

NTMobile を用いた携帯電話網とアドホックネットワーク間のシームレスハンドオーバーの提案

鈴木 一弘[†] 鈴木 秀和[†] 渡邊 晃[†] 内藤 克浩[‡]

名城大学理工学部情報工学科[†]

三重大学工学部電気電子工学科[‡]

1. はじめに

アドホックネットワークはネットワーク基盤を必要とせず、端末間で簡易にネットワークを構築することができる有用な手段である。一方、携帯電話網はネットワーク基盤が既に整備されており、どこでも利用することができるが、通信帯域が狭く高トラフィックに対応できない。そのため、上記両方のネットワークが使える場合はアドホックネットワークを優先的に利用し、アドホックネットワークでの通信が困難な場合に携帯電話網を利用することができると有用である。しかし、通信中にこのような切り替えを行うと、IP アドレスが変化するため、セッションが一度切断されてしまう。

我々は、IP アドレスが変化する場合も通信を継続できる移動透過性を実現する NTMobile (Network Traversal with Mobility) [1-2] の研究を行っている。本稿では NTMobile を用いて、携帯電話網とアドホックネットワーク間をパケットロスなしに切り替える方式を提案する。この方式は車車間通信などに利用できる。

2. NTMobile

NTMobile では、NAT 越えと移動透過性の機能を有する NTM 端末、NTM 端末のネットワーク位置情報の管理や通信経路生成の指示を行うとともに DDNS の機能を包含する Direction Coordinator (DC) を導入する。NTM 端末には DC から仮想 IP アドレスが割り当てられ、端末の識別子として利用される。

図 1 に NTMobile の通信開始時のシーケンスを示す。MN と CN は事前に仮想 IP アドレスの取得が完了しており、MN は NAT 配下に存在するものとする。MN は DNS クエリで取得した情報をもとに自身を管理する DC に対して経路支持要求 (Direction Request) を送信する。

DC は MN と CN の位置から、両者に対して経路生

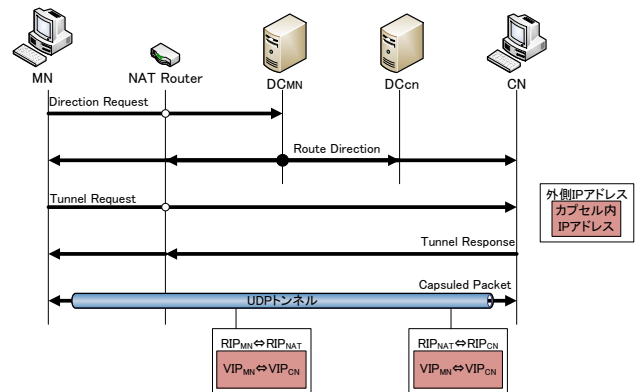


図 1 NTMobile の概要

成指示 (Route Derivation) を送信する。図 1 の構成では、NAT 配下の MN 側から経路生成を行うよう指示される。MN は DC の指示に従ってトンネル生成要求 (Tunnel Request) および応答 (Tunnel Response) をやり取りすることで実 IP アドレスによる UDP トンネル経路が生成される。

MN と CN は、仮想 IP アドレスのパケットを、実 IP アドレスでカプセル化することにより、ネットワーク上の実 IP アドレスの変化を上位アプリケーションに対して隠ぺいすることができる。

3. 提案方式

3.1. 目的と提案方式の構成

本稿では、携帯電話網 (以下 3G) と無線 LAN のインタフェースを持つ端末としてスマートフォンを想定する。無線 LAN はアドホックモードで使用し、通信相手が近隣にいる場合は直接通信する。アドホックネットワークで通信中に移動などによりアドホックネットワークの利用が困難になると、3G に切り替えて通信を継続する。また 3G での通信中にアドホックネットワークの安定した利用が可能になるとアドホックネットワークでの通信へと切り替える。

図 2 に提案方式の構成を示す。今回は端末が 2 台の場合について検討を行った。通信開始時、両端末がアドホックモードでの直接通信が可能な距離にいるものとする。DC_A は NTM 端末 A を、DC_B は NTM 端末 B を管理している。通信前の準備

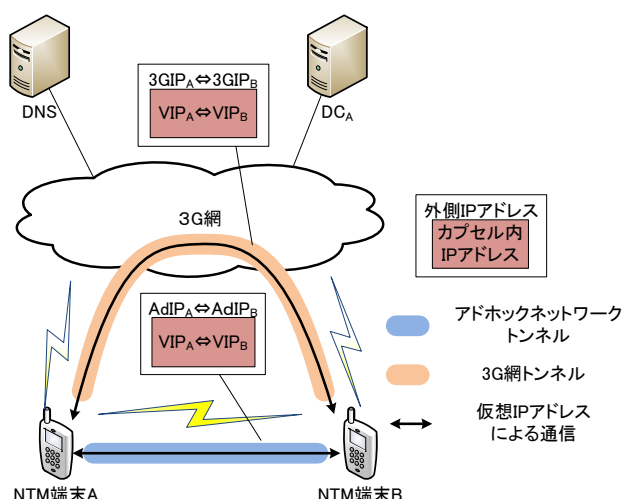


図2 提案方式の構成

として、端末A、Bは3G網から実IPアドレスを取得後、対応するDCにその実IPアドレスを登録すると共に、DCからは仮想IPアドレスを取得する。無線LANインタフェース側では、アドホックネットワーク用の実IPアドレスを自動生成する。互いの通信相手の名前は事前に知っているものとする。

