

Mobile PPCにおける仮想インタフェースの検討

水谷 智 大^{†1}

エンドノードでアドレス変換を行うことによって移動透過性を実現する技術として、我々は Mobile PPC を提案している。しかし、ノードが移動する際の新しい IP アドレスの取得には多くの時間を要するため、その間にパケットロスが大量に発生する。そこで Mobile PPC では、シームレスハンドオーバを実現するために、エンドノードに複数の無線 LAN インタフェースを搭載し、これらを切替えて通信を行う方法を検討してきた。この考え方は異なるインタフェース間であっても適用可能である。しかし、通信インタフェースが異なると、各々の通信インタフェース毎に特化して機能を実装する必要が出てくる。そこで Mobile PPC に仮想インタフェースを導入し、通信インタフェース間の差異を吸収することによってこの課題を解決する。

A study of virtual interface in Mobile PPC

TOMOHIRO MIZUTANI^{†1}

As technology to realize mobility because an end node performs address translation, we suggest Mobile PPC. However, it acquires a new IP address when a node moves. Because the node wastes very long time to acquire the IP address, it loses many packets. In Mobile PPC, we study a method to put plural wireless LAN interface on an end node. And it changes them and communicates, and realizes seamless handover. Such idea can be applied, even if they are different kinds. However, when plural network interface putting on that is kinds different each, we consider those kinds and must implement the function. We introduce virtual network interface into Mobile PPC and get rid of an existing difference between the communication interface of each kind.

1. はじめに

携帯端末や公衆無線環境の普及、それらを利用したサービスの増加に伴って、移動しながら通信を行いたいという需要が増加している。しかし IP ネットワークでは、IP アドレスは通信を識別する通信識別子としてだけでなく、位置を示す情報としても使用される。そのため、ノードが通信中に移動して IP アドレスが変化すると、その通信が継続できない。そこで、通信中に移動を行っても通信を継続するための移動透過性¹⁾の研究が盛んに行われている。

移動透過性技術は IPv6 に多く存在するが、IPv6 は未だ普及に至っておらず、今後も IPv4 は継続して使用されると予想される。そこで我々は、IPv4 における移動透過性をエンドノードだけで実現することができる Mobile PPC (Mobile Peer-to-Peer Communication)²⁾を提案している。Mobile PPC では両エンドノードがアドレス変換を行うことによって、第3者

機器の助けを借りることなくエンドツーエンドで移動透過性を実現している。

しかし一般に、IPv4 ではノードが新しく IP アドレスを取得する際に非常に多くの時間を要するため、その間にパケットロスが大量に発生する。そこで、Mobile PPC ではノードに複数の無線 LAN インタフェースを搭載し、これら通信インタフェースを切替えながら通信を行うことによって、移動時に発生するパケットロスをなくす方法³⁾を検討してきた。この考え方は異なるインタフェース間であっても適用可能である。

ところが通信インタフェースの種類が違う場合、各種通信インタフェース毎に特化して機能を実装する必要がある。したがって、それぞれの通信インタフェースの間の差異を吸収するために仮想的な通信インタフェース(仮想インタフェース)を導入することは有効である。本稿では、仮想インタフェースを導入した場合の Mobile PPC の動作について検討を行ったので報告する。

