

NTMobile の経路最適化の提案と実装

080425241 納堂 博史

渡邊研究室

1. はじめに

IP 通信では、端末が移動しても通信を継続できる移動透過性と NAT の存在に関わらず通信を開始できる NAT 越え技術は重要である。これら 2 つを同時に実現する手法として、我々は NTMobile (Network Traversal with Mobility) [1] を提案している。

しかし、NTMobile では通信を行う両端末が NAT 配下に存在する場合に、直接通信可能な場合であっても後述する第 3 の機器を用いた中継通信を行ってしまう。IPv4 ネットワークでは通常 NAT を介した通信となるため、中継機器の負荷増大やスループットの低下に繋がる。本稿では、NTMobile に追加処理を行わせることにより、この問題を解決する手法について検討する。

2. NTMobile

2.1 NTMobile の動作概要

NTMobile を構成する機器として、NTMobile の機能を有する NTMobile 端末、NTMobile 端末を管理する DC (Direction Coordinator), 両 NTMobile 端末が NAT 配下に存在する場合や通信相手が一般端末の場合に通信を中継する RS (Relay Server) がある。

NTMobile 端末はネットワーク接続時に DC に対して位置情報登録を行う。この時、NTMobile 端末は DC から仮想 IP アドレスを割り当てられ、上位アプリケーションは仮想 IP アドレスで通信を識別する。NTMobile 端末 (MN:Mobile Node) は通信開始時及び移動時に DC の指示に従い通信相手 NTMobile 端末 (CN:Corresponded Node), もしくは RS との間に UDP トンネルを構築する。アプリケーションは仮想 IP アドレスを用いている為、移動に伴う IP アドレスの変化を隠ぺいできる。また、UDP トンネルを用いることで、通信経路上に NAT が介しても確実に経路を構築できる。

2.2 NTMobile における課題

NTMobile では、両方の端末が NAT 配下に存在する場合、直接通信可能な場合であっても RS を経由する経路となり、これは好ましくない。

また、MN と CN が同一の NAT 配下に存在する場合、プライベートネットワークが多段 NAT 構成であると、NAT 越え問題により MN と CN 間で直接通信できない可能性がある。DC はプライベートネットワーク内のネットワーク構成を知ることができない為、RS を必ず経由させることでこの問題を回避できるが、冗長な経路となる。

3. 提案方式

提案方式の動作概要を図 1 に示す。図は、MN が CN に通信を開始するときの動作シーケンスである。網掛部分が

新たに変更・修正した部分である。提案方式では、RS との経路を構築した後、MN と CN が互いにパケットを投げ合うことで直接通信可能であるかどうかを試みる。直接通信可能であった場合には経路を更新する。第 1 処理では従来の NTMobile と同様の処理を行い、RS を経由する通信経路を構築する。この時点で MN は CN とデータパケットの送受信が可能となる。このとき、NAT_{CN} のポート番号を Access Check Response によって DC_{MN} に通知する、Route Direction には互いに通信相手の NAT のポート番号及び第 2 処理を行うための指示を含ませる。第 2 処理では、エンド端末同士が互いに Tunnel Request を通信相手に送信する。このメッセージを一方または両方の NTMobile 端末が受信した場合、RS を経由しないエンドエンドの通信経路を確立する。両方の NTMobile 端末がこのメッセージを受信できなかった場合、RS を経由した通信が継続される。

また、提案方式を Linux に実装し、経路が最適化されることを確認した。

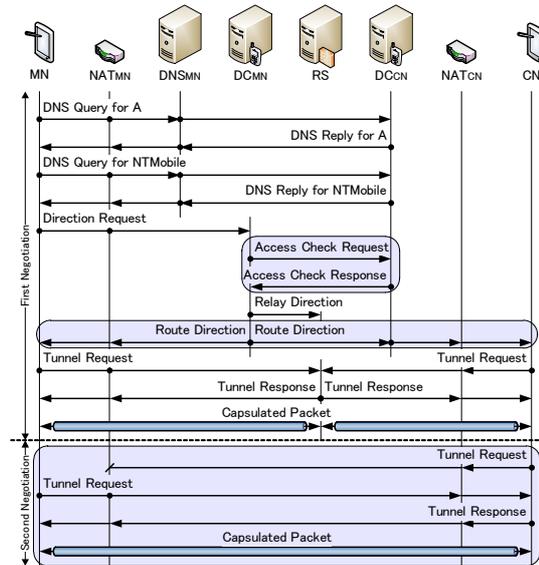


図 1: Sequence of proposed method

4. まとめ

本稿では NTMobile を拡張し、通信を行う両端末が NAT 配下に存在しても直接通信を行うことが可能な方式を提案・実装した。今後は、端末の移動時の仕様検討や IPv6 における動作の検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 内藤克浩, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃, 森香津夫, 小林英雄. NTMobile における移動透過性の実現と実装. *DICOMO2011*, pp.1349 - 1359, 2011.

