

# NTMobileにおけるRS-Nの二重化と状態管理手法の提案

井貝友哉<sup>†1</sup> 土井敏樹<sup>†2</sup> 上酔尾一真<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> 三重大学大学院工学研究科

## 1 はじめに

仮想 IP アドレスとトンネル技術を利用し、スマートフォンで実現可能な移動透過性技術として、NTMobile (Network Traversal with Mobility) [1, 2] が提案されている。NTMobile 対応端末と一般端末との通信を中継する装置である RS-N (Relay Server type NAT) は、ネットワークの規模に応じて分散配置することが可能であるが、RS-N の障害対策や選択指標については検討されていない。

本稿では、NTMobile の実運用に不可欠な RS-N の二重化および状態管理手法について提案する。

## 2 NTMobile の概要

NTMobile では、NTM 端末に移動しても変化しない仮想 IP アドレスを割り当て、アプリケーションは仮想 IP アドレスに基づいた通信を行う。図 1 に、NAT 配下に存在する NTM 端末 MN (Mobile Node) が一般端末 GN (General Node) へ通信を開始する様子を示す。MN はトンネルを構築するため、DC (Direction Coordinator) へ Direction Request を送信する。DC は Direction Request に記載されている GN の FQDN に対して、DNS による名前解決処理を行い、その結果から GN が NTMobile 非対応の端末であることを識別する。この場合、DC は MN と GN の通信を中継するよう指示を記載した Relay Direction を RS-N へ送信し、その後 RS-N に対してトンネルを構築するよう指示する Route Direction を MN へ送信する。MN と RS-N の間で Tunnel Request/Response を交換することにより、UDP トンネルが構築される。

以上の処理により、MN のアプリケーションは GN の仮想 IP アドレス宛に通信を開始する。GN の仮想 IP アドレス宛に送信されたパケットは、UDP トンネルにより RS-N へ送信される。RS-N は受信したパケットをデカプセル化し、宛先を GN の実 IP アドレスへ変換する。さらに、RS-N は NAT 処理により送信元 IP アドレスとポート番号を、自身の実 IP アドレスおよび未使用の

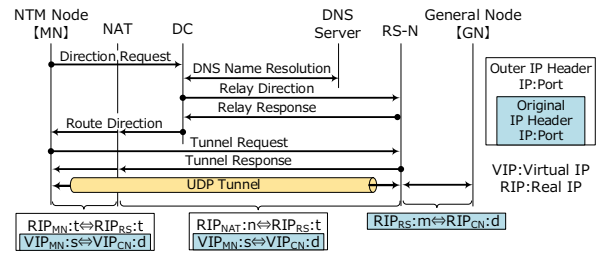


図 1 トンネル構築シーケンス

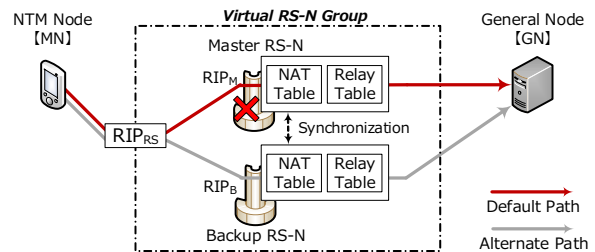


図 2 RS-N の二重化

ポート番号に変換し、GN へ転送する。これにより、GN は RS-N を通信相手と認識するため、MN の移動に伴う実 IP アドレスの変化を隠蔽することができる。しかし、RS-N の負荷が増大したり、障害などにより RS-N がダウンすると、MN と GN は通信を継続することができない。また、RS-N が多数のセッションを中継すると NAT 処理に必要なポート数が不足し、トンネル中継ができなくなるという課題がある。

## 3 提案方式

### 3.1 RS-N の二重化

本節では、VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) を用いた RS-N の二重化手法を提案する。図 2 に提案方式の概要を示す。VRRP の仕組みに基づき、通常時に稼働するマスター RS-N と非常時に稼働するバックアップ RS-N を 2 台 1 組として仮想 RS-N グループを構成する。2 台には異なる優先度を設定しておき、基本的に優先度の高い方がマスター RS-N として動作する。2 台はそれぞれネットワークから取得した IP アドレス  $RIP_M$  と  $RIP_B$  の他に、VRRP 用の IP アドレス  $RIP_{RS}$  を共有している。マスター RS-N は  $RIP_{RS}$  を用いてネットワークに接続し、MN と GN 間の通信を中継する。

マスター RS-N はバックアップ RS-N に対し VRRP Advertisement と呼ばれる制御パケットを定期的を送信し続ける。バックアップ RS-N はマスター RS-N からの

### A Proposal of RS-N Duplexing and its Status Management Method in NTMobile

Yuya Ikai<sup>†1</sup>, Toshiki Doi<sup>†2</sup>, Kazuma Kamiyano<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†1</sup>, Katsuhiko 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> Graduate School of Engineering, Mie University