以下、第2章で Mobile PPC の動作概要と Mobile PPC におけるシームレスハンドオーバについて述べ、

^{†1} 渡邊研究室
Watanabe Laboratory

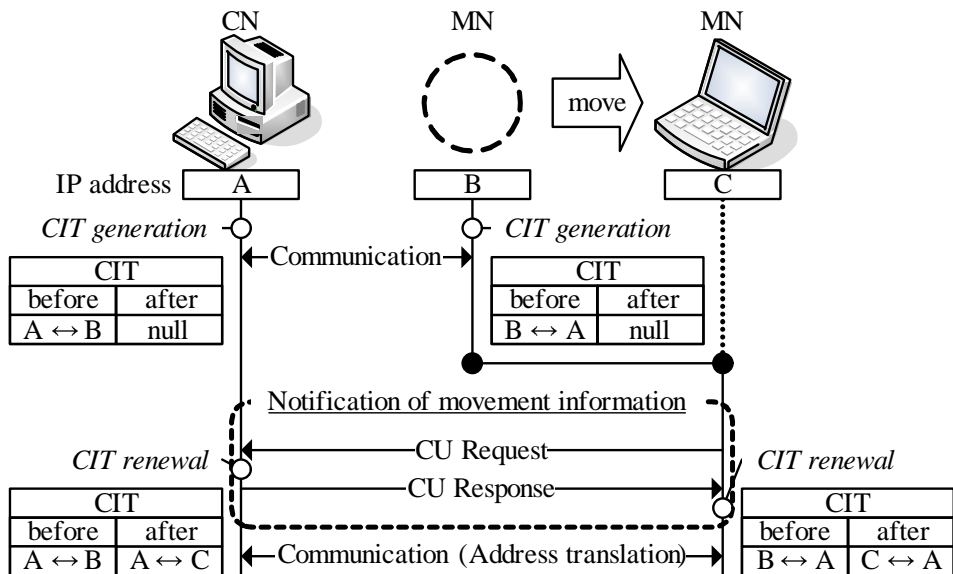


図 1 Mobile PPC の動作概要

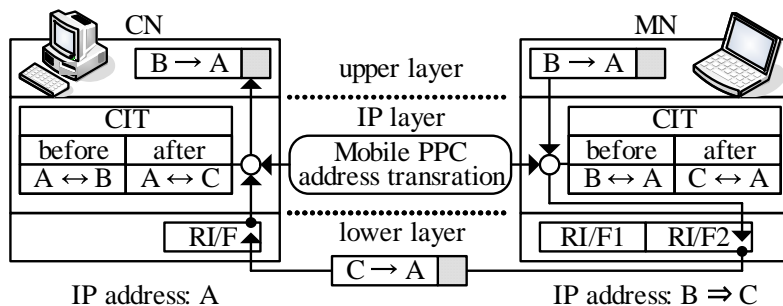


図 2 CIT に基づくアドレス変換

第 3 章で仮想インターフェースの提案とこれを導入した場合の Mobile PPC の動作について述べる。最後に第 4 章でまとめる。

2. Mobile PPC の現状

以下では Mobile PPC の動作概要とシームレスハンドオーバーの方法について述べる。

2.1 動作概要

Mobile PPC では、エンドノードがそれぞれ CIT (Connection ID Table) と呼ばれるテーブルを IP 層に保持している。CIT には、通信中のエンドノードの移動前と移動後の通信情報が記録される。エンドノードが移動した時、エンドノード間で CU (CIT Update) Request/Response と呼ばれる移動情報を交換して CIT を更新する。記号の意味は以下の通りである。

- A, B, C ; IP アドレス

- $A \leftrightarrow B$; A と B の通信
- $A \rightarrow B, B \leftarrow A$; A から B への通信

図 1 に Mobile PPC の動作概要を示す。通信開始時の CN と MN の IP アドレスは、それぞれ A, B である。両エンドノードは通信開始時に CIT を生成し、移動前の通信情報として $A \leftrightarrow B$ を書き込む。この時点では移動後の通信情報は存在しないため、アドレス変換は行われない。ここで MN が移動を行うと、MN は新しく IP アドレス C を取得する。

MN は移動後、自分自身の IP アドレスが B から C へ変化したことを示す情報が記載された CU Request を CN に送信する。CN はこれを受信すると、対応する CIT を更新し、CIT に MN の移動後の通信情報として $A \leftrightarrow C$ を書き込む。その後、CN は CU Response を MN に送信する。MN はこれを受信すると、CN と同じく CIT に MN の移動後の通信情報として $C \leftrightarrow$