3.2. 通信の開始

NTM端末AからNTM端末Bへ通信を開始する場合、まず3G側でDNSサーバにBの名前解決の問い合わせを行い、3G用実IPアドレス3GIP_Bと仮想IPアドレスVIP_Bを取得する。次に、アドホックネットワーク側では端末同士がマルチキャストで名前解決を行えるマルチキャストDNSを利用し、アドホック用実IPアドレスAdIP_Bを取得する。

通信相手のIPアドレスの取得が完了すると、NTMobileの機能により3G網側にはUDPトンネル経路を構築し、アドホックネットワーク側には独自のUDPトンネル経路を構築する。トンネル経路の構築が完了すると、アドホックネットワーク側トンネル経路で通信を開始する。

3.3. ハンドオーバー

通信中は無線LANインタフェース側のパケットの受信信号強度をもとにアドホックネットワークの電波強度を常時測定し、電波強度が一定値以上であればアドホックネットワーク、一定値未満であれば3G網のトンネル経路を選択して通信を行う。

図3にハンドオーバー時のシーケンスを示す。

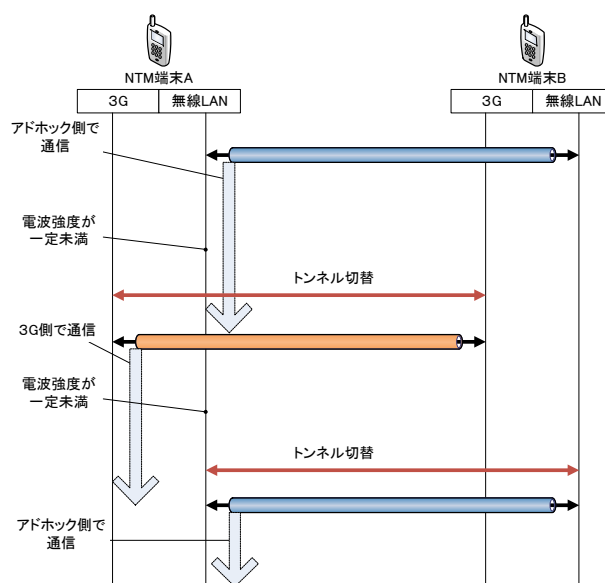


図3 ハンドオーバー時のシーケンス

アドホックネットワーク側のトンネル経路で通信を行っている時、端末の移動などにより電波強度が閾値を下回ると、3G網を利用してトンネル切替指示／応答を実行し、3G側のトンネル経路での通信に切り替える。次に3G側トンネル経路で通信を行っている時、電波強度が閾値を上回るとアドホックネットワークを利用してトンネル切替指示／応答を実行し、アドホックネットワーク側での通信に切り替える。

NTM端末A、Bの上位アプリケーションは、仮想IPアドレスのみを認識しているため、トンネルの切り替えにより実IPアドレスの変化が発生しても、通信継続が可能である。また、通信経路は常に確保されているため、経路切り替えによりパケットロスが発生することは無い。

4. まとめ

本稿では、NTMobileを用いて携帯電話網とアドホックネットワーク間をシームレスに切り替える方式を提案した。今後は、NTM端末が3台以上でグループ通信を行うような場合についても検討を行う。

5. 参考文献

- [1] 鈴木秀和, 他: NTMobileにおける相互接続性の確立手法と実装, DICOM2011 論文集, pp. 1339-1348, 2011
- [2] 内藤克浩, 他: NTMobileにおける移動透過性の実現と実装, DICOM2011 論文集, pp. 1349-1359, 2011

NTMobileを用いた携帯電話網と アドホックネットワーク間の シームレスハンドオーバの提案

名城大学[†] 三重大学[‡]

鈴木 一弘[†] 鈴木 秀和[†] 内藤 克浩[‡] 渡邊 晃[†]

