

プライベートアドレス空間とグローバルアドレス空間を跨る移動通信の検討

榎本 万人[†] 鈴木 秀和[‡] 坂本 順一[‡] 渡邊 晃[‡]
 名城大学理工学部[†] 名城大学理工学部理工学研究科[‡]

1. はじめに

通信端末の小型化・高性能化や無線 LAN の普及により、いつでもどこでも通信可能なユビキタスネットワーク環境が構築されつつある。このような環境では、移動により IP アドレスが変化しても、それまでの通信に影響を与えない移動透過性が要求される。この移動透過性を実現するための技術には Mobile IP, LIN 6, MAT, Mobile PPC (Mobile Peer to Peer Communication) [1] などがある。しかし、これらの移動透過性技術は同一アドレス空間内での移動を対象としており、グローバルアドレス空間とプライベートアドレス空間を跨いだ移動透過性についての検討はなされていない。そこで本稿では、アドレス空間を跨る移動透過性を実現するための手法を Mobile PPC をベースに検討したので報告する。

2. Mobile PPC とその移動通信の限界

通信端末のトランスポート層ではコネクション識別子 (IP アドレス, ポート番号など) の異なる通信パケットは、別の通信と見なされる。そのため端末が通信中に違うネットワークへ移動して、IP アドレスが変化すると、通信を継続できなくなる。Mobile PPC は移動透過性をエンド端末だけで実現することができるプロトコルである。Mobile PPC を実装する通信端末ではコネクション識別子に対応して移動前後の IP アドレスの対応関係を示すテーブル「Connection ID Table (以後 CIT)」を保持し、送受信の際、CIT の対応関係に従って通信パケットのアドレス変換を行う。この動作により、上位ソフトウェアに対してアドレスの変化を隠蔽し、通信を継続することが出来る。端末が移動し、IP アドレスが変化すると、変化した IP アドレスに対応して CIT レコードの書き換えを行う。

図 1 に Mobile PPC による移動通信の例を示す。Mobile PPC を実装した移動端末 MN と固定端末 CN との間で通信が開始されると、通信パケットをもとに CIT レコードが両端末で生成される。この時点での CIT テーブルの内容は空であり、パケットのアドレス変換は行われない。その後、MN が移動して IP アドレスが変化すると、その直後に MN から CN に対して移動前と移動後の IP アドレスの情報を格納したパケット「CIT UPDATE (以後 CU)」を通知する。

CU を受信した CN は、パケット内に格納されている MN の移動前 IP アドレスに一致する CIT レコードを検索する。一致するレコードが存在すれば、その CIT レコードに MN の移動後 IP アドレスをアドレス変換に使用する情報として書き込む。CIT レコードの更新後、CN

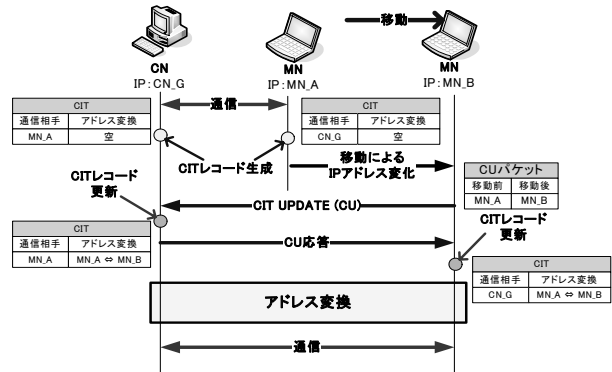


図 1. Mobile PPC による移動通信

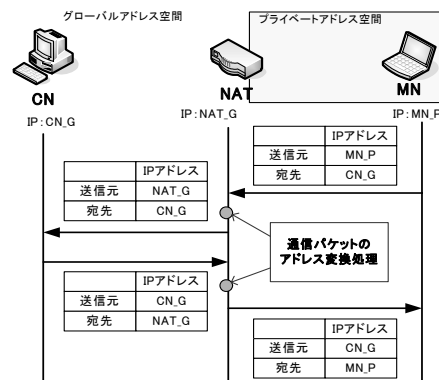


図 2. GA 空間と PA 空間の通信

は CU 応答パケットを MN へ送信する。MN がこれを受信すると自身の CIT 更新をおこなう。その後の通信は、送受信パケットに対して CIT に従って IP アドレスの書き換え処理をおこなう。このように両端末で通信パケットのアドレス変換を行うことにより、通信端末の上位層にはアドレス変化を隠蔽し、移動後も通信の継続が可能となる。

