

5R-1

Mobile IP を利用した Access Grid の実現

Access Grid with Mobile IP

石井 勇弥 三浦 周平 後藤 滋樹

早稲田大学大学院 理工学研究科 情報・ネットワーク専攻

概要

Access Grid は Grid を利用したビデオ会議システムであり、マルチキャストを用いているという特徴がある。一方、無線通信技術の発展によりインターネットにおいてノードが移動する機会が増えている。しかしノードが移動する際に IP アドレスが変わると Access Grid に再接続しなければならない。そこで注目されるのが Mobile IP 技術である。Mobile IP 技術を用いれば、通信の相手方から見て移動ノードの IP アドレスを同一に保つことができる。

本論文では、Mobile IP を利用して Access Grid を実行したときに起こる問題を明らかにし、解決法を示すとともに、移動後の再接続までの時間を短縮する工夫について実証する。

1 Mobile IP と Access Grid の組み合わせ

1.1 実験

実際に Mobile IP と Access Grid を合わせて実験する。図 1 のような実験ネットワークを構成し、移動ノード (MN, Mobile Node) を移動先 (Foreign Link) に移動させる。

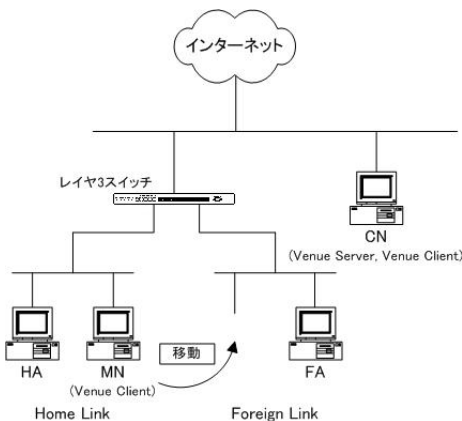


図 1: 実験に用いたネットワーク

1.2 問題の発生

移動ノード (MN) は Foreign Link でも映像の受信ができる。ただし MN から送信した映像が通信相手 (CN, Corresponding Node) に届かなかった。この原因を以下に述べる。

1.2.1 MN の送信パケットの挙動

MN が CN にパケットを送信する方法に、Reverse Tunneling と Triangle Tunneling がある。それぞれの場合において、パケットがネットワーク上でどのように取り扱われるかを観測すると次のようになる。

- Reverse Tunneling の場合

カプセル化されたマルチキャストパケットはホームエージェント (HA, Home Agent) まで到達するものの、HA で破棄されてしまう。これは HA にはマルチキャストパケットを処理する機能がないためである。この点を改善する方法を後に述べる。

- Triangle Tunneling の場合

マルチキャストパケットは接続しているレイヤ 3 スイッチ (図 1) で破棄されてしまう。この理由は次の通り。ユニキャストのルーティングではパケットの宛先アドレスを見て転送先を決定しているのに対して、マルチキャストのルーティングでは宛先アドレスに加えて送信元アドレスも確認し、転送すべきかどうかを決定する。MN は移動先においても Home Address でパケットを送信している。しかしそのアドレスはレイヤ 3 スイッチが管理する自分自身のネットワークのアドレスでないためにパケットを破棄してしまう。

いずれの場合においても Mobile IP と Access Grid を単純に合わせただけでは、うまく動作させることができない。

1.2.2 MN の受信パケットの挙動

移動ノードは映像を受信できたが、受信しているパケットは Access Grid が想定している経路を通ってきたものではない。Mobile IP において CN から送信されたパケットは一旦 HA に届けられ、カプセル化されて移動先のエージェント (FA, Foreign Agent) に転送され MN に届けられる。しかし今回の実験では、パケットは HA で転送されずに破棄される。その理由は、受信したパケットの宛先アドレスは、MN 宛でなくマルチキャストグループ宛だからである。MN 宛でないパケットは HA が転送しない。この理由で、MN に届かなかったのである。

ではなぜ MN はパケットを受信できたのか。それは今回の実験において、マルチキャストパケットを送信する CN から移動後の MN まで、経由するすべてのルータがマルチキャストルータであったからである。今回の実験ネットワークでは MN はレイヤ 3 スイッチに直接接続しており、このレイヤ 3 スイッチがマルチキャスト対応なのでマルチキャストパケットを転送することができた。