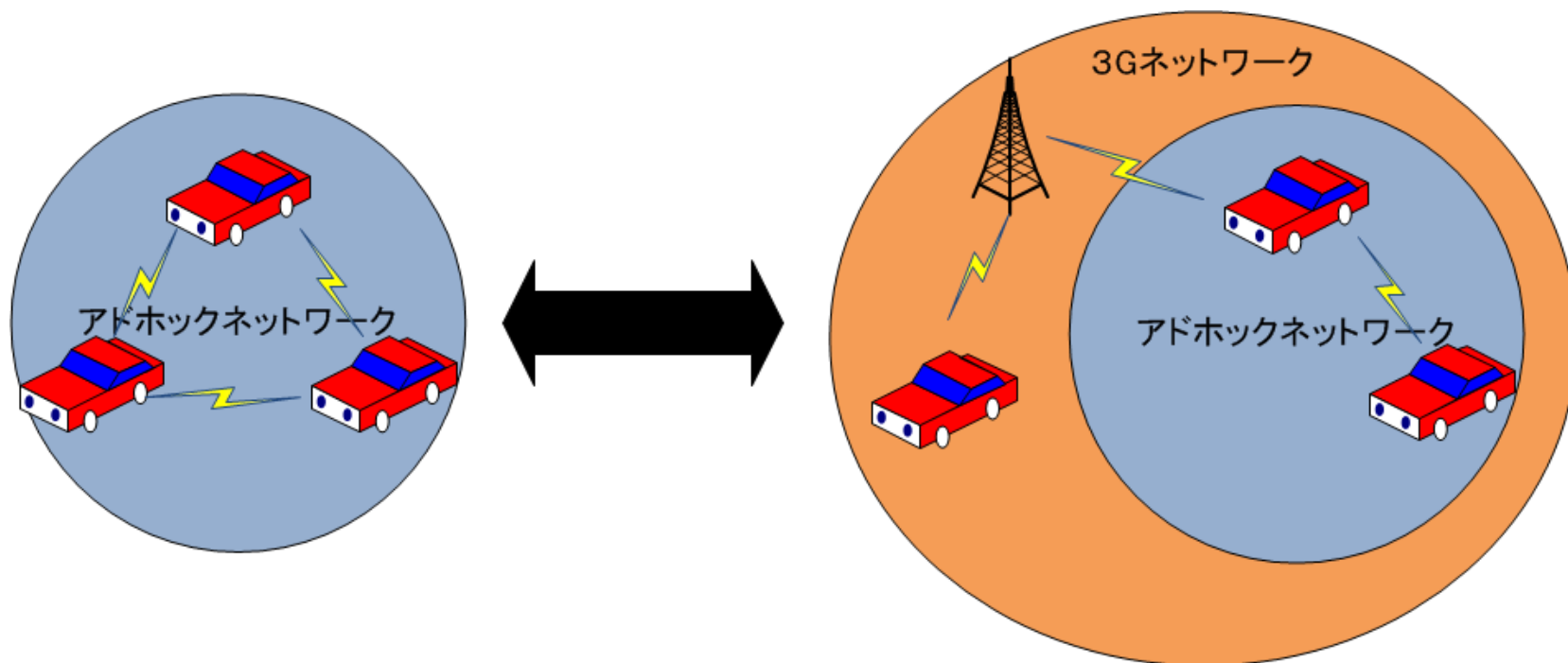
- **無線通信技術の発展**
 - ✓ 携帯電話網，無線LAN，WIMAX，Bluetoothなど
- **IPネットワークではネットワーク切り替えによりIPアドレスが変化すると通信が切断される**
 - ✓ 移動透過性技術の需要
- **アドホックネットワークの研究**
 - ✓ 通信インフラ不要
- **携帯電話網は通信帯域が狭い**