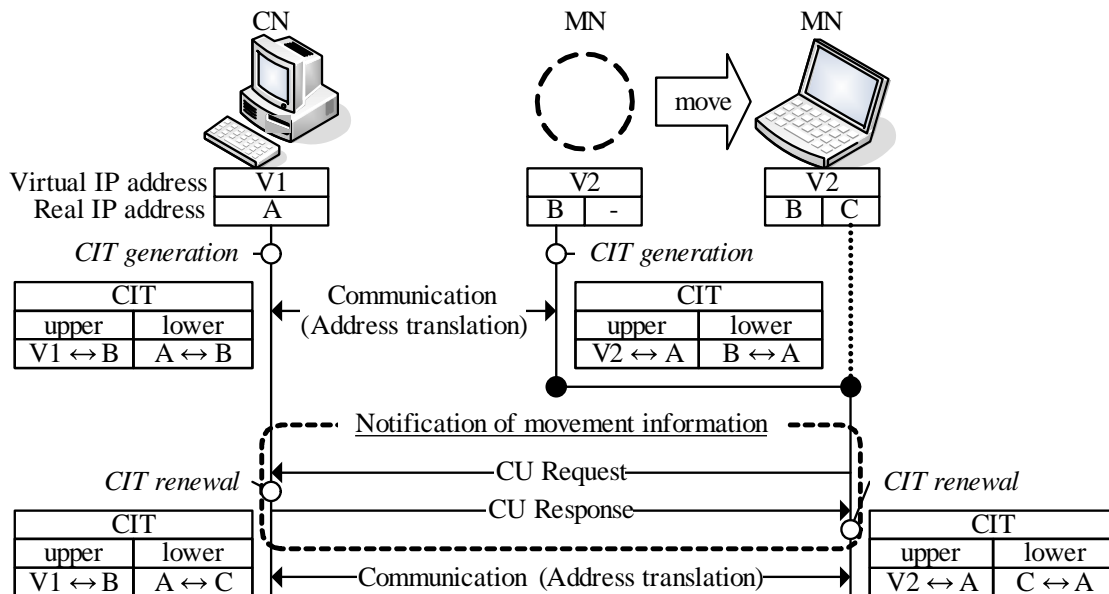


図 4 仮想インタフェース導入時の MobilePPC の動作概要

A を書き込む．このような MN の移動時に行う一連の処理を移動通知処理と呼ぶ．以後の通信では IP 層で CIT を参照して，パケットの IP アドレスを変換する．

3. Mobile PPC への仮想インタフェースの導入

3.1 シームレスハンドオーバーの方法

次に，図 2 に MN が移動した後の，CIT に基づくアドレス変換の様子を示す．MN がパケットを送信する場合，上位層は移動したことを認識していないため，移動前の IP アドレス B から CN の IP アドレス A 宛のパケットを生成する．MN は IP 層でこのパケットを受け取ると，CIT を参照して送信元 IP アドレスを B から移動後の IP アドレス C に変換して出力する．

出力されたパケットは通常の IP 通信に従ったルーティング処理が行われ，CN まで送り届けられる．CN はこのパケットを受信すると，IP 層で CIT を参照し，

送信元 IP アドレスを C から B に戻して上位層に渡す．

以上の処理によって，両ノード共に上位層からは MN の IP アドレスの変化が隠蔽され，通信が継続する．また，CN から MN に送信するパケットの変換も同様の処理で実現される．

3.2 パケットの送信

MN は無線 LAN インタフェース，Interface1 と Interface2 を搭載しており，通常は Interface1 を使用して CN と通信している．

MN は，AP (Access Point) が発生する電波の受信強度が低下すると，Interface2 で新たな AP と接続を確立させ，DHCP サーバから IP アドレスを取得する．IP アドレスの取得が完了すると，MN は Interface2 を使用して CN と移動通知処理を完了させ，そのまま Interface2 を使用して通信を継続する．

以上の処理によって，新しい IP アドレス取得中でも通信ができるようになる．そのため，パケットロスが発生する通信不能時間は移動情報通知処理の時間のみとなる．通信インタフェースが異なる場合，例えば一方が無線 LAN インタフェース，もう一方がセルラーインタフェースであるような場合では，通信インタフェース毎に特化してハンドオーバー機能を実装する必要がある．そこで Mobile PPC に仮想インタフェースを導入し，各種通信インタフェース間の差異を吸収することによってこの課題を解決する．

以下では CIT の定義の変更と，動作概要について

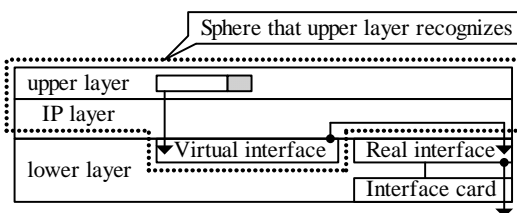


図 3 仮想インタフェース導入時のパケット送信

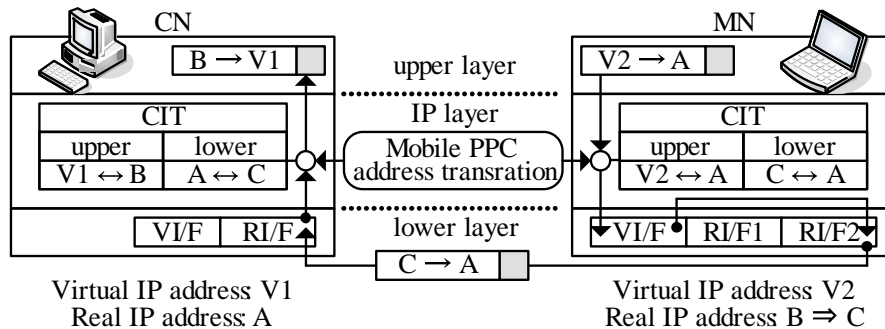


図 5 仮想インタフェース導入時の CIT に基づくアドレス変換

述べる。

仮想インタフェースとは、上位層に対して複数の物理インタフェースを仮想的に単一のインタフェースに見せ掛ける、論理的な通信インタフェースのことである。

仮想インタフェースを導入した場合の packets 送信の様子を図 3 に示す。全ての送信 packets は仮想インタフェースを経由して実際の通信インタフェースに渡されて送信される。そのため、上位層から見ると実際の通信インタフェースの違いが隠蔽され、単一の通信インタフェースのみを搭載しているように見える。

