

モバイルコンピューティング環境における 連続メディア配送のための通信プロトコル

新谷 剛 塚本昌彦 春本 要 西尾章治郎
大阪大学大学院 工学研究科 情報システム工学専攻

1. はじめに

コンピュータの小型化、軽量化と無線通信技術の発展により、H/PC (Handheld Personal Computer) や PDA (Personal Digital Assistant) のような無線通信機能を備えた携帯端末が登場し、広く普及しつつある。この携帯端末を使って場所に関わらず作業を行う、いわゆるモバイルコンピューティングが盛んである。また、インターネット上ではインターネット放送局のように、ネットワークを介してビデオやオーディオなどの時間的に連続しているデータ (連続メディア) を配信するサービスが増えてきている。このような状況から、今後、ユーザが携帯端末からビデオデータやオーディオデータなどを配信するサービスを移動しながら利用することも考えられる。このようなサービスを提供する場合、配信される映像や音声ができる限り途切れないことが望ましい。

そこで、本稿では Mobile IP [1] を拡張し、連続メディアの配送にも適した通信プロトコルについて述べる。以下、2章で既存のプロトコルによる配送の問題点について述べ、3章で問題の解決策について述べる。さらに、4章でプロトコルの実装について述べ、5章で本稿のまとめを行う。

2. 既存のプロトコルによる配送

通常、端末がネットワークに無線接続したまま移動するような場合には、移動に伴って通信する中継局を次々と切り替えていくことになる。このような場合、従来のパケット配送方式では、サブネット間を移動すると IP アドレスが変わってしまうため、接続が切れてしまう。この問題を解決するプロトコルとしてインターネットにおける標準化組織 IETF (Internet Engineering Task Force) の提案している Mobile IP がある。

図 1 に Mobile IP を用いたモバイルコンピューティング環境の例を示す。ホームエージェントは移動体のホームネットワークに存在するルータであり、移動体の現在位置の情報を保持する。フォリンエージェントは、移動体のホームネットワーク以外のネットワーク (フォリンネットワーク) に存在するルータであり、移動体をサポートする。

Mobile IP では、移動体がフォリンネットワークにいる場合には、移動体宛のパケットはホームエージェントによって一旦捕獲され、カプセル化されて移動体の気付アドレス宛にフォワードされる。このため、移動体の通信相手は移動体がネットワーク上のどこにいて

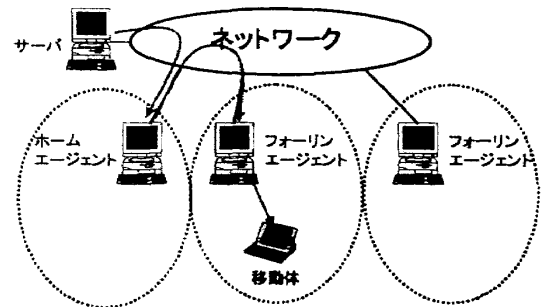


図 1: Mobile IP を用いたモバイルコンピューティング環境の例

も常に同じアドレスに対してパケットを送信することで通信することができる。

3. 連続メディア配送のためのプロトコル

3.1 パケットの放射

Mobile IP では、移動体が新しいサブネットに移動してから実際に経路が変更されるまでの間にホームエージェントに届いたデータパケットは、移動体の移動前のネットワークに転送される。このような場合、通常のパケットであれば、再送を行うことによって、誤って転送されたデータを移動体に届けることができるが、ビデオや音声のような場合には遅延を抑えるために再送を行わないのが一般的であるため、移動体側では、これらのパケットを損失してしまう。そのため、結果として映像や音声途絶することになる。

そこで、本研究では、ネットワーク層において現在移動体の存在するセルだけでなく、隣接するセルにも予め同じパケットを配送しておくようにした [2]。これをパケットの放射と呼ぶことにする。これにより、移動体がセル間を移動した場合でも、次のパケットが隣のセルに既に届いているので、経路変更処理の終了を待たずにこれを受信することができる。

しかし、サーバと各セルの基地局との間の伝送遅延には差があるので、単にパケットを隣接するセルに放射するだけでは、移動体が移動した先で必要なパケットがすでに配送済になっていたり、あるいは、その逆の場合が生じてしまい、正しく受信できないことがある。そこで、このような場合に備えて、移動体の存在しないセルの基地局では、サーバから届いた移動体宛のパケットをバッファリングするようにする。

3.2 Mobile IP の拡張

本研究では、前節で述べた解決策を Mobile IP の拡張によって実現する。図 2 に Mobile IP を拡張した環

A Communication Protocol for Continuous Media Delivery in Mobile Computing Environments
Go SHINTANI, Masahiko TSUKAMOTO, Kaname HARUMOTO, and Shojiro NISHIO.
Department of Information Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University.