携帯電話網とアドホックネットワークを
ネットワークの状態に応じて切り替えて利用したい

研究目的

- ▶ 携帯電話網とアドホックネットワーク間でシームレスなハンドオーバを実現

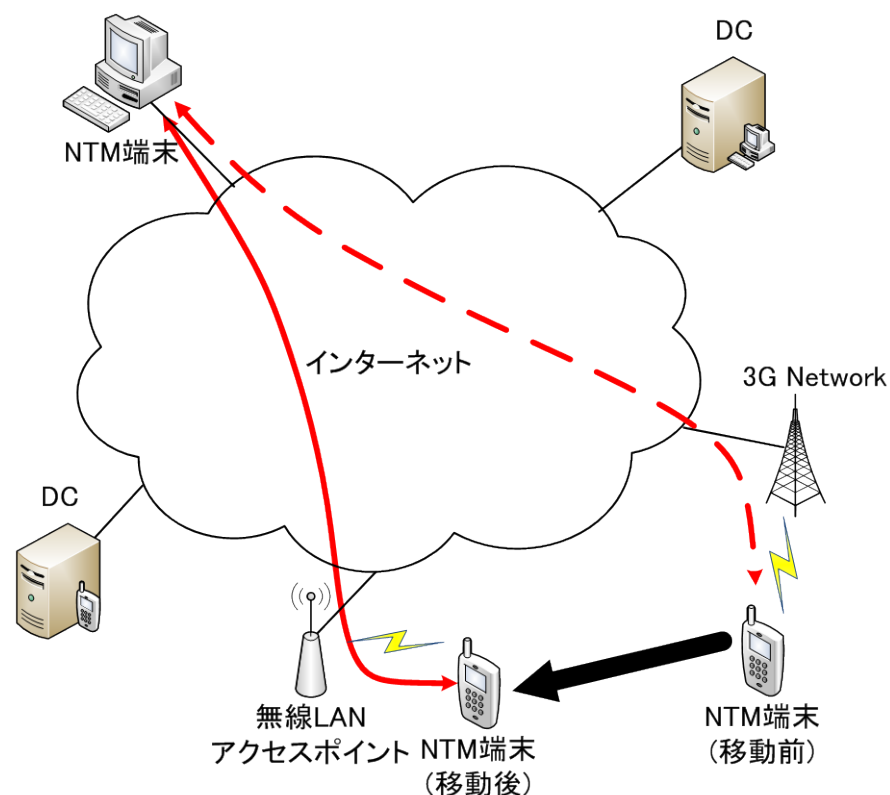
- 車車間通信での適用事例



提案方式



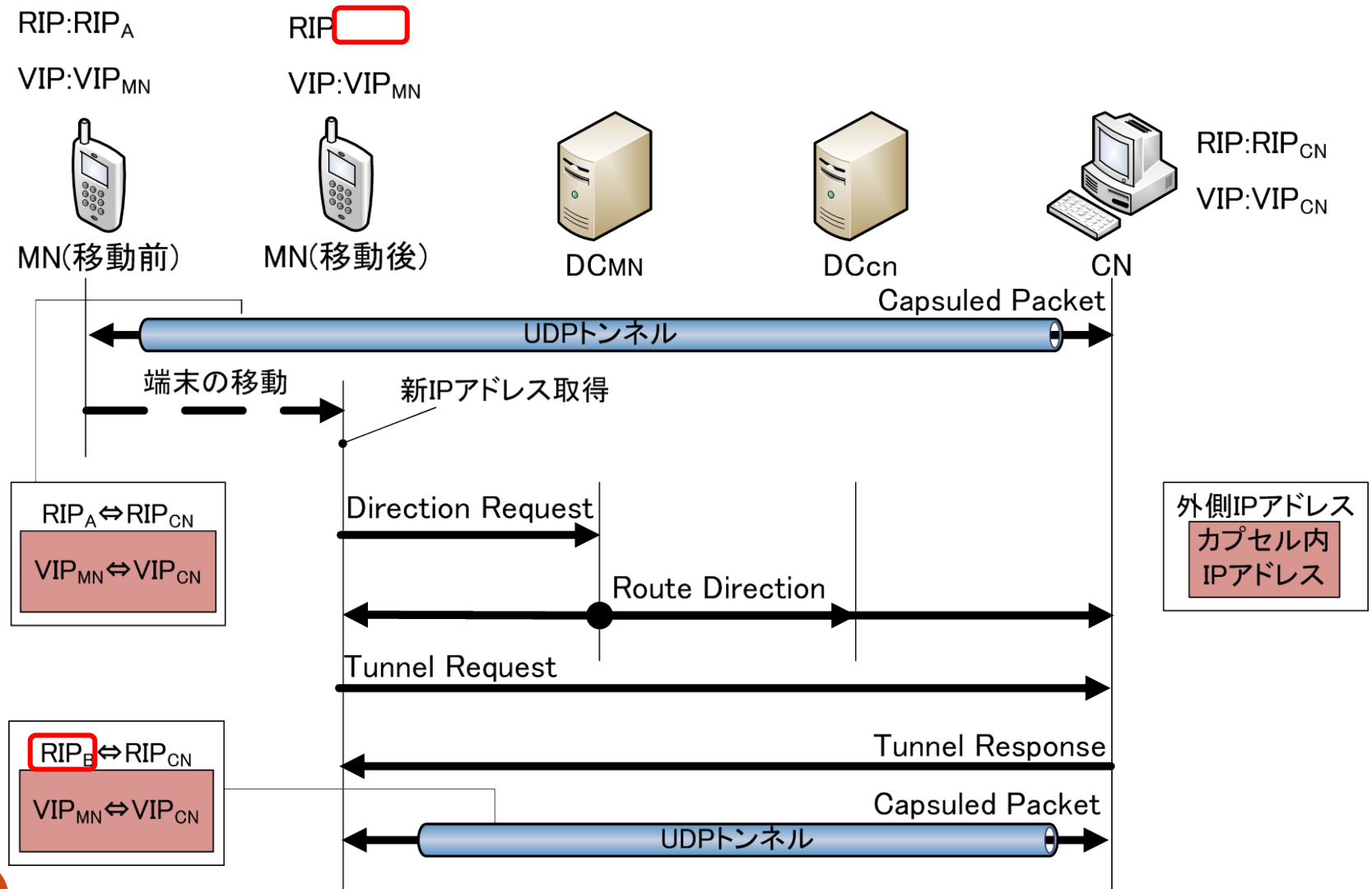
- NTMobileを用いて携帯電話網(以下3G網)とアドホックネットワーク間のシームレスなハンドオーバーを行う
- NTMobile(Network Traversal with Mobility)
 - 移動透過性を実現するオリジナル技術
 - DC (Direction Coordinator)からエンドノードに仮想IPアドレスを配布
 - エンドノードのアプリケーションは仮想IPアドレスでコネクションを確立
 - 実際のパケットは実IPアドレスでカプセル化して通信
 - 移動による実IPアドレスの変化を上位アプリケーションに対して隠ぺい
→ 通信継続可能



鈴木秀和, 他: NTMobile における相互接続性の確立手法と実装, DICO2011 論文集, pp.1339-1348, 2011.