NTMobileの経路最適化の 提案と実装

渡邊研究室

080425241 納堂 博史

はじめに

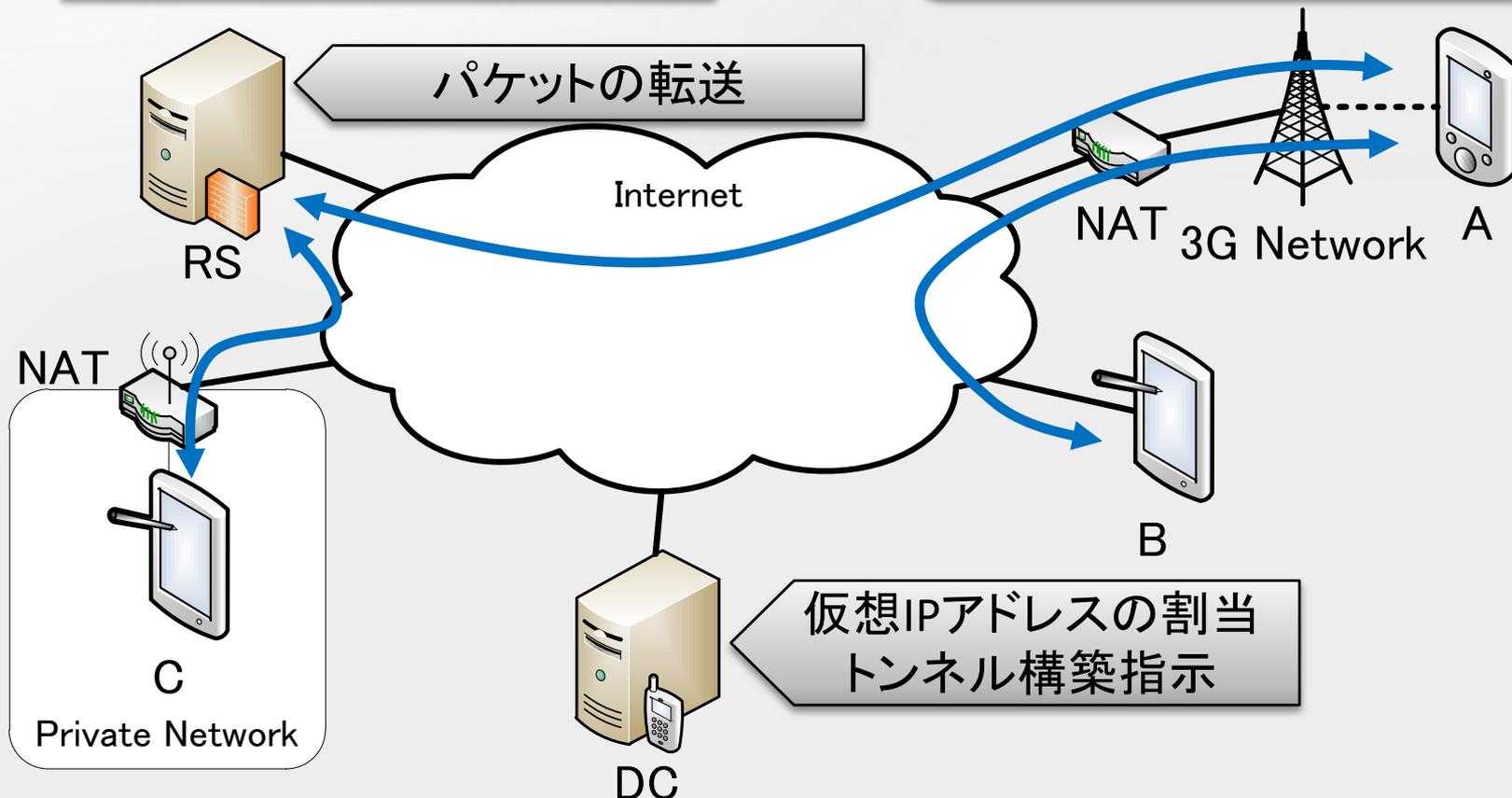
- 移動通信の需要増加
公衆無線網の普及
小型携帯端末の普及
- 移動しながら通信を開始・継続する必要性
IP通信では移動するとIPアドレスが変化
通信識別子であるIPアドレスの変化に伴いIP通信は切断
- NATを跨る通信の必要性
IPv4ネットワークでは一般にNATを介する通信となる
NATの外側から通信を開始できない

