

研究計画書

Mobile IPv6 を応用した動的な経路制御 およびセッション制御に関する研究

慶應義塾大学環境情報学部

自署：_____

学籍番号 79960003

平成 14 年 4 月 30 日

概要

Mobile IP の登場より, 自動車情報サービスや携帯電話等の通信インフラとして, インターネットが利用された. インターネットアーキテクチャでは, IP アドレスはネットワーク上の位置を表す. これに対して Mobile IP は, IP アドレスをホストの識別子として扱った.

本研究では, IP アドレスを普遍的な ID として扱うためのモデルを提案する. そのモデルを実現するために生じる技術的な問題を整理し, 解決方法を提案する. それらに基づき, テストベットを設計し構築することを目的とする. 本研究により,

1 はじめに

1.1 背景

計算機は小型化, 高性能化し, 簡単に持ち運べるまでに至った. しかし, インターネットは移動しない計算機を前提に構築されている. そのため, 移動する計算機をインターネットに接続する際に問題が生じる. 例えば, 移動に起因してインターネット上の識別子である IP アドレスが変化する. そのため, 継続中のセッションが遮断されたり, 通信相手が特定できなくなる.

Mobile IP[1] は, これらの問題を解決した. 移動に影響を受けない固定の識別子をホストに割り当てることで, 移動する計算機でも固定の計算機と同様の利便性を保証した. これにより, 自動車情報サービスや携帯電話等の通信インフラとして, インターネットが利用された.

1.2 IP アドレスが識別する対象

Mobile IP の登場により, IP アドレスが識別する対象が変化した. 図 1 に IP アドレスが識別する対象の変化を示す. インターネットアーキテクチャでは, IP アドレスはネットワーク上の位置を表している. したがって, IP アドレスを用いることで特定のホストにアクセスできる. Mobile IP

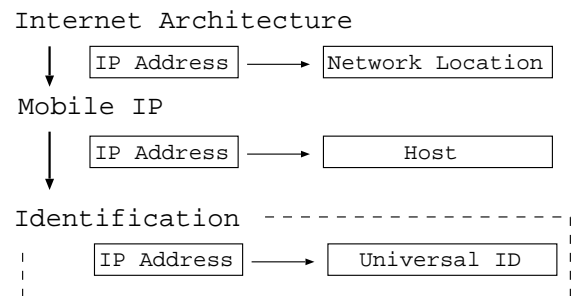


図 1: IP アドレスの識別子とその対象の変化

では, このインターネットアーキテクチャの特徴を利用し, 移動するホストに対して常に一意でかつ不変な IP アドレスを割り当てる. これにより, ホストのネットワーク上の位置に関係なく固定の IP アドレスを用いて識別できる.

本研究では, Mobile IP を応用して IP アドレスを普遍的な ID として扱うことを提案したい.

ID とは身分証明証のように特定の人間を識別する場合や自動車のナンバープレートのように特定の車両を識別する. また, ホスト上でのポート番号のように特定のサービスやアプリケーションを識別する. IP アドレスを普遍的な ID として

扱うことで、ホスト以外にも様々な対象の識別できる。

2 本研究の目的

本研究では、IP アドレスを普遍的なIDとして扱うためのモデルを提案する。そのモデルを実現するために生じる技術的な問題を整理し、解決方法を提案する。それらに基づき、テストベットを設計し構築することを目的とする。

3 想定する世界

本研究で想定する世界の一例を図2に示す。

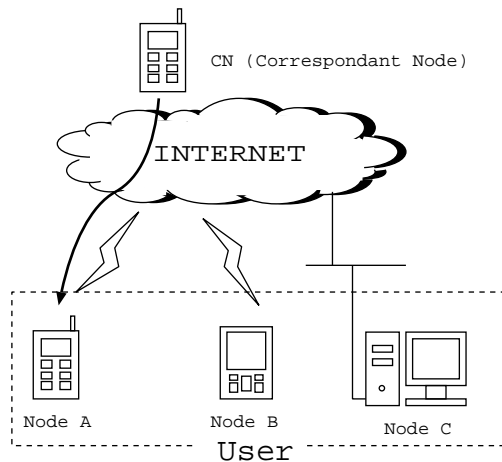


図2: ユーザが持つ計算機をそれぞれ Node A, Node B, Node C とする。また、Node A の通信相手を CN とする。

3.1 人としての識別子

IP 携帯電話は、IP アドレスがユーザを識別する。図2の場合では、Node A に割り当てられた固定の IP アドレスがユーザを識別している。しかし、その IP アドレスが Node A にある必要はない。例えば、Node B にその IP アドレスを付け換えても同じユーザを識別できる。

