

NTMobileにおける 仮想IPv4アドレス運用手法の提案と実装

加古将規[†] 上酔尾一真[‡] 鈴木秀和[†] 内藤克浩^{‡‡} 渡邊晃[†]

[†]名城大学理工学部 [‡]名城大学大学院理工学研究科 ^{‡‡}三重大学大学院工学研究科

1 はじめに

スマートフォンなどの移動通信端末の普及により、移動しながら通信できる技術（移動透過性技術）が必要となっている。また、現在のインターネットでは、インターネット側の端末から NAT 配下の端末に対して通信を開始できない通信接続性の課題が存在しており、これを解決する技術が求められている。

我々は、移動透過性と通信接続性を同時に実現する技術として、NTMobile (Network Traversal with Mobility) を提案している。NTMobile では、NTMobile の機能を実装した端末 (NTM 端末) に対して一意な仮想 IPv4 アドレスを割り当てるが、仮想 IPv4 アドレスとして利用できる範囲がせまいという課題があった。本稿では、NTM 端末内部で仮想 IPv4 アドレスを自律的に生成し、上記課題を解決する手法を提案する。また Linux 上で提案方式の実装を行ったので報告する。

2 NTMobile の概要

図1にNTMobileの概要を示す。NTMobileは、NTMobileを実装したNTM端末、通信経路を指示するDC (Direction Coordinator), NTM端末と一般端末GN間の通信などでエンドエンドの通信が行えない場合にパケットを中継するRS (Relay Server) によって構成される。NTM端末は起動時に端末情報をDCに登録する。その後、DCから仮想IPアドレスを取得する。また、通信開始時にDCから通信相手の仮想IPアドレスを取得し、アプリケーションに対して通信相手のIPアドレスとして認識させる。仮想アドレスに基づくアプリケーションパケットは、NTMobileの機能により実IPアドレスでカプセル化され、通信相手へ送信される。NTM端末の移動によって実IPアドレスが変

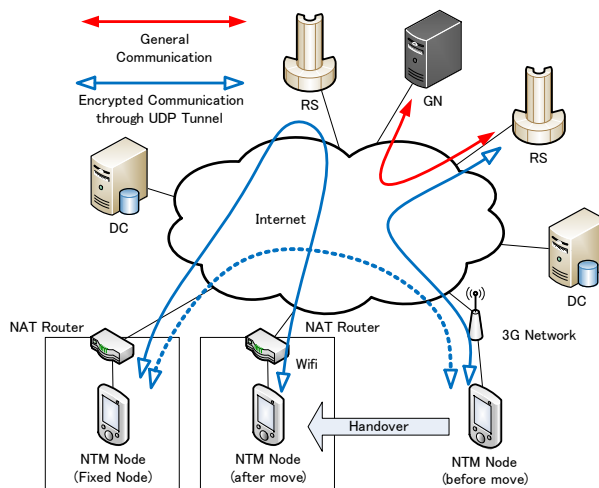


図1: NTMobile の概要

化しても、仮想IPアドレスは変化しないため、アプリケーション間の通信を継続することができる。

NTMobileでは、仮想IPv4アドレスと実IPv4アドレスの重複を防ぐため、仮想IPv4アドレスを実ネットワークで利用されないアドレス領域から割り当てている。しかし、利用可能なアドレス領域が小さいため、大規模システムに適用できず、NTMobileの拡張性を損なうという課題があった。

3 提案方式

NTM端末が仮想IPv4アドレスを自律的に生成し、通信する端末間の仮想IPv4アドレスを端末内部で管理する手法を提案する。この手法により、NTMobile全体で仮想IPv4アドレス領域を共有する必要がなくなり、限られた仮想アドレス領域を用いて大規模にNTMobileを運用することが可能となる。

3.1 端末登録時の処理

NTM端末は起動時のDCへの端末登録時に、静的な仮想IPv4アドレスを自端末のIPアドレスとしてアプリケーションに認識させる。

Proposal of Management Method of Virtual IPv4 Addresses in NTMobile and its implementation

Masanori Kako[†], Kazuma Kamiyama[‡], Hidekazu Suzuki[†], Katsuhiko Naito^{‡‡} and Akira Watanabe[†]

[†]Faculty of Science and Technology, Meijo University

[‡]Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{‡‡}Graduate School of Engineering, Mie University