NATを跨る移動透過性を実現するNTMobileの提案

NTMobileの概要

仮想IPアドレスの導入
UDPTunnel技術の利用

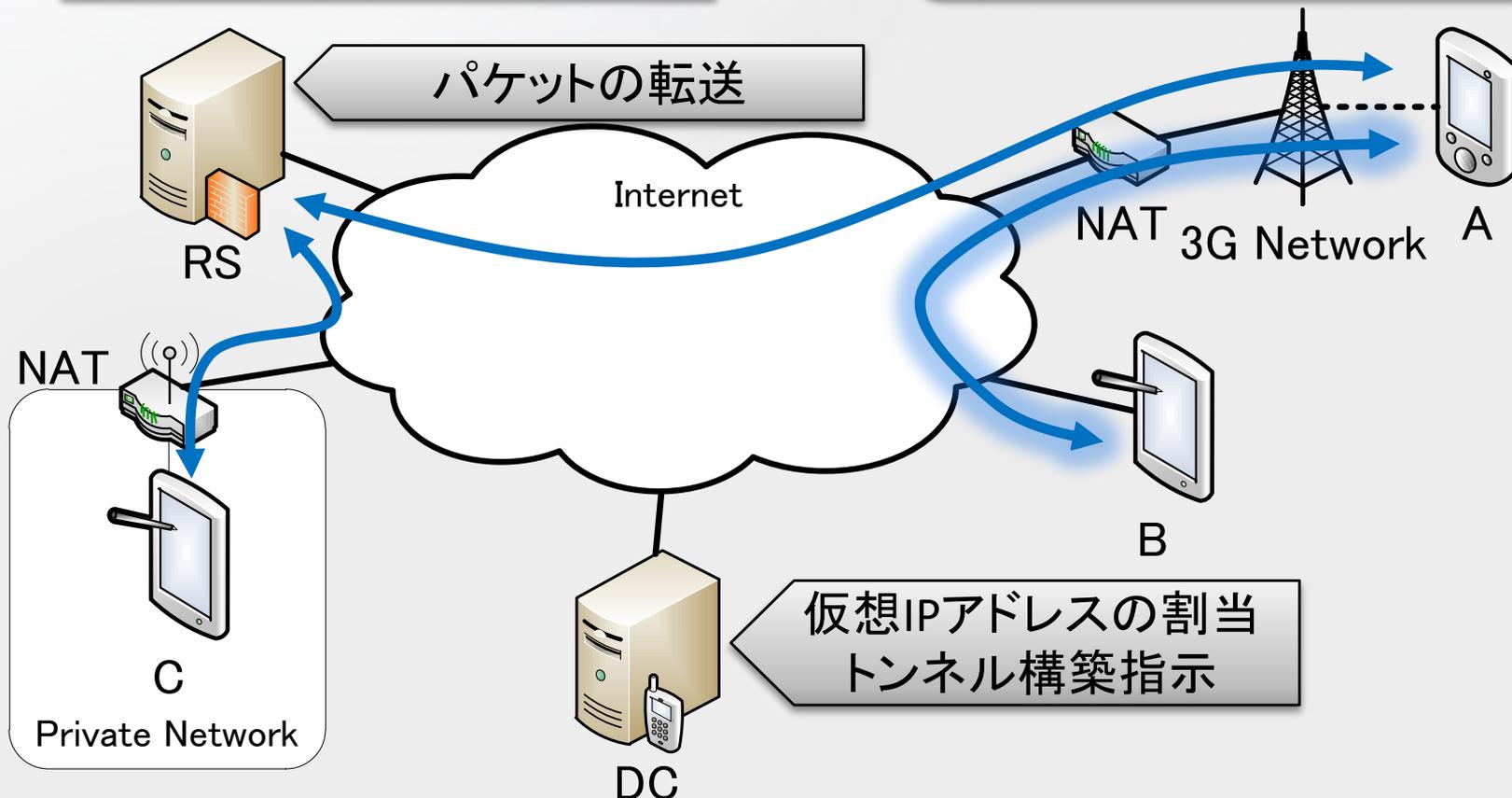
移動透過性
NAT越え



NTMobileの概要

仮想IPアドレスの導入
UDPTunnel技術の利用

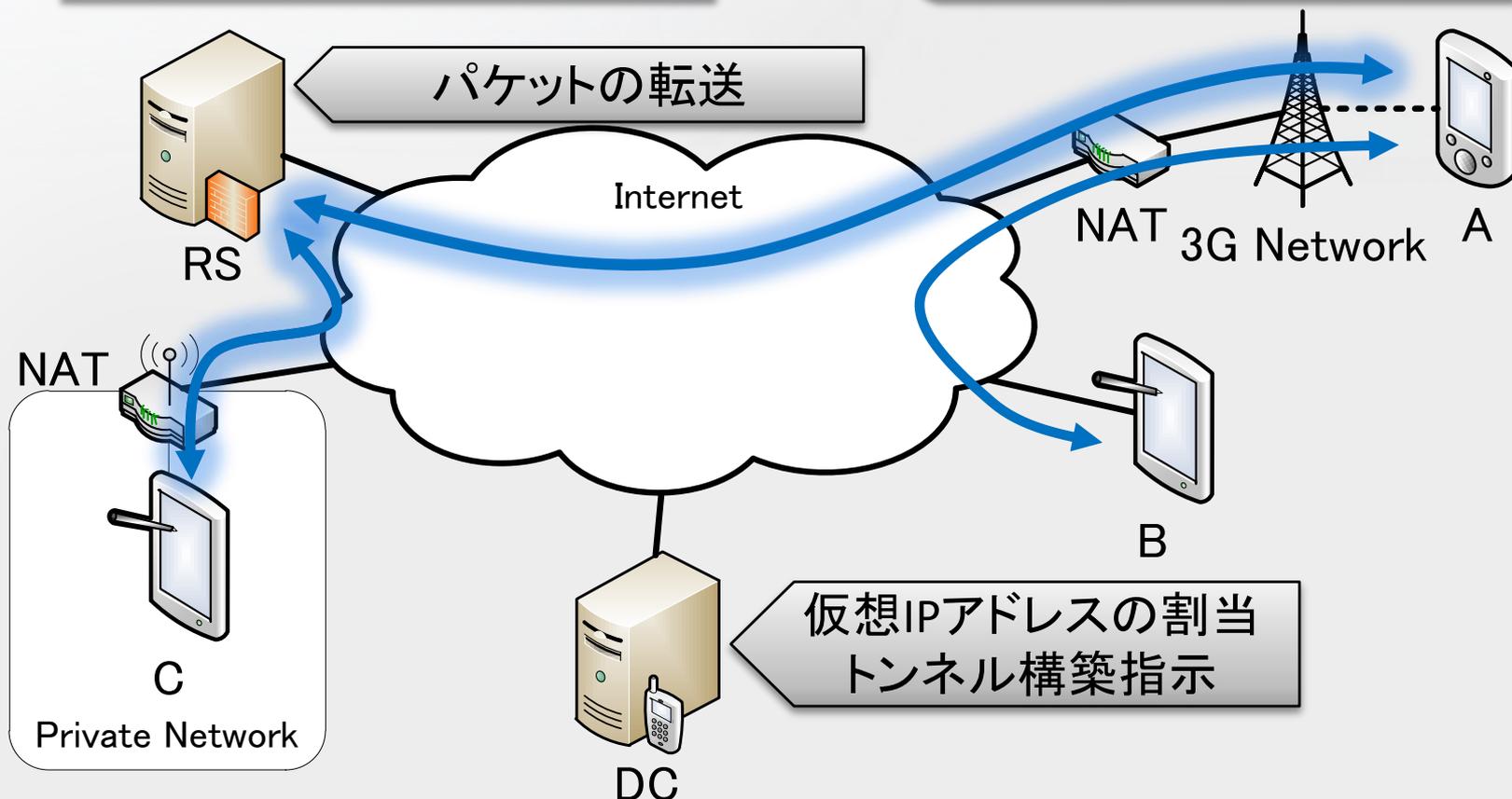