CN (Correspondant Node) からは切替えを隠蔽し、Node A の IP アドレスを動的に Node B に付け換えることで、異なる計算機において通信を継続できる。これによって次のような問題が解決される。

- 携帯型端末におけるバッテリー問題
携帯型端末は、バッテリーに限りがある。そこで、Node A のバッテリーが切れる前に Node A の IP アドレスを動的に Node B に付け換える。CN は Node B に切り替わったことを知ることなく、その後も同じ IP アドレスでユーザを識別する。
- 携帯型端末における処理能力の問題
携帯型端末では、固定計算機に比べ処理能力に限界がある。そこで、外出中は Node B でインターネットのサービスを利用するが帰宅後は Node B の IP アドレスを動的に Node C に割り当てることで処理能力の高い計算機でインターネットのサービスを利用できる。
- 無線環境における通信性能の問題
無線環境では、通信速度や通信性能が有線に比べて劣る。そこで、社内など LAN 環境が整備されている場所に移った場合は、Node B から Node C に動的に IP アドレスを割り当てることで、有線を用いた高速ネットワークが利用可能となる。

3.2 自動車としての識別子

IP アドレスを自動車の識別子として抽象化することで、次のような世界が実現する。

- 停車中の自動車からの情報を取得
エンジンが停止中の自動車にはアクセスができない。そこで自動車の IP アドレスを動的にその自動車のプロキシに付け換える。これにより自動車へのアクセスはプロキシに処理され、駐車中の場所や車両状態などの情報を取得できる。
- 車両変更後の自動車へのアクセス
人は自動車の故障や事故など様々な原因によって、車両を変更する場合がある。車両を識別する IP アドレスを異なる車両に動的に付け換えるだけでレンタカーなど異なる車両においてもサービスを受けられる。

3.3 サービスとしての識別子

IP アドレスをアプリケーションの識別子として抽象化することで、次のような世界が実現する。

- 異なるホストでアプリケーションの継続
あるホストで実行していたアプリケーションを異なるホストで立ち上げる。IP アドレスがアプリケーションを識別するため、立ち上げ後も

継続してそのアプリケーションを使ったサービスが利用できる。

4 関連研究

前章で述べた世界を実現するにあたり、関連性のある技術について考察する。主に次の 2 つとする。

- CN に対して移動を隠蔽する技術
- 通信端末の切替え後も通信を継続する技術

これらの技術の考察を行い、本研究で利用する際に生じる問題点を整理する。

4.1 Mobile IPv6

Mobile IPv6[2] は、次世代インターネット環境における移動体支援技術として現在標準化に向けて IETF で議論されている。そのプロトコルは、Mobile IP に比べて大きく異なる。Mobile IPv6 を使った移動処理の流れを図 3 を用いて解説する。

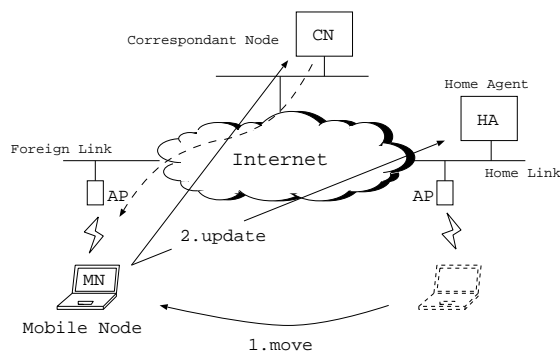


図 3: Mobile IPv6

MN は、常に固定の IP アドレスである Home Address によって識別される。MN は、Foreign Link へ移動すると移動先のネットワークで取得した IP アドレス (Care of Address) を Home Agent に通知する。Home Agent は通知された Care of Address によって、MN のネットワーク上の位置を管理する。Home Agent は、その後 MN の Home Address 宛のパケットを MN の Care of Address に転送する。

MN (Mobile Node) は、Home Agent および CN に対して移動先の Care of Address を通知することで、CN は MN との通信を継続できる。

4.2 LIN6

IP 層における移動体支援技術として、Mobile IPv6 の他に LIN6[3] (Local Independent Network for IPv6) がある。LIN6 では、ノードの識別子として 64-bit の LIN6 ID という識別子を用いる。この識別子は Mobile IPv6 の Home Address と同様に常に一意でかつ不変であるため、ノードの移動後もアクセスが可能となる。