定期メッセージが停止すると、マスター RS-N が障害などによって停止したことを検出する。その後、バックアップ RS-N はマスター RS-N から  $RIP_{RS}$  を引き継ぎネットワークへ接続する。このとき、バックアップ RS-N は NAT テーブルや、NTMobile の中継処理に用いる Relay テーブルなどを常にマスター RS-N と同期しており、また MN および GN は  $RIP_{RS}$  を経由して通信を行っているため、バックアップ RS-N へ切り変えても通信を継続することができる。なお、マスター RS-N ダウン時の切り替え時間をマスターダウンインターバルと呼ぶが、この間は MN と GN 間の通信が断絶されてしまうため、できる限り短く設定する必要がある。

以上の手法を用いて RS-N を冗長な構成にすることにより、RS-N のダウンにより通信が断絶する課題を解決し、通信断絶時間も短くすることができる。

### 3.2 RS-N の状態管理

本節では、SNMP (Simple Network Management Protocol) を用いた RS-N の状態管理手法を提案する。図3に提案方式の概要を示す。DC を SNMP マネージャ、RS-N を SNMP エージェントとして動作させることにより、DC は分散配置されている RS-N から下記の負荷情報を取得する。

- NAT 処理に必要な TCP/UDP ポート残数
- NAT 処理に必要な NAT テーブルの残エントリ数
- トラフィック量を知るため通信帯域の使用率
- 中継処理能力に影響する CPU/メモリ使用率

DC は SNMP におけるポーリング動作により、これらの項目を定期的に取得する。また、RS-N は各項目に警告閾値を定めておき、その閾値に到達した際は SNMP におけるトラップ動作により即座に DC へ通知する。2つの取得動作を組み合わせることにより、DC は収集した負荷情報を RS-N ごとに Load テーブルへ記録する。このとき、低負荷状態の順に RS-N をランク付けし、DC はトンネル構築時に上位ランクの RS-N から中継装置として選択する。DC は負荷の大きい RS-N を即座に把握することが可能で、トンネル構築時に当該 RS-N を選択の候補から外すことができる。

以上により、DC が RS-N の負荷状態を管理するとともに、RS-N の負荷分散を行うことができる。

## 4 実装検討

### 4.1 二重化

二重化の実現には、VRRP の実装だけでなく NAT テーブルと Relay テーブルの同期処理の実装が必要となる。VRRP の実装によってマスターとバックアップ間で IP アドレスの引継ぎが行われ、正常に切り替え処理が完了すること、また、VRRP の動作の一部として NAT テーブルが同期可能であることは動作確認済みである。Relay

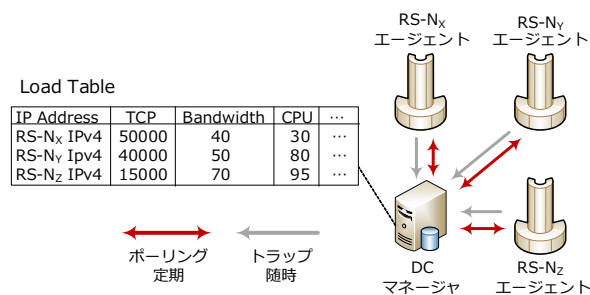


図3 RS-Nの状態管理

テーブルの同期については、NAT テーブルと同じ同期機構を利用する方法、あるいは独自デーモンを実装して実現する方法が考えられるが、今後の拡張性も考慮する必要があり、現在検討中である。

### 4.2 MIB (Management Information Base)

SNMP エージェントである RS-N は自らの情報を MIB に格納している。MIB には RFC で定義されている標準 MIB と、独自に実装した場合の拡張 MIB がある。3.2 節で挙げた負荷情報をそのまま取得できる標準 MIB は存在せず、NAT テーブルの残エントリ数以外の負荷情報はいくつかの標準 MIB の情報を収集し計算により求める必要がある。SNMP マネージャである DC 側で RS-N の標準 MIB から情報を収集し計算すると、収集すべき項目が多くなり DC と RS-N 間で大量の SNMP パケットが交換されることになる。そこで RS-N に負荷情報を格納する拡張 MIB を定義する。RS-N は自身の標準 MIB から各種情報を収集し DC が必要とする負荷情報を計算した後、その結果を拡張 MIB に格納する。NAT テーブルの残エントリ数は標準 MIB から得ることができないため、独自に取得処理を実装して拡張 MIB に格納する。

以上のように実装することにより、DC は RS-N の拡張 MIB から負荷情報を取得するだけでなく、また RS-N の標準 MIB から値を取得して計算する場合と比較して DC と RS-N 間で交換する SNMP パケットを削減することができる。

## 5 まとめ

本稿では、VRRP を用いた RS-N の二重化手法と、SNMP を用いた RS-N の状態管理手法を提案した。また、二重化と負荷情報の取得に関する実装を検討した。今後は提案方式の実装と評価を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 鈴木. 他: NTMobile における通信接続性の確立手法と実装, 情報学論, Vol.54, No.1, pp.367-379 (2013).
- [2] 土井. 他: NTMobile におけるアドレス変換型リレーサーバの実装と動作検証, 情報処理学会研究報告, 2013-MBL-67, No.11, pp.1-6 (2013).