移動透過性
NAT越え



NTMobileの概要

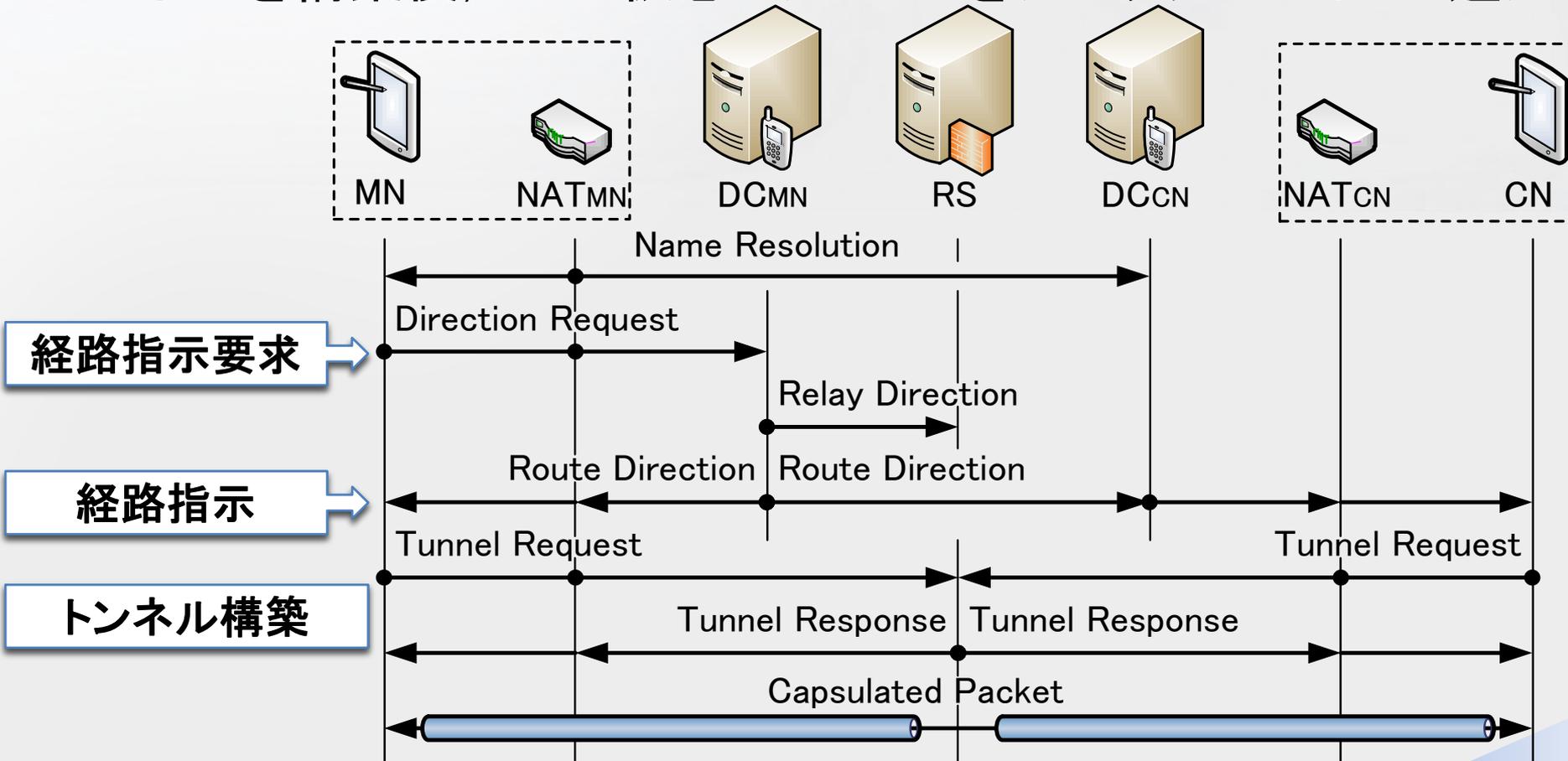
仮想IPアドレスの導入
UDPTunnel技術の利用

移動透過性
NAT越え



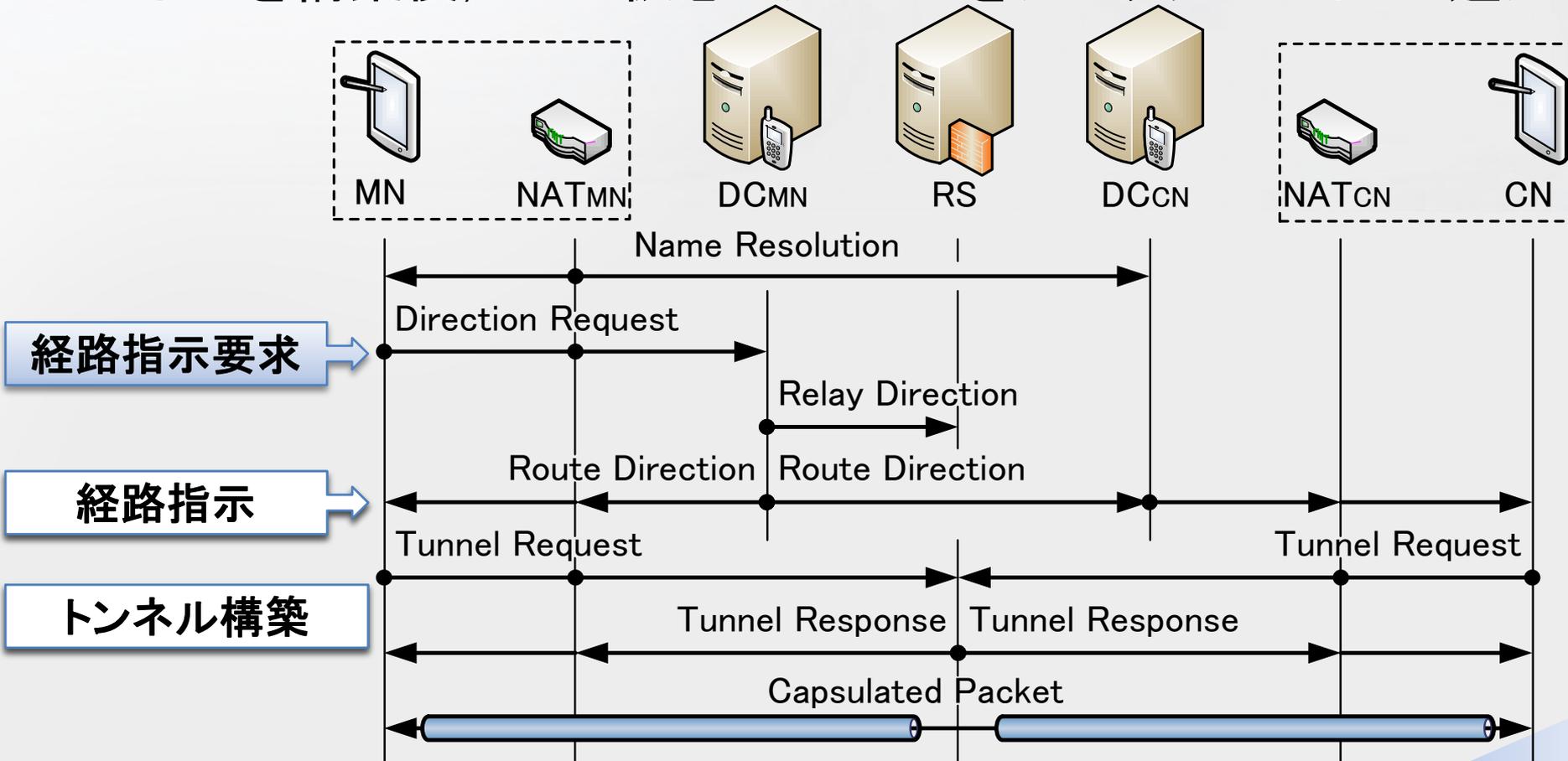
NTMobileの動作シーケンス

