

# NTMobileにおける通信経路冗長化を抑制する リレーサーバ選択手法の提案

若杉純<sup>†</sup> 土井敏樹<sup>‡</sup> 鈴木秀和<sup>†</sup> 内藤克浩<sup>††</sup> 渡邊晃<sup>†</sup>

<sup>†</sup>名城大学理工学部 <sup>‡</sup>名城大学大学院理工学研究科 <sup>††</sup>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通信端末や無線通信技術の普及により、自由に通信ができ、かつ通信中にネットワークを切り替えたいという要求が高まっている。接続するネットワークの構成に関わらず通信を開始できる通信接続性と、ネットワークを切り替えても通信を継続できる移動透過性を同時に実現する技術として、我々はNTMobile (Network Traversal with Mobility) を提案している [1]。

NTMobile では端末どうしが直接通信を行うことが基本であるが、特定の条件下ではRS (Relay Server) を経由して通信を行う。NTMobile ではRSの分散配置と選択が可能である。そこで、本稿ではNTMobileを実装した端末からRSまでのルータ経由数を調査し、冗長化を最も抑制した通信経路を実現するRS選択手法を提案する。

## 2 NTMobile

### 2.1 NTMobileの動作

NTMobile は、NTMobile を実装した通信端末 (NTM 端末)、共に NAT 配下にある NTM 端末どうしの通信や、一般端末との通信を中継する RS、NTM 端末や RS を管理する DC (Direction Coordinator) により構成される。RS と DC はグローバルネットワーク上に配置される。

NTM 端末のアプリケーションは、DC から配布された仮想 IP アドレスを識別子として利用する。NTM 端末は起動時に、DC に対して実 IP アドレスの登録を行い、仮想 IP アドレスを取得する。NTM 端末は通信開始時に、DC に対して経路指示を依頼する。DC から指示された通信相手までのトンネルを構築し、仮想 IP アドレスによるパケットを実 IP アドレスでカプセル化する。端末どうしが直接通信できない場合、DC は NTM 端末に対して、RS との間にトンネルを構築し、RS を経由した通信を行うように指示する。

### Proposal of the Nearest Relay Server Selection Method in NTMobile

Jun Wakasugi<sup>†</sup>, Toshiki Doi<sup>‡</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†</sup>, Katsuhiko Naito<sup>††</sup>, and Akira Watanabe<sup>†</sup>

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

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

<sup>††</sup>Graduate School of Engineering, Mie University

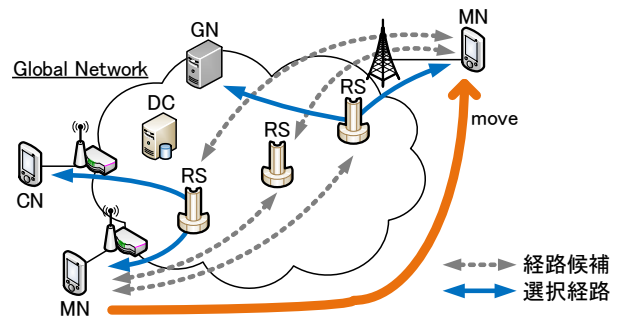


図1: NTMobileのネットワーク構成とRS選択

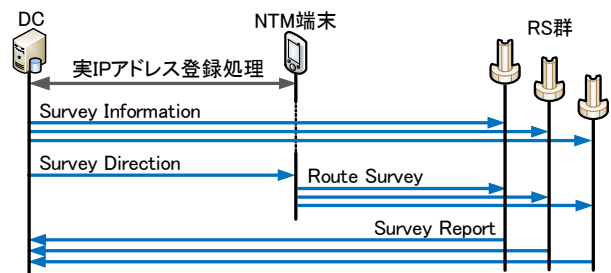


図2: NTM 端末からRSまでのホップ数調査

NTM 端末はネットワークを移動すると、DC に対して実 IP アドレスの更新処理を行う。このとき DC の経路指示により新しいトンネルが構築されるが、仮想 IP アドレスが変化しないため通信は継続される。

### 2.2 RSを経由することによる課題

図1において、MN (Mobile Node), CN (Correspondent Node) はNTM 端末、GN (General Node) は一般端末である。

RSを経由した通信では、経路の冗長化によるスループットの低下が懸念される。よって図1に示すように、NTM 端末が移動した先々において、経路の冗長化を抑えた適切なRSを選択することが求められる。

## 3 提案方式

### 3.1 提案方式の動作

通信経路の冗長化を抑制するため、通信経路のルータ経由数 (ホップ数) を最小とするRS選択手法を提案する。図2に示すように、NTM 端末がDCへ実IPアドレスの登録を行うと、その都度DCはNTM 端末からRSまでのホップ数の調査を実施する。DCは調査結果を基に、NTM 端末にとって最適なRSを選択する。

