

## NTMobileにおけるマルチキャスト機能の実現

菅沼 良一<sup>†1</sup> 納堂 博史<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†2</sup> 内藤 克浩<sup>†3</sup> 棚田 慎也<sup>†2</sup> 渡邊 晃<sup>†2</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

モバイル端末や無線インフラの普及により、場所に依存せず、ネットワークに接続できる通信接続性への要求が高まっている。また通信中に移動しても通信を継続することができる移動透過性が重要となっている。NTMobile(Network Traversal with Mobility)は移動透過性と通信接続性を同時に実現したエンドツーエンド通信システムである。ユーザはNTMobileをエンド端末に実装することにより、ネットワークの制約を意識することなく、アプリケーション開発を行うことができる。しかし現在のNTMobileには、マルチキャスト機能が提供されていない。本研究では、NTMobileの特徴を生かしたマルチキャスト機能を実現するため、グループ管理を行うGMS(Group Management Server)を利用し、メッセージをリング状に転送するマルチキャスト機能を提案する。

## 2 NTMobile概要

NTMobileの基本構成は、DC(Direction Coordinator), RS(Relay Server)および、NTM端末によって構成されている。DCはインターネット上に設置し、NTM端末への仮想IPアドレスの割り当てや、トンネル構築指示を行う。RSはNTM端末が直接通信できない場合に、パケットの中継を行う。NTM端末のアプリケーションは仮想IPアドレスによりセッションを確立する。通信開始時、DCからの指示に従い、NTM端末間でUDPトンネルを生成する。その後の通信は全ての通信パケットを実IPアドレスによってカプセル化する。IPv4とIPv6間の通信であっても、両端末がRSに対してUDPトンネルを生成し、RSを経由することにより、通信を行うことができる。以上の方法により、NTMobileではNATの有無や、IPv4とIPv6の違いを意識することのない、フラットなネットワークを実現することができる。

## 3 GMSを用いたグルーピング

## 3.1 GMS

NTMobileでは、ユーザをグループ化する為に、グループを管理するGMS(Group Management Server)を設置する。GMSはグループ情報の管理とグループ鍵の生成、配送を行う。また、あらかじめ設定してあるタイミングでグループ鍵の更新を行う。

GMSは、グループを管理するための情報として、グループを識別するためのグループID、グループメンバの情報(FQDN, プライベート/グローバルIPv4/IPv6アドレス), メンバのログインステータスを保持している。表1に、GMSが保持する情報の例を示す。表中の1, 5はNAT配下の端末であり、NATのグローバルアドレスと、端末のプライベートアドレスが登録されている。2, 3, 4, 6は、グローバルIPv4アドレス, IPv6アドレス, もしくはその両方のアドレスを持つ端末であり、それらのアドレスが登録されている。グループメンバの端末はこのように、グローバル/プライベートIPv4アドレス, IPv6アドレスが混在してよい。

表1 GMSが保持するメンバ情報

	①	②	③	④	⑤	⑥
1	G1	ON	cccc		202.239.9.x	192.168.1.x
2	G1	ON	aaaa	2001:db8::aaaa:~		
3	G1	ON	bbbb		202.202.~.~	
4	G2	OFF	gggg		202.213.~.~	
5	G1	ON	dddd		202.239.9.x	192.168.1.1x
6	G2	OFF	ffff	2001:db8::bbbb:~	202.206.~.~	

①:groupID, ②:login status, ③:FQDN,

④IPv6address ⑤:global IPv4address, ⑥:private IPv4address

## 3.2 グループの生成方法

グループ招待者をNTM1, 被招待者をNTM2とする。NTM1とNTM2は通信に先立ち、DCからの指示に従ってエンドツーエンドのトンネル経路を生成する。NTM1は、トンネルを経由してNTM2をグループに招待する。次に、NTM1はGMSへ新しいグループメンバ報告を行う。報告を受けたGMSは、メンバ情報を更新するとともに新しいグループ鍵の生成を行い、グループメンバ全員に配布する。これにより、グループメンバ全体でグループ鍵が共有され、NTM端末のグルーピングが完了する。

## Realization of Multicast Functions in NTMobile

Ryoichi Suganuma<sup>†1</sup>, Hiroshi Nodo<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†2</sup>, Katsuhiko Naito<sup>†3</sup>, Shinya Tanada<sup>†2</sup>, Akira Watanabe<sup>†2</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

#### 4 マルチキャストの実現

提案方式では、グループメンバをリング状に並べ、順にパケットを転送することで、マルチキャスト機能を実現する。任意のノードが配送元になることができ、ネットワークトラフィックも少ないという特徴がある。

##### 4.1 リング経路の生成方法

図1にマルチキャストが行われる際のネットワーク構成を示す。マルチキャストを行うにあたり、GMSはグループメンバがリング状に繋がるよう、経路を決定する。経路生成を行う際に、GMSは表1のメンバ情報をもとに各グループメンバをIPアドレス順にソートする。IPアドレス順とする理由は、IPアドレスが近いと物理的に近い場所にグループメンバが存在する可能性が高いためである。経路生成の手順は以下の通りである。