Mobile IPv6 と LIN6 の大きな違いは、LIN6 は DNS (Domain Name System)[8] を用いる。DNS はインターネット上での名前解決システムであり、LIN6 では LIN6 ID の名前解決を行うために使われる。その際に Mapping Agent により移動体ノードの場所を解決することで、移動体ノードにアクセスできる。

4.3 Trancer

Trancer[4] は、ある End to End における通信を異なる End ノードで継続する技術である。通信状態をテキスト情報として抽象化して保存し、その保存した情報を異なる End ノードで読み出すことで通信の継続を実現する。例えば、鑑賞中の映画の再生場所をテキストとして保存することで帰宅後はその保存した場所から再生できる。

5 既存の技術の問題点

既存のシステムを本研究で扱う場合の問題点を整理する。

• なりすましの問題

Mobile IPv6 は、ホストに割り当てた固定の IP アドレスが他のホストで利用されることを前提としていない。そのため、他のホストで利用するためにはなりすましの問題を解決するモデルが必要となる。

• プロトコル依存性に関する問題

LIN6 で扱う識別子は、DNS を必要とする点や CN に新たな機能が必要とするなど、プロトコルに強く依存する。

• セッションが遮断される問題

Trancer では、両エンドでのセッション状態を一度テキストとして保存するため通信が遮断される。そのため、CN から切替えを隠蔽できず、またハンドオーバーが大きい。

6 アプローチ

前章で挙げた問題点を解決するためのアプローチを示す。本研究で想定する世界を実現するために必要な技術や考慮すべき点を挙げる。

- ホスト間で動的に IP アドレスを付け換える技術
- CN に対して通信機器の切替えを隠蔽する技術
- 少ないハンドオーバーでセッションを移行する技術
- なりすましを考慮したモデルの設計

これらのシステムを構築することで、想定する世界を実現させる。

7 私が提案する実現手法

上記のアプローチを踏まえた実現手法について述べる。

7.1 Home Address の移動

4 章で述べたように、Mobile IPv6 では Home Address という不変で一意に識別可能な IP アドレスがある。通信機器を切替える際は、この Home Address を通信中の機器から異なる機器に動的に割り当てることで、機器の識別子を移行できる。この一連の流れを図 4 に表す。

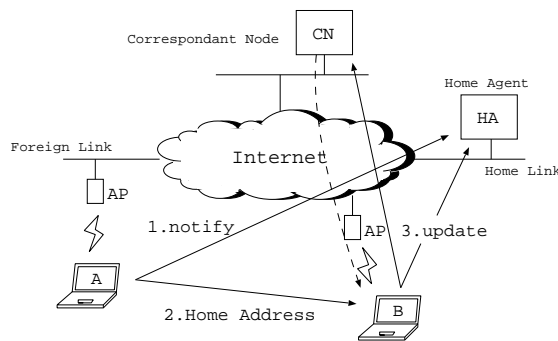


図 4: Node A と Node B はユーザを識別する。CN との通信を Node A から Node B に切替える流れを示す。

Node A は、Node B に対して Home Address を付け換えるネゴシエーションを行う。また、Node A は Home Agent に対して Node B に付け換えることを通知する。Node B が付け換えるを許可

した場合、Node A の Home Address を動的に Node B に付け換える。

Node B では、新たに Home Address を取得したことを Home Agent に通知する。その際に Node B が接続されているネットワークの位置を Care of Address として Home Agent に通知する。

7.2 通信フローの制御

Home Agent では、Home Address に対応する Care of Address を管理しているため、その後の Home Address 宛のパケットは Node A ではなく、Node B に対して転送する。

同様に Node B は CN に対して Care of Address を通知することで、CN は Home Address に対応する Care of Address を更新する。その後の通信のフローは、Node B に対して向けられ、Route Optimization した通信が可能となる。

7.3 Authentication の導入

Home Address を異なる計算機に付け換える場合は、悪意あるユーザのなりすましを考慮する必要がある。そのため、Home Agent および CN に対しては認証が必要である。

Home Agent との認証は、Node A において Home Address を付け換え先を Home Agent に通知しておくことで回避できる。Home Agent では、Node A 以外からの通知は破棄する。また、Node B 以外からの更新も破棄する。