2 解決法 (1)

共著者の一人三浦周平は、Access Grid を Mobile IP 環境で実行したときの MN の送信問題を解決するために、通信を支援するシステムを提案した。現在の MN の状態を他のノードに伝えることにより、ユーザ同士のコミュニケーションを支援する機能を持つ。三浦の提案 [3] では、マルチキャストの通信を容易に実現できない環境で意義がある。この支援システムは、移動の際にやりとりされる Mobile IP の registration のパケットを監視することにより、移動の検知と移動の判定を行なう。マルチキャストが利用できない環境でも、ユニキャストで MN の状態を他ノードに送信することにより MN からの映像の通信が中断している理由が、Mobile IP を利用して他のネットワークに移動したからなのか、別の理由 (実際にネットワークから外れたなど) なのかを瞬時に伝えることができる。他のネットワークに移動したのであれば、MN は映像を見ることができると、そのつもりで CN は通信を続けることができる。

3 解決法 (2) および最適化

前述したように、Reverse Tunneling においてマルチキャストパケットは HA で破棄された。これは HA まで届いたパケットが Mobile IP のカプセル化を解除された後に CN まで転送されなかったのが原因である。つまり、HA にマルチキャストルータ機能を持たせることにより解決される。

3.1 実証の結果

図 1 と同様の構成で、HA にマルチキャストルータ機能を実装した。MN から送信されたカプセル化されたパケットが、HA によりカプセル化を解除されて、マルチキャストパケットとして CN に転送されることを確認できた。

3.2 ハンドオフ最適化の検討

機能は実証できたものの、シームレスな通信を実現するために Mobile IP でのスムーズな移動認知を実現する必要がある。

MN は FA がブロードキャストしている Agent Advertisement を受信することにより、自分が Foreign Link に移動したことを検知する。逆に言えば、Agent Advertisement を受信で

きなれば移動したことが分からない [1]。Agent Solicitation を用いると、MN が Foreign Link に移動後すぐに Agent Advertisement を FA に送信させることができる。

3.2.1 実験の結果

Agent Solicitation を用いる場合と用いない場合の 2 つの方法を比較した。移動から通信の再開までにかかる時間を比較したところ、Agent Solicitation を用いる場合の方が約 10 秒早くなった。この実験では、FA が Agent Advertisement を 20 秒間隔でブロードキャストしている。これに対して、MN は移動後即時に Agent Solicitation を送信している。この結果、Agent Advertisement をすぐに受信できるからである。

表 1: ユニキャスト通信再開までに要する平均時間

Agent Solicitation	用いない	用いる
時間 (秒)	26.22	17.08

4 結論と今後の課題

本論文では Mobile IP を利用すると、Access Grid の実行にどのような問題が起こるか明らかにし、HA にマルチキャストルータ機能を持たせることにより実現が確認できた。ただしこの方法では、受信しているパケットは Mobile IP を利用したものでなく通常のマルチキャストの通信であり、経路上にマルチキャスト非対応のルータがある場合には受信することはできない。

また、移動後の通信再開までの時間を短縮するために、Agent Solicitation を用いる方法を提案した。これにより移動後に Agent Advertisement を待つよりも、より能率の良い通信が実現できる。

前述したように、受信するパケットを Mobile IP を利用した方法にする必要がある。なお Access Grid が IPv6 に対応することにより、Mobile IPv6 を利用することができる。Mobile IPv6 では MN と CN とが直接通信することができるため、Triangle (三角) の問題を回避できる。

参考文献

- [1] C. Perkins, " IP Mobility Support ", RFC2002, 1996.
- [2] Yichi ARAI, Shuhei MIURA and Heshmatollah KHOSRAVI, " Combining Access Grid with Mobile IP ", Core-University Seminar, Karuizawa, Japan, May 2004.
- [3] 三浦周平, " Mobile IP を利用した Access Grid 支援システム " 早稲大学理工学部 2003 年度卒業論文, 2004.