

スマートフォン向け移動透過通信技術の実装手法に関する提案

水野 貴文^{†1} 上酔尾 一真^{†2} 鈴木 秀和^{†1} 内藤 克浩^{†3} 渡邊 晃^{†1}^{†1} 名城大学理工学部 ^{†2} 名城大学大学院理工学研究科 ^{†3} 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携帯端末の普及により、モバイルネットワークのトラフィックが爆発的に増加している。それに伴いデータオフロードの要求が高まっているが、ネットワークの移動に伴い IP アドレスが変化すると、通信が継続できない。現在、Android 端末で利用可能な移動透過性技術として、Mobile IP[1] や NTMobile (Network Traversal with Mobility) [2] が挙げられるが、これらの技術はカーネル空間に実装する必要があるため、一般端末への導入が困難である。本稿では、Android の VpnService を用いることで、従来カーネル空間で行っていた移動透過性プロトコルの処理を、ユーザ空間に実装する手法について提案する。

2 移動透過性技術の概要

移動端末に対して移動しても変化しない IP アドレスとして、Mobile IP では HoA (Home Address) を、NTMobile では仮想 IP アドレスを導入し、接続しているネットワークから割り当てられた IP アドレスでカプセル化し、トンネル通信を行う。これにより、移動端末が移動しても、アプリケーションは仮想 IP アドレスを用いて通信を行うことにより、移動に伴う実 IP アドレスの変化を隠蔽することができる。

Mobile IP は Linux カーネルに実装されているため、市販のスマートフォンで利用する場合はカーネルの再構築が必要となる。NTMobile も一部の機能をカーネルモジュールとして実装しているため Mobile IP と同様、一般ユーザが利用することは難しい。

3 提案方式

Android OS のバージョン 4.0 以降では、root 権限を取得することなく一般のアプリケーションが VPN を構築するための仕組みである、VpnService が利用可能になった。VpnService では、VPN で使用する IP アドレスを割り当てた仮想インタフェースを作成し、一般のアプリケーションが送信するパケットを一旦 VPN アプリケー

ションへ渡すことができる。このとき渡されたパケットには、VPN 上で使用する IP アドレスが記載された IP ヘッダが付与されており、VPN アプリケーションはこのパケットをソケットを用いて実ネットワークへ送信することにより、カプセル化して送信することができる。

そこで、上記 VpnService の仕組みを利用することで、前述の移動透過性技術 (Mobile IP および NTMobile) の機能を端末に実装する手法を提案する。従来の実装方式であるカーネル実装 (以後、従来方式) を図 1、VpnService を用いた提案方式の実装手法 (以後、提案方式) を図 2 に示す。また、通信時のパケット構造を図 3 に示す。従来、カーネル空間に実装していたパケットのカプセル化、デカプセル化の処理を、VpnService を利用したトンネルアプリケーションに実装する。トンネルアプリケーションはユーザ空間で動作するため、root 権限の取得やカーネル再構築を行う必要は無く、アプリケーションをインストールするだけでよい。

VpnService で仮想インタフェースを作成し、移動しても変化しない IP アドレス、すなわち Mobile IP では HoA、NTMobile では仮想 IP アドレスを割り当てる。一般のアプリケーションから送出されるパケットには、この変化しない IP アドレスが送信元として設定される。

トンネルアプリケーションは、パケットをフックして、新たなヘッダを付与し、カプセル化して外部へ送信する。端末が通信するパケットはトンネルアプリケーション経由となるため、Mobile IP および NTMobile で移動透過性を実現するためのトンネル通信を実現することができる。

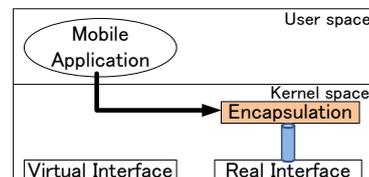


図 1 カーネル実装

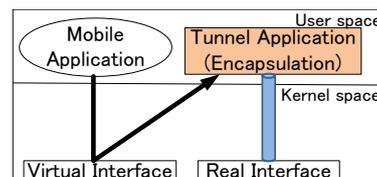


図 2 VpnService

A Proposal of Implementation Method of IP Mobility Technologies for Smartphones

Takafumi Mizuno^{†1}, Kazuma Kamiyama^{†2}, Hidekazu Suzuki^{†1}, Katsuhiko Naito^{†3} and Akira Watanabe^{†1}^{†1} Faculty of Science and Technology, Meijo University^{†2} Graduate School of Science and Technology, Meijo University^{†3} Graduate School of Engineering, Mie University

