

# LAN内通信システムをインターネット上で利用可能にする TUNアプリの提案と実装

稲垣 智<sup>†1</sup> 尾久 史弥<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†1</sup> 内藤 克浩<sup>†3</sup> 渡邊 晃<sup>†1</sup>

<sup>†1</sup> 名城大学理工学部 <sup>†2</sup> 名城大学大学院理工学研究科 <sup>†3</sup> 愛知工業大学情報科学部

## 1 はじめに

LAN内での通信を前提とすると柔軟なアプリケーション開発を行うことができる。しかしインターネット上での通信を考慮すると NAT 越え問題や移動透過性等の様々な問題を考慮する必要がある。これらの問題を解決し、インターネットをあたかも大きな LAN として扱うことができると有用である。DSMIPv6[1] や NTMobile (Network Traversal with Mobility) [2] はこのような目的のために開発された技術である。しかし DSMIPv6 はグローバルアドレスを大量に消費し、カーネルの改造が必要という課題がある。また、NTMobile は既存アプリケーションをそのまま利用できないという課題を抱えている。

そこで本稿では様々な OS に標準実装されている TUN/TAP インタフェースを用いて、LAN 内通信システムをインターネット上でそのまま利用可能にし、かつカーネルやアプリケーションの改造を必要としないシステムの実現方法を提案する。

## 2 DSMIPv6 と NTMobile

### 2.1 DSMIPv6

DSMIPv6 は不変的なアドレスとして HoA (Home Address) を端末に割り当て、移動先ネットワークで取得する CoA (Care of Address) によってカプセル化して通信を行う。上位アプリケーションは HoA を用いて通信するため、NAT 越えや移動に係る CoA の変化をアプリケーションから隠蔽することができる。しかし HA (Home Agent) をグローバル空間に設置する必要があることから、モバイル端末ごとにグローバルアドレスが必要になる。また、DSMIPv6 はカーネル空間に実装することが前提であることから、スマートフォンでの利用はできない。

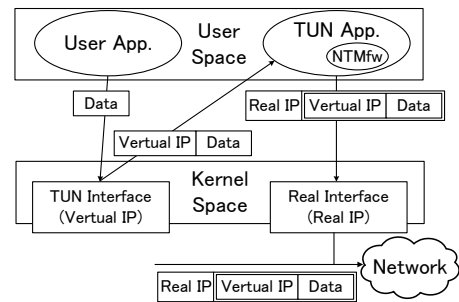


図1 提案方式におけるパケットカプセル化の様子

### 2.2 NTMobile

NTMobile は NAT 越え、IPv4/IPv6 間通信、移動透過性を同時に実現する技術であり、本提案のベースとなる技術である。NTMobile は端末の不変的なアドレスとして仮想アドレスを用いる。仮想アドレスは端末の立ち上げ時に DC (Direction Coordinator) により割り当てられる。NTMobile は仮想アドレスにより生成された通信パケットをすべて実アドレスでカプセル化するという特徴がある。また DC がエンド端末に最適な通信経路を指示し、どのような通信環境においても双方向の通信接続性を保証する。

NTMobile はこれらの機能を NTMobile framework ライブラリ (NTMfw) [3] と呼ばれるアプリケーションライブラリとして提供している。アプリケーションに NTMfw を組み込むことにより NTMobile の機能を利用できる。しかし、一般通信とソケットインタフェースが異なるため、既存のアプリケーションをそのまま使用することができないという課題が存在している。

### 3 提案方式

提案方式では、NTMfw の機能を TUN アプリケーションとして実現し、既存のアプリケーションをそのまま使えるようにする。TUN/TAP インタフェースは、トンネル通信を実現するためのもので、一般のアプリケーション (ユーザアプリ) により生成されたパケットをネットワークに送信する直前にフックし、ユーザ空間のアプリケーションへ渡す仕組みである。TUN アプリではフックしたパケットに対し、NTMfw を用いて NTMobile 用パケットを生成することで、ユーザアプリに一切手を加えることなく NTMobile 機能を実現する。図1に提案方

#### Proposal and Implementation of TUN Application that Makes LAN Communication System Available on the Internet

Satoru Inagaki<sup>†1</sup>, Fumiya Ogyu<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†1</sup>, Katsuhiro Naito<sup>†3</sup> and Akira Watanabe<sup>†1</sup>