3.2 通信開始時の処理

NTM 端末は通信開始時に DC に名前解決を依頼し、DC から通信経路の指示を受ける。このときに、NTM 端末は端末内部で仮想 IPv4 アドレスを生成し通信相手の IP アドレスとしてアプリケーションに認識させる。通信相手の仮想 IPv4 アドレスは、経路情報 Path ID に関連付けて NTM 端末のトンネルテーブルに登録する。Path ID は DC から指定される情報で、MN と CN が通信識別子として利用する。

3.3 トンネル通信時の処理

図 2 に、NTM 端末間において提案方式によるトンネル通信を行った場合のシーケンスを示す。MN のアプリケーションは、自身の仮想 IPv4 アドレスを VIP_A 、CN の仮想 IPv4 アドレスを VIP_B として認識している。また、CN のアプリケーションは、自身の仮想 IPv4 アドレスを VIP_Y 、MN の仮想 IPv4 アドレスを VIP_X として認識している。

MN のアプリケーションが CN へパケットを送信する際、送信元アドレスに VIP_A 、宛先アドレスに VIP_B が記載された仮想 IP パケットが生成される。仮想 IP パケットは実 IP アドレスでカプセル化された後、CN へ送信される。このとき、カプセル化されたパケットには Path ID が付加される。CN はカプセル化パケットを受信すると、パケットのデカプセル化を行い仮想 IP パケットを抽出する。その後、CN はパケット内の Path ID を元に自身のトンネルテーブルを検索し、MN の仮想 IPv4 アドレス VIP_X を取得する。CN はパケット内の送信元アドレスを VIP_A から VIP_X へ、宛先アドレスを VIP_B から VIP_Y へ変換し、CN のアプリケーションへ渡す。

以上により、NTM 端末内部で仮想 IP アドレスを管理することにより、限られた仮想アドレス領域を用いて大規模に NTMobile を運用することが可能となる。

4 実装

NTMobile の基本動作は Linux において既に動作が検証されている。NTM 端末はユーザ空間の NTMobile デーモンと、カーネル空間の NTMobile カーネルモジュールにより動作する。NTMobile デーモンは DC への NTM 端末情報の登録と仮想 IP アドレスの取得、および DC の指示に従ったトンネル構築を行う。カーネルモジュールはパケットのカプセル化/デカプセル化および暗号化処理を行う。各モジュールに以下のような改造を行った。

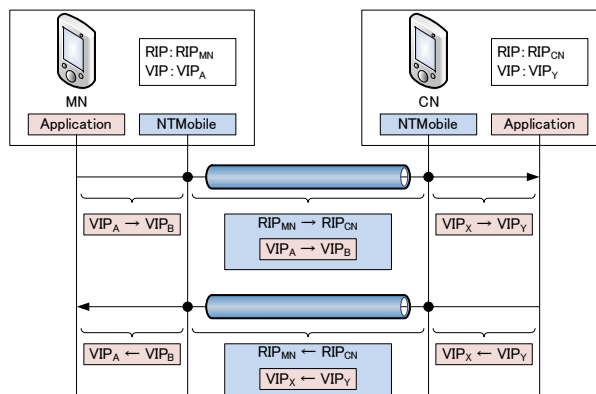


図 2: トンネル通信時のアドレス遷移

4.1 NTMobile デーモン

NTM 端末の端末登録時に自端末の仮想インタフェースに静的な仮想 IPv4 アドレスを設定する。また、通信開始時に通信相手の仮想 IPv4 アドレスを端末内部に設定し、トンネルテーブルに登録する。

4.2 NTMobile カーネルモジュール

NTMobile カーネルモジュールが受信パケットをフックし、デカプセル化を行ったパケットから Path ID を取得する。Path ID をキーとして、トンネルテーブルから通信相手の仮想 IPv4 アドレスとして設定した IP アドレスを検索する。その後、パケット内の仮想 IPv4 アドレスの送信元および宛先を端末内部で管理する仮想 IPv4 アドレスに変換する。

5 まとめ

本稿では、NTM 端末内部で仮想 IPv4 アドレスを自律的に生成し、通信する端末間の仮想 IPv4 アドレスを端末内部で管理する手法を提案した。この手法により、NTMobile 全体で仮想 IPv4 アドレス領域を共有する必要がなくなるため、限られた仮想アドレス領域で大規模に NTMobile を運用することが可能となる。また Linux 上で提案方式の実装を行い動作を検証した。

6 謝辞

本研究は SCOPE/PREDICT の委託研究に基づく結果である。

参考文献

[1] 内藤克浩. 他: NTMobile における移動透過性の実現と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.380-393 (2013).