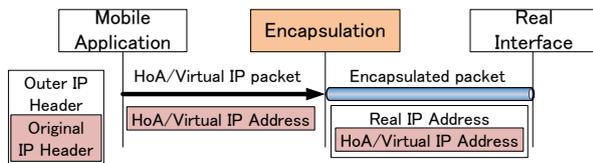


図3 パケット構造

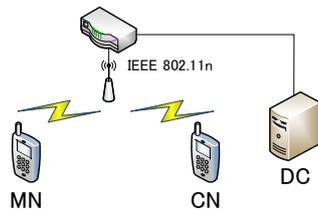


図4 測定環境

4 実装と評価

4.1 定量評価

提案方式の有効性を検証するために、NTMobileの 캡セル化機能をトンネルアプリケーションとして実装し、スループットの比較を行った。

測定環境を図4に示す。本稿では、従来方式と提案方式を実装した2台のAndroid端末MNとCNを用意した。機種はNexus5で、Androidバージョンは4.4.2、ビルド番号KOT49Hを用いた。両端末にIperfを導入し、同一のWi-Fiネットワーク環境下においてTCP通信のスループット測定を行った。ここで、DCとはDirection Coordinatorのことで、NTMobileにおいて端末の位置管理やトンネル構築指示を行う装置である。この測定環境においては、MNとCNの通信はエンドツーエンドで行われる。また、NTMobileの通信は暗号化を有効化にして行った。暗号化にはAES-CBC方式を用いている。スループットの測定は各方式において、TCPで30秒間の通信を10回行い、その平均を算出した。

図5に各方式のスループット測定結果の平均値を示す。通常の通信(General)は12.77Mbpsであった。そして、従来方式(Kernel)では11.07Mbpsであったのに対し、提案方式(VpnService)では10.84Mbpsとなり、2.1%程度スループットが低下することを確認した。

従来方式では 캡セル化処理を直接カーネル空間で行っているのに対し、提案方式ではパケットを一度カーネル空間からユーザ空間のトンネルアプリケーションへ戻し、再びカーネル空間へ送るため、ユーザ空間とカーネル空間の間で3回のデータの受け渡しが発生する。これが主なスループット低下の原因であると考えられる。

しかし、モバイルネットワーク環境下で利用されることを想定すると、2.1%程度のスループットの低下であれば、実用上問題ないと考えられる。

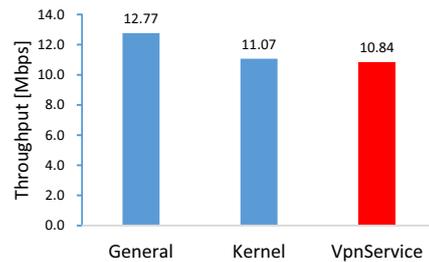


図5 スループット測定結果

表1 実装方式の比較

	従来方式	提案方式
一般端末への普及	△	○
クロスプラットフォーム対応	×	△
既存アプリケーションの対応	○	○

4.2 定性評価

表1に従来方式と提案方式の比較を示す。従来方式では、導入のために端末のroot化やカーネルの再構築などが必要であったが、提案方式ではトンネルアプリケーションをインストールすれば、全てのアプリケーションにおいて移動透過性技術を適用することができる。従来方式、提案方式ともにIPパケットを独自の packets 処理モジュールに取り込んで 캡セル化するため、Layer 4以上の全てのプロトコルに対応できる高い汎用性がある。また、従来方式では機能をLinuxカーネルに実装しているためクロスプラットフォームに対応することができないが、提案方式では今後Android以外のOSでもVPNを用いたアプリケーションを開発することが可能になれば、同様の手法で実装が可能になると考えられる。更に、Mobile IPやNTMobileに限らず、カーネル空間で動作する他の移動透過性技術も提案方式によって移植が可能であると考えられる。

5 まとめ

本稿では、VpnServiceを用いて移動透過性技術をスマートフォンへ実装する手法を提案した。提案方式により一般のスマートフォンでも容易に移動透過性技術を活用することができ、かつ実用上問題ないスループット特性を達成できることを確認した。

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] Perkins, C.: IP Mobility Support for IPv4, RFC 3344, IETF (2002).
- [2] 鈴木秀和ほか: NTMobileにおける通信接続性の確立手法と実装, 情処学論, Vol.54, No.1, pp367-379(2013).