3.3 CIT の定義の変更

仮想インタフェースの導入に伴い、Mobile PPC の CIT に保持する情報を再定義する。従来の CIT では MN の移動前と移動後の IP アドレスの関係を保持していた。しかし仮想インタフェースの導入後は、各ノードの上位層が認識する IP アドレスと、下位層が認識する IP アドレスの関係を保持する。

3.4 動作概要

仮想インタフェースには仮想的な IP アドレス（仮想 IP アドレス）を付与する。

新たな記号の意味は以下の通りである。

- A, B, C; 実 IP アドレス
- V1, V2; 仮想 IP アドレス

仮想インタフェースを導入した場合における Mobile PPC の動作概要を図 4 に示す。MN には 2 つの通信インタフェースが搭載されている。各ノードは立ち上げ時、仮想 IP アドレスとして CN は V1, MN は V2 を生成し、それぞれ実 IP アドレス A, B を取得する。仮想 IP アドレスは、実 IP アドレスとして存在しない任意の値でよい。通信開始時、両エンドノードは以下のような CIT を生成する。

CN の CIT には、上位層の通信情報に CN の仮想 IP アドレス V1 と MN の実 IP アドレス B との通信

状態 $V1 \leftrightarrow B$ 、下位層の通信情報に CN の実 IP アドレス A と MN の実 IP アドレス B との通信状態 $A \leftrightarrow B$ が書き込まれる。同様に MN の CIT には、上位層の通信情報に MN の仮想 IP アドレス V2 と CN の実 IP アドレス A との通信状態 $V2 \leftrightarrow A$ 、下位層の通信情報に MN の実 IP アドレス B と CN の実 IP アドレス A との通信状態 $B \leftrightarrow A$ が書き込まれる。

両ノードは移動の有無にかかわらず、常に、IP 層で CIT を参照して packets の IP アドレスを、送信時には下位層の通信情報に、受信時には上位層の通信情報に基づいて変換する。MN が移動したときに行われる移動情報通知処理は従来の Mobile PPC と同様である。

図 5 に MN が移動した後の CIT に基づくアドレス変換の様子を示す。MN が packets を送信する場合、上位層で仮想 IP アドレス V2 から CN の実 IP アドレス A 宛の packets を生成する。MN は IP 層でこの packets を受け取ると、CIT を参照して IP アドレスを、V2 から MN の移動後の実 IP アドレス C に変換して出力する。

出力された packets は、通常の IP 通信に従ったルーティング処理が行われて CN まで送り届けられる。CN はこの packets を受信すると、IP 層で CIT を参照し、送信元 IP アドレスを C から B に戻し、更に宛先 IP アドレスを CN の実 IP アドレス A から CN の仮想 IP アドレス V1 に変換して上位層に渡す。

CN から MN に送信する packets の変換も同様の処理で実現される。したがって、常に各ノードの上位層は自分自身の IP アドレスを仮想 IP アドレスと認識するようになる。そのため、上位層の通信状態と下位層の通信状態は分離され、移動に伴った IP アドレスの変化も隠蔽することができる。

3.5 仮想 IP アドレスの利点

図 4 を見ても分かるように、CN は MN の仮想 IP

アドレス V2 を認識することはなく、また MN も CN の仮想 IP アドレス V1 を認識することはない。そのため、各エンドノードは通信相手の仮想 IP アドレスを認識することはない、各エンドノードが全て同一の仮想 IP アドレスを使用しても問題がない。その結果、仮想 IP アドレスの管理の必要はなく、ユーザへの負担がない。

4. ま と め

様々な種類の、複数の通信インタフェースを搭載した場合の Mobile PPC における仮想インタフェースの必要性を説明した。また、従来の Mobile PPC と仮想インタフェースを導入した場合の Mobile PPC の動作の違いについて説明した。今後は仮想インタフェースの実装と評価を行う。

参 考 文 献

- 1) 寺岡文男：インターネットにおけるノード移動透過性プロトコル，電子情報通信学会，Vol.J87-D-I, No.3, pp.308-328 (2004).
 - 2) 竹内元規，鈴木秀和，渡邊 晃：エンドエンドで移動透過性を実現する Mobile PPC の提案と実装，情報処理学会論文誌， Vol.47, No.12, pp.3244-3257 (2006).
 - 3) 金本綾子，鈴木秀和，渡邊 晃：IPv4 移動体通信システムにおけるパケットロスレスハンドオーバーの提案，情報処理学会論文誌， Vol.50, No.1, pp.133-143 (2009).
-