- CNの名前解決をトリガとしてUDPTunnelを構築
- Tunnelを構築後, CNの仮想IPアドレスをアプリケーションに通知



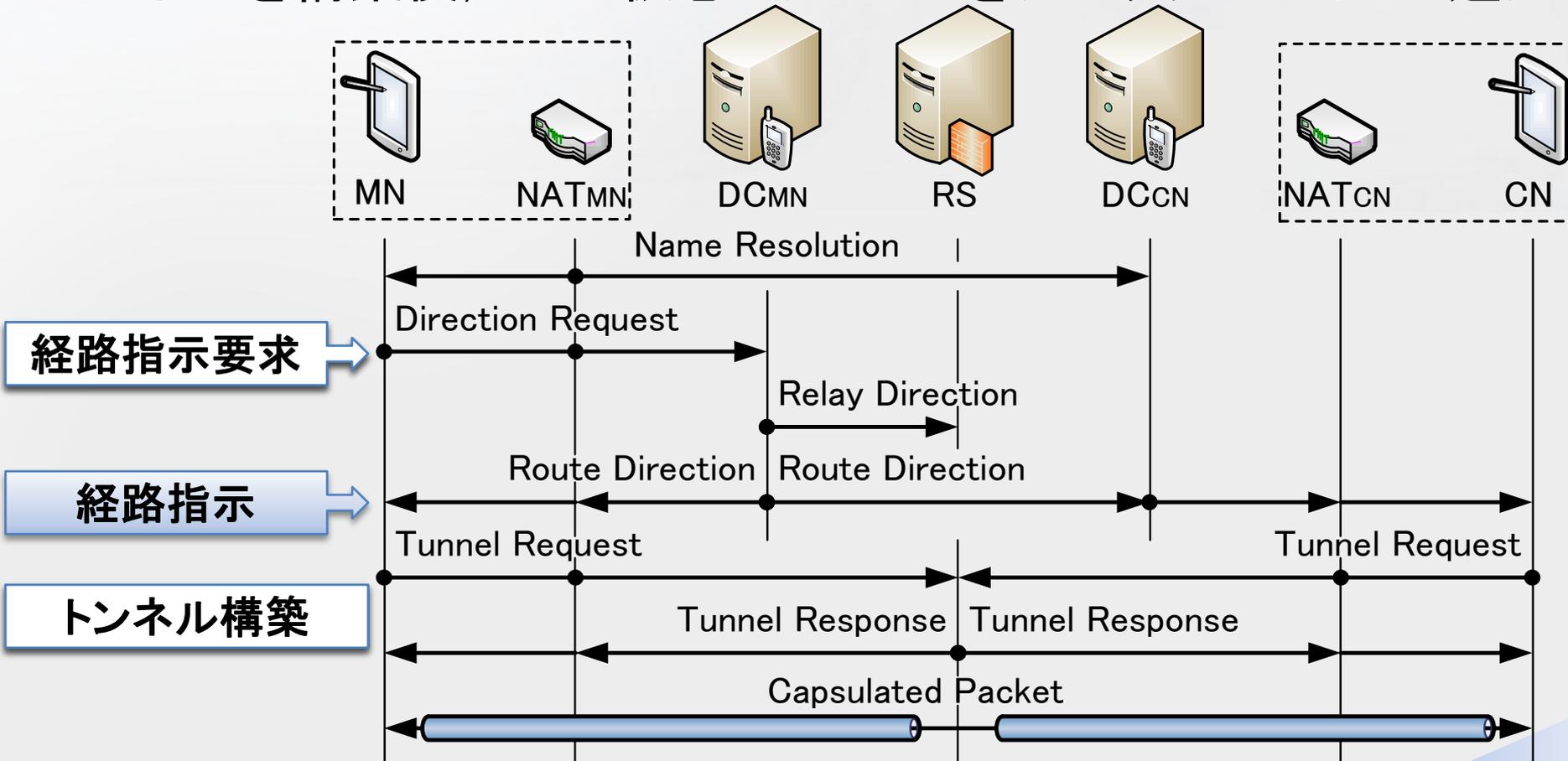
NTMobileの動作シーケンス

- CNの名前解決をトリガとしてUDPTunnelを構築
- Tunnelを構築後, CNの仮想IPアドレスをアプリケーションに通知