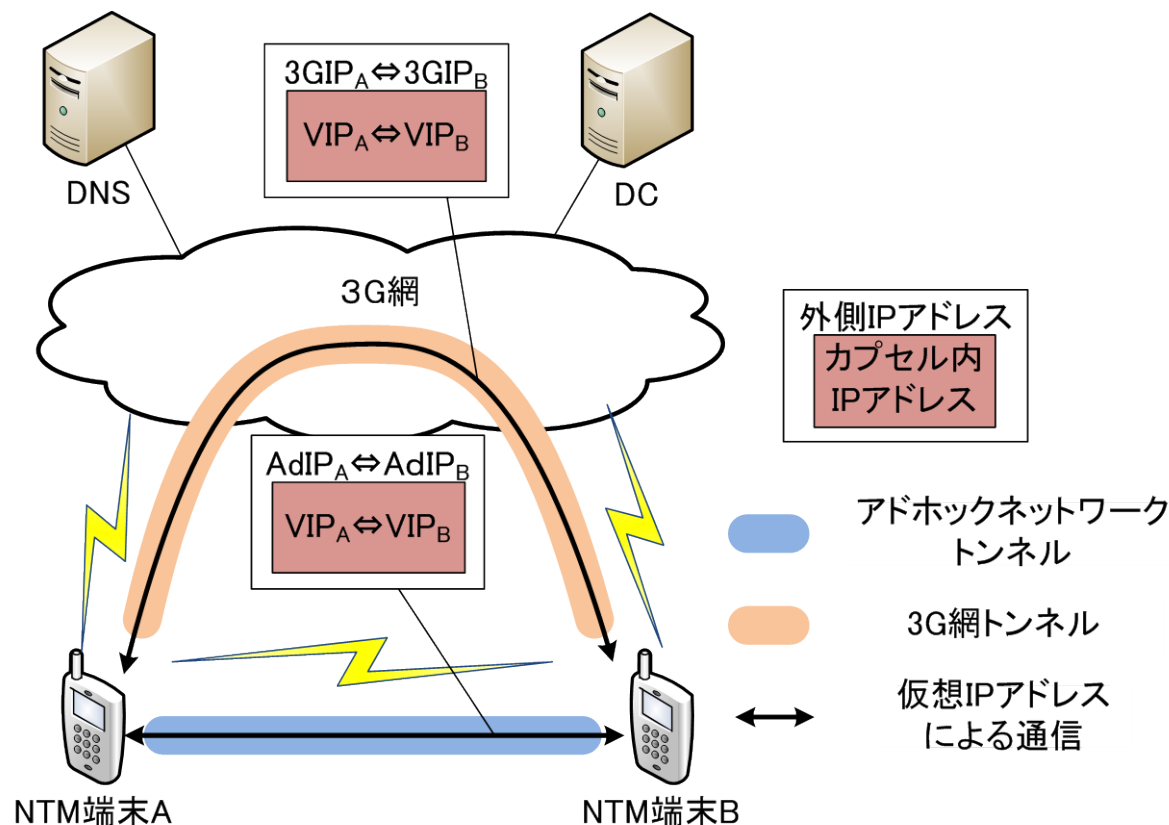
内藤克浩, 他: NTMobile における移動透過性の実現と実装, DICO2011 論文集, pp.1349-1359, 2011.

NTMobileの概要



提案方式の概要

- 通信開始時に2つのUDPトンネル経路を構築
- 無線LANの電波強度により通信トンネル経路を切り替える



利用する既存技術



- **アドホックネットワークではサーバが利用できないため以下の2つの技術を利用する**
- **Auto IP**
 - **DHCPサーバを利用せず端末がIPアドレスを自動的に生成する技術**
 - **リンクローカルアドレス(169.254.0.0/16)を利用**
 - **RFC 3927**
- **MDNS(Multicast DNS)**
 - **DNSサーバを利用せず閉じたネットワーク内の端末同士の名前解決に一般的に利用される技術**
 - **DNSクエリをマルチキャストで行う**