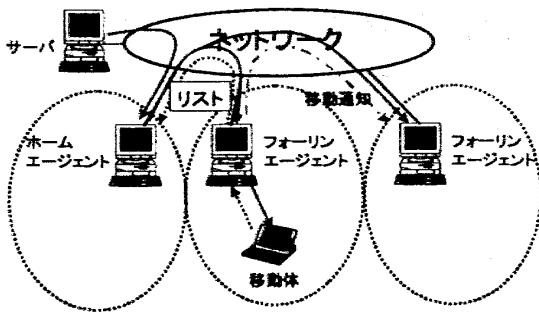


図 2: Mobile IP を拡張した環境の例

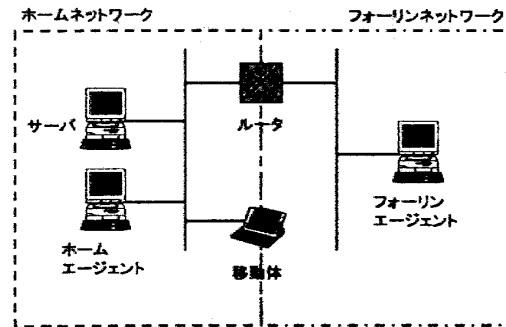


図 3: 実装環境の構成

境の例を示す。ここでは、サブネットを1つのセルと
考え、各サブネットのモビリティエージェント（ホーム
エージェントおよびフォーリンエージェント）に基地局
の役割を担わせる。パケットの放射はホームエー
ジェントで行う。ホームエージェントはパケットの放射
を行うために移動体が存在するサブネットのフォー
リンエージェントとそのサブネットに隣接するサブ
ネットのフォーリンエージェントのIPアドレスを知
っておかなければならない。そこで、各サブネット
のモビリティエージェントは自分が担当するサブ
ネットに隣接するサブネットのモビリティエー
ジェントのIPアドレスを予め知っているものとし、
Mobile IPにおける移動体の登録要求時に、フォー
リンエージェントはこの隣接するモビリティエー
ジェントのアドレスのリストをホームエー
ジェントに通知するようにする。ホームエー
ジェントはフォーリンエージェントから送られてきた
リストを保持しておき、移動体宛のパケットを受
信すると、これを参照してパケットを放射する。

新たに移動体が移動してきたフォーリンエー
ジェントは、隣接するサブネットのモビリティエー
ジェントに対して移動体の移動を通知する。この
移動通知を受信したモビリティエージェントは、
これ以降にホームエージェントから届いた移動
体宛のパケットをバッファリングしておき、移
動体からの要求があれば、バッファから取り出
して移動体宛に送信する。

4. 実装

本研究では、図3に示すような実験環境を構築し、前
章で述べた内容について実装を行った。

実装には移動体として Pentium 133MHz 40MB
RAM、ホームエージェントおよびフォーリンエー
ジェントとして i486SX 33MHz 12MB RAM の PC/AT 互
換機を使用し、OS には FreeBSD 2.2.1-RELEASE を
使用した。Mobile IP の実装は Carnegie Mellon 大学
のものを利用した。

構築した環境において Mobile IP および本稿で提案
しているプロトコルそれぞれについて移動体がデー
タパケットを受信しながら、サブネット間を移動
する実験を行い、移動時にパケットが損失する
かどうかについて調べた。横軸にパケット番号
をとり、縦軸に最初のパケットが到着した時刻
を0としたときのパケットの到

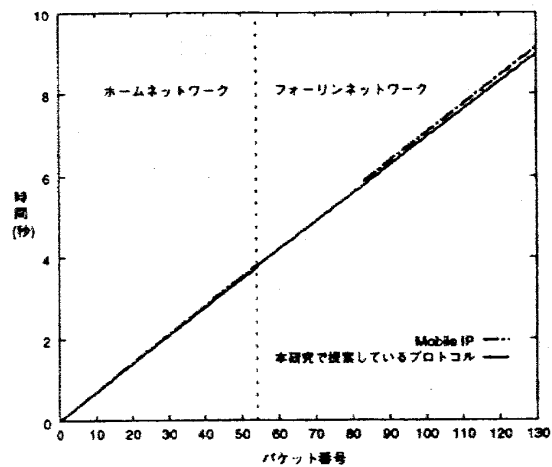


図 4: 実験結果

着時間をとったグラフを図4に示す。この図からわかる
ように Mobile IP を用いた場合にはホームネットワ
ークからフォーリンネットワークへの移動時にパケッ
トが途切れているが、本研究で提案しているプロト
コルを用いた場合には、パケットの途切れは発生し
なかった。

5. おわりに

本稿では、モバイルコンピューティング環境にお
いて連続メディアを配送するための通信プロトコル
を Mobile IP を拡張することで実現する方法につ
いて述べた。

参考文献

- [1] C. Perkins, Ed.: "IP Mobility Support," RFC 2002 (Oct. 1996).
- [2] G. Shintani, M. Tsukamoto, K. Harumoto, and S. Nishio: "Network and Transport Mechanisms for Continuous Media Communication in Mobile Computing Environments," *Proc. of the 3rd International Workshop on Protocols for Multimedia Systems (PROMS'96)*, pp.381-392 (Oct. 1996).