しかし、現在の Mobile PPC は同一アドレス空間での移動通信を対象としており、グローバルアドレス (以後 GA) 空間とプライベートアドレス (以後 PA) 空間を跨る移動透過性を実現できない。

図 2 に GA 側端末 CN と PA 側端末 MN の通信の様子を示す。両端末の間には必ず NAT (Network Address Translator) が介在する。このように NAT が介在する場合は、通信は必ず PA 側端末から始まらなければならない。最初の通信パケットが NAT を通過する際、パケットの送信元は MN のプライベートアドレス MN_P から NAT のグローバルアドレス NAT_G へと変換され、CN へ送信される。同時に NAT には MN_P と NAT_G を対応付ける NAT テーブルが生成される。CN からの返信パケットは宛先が「NAT_G」となり NAT に届けられる。NAT では逆のアドレス変換が行われ、宛先が「MN_P」

“Researches on Mobile Communications between Private Address Area and Global Address Area”

[†]Kazuto Enomoto & Akira Watanabe

Faculty of Science and Technology, Meijo University

[‡]Hidekazu Suzuki & Junichi Sakamoto

Graduate School of Science and Technology, Meijo University

に変換されて MN へ届けられる。このような動作から、CN は通信相手を NAT と見なして CIT を生成することになる。このため、MN が PA 空間から GA 空間へ移動した後、CN 宛に CU を送信しても、CN では一致する CIT レコードが存在しないため、CIT の更新ができない。また、逆に MN が GA 空間から PA 空間へ移動する場合、移動前は GA 空間同士の通信であり、CN と MN の間に NAT は存在しない。そのため、PA 空間へ移動後、通知される CU の情報に一致する CIT レコードは存在するものの、従来の CIT 更新処理のままでは、通信パケットは NAT が介在するネットワーク構造に対し、正しくアドレス変換が行われないため、通信の継続が出来ない。

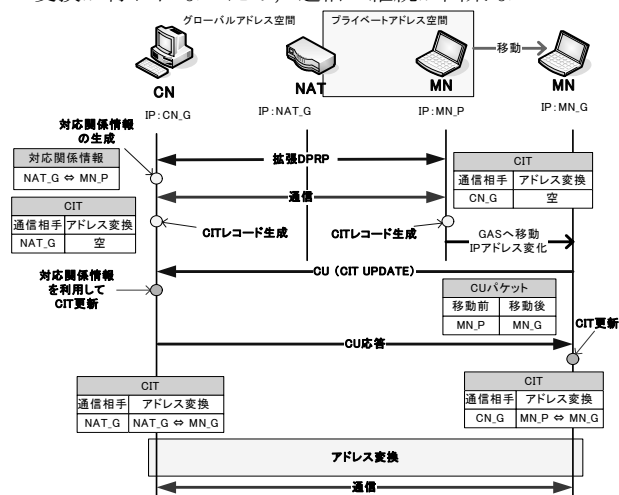


図 3. MN が PA 空間から GA 空間へ移動



図 4. 対応関係情報の利用 (PA→GA 移動時)

3. Mobile PPC の改良

本稿では移動端末の通信相手は常に GA 空間に位置し、通信中に移動端末が PA 空間から GA 空間へ移動する場合と、GA 空間から PA 空間へ移動する場合の 2 つのパターンにおける移動透過性の検討を行った。その結果下記のような対策を施すことにより異なるアドレス空間を跨る移動も実現可能であることが分かった。