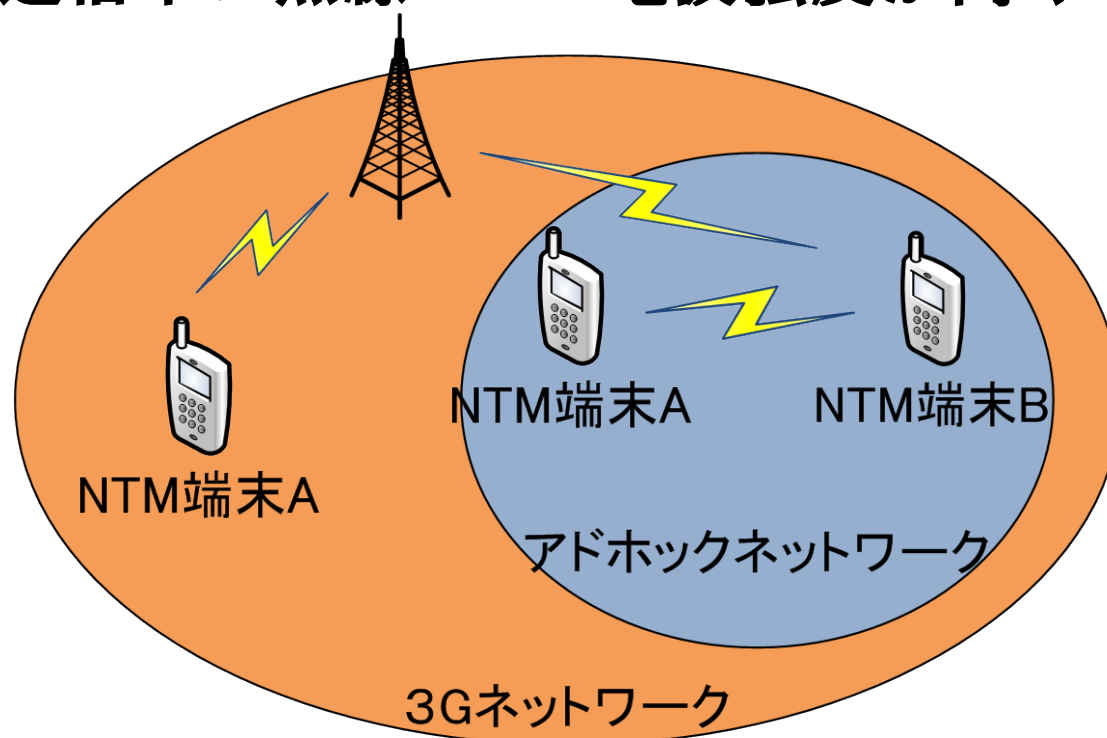
前提条件



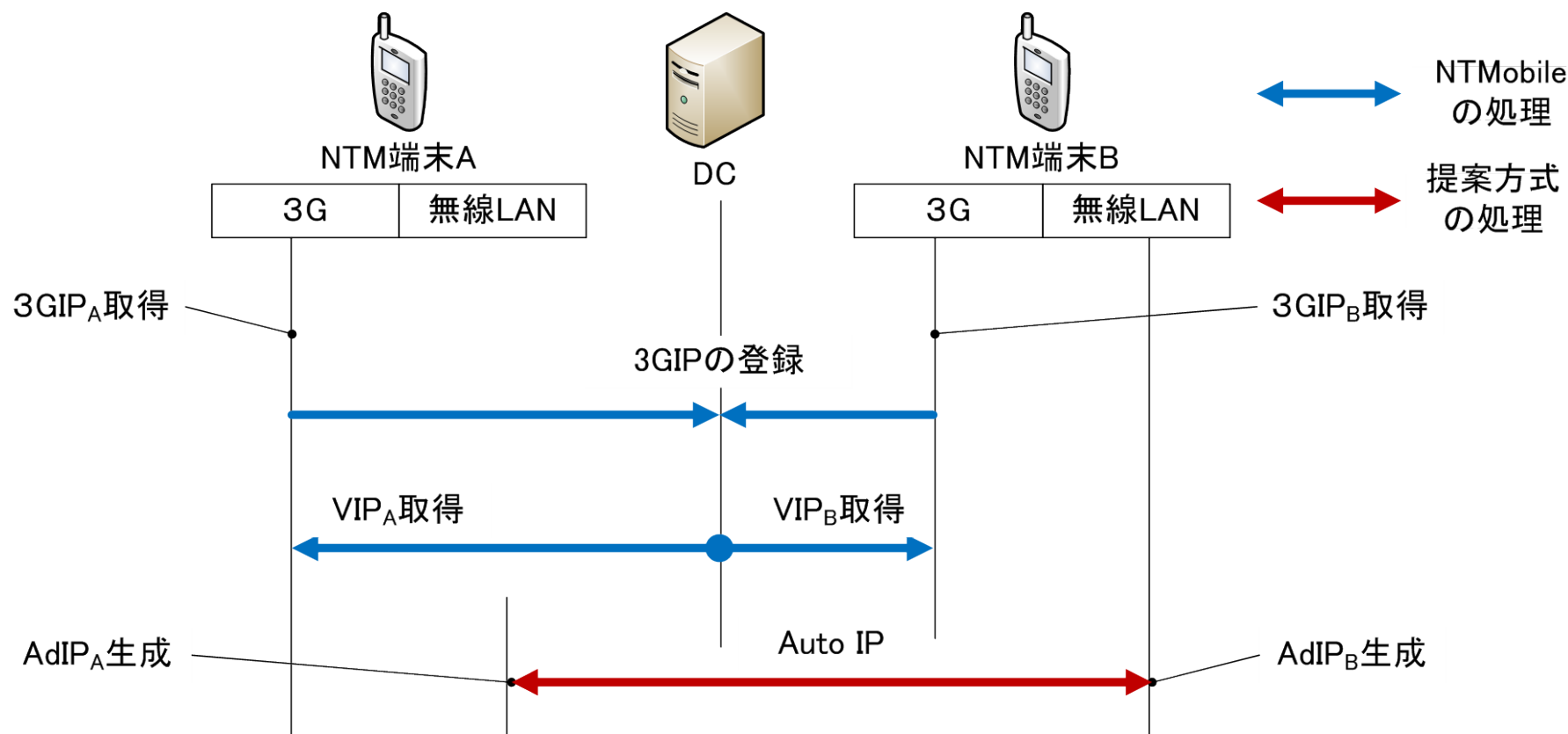
- 3Gと無線LANのインタフェースを持つ端末
→スマートフォン
- 無線LANインタフェースはアドホックモードで
使用
- NTM端末が2台の場合
- 通信相手の名前は事前に知っている