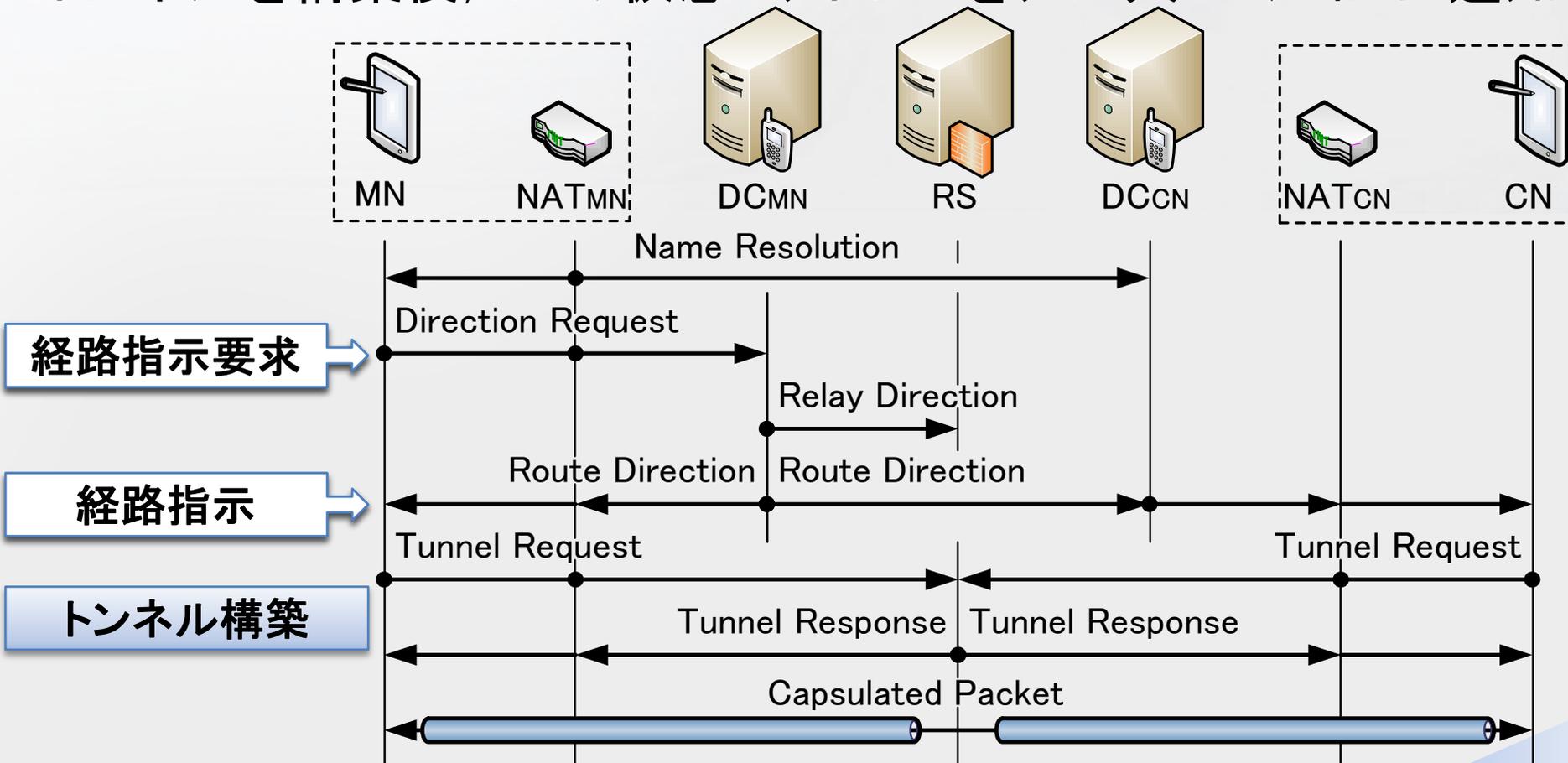
NTMobileの動作シーケンス

- CNの名前解決をトリガとしてUDPTunnelを構築
- Tunnelを構築後, CNの仮想IPアドレスをアプリケーションに通知



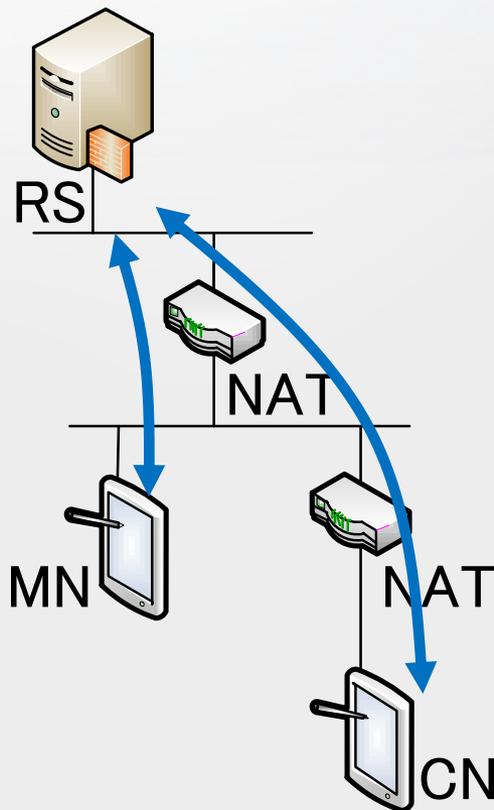
