

## NTMobile アダプタの実現方式の検討

尾久 史弥<sup>†1</sup> 納堂 博史<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†2</sup> 内藤 克浩<sup>†3</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

現状のネットワークは、グローバル IP アドレスの枯渇から、NAT を利用してプライベートアドレスによるネットワークを構築するのが一般的である。しかし、グローバル側の端末からプライベート側の端末に対して通信を開始できない問題がある (NAT 越え問題)。

この問題を解決するための技術として、筆者らは NT-Mobile を提案している [1]。NTMobile は、NTMobile framework (NTMfw) と呼ばれるアプリケーションをエンド端末に組み込むことにより、NAT の有無に関わらず双方向通信を実現することができる。しかし、組み込み型家電や安定性を重視するサーバなどは新たな機能の組み込みができない場合がある。

そこで一般端末に隣接設置し、一般端末の通信を NT-Mobile 通信に変換するアダプタ (以下 NTMA) の実現方式について検討した。一般端末と NTMA との間の通信は、RAW ソケットで実現し、NTMA と NTM 端末との間の通信は、NTMfw を改造することにより実現する。本稿では、NTMA をインシエータ側の一般端末に設置した場合の動作について確認したので記述する。

## 2 NTMobile

NTMobile は、NTMfw を実装した端末 (NTM 端末)、NTM 端末の実 IP アドレスと仮想 IP アドレスの管理、及び通信経路を指示する DC (Direction Coordinator) によって構成される。NTM 端末は、起動時に DC に対して実 IP アドレスを登録すると共に、位置に依存しない仮想 IP アドレスの割り当てを受ける。NTM 端末のアプリケーションは、仮想 IP アドレスに基づいて通信を行う。実際の通信は、実 IP アドレスで全パケットをカプセル化し、UDP トンネルによる通信を行う。DC が適切な通信経路を両 NTM 端末に指示することで、通信経路上に NAT が存在しても常に双方向通信が実現できる。

## 3 NTMfw

NTMfw は、アプリケーション層で動作する通信ライブラリであり、上位アプリケーションに対して、NT-

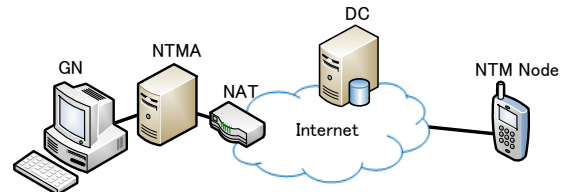


図1 提案システムのネットワーク構成

Mobile 通信用のソケットインターフェースを提供する。NTMfw において NTMobile 通信を実現する方法は以下の通りである。ユーザがデータを送信する場合は、ユーザデータを NTMfw が lwIP (lightweight IP) の機能によって、送信元/宛先アドレスが仮想 IP アドレスの IP パケットを生成し、さらに NTM ヘッダを追加する。このパケットをデータとみなして、Linux が提供する UDP ソケットによりカプセル化して送信する。また、ユーザがデータを受信する場合は、受信したパケットを Linux が提供する UDP ソケットによりデカプセル化した後、NTMfw によって NTM ヘッダを除去し、さらに lwIP によってユーザデータを上位アプリケーションに渡す。

## 4 NTMA

## 4.1 ネットワーク構成

図1に提案システムのネットワーク構成を示す。NTMA は物理 NIC を2枚用意して、一方は NAT 配下の一般端末 GN とブリッジ接続し、他方はインターネット側とブリッジ接続する。DC と GN の通信相手の NTM 端末は、インターネット上に設置する。NTM 端末と NTMA は、起動時に DC に対して実 IP アドレスの登録および仮想 IP アドレスの割り当てを受ける。NTM 端末と NTMA は、DC に対して定期的に Keep Alive を行い、いつでも DC からの経路指示を受けることができる。GN の IP アドレスには、NTMA が DC から割り当てられた仮想 IP アドレスを設定する。

## 4.2 動作シーケンス

図2に提案システムの通信シーケンスを示す。通信開始時に、GN は相手 NTM 端末の FQDN を指定して DNS クエリを送信する。DNS クエリを受け取った NTMA は、NTMfw の機能を利用して、NTMobile シグナリング処理により、DC の指示に従って NTMA と NTM 端末との間でトンネル構築を行う。トンネル構

#### Proposal for the Realization Method of NTMobile Adaptor

Ogyu Fumiya<sup>†1</sup>, Hiroshi Nodo<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†2</sup>, Katsuhiro Naito<sup>†2</sup> and Akira Watanabe