移動のシナリオ

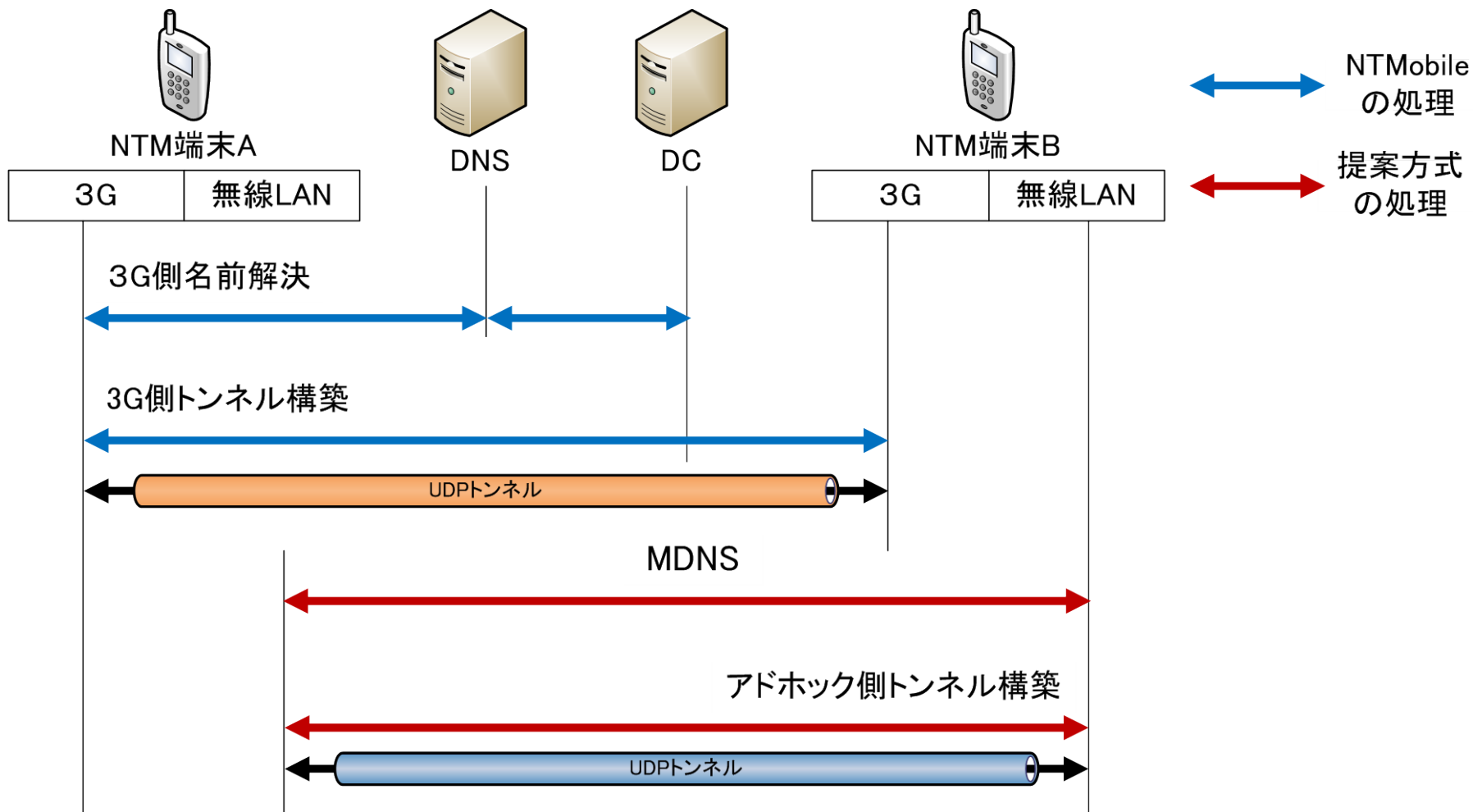
- 両端末は常に3Gネットワーク内にある
- 無線LANを用いて通信中に電波強度が低下する
- 3Gでの通信中に無線LANの電波強度が高くなる



