーク状態等の状況を考慮して接続形態を決定する必要がある。

[ユーザ嗜好]

使用するアプリケーション等によって、どのようなネットワークを使用したいかが変わってくる。高速なネットワーク優先か、安価なネットワーク優先か等の選択基準が考えられる。

[デバイス/ネットワーク状態]

ネットワークデバイスの有無、電波圏内 / 圏外等、ネットワークが利用可能かどうかを考慮する必要がある。

[アクセスするネットワークの場所]

ユーザがアクセスしたい場所によっては、接続の形態を変えなければならない場合がある。例えば、会社のネットワークにアクセスしたいが利用できるネットワークが一般のプロバイダが提供しているものだった場合、VPN を使用して会社にアクセスする必要があるかもしれない。

2.2. 通信の継続

ローミング時にユーザに不快感を与えないようにするためには、次の項目に考慮する必要がある。

[通信の継続]

ローミング前後で継続してネットワークアプリケーションを使えるようにするためには、通信セッション維持が必要である。
[ローミング時間の短縮]

通信セッションの維持ができて、ローミング時の無通信時間が長いと、ユーザがローミングを意識せざるを得ない。例えばVoIPを行っていた場合などは、会話が途切れてしまい不快である。無通信時間を発生させる要因としては次の項目が考えられ、これらを短縮する必要がある。

- ・ ネットワークの切断・接続時間
- ・ ローミング後の通信再開時間

後者に関しては、ローミング時にデータ送信ができないことにより、TCPの再送タイムが伸びきってしまい、TCPのデータフローが再開されるまでに時間がかかるという問題が分かっている。

3. 実現方法

前章の要求条件を実現するため、我々はPersonal Agent(PA)とNetwork Agent(NA)の2つのエージェントを導入しネットワーク

自動選択・設定を行えるようにした。また、Mobile IPと連携してセッション維持を行えるようにした。この章では具体的な実現方法を記述する。

3.1. 全体構成

図1に本システムの全体構成を示す。本システムでは、端末側でシームレスローミングを行うミドルウェアをもつ。ミドルウェアは、Personal Agent(PA)とNetwork Agent(NA)の2つのエージェントからなる。また、NAはMobile IPと連携している。ネットワーク側にはHome Agent(HA)を持つ。これにより、IPレベルでのセッション維持を可能にする。更に、セッション維持を効率化するために、TCPにおいてはWTCP[5]の機能を用いたWTCPゲートウェイを使用している。

図2にNAとPAの関係を示す。NAは、ネットワークデバイスの状態管理、使用するネットワークの選択、ネットワークの接続設定を行う。これらを行うため、NAはネットワークプロファイルというデータベ