MN が NAT 配下の PA 空間から通信を開始し、その後 GA 空間に移動した場合の例を図 3 に示す。MN は通信に先立ち CN との間で制御パケットの交換を行う。この交換により CN は、MN のプライベートアドレスおよび、NAT のグローバルアドレスを獲得する。この手順を拡張 DPRP (Dynamic Process Resolution Protocol) と呼び、別途検討がなされている[2]。CN は MN のプライベートアドレスと NAT のグローバルアドレスを対応付ける「対応関係情報」テーブルを生成し、保持しておく。MN が GA 空間へ移動すると、MN は従来と同様にその直後に CU を送信する。CN は CIT 更新の際、図 4 のように対応関係情報を利用して、受信した CU の移動前

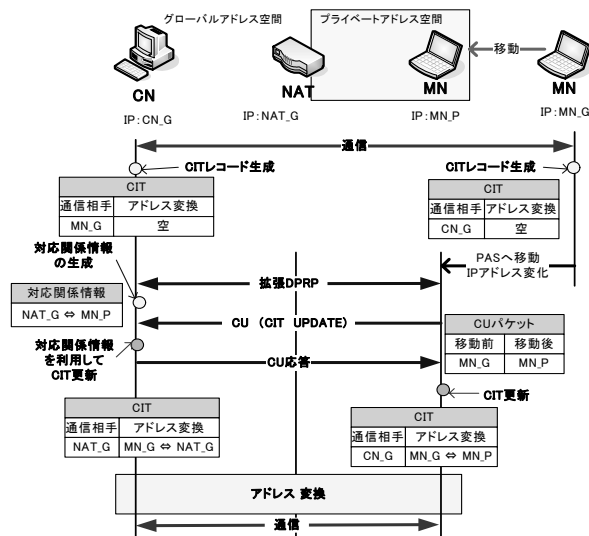


図 5. MN が GA 空間から PA 空間へ移動

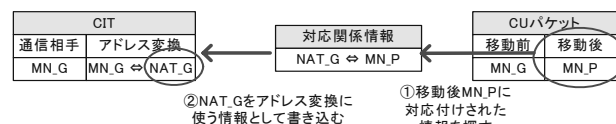


図 6. 対応関係情報の利用 (GA→PA 移動時)

情報 MN_P に対応する NAT のグローバルアドレス NAT_G で CIT レコードを検索し、通信相手を MN_G として CIT の更新を行う。

次に CN と MN が GA 空間で通信中に、MN が PA 空間へ移動する場合の例を図 5 に示す。MN が NAT 配下の PA 空間へ移動すると、この時点で拡張 DPRP を実行し、CN は対応関係情報を生成する。次に MN から CU を受信すると、該当する CIT レコードの検索と更新を行う。ここで、更新時には図 6 のように 対応関係情報を利用して、CU の移動後情報 MN_P に対応する NAT のグローバルアドレス NAT_G を通信パケットのアドレス変換に使用する情報として書き込む。

以上のような対策を行うことで、CIT が正しく更新されるため、異なるアドレス空間を跨る移動透過性が実現できる。

4. むすび

本稿では通信端末が GA 空間に位置する端末と通信中に、PA 空間から GA 空間へ移動した場合、逆に GA 空間から PA 空間へ移動した場合に通信を継続する方法について検討した。今後は、今回提案した方式についての実装と評価を行う。また、固定端末が常に PA 空間に位置し、移動端末が PA 空間と GA 空間との間を移動するといった別の移動パターンにおいても移動透過性を実現できるような検討をおこなう。

参考文献

- [1] 竹内元規, 鈴木秀和, 渡邊晃: モバイル端末の移動透過性を実現する Mobile PPC の実装, 情報技報, 2005-DPS-122, pp. 351-356 (2005).
- [2] 後藤裕司, 鈴木秀和, 渡邊晃: グローバルアドレスとプライベートアドレス空間を跨る DPRP の検討, 情報処理学会第 68 回全国大会 講演論文集, March 2006.