1. IPv6 アドレスしか持たない端末を抽出する
2. 抽出された端末の IPv6 アドレスをアドレス順にソートする
3. NAT のグローバル IPv4 アドレスと、グローバル IPv4 アドレスのみを持つ端末を抽出する
4. 抽出したグローバル IPv4 アドレスをアドレス順にソートする
5. 同一 NAT 配下のプライベート IPv4 アドレスを持つ端末を抽出する
6. 抽出したプライベート IPv4 アドレスをアドレス順にソートする
7. 全ての NAT に対して、5, 6 の処理を実行する

##### 4.2 マルチキャストシーケンス

図2にマルチキャストのシーケンスを示す。図2では、グルーピングが既に終了しているものとする。NTM 端末の IP アドレスは以下の通りとする。

- NTM1: グローバル IPv4 アドレス
- NTM2: プライベート IPv4 アドレス
- NTM3: プライベート IPv4 アドレス
- NTM4: グローバル IPv6 アドレス

NTM1は、グループを代表してマルチキャストの開始をGMSに要求する。マルチキャスト要求を受け取ったGMSは、4.1節に従って、グループメンバ間の経路を決定する。図2ではNTM1 → NTM2 → NTM3 → NTM4 → NTM1の順となる。次にGMSは、各グループメンバに次ノードのFQDNを指示する。FQDNとする理由は、NTM Mobileのトンネル生成に相手端末のFQDNが必要なためである。経路指示を受信した、NTM 端末は次ノードのFQDNを指示してNTMシグナリングを行い、トンネルを構築する。すべてのNTMが同様にしてトンネルを構築する。これらのトンネルは、端末間のKeepAliveによって維持され、NTM1~NTM4の間で、リング状にトンネルが生成されているため、任意の

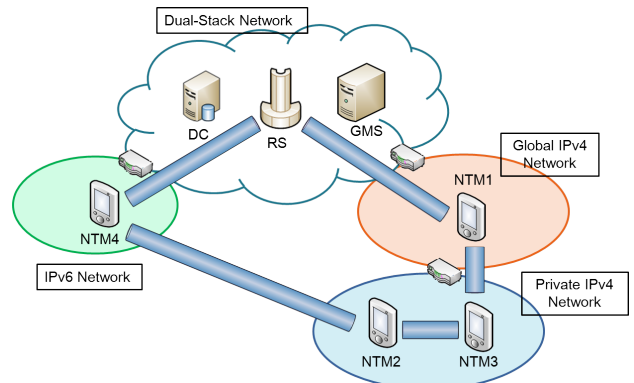


図1 マルチキャスト時のネットワーク構成

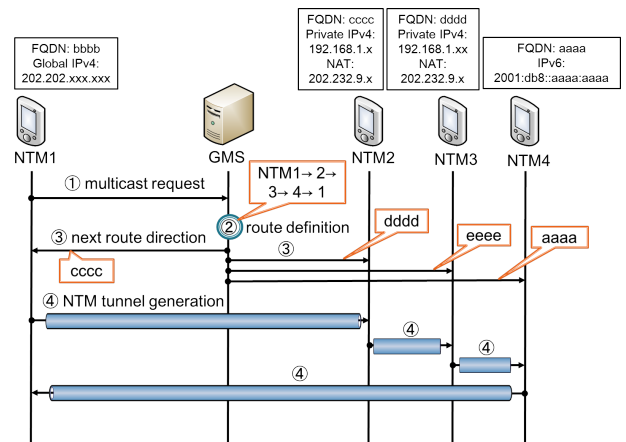


図2 マルチキャストシーケンス

NTM 端末がマルチキャストの送信元端末となることができる。各NTM 端末は次ノードへのKeepAliveとともに、GMSに対してもKeepAliveを実行する必要があるため、何らかの理由でNTM 端末間のKeepAliveが終了してしまった場合には、GMSが再度経路生成を行う。

#### 5 提案方式の利点と今後の課題

グループメンバの全員がマルチキャストパケットの送信元となることができるため、負荷が集中することがない。IPアドレスでソートするため、経路が最適化されトラフィックが削減される。グループメンバはグローバル/プライベートIPv4アドレス、IPv6アドレスが混在しても構わない。今後の課題として、グループメンバが無断でグループを離脱した場合に、効率よくリングを修復できる方法を検討する必要がある。

#### 6 まとめ

本稿では、NTM Mobileでマルチキャスト機能を実現する方法を提案した。今後は、提案方式のマルチキャストの実装・性能評価及び課題の検討を行っていく。

#### 参考文献

- [1] 上醉尾一真ほか: 情報処理学会論文誌, Vol54, No10, pp. 2288-2299(2013).