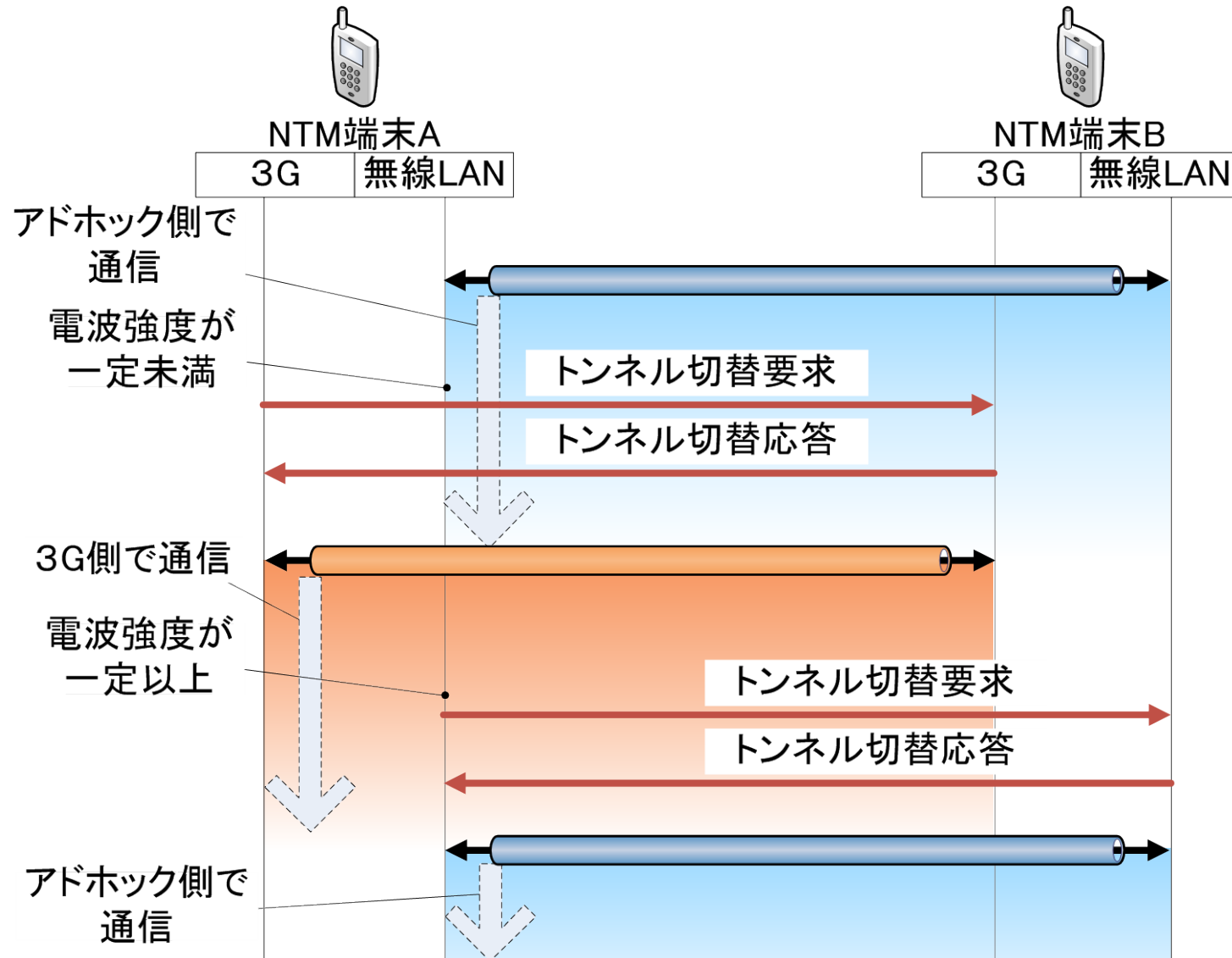
端末起動時の処理



通信開始時



ハンドオーバ



提案方式の利点



- 上位アプリケーションでは、仮想IPアドレスのみを認識するため、トンネルの切り替えによる実IPアドレスの変化が発生しても、通信継続が可能である
- 通信開始時に構築したトンネル経路が常に確保されるため、経路切り替えによるパケットロスが発生することはない

まとめ



- 3G網とアドホックネットワーク間をシームレスにハンドオーバーする方式を提案した
- 今後
 - パケットフォーマットの詳細の定義
 - 提案方式の実装および、性能評価
 - 端末が3台以上の場合について検討する

ご静聴ありがとうございました