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

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

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

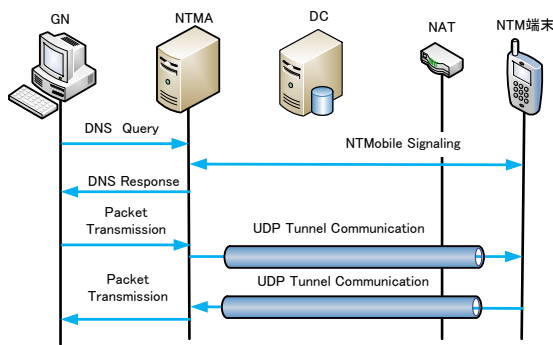


図2 提案システムの通信シーケンス

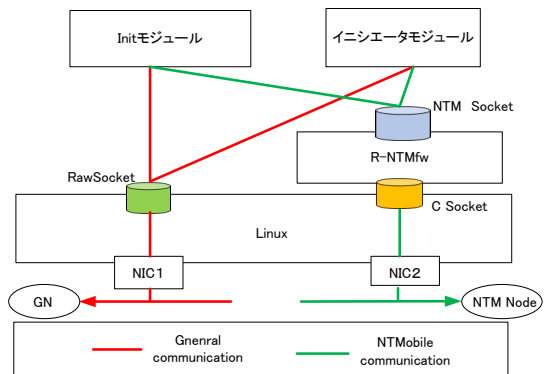


図3 NTMA(イニシエータ側)のモジュール構成

構築終了後、NTMAは相手NTM端末の仮想IPアドレスを取得するので、このアドレスをDNSレスポンスのせてGNへ送信する。次にGNは、相手NTM端末の仮想IPアドレス宛てにパケットを送信する。このパケットを受信したNTMAは、NTMfwの機能を利用してNTMAと相手NTM端末の実IPアドレスでカプセル化してデータパケットを送信する。相手NTM端末からパケットが返信されてきた場合は、パケットを受信したNTMAがNTMfwによりデカプセル化を行い一般通信のパケットに変換してから、GNへ送信する。

## 5 実装

### 5.1 モジュール構成

図3にNTMA(イニシエータ側)のモジュール構成を示す。NTMAと相手NTM端末との間の通信は、NTMfwが提供するNTMobile通信で実現する。また、NTMAとGNとの間の通信は、RAWソケットで実現する。Initモジュールは、DCに対して実IPアドレスの登録を行うとともに、仮想IPアドレスの割り当てを受ける。また、Initモジュールは、DHCPサーバの機能を包含し、GNからのIPアドレス要求に対して上記仮想IPアドレスを割り当てる。イニシエータモジュールは、GNから送信されたパケットをRAWソケットで受信する。受信したパケットがDNSクエリであった場合、相手NTM端末との間でNTMobileシグナリングによりトンネル構築処理を行う。また、トンネル構築終了後に、DNSクエリの返信をGNに送信する。GN側から受信したパケットがUDP/TCPパケットであった場合は、改造したNTMfw(R-NTMfw: Remodeled-NTMfw)のAPIを介してトンネル通信でパケットを送信する。GNは、NTM端末の仮想IPアドレスをターゲットとするARPリクエストを送信することがあるので、NTMAは自らのMACアドレスでARPリプライを返信する。

### 5.2 R-NTMfw

NTMfwはlwIPによりユーザデータから仮想IPアドレスによるパケットを生成する機能があるが、NTMA

は、GNが送信するIPパケットをRAWソケットそのまま受信する。そのため、NTMfw内部で仮想IPパケットを生成する必要がない。また、相手NTM端末から受信したパケットは、仮想IPアドレスのパケットを抽出した後、IPヘッダを除去せずに、そのままGNへ中継すればよい。IPパケットの生成と削除は、NTMfw内のlwIPで行われていたため、R-NTMfwではlwIPの処理をスキップするように改造した。また、NTMfwは、カーネルが認識する全てのNICに対してNTMobileの処理を行うように実装されているため、R-NTMfwではNTMobile通信を行わないNICを認識しないように変更した。

### 5.3 動作検証

提案方式の動作検証をするにあたって、Initモジュールとイニシエータモジュールの中継処理部をC言語で作成した。検証方法は、NTMAとNTM端末間でのトンネル構築処理はあらかじめ終了させた。また、GNのIPアドレスとしてNTMAがDCから割り当てられた仮想IPアドレスを静的に設定した。この状態でGNからNTM端末の仮想IPアドレス宛てにパケットを送信した。NTMAは、このパケットをNTMobile通信に変換して送信し、NTM端末で受信することを確認した。逆に、NTM端末から送信したパケットをNTMAが一般パケットに変換し、GNがデータを受信することを確認した。

## 6 まとめ

本稿では、NTMobileを実装できない一般端末のために、一般端末に隣接設置してNTMobile通信を代行するNTMAを提案した。また、試作によりNTMAが動作できることを確認した。今後、NTMAのレスポンド側の機能について検討していく。

### 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).