<sup>†1</sup> Faculty of Science and Technology, Meijo University

<sup>†2</sup> Graduate School of Science and Technology, Meijo University

<sup>†3</sup> Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

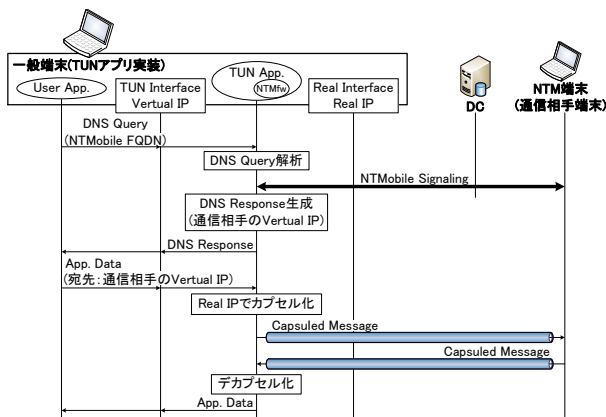


図2 提案方式における通信確立時の動作シーケンス

式におけるカプセル化の様子を示す。カプセル化処理はユーザ空間の TUN アプリとカーネルで分担して行うことができ、カーネルの改造も不要である。

ユーザアプリ起動から NTMobile 通信実現までの流れは以下の通りである。まず、TUN アプリが NTMobile の登録処理を実行し、DC から仮想 IP アドレスを取得する。このとき TUN アプリは TUN インタフェースを作成し、ここに取得した仮想 IP アドレスを割り当てる。また、DNS クエリが TUN インタフェースへ渡されるようルーティングテーブルの設定を変更する。これにより DNS クエリ、および仮想アドレス宛のパケットは全て TUN インタフェースを通じて TUN アプリへ渡されることになる。

図2に通信確立時の動作シーケンスを示す。ユーザアプリが通信相手の FQDN を指定することにより、DNS クエリが送信される。DNS クエリは TUN インタフェースを通じて TUN アプリへ渡される。DNS クエリを受信した TUN アプリは相手 FQDN の解析を行う。NTMobile 固有の FQDN が指定されていた場合は、NTMfw により NTMobile シグナリング処理を実行してトンネル経路を生成するとともに、通信相手の仮想 IP アドレスを取得する。取得した通信相手の仮想 IP アドレスを DNS 応答に記載し、TUN インタフェースを通じてユーザアプリに返信する。その後ユーザアプリは通信相手の仮想 IP アドレス宛にデータを送信する。これらのパケットはすべて TUN インタフェースを通じて TUN アプリが受け取る。受け取ったパケットに NTMfw がヘッダ付与や暗号化等の処理を行い、実インタフェースを通じてカプセル化した後、通信相手に送信する。通信相手から受信したパケットは上記と逆の手順により、TUN インタフェースを通じてユーザアプリへ渡される。

DNS クエリの宛先名が一般の通信端末であった場合は、クエリをそのままローソケット経由で物理ネットワークに中継する。本方式によると、複数の NTMobile

表1 既存技術と提案方式の比較

	項目(1)	項目(2)
DSMIPv6	×	○
NTMfw	○	×
提案方式	○	○

対応のアプリケーションと、複数の一般通信用アプリケーションが同時に通信を行える。

## 4 実装・評価

### 4.1 実装・動作検証

TUN アプリを LINUX 上で実装し動作検証を行った。検証方法は2台の提案方式による端末を VM にて準備し、NAT を経由した通信を実行した。この状態で双方の端末上で LAN 内通信システム対応のアプリケーションを動作させると、NAT が混在する環境でも双方向の通信接続性を確立できることを確認した。また一般アプリと TUN アプリを利用したアプリが複数同時通信できることを確認した。

### 4.2 評価

表1に既存技術と提案方式の比較を示す。評価項目は以下の通りとした。

- (1) カーネルの改造を必要としないか
- (2) 既存アプリを使用できるか

DSMIPv6 ではカーネルの改造が必要であるが既存アプリケーションをそのまま利用できる。NTMfw はカーネルの改造が不要であるが、既存のアプリケーションがそのまま使用できないという課題がある。提案方式ではカーネルの改造を必要とすることなく、さらに既存のアプリケーションもそのまま利用することができる。

## 5 まとめ

本稿では、TUN/TAP インタフェースを用いて LAN 内通信システムをインターネット上で利用可能にする TUN アプリの提案及び実装を行った。提案方式によりカーネルの改造やアプリケーションの改造を必要とすることなく LAN 内で実現した通信システムをインターネット上でそのまま利用することが可能になった。今後は提案方式の性能評価を行う予定である。

### 参考文献

- [1] Soliman, H.: Mobile IPv6 Support for Dual Stack Hosts and Routers, RFC 5555, IETF (2009).
- [2] 上酔尾一真ほか: IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を実現する NTMobile の実装と評価, 情報学論, Vol.54, No.10, pp.2288-2299 (2013).
- [3] 納堂博史ほか: 実用化に向けた NTMobile フレームワークの実装と評価, 信学技報, Vol.116, No.509, pp.281-288 (2017).