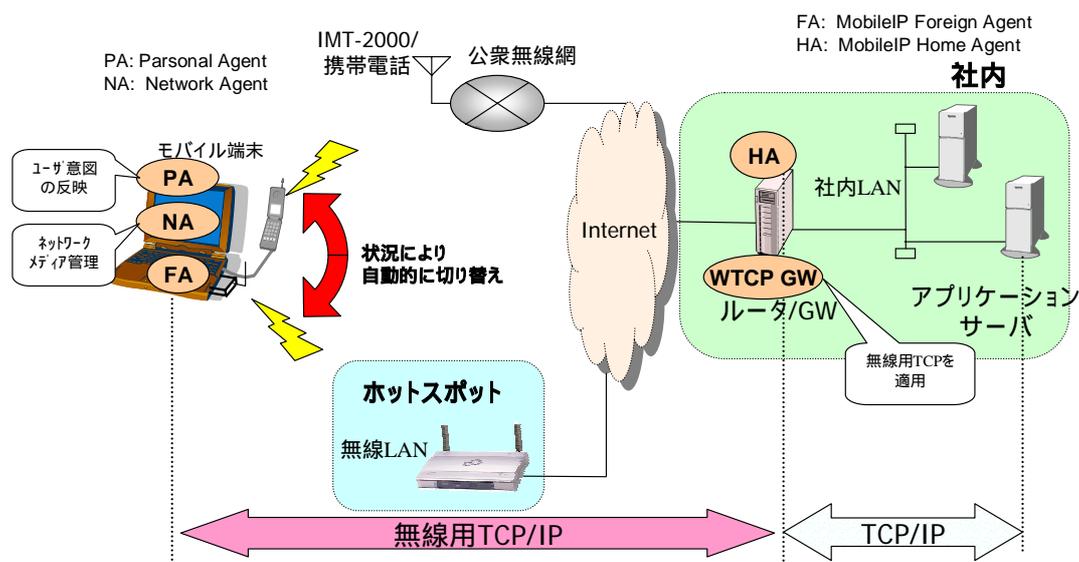


図1 全体構成

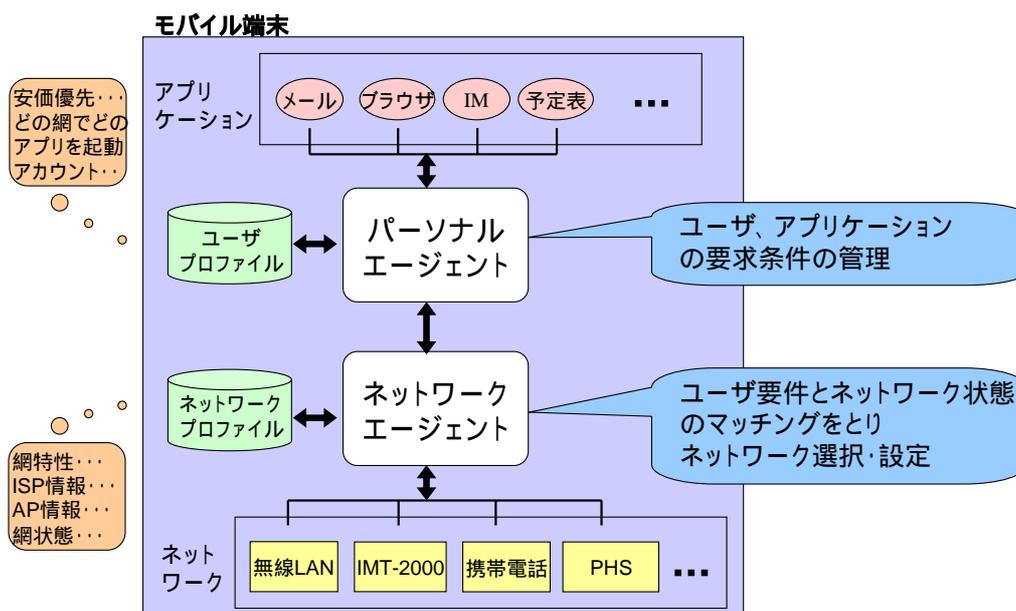


図2 NA と PA の関係

スを持っている。そのプロフィールの内容には下記の情報を持っている。

- ネットワーク状態(デバイスの有無、圏内・圏外情報、接続状態)
- 接続する ISP(Internet Service Provider) のアクセスポイント情報
- ネットワーク特性(帯域、課金情報)

PA は、ユーザやアプリケーションの情報を管理しており、必要に応じてこれらを NA に通知する。PA は、ユーザやアプリケーションの情報をユーザプロフィールとして管理している。そのプロフィールの内容には下記の情報を持っている。

- ユーザの嗜好情報(高速優先/安価優先等)
- アプリケーションの要求
- アカウント、パスワード

このように端末のネットワーク管理とユーザ情報の管理を分けることにより、ネットワークやユーザ要求の仮想化ができる

とともに、ネットワークプロフィールの設定はまとめて行うことができ、ユーザプロフィールは個人で管理することができる。

3.2. ユーザ嗜好にあった接続形態の決定方法

本システムでは、異種ネットワーク間ローミング時に次のような手順の処理を行う。

- (1) ネットワーク等の状態の監視
- (2) 変化があれば、ユーザ嗜好とのマッチングをとり最適なネットワークを選択
- (3) ネットワーク接続の自動設定

3.2.1. ネットワークメディアの状態検出

NA ではネットワークメディアの状態を常時監視している。ネットワークメディアは抽象化しており、様々なネットワークメディアを同一の手法で管理できるようになっている。ここでは、ネットワークメディアの装着状態(Plug&Play)と、圏内・圏外を監視することで、ネットワークの利用可能性を判断する。このネットワークの状態が

変化することによって、次の処理に移る。

3.2.2. ネットワークメディアの選択

ネットワークの状態が変化すると、NAはネットワークプロファイルから利用可能なネットワークメディアのアクセスポイント(AP)を提供しているプロバイダ(ISP)を抽出する。PAからはユーザ嗜好(高速優先/安価優先)が通知されており、これに従って帯域とコストを比較し最適なものを選択する。コストはメディアとAPで決まる通信料とISPのアクセス料金の合計額で比較する。パケット課金や時間課金など、課金体系が異なる網の通信料を比較する場合は論理帯域とパケット単価から時間課金に変換して比較する。

3.2.3. ネットワーク接続/切り替え手順の決定

ネットワークとAPの組み合わせをもとにして、接続手順を決定する。このとき、必要に応じてVPN接続を行う。例えば、接続先ネットワークが社内ネットワークと指定されこのネットワークがセキュリティを

必要としている場合で、アクセスしたネットワークが一般プロバイダ等の社内ネットワークでないものであったら、自動的にVPN接続で社内ネットワークに接続することを決定する。なお、接続先ネットワークはPAから通知される。