NTMobileの動作シーケンス

- CNの名前解決をトリガとしてUDPTunnelを構築
- Tunnelを構築後, CNの仮想IPアドレスをアプリケーションに通知

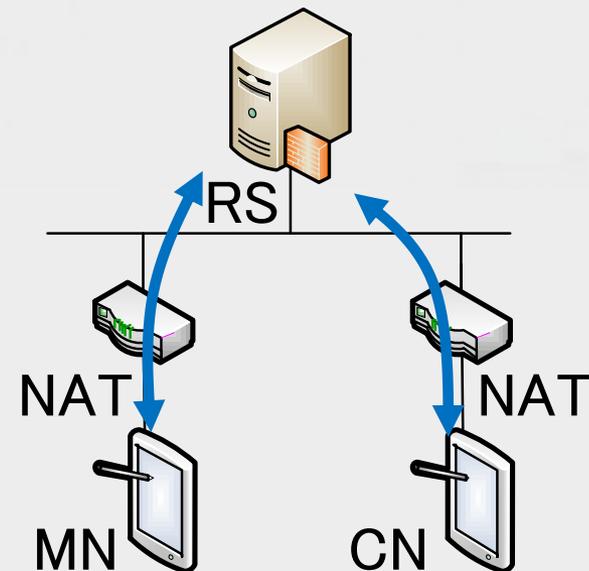


NTMobileで生成される冗長な通信経路

- DCは両端末がNAT配下ならRS経由の経路を指示
- RSを経由しなくて良い可能性有り