### 3.2 ホップ数の調査

NTMobile の前提によると、NTM 端末と RS の間には信頼関係がない。そのため両者と信頼関係がある DC が一時鍵を生成・配布することにより、調査時において NTM 端末と RS の間に一時的な信頼関係を構築する。

DC は管理下の RS に対し、NTM 端末の情報と調査用一時鍵を、Survey Information により通知する。また NTM 端末に対し、RS の IP アドレスと調査用一時鍵などを含む Survey Direction を送信し、RS までのホップ数調査を指示する。

ホップ数は、IP ヘッダ内の TTL (Time to Live) を用いて調査する。Route Survey は、NTM 端末から RS までの経路における、TTL の変化を見るためのメッセージである。TTL の初期値はカーネルによって異なるため、NTM 端末は自身が生成する TTL の初期値を取得する。そして Route Survey に TTL 初期値などを記載し、改ざん検知のために調査用一時鍵を用いた MAC (Message Authentication Code) を付加し、各 RS へ送信する。

RS は Route Survey の MAC 認証を行う。認証により正規のパケットであると判断したとき、メッセージの IP ヘッダ内の TTL と、Route Survey メッセージ内の TTL 初期値の差をホップ数とする。そして Survey Report により、DC へ調査結果を報告する。

### 3.3 RS の選択

DC は、MN から CN への通信開始時においては、各 RS を経由したときの総経路のホップ数を算出し、最もホップ数が小さくなる RS を選択する。MN または CN の一方から各 RS までのホップ数調査を終了していない場合、それぞれの NTM 端末が調査済みの RSの中から、各 NTM 端末から見て最も近い RS を選択する。MN から CN への通信においては、MN に最も近い RS を利用することにより、経路の冗長化を抑制する。

## 4 実装と動作検証

### 4.1 実装

NTMobile は Linux 環境での実装が行われている。DC, RS, および NTM 端末には、NTMobile の制御メッセージを交換する NTM デーモンが、ユーザスペースに実装されている。DC, RS および NTM 端末の NTM デーモンを拡張し、3.2 節に示したホップ数調査を行うモジュールをプロトタイプとして実装した。

RS では Route Survey を受信したとき、IP ヘッダ内の TTL を取得する必要がある。そのため RS ではデバイスレベルのパケットインタフェースである PF\_PACKET を利用した。

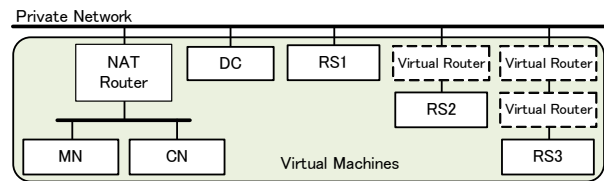


図 3: ネットワーク構成

DC の NTM デーモンには、MN および CN から各 RS までのホップ数調査の結果を基に、MN と CN の通信において適切な RS を選択する処理を追加した。

### 4.2 動作検証

図 3 に、動作検証を行ったネットワークの構成を示す。VMware Player 6.0.1 を利用し、Ubuntu 10.04 上に DC, 3 台の RS (RS1, RS2, RS3), そして MN と CN を構築した。DC および 3 台の RS はプライベートネットワークへ直接接続し、MN と CN は同一の NAT 配下に接続した。

NTM 端末から各 RS までのホップ数に差異が存在し、RS1 が MN と CN の間において最も適切な RS である環境を想定した。そのため、RS までの経路に仮想的なルータが存在するように、RS2 でのホップ数計算ではホップ数を 1 つ、RS3 ではホップ数を 2 つ加え DC に報告することとした。

この環境において、DC と各 RS を立ち上げた後、MN, CN を起動した。MN と CN からのホップ数調査が完了したことを確認した後、MN から CN までの到達性と経路の確認のため、MN から CN に対して ping を実行した。MN と CN の間において適切な RS として、DC は RS1 を選択し、ping は RS1 を経由して送受信された。以上により、ホップ数調査および RS の選択が正常に動作したことを確認した。

## 5 まとめ

NTMobile において、RS までのホップ数を調査し、端末間の通信経路の冗長化を抑制する RS 選択手法を提案した。また提案方式のプロトタイプを実装し、ホップ数調査と RS の選択が正常に動作することを確認した。今後は実装を完了し、実環境での評価を行う。

### 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] 鈴木秀和, 他 : NTMobile における通信接続性の確立手法と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.367-379 (2013) .