3.3. 通信の継続

最適なネットワークを選択し、ネットワークを切り替えるとNAが判断すると、NAは必要があればMobile IPと連携することにより、セッションを維持したままネットワークデバイスを切り替える。

本システムではMobile IPのCo-located FA方式を使用しているため、そのネットワークにFAが存在していなくてもMobile IPを利用できる。図3にMobile IPと連携したセッション維持を示す。

3.4. ローミング時間の短縮

NAではローミング時にネットワーク接続・切断処理を工夫することにより、ローミング時間の短縮を行っている。

(1) ネットワーク状態変化検出時間の短縮

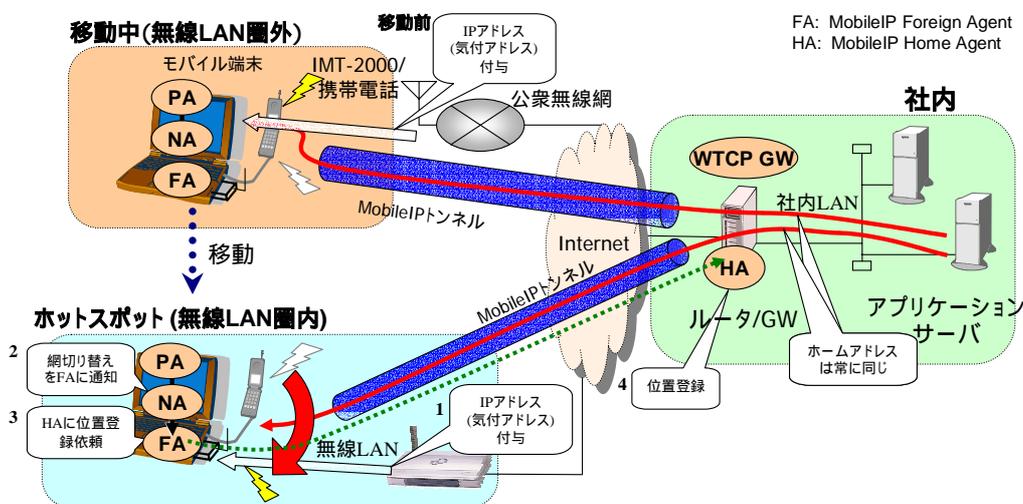


図3 Mobile IPと連携したセッション維持

予め電波強度を検出しておき、ローミング開始のタイミングを早める。

(2) ネットワーク切断・接続時間の短縮

ネットワークの切断を行ってから他のネットワークの接続を行うと、切断・接続処理に時間がかかり長い無通信時間が発生する。そこで次の改良を行った。

- ・ ローミング先のネットワークを接続してからローミングもとのネットワークの接続を行う
- ・ バックアップリンクとして、常時接続可能なネットワークを予め接続しておく

(3) 通信再開時間の短縮

通信の中断があっても大きな再送タイム値が設定されない無線用 TCP を端末と HA に適用し、ローミング後の通信再開が速やかに行われるようにする。

Mobile IP のレジストレーション時間の短縮については、階層化 Mobile IP を適用する等の方法があるが、本稿では扱わない。

4. 評価

前章の実現方法に基づき、Windows XP 上で実装を行い、異種網間シームレスローミングの要求条件を満たすことを確認した。

ローミング時間の短縮に関しては、無線 LAN(802.11b)から携帯電話(PDC)へのローミング時間(無通信時間)が40分の1近くに短縮できた。

5. 今後の課題

ユーザの要求をより自動的に判断し、ユーザが意識せずに異種網間ローミングを行うことができるようにするためには、さらに様々なシチュエーションやアプリケーションとの連携の考慮が必要である。これら

の検討・評価および今回の実装の詳細な評価は、今後報告する予定である。

6. おわりに

本稿では、異種網間シームレスローミングの要求条件をあげ、これを満たすための、ネットワーク自動選択エージェントを使用したシステムの実現方法を紹介した。本システムを用いることにより、ユーザが意識しなくても、最適なネットワークにシームレスにローミングすることが可能になる。

なお、本システムは当社製品に適用されている。

参考文献

- [1] 原ほか, “エージェントによる異種網間シームレスローミング -コンセプトとアーキテクチャ-”, 第65回情報処理学会全国大会, 2003.
- [2] 光延ほか, “エージェントによる異種網間シームレスローミング -ローミング手法と評価-”, 第65回情報処理学会全国大会, 2003.
- [3] 國頭ほか, “ヘテロジニアスリンク環境のためのパーソナルメッシュの設計と実装”, 信学技報 NS2001-229, IN2001-225, 2002.
- [4] 大森ほか, “モバイル IPv4 による異なるメディア間でのハンドオーバーの実装”, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, 2002.
- [5] 原ほか, “携帯電話網での Wireless Enhanced TCP の実装”, DICOMO2001 シンポジウム, 2001.