CN との認証は、Mobile IPv6 の Return Routability 機能を用いることで回避できる。CN は Node B から更新する通知を受け取ると、通知された Care of Address と Home Address 両方で Node B にアクセスできるかを調べる。Node が一致しない場合の通知は破棄することで回避できる。

7.4 セッションの継続

現段階では、これを解決するアプローチとしてある通信においてステートが変わるもの、変わらないものに区別する。変わらないステートに関しては、切替え先のホストでも使える。変わるものに関しては、その状態が変わることで通信を継続する際に影響が出るかを整理する。それをもとに継続できる方法を検討する。

8 応用技術

本研究の成果により実現可能な応用技術について、紹介する。

- 通信機器に依存しない課金システム
これまでインターネット接続に掛かる通信費は、通信機器の契約者に対して課金がされてきた。本研究を応用することで、Home Address 毎に課金することが可能となる。これにより、異なる計算機においても Home Address を用いることでユーザにインターネットへの接続性を提供できる。
- インターネット自動車への応用
インターネット自動車は、ネットワークの回線やルータ等のトラブルによって自動車へのアクセスができない場合がある。本研究の成果により、インターネット自動車の普及に貢献できると考える。

9 これまでの研究活動

私は、学部 2 年次よりインターネット自動車プロジェクト [7] に所属している。インターネット自動車プロジェクトでは、自動車をインターネットに接続するために必要なハードウェアからアプリケーションに至る幅広い分野の研究が行われている。私を含め、一日でも早くインターネット自動車を世に普及させるための努力をしている。

私は、このインターネット自動車プロジェクトにおいて、Mobile IPv6 に関する研究活動を行ってきた。自動車をインターネットに接続するためには必要不可欠な研究である。

しかし、プロジェクトに貢献するためにはある程度の知識や技術力が必要であった。私は Mobile IPv6 の設計を理解するために、Internet-Draft として公開されている仕様書を通じて積極的に勉強した。また SFC の授業を通じて修得した UNIX や C 言語の知識を活用し、これまでに Mobile IPv6 を実装したホスト上で動かすアプリケーションの実装やツールの実装を行った。実装したアプリケーションは未踏ソフトウェア創造事業 [9] を通じて世に配布された。

また、これまで数回に渡って KAME プロジェクト [5] との相互接続テストの参加し、WIDE プロジェクト [6] が主催する研究会では Mobile IPv6

デモ実験も行った。これらを通じて Mobile IPv6 の技術的な経験も多く積んできた。

このように、私はこれまでの活動を通じて修得した知識や経験を活用し本計画書で想定する世界を実現できると考える。インターネット自動車の普及のためにも政策・メディア研究科への入学を強く希望し、研究を続けたい。

10 政策・メディア研究科に進学を希望する理由

本研究を進めていく上で、SFC が提供する研究設備は、今後必要不可欠である。特に研究を進めていく過程で必要となる IPv6 を基盤とした高速ネットワークや高機能実験車両を用いた実験環境は、SFC 以外では行えない。

また、NTT Docomo との共同研究をはじめ、多くの研究者との共同研究から得られる成果は、本研究の成果を世に成果を公開するために重要である。また、これまでの研究活動を通じて知り得た先輩方からの指導も私の研究を進めて行く上で今後必要不可欠である。

慶應義塾大学 政策・メディア研究科は、このように私の研究を進めるために必要な環境がすべて整っている。情報系に限らず政策系の分野の研究も活発に行われている SFC は、私の研究を進めていく上で最高の環境である。

以上の理由により、私は政策・メディア研究科への入学を強く希望する。

参考文献

- [1] C. Perkins, Ed, "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3220, January 2002.
- [2] David B. Johnson, Charles Perkins, "Mobility Support in IPv6", Internet-Draft, 22 March 2002.
- [3] Fumio Teraoka, Masahiro Ishiyama, Mitsunobu Kunishi, Atsushi Shinozaki, "LIN6: A Solution to Mobility and Multi-Homing in IPv6", Internet-Draft, 16 August 2001.
- [4] Shunichi Gondo, "移動適応型分散通信機構の設計と実装", Bachelor thesis of Keio University, March 2002.
- [5] KAME Project, <http://www.kame.net/>.

- [6] WIDE Project, <http://www.wide.ad.jp/>.
- [7] InternetCAR Project,
WIDE プロジェクト研究報告書 2001.
- [8] Domain Name System.
- [9] 平成 12 年度未踏ソフトウェア事業,
<http://www.ipa.go.jp/NBP/12nendo/12mito/>.
- [10] IETF.