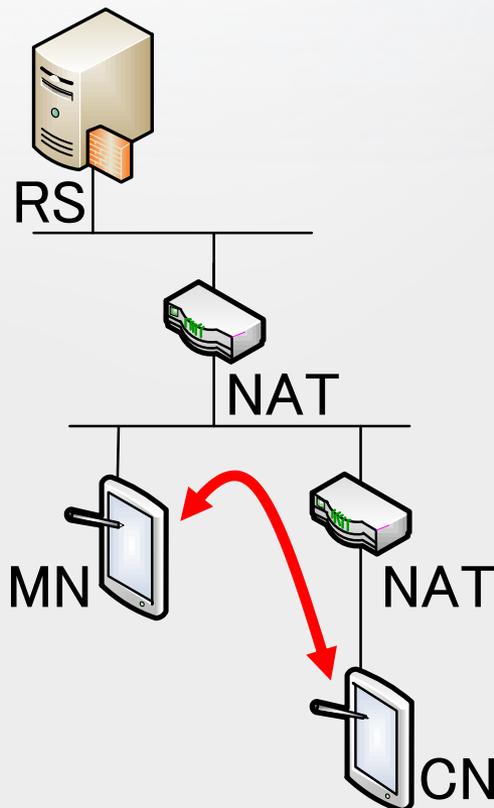
両端末が同一NAT



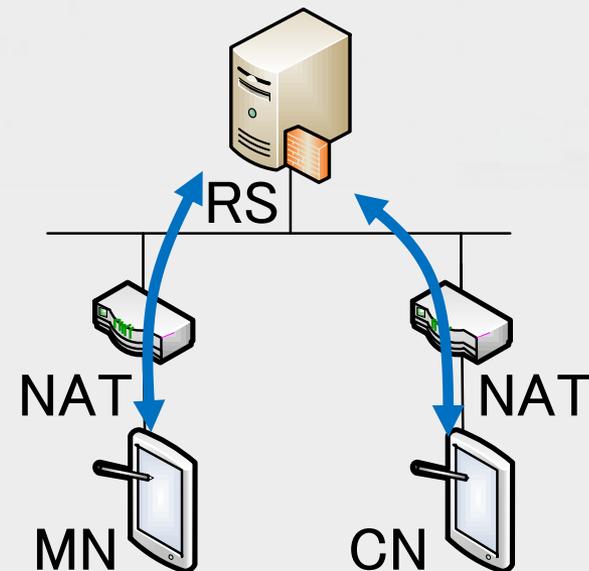
両端末が異なるNAT

NTMobileで生成される冗長な通信経路

- DCは両端末がNAT配下ならRS経由の経路を指示
- RSを経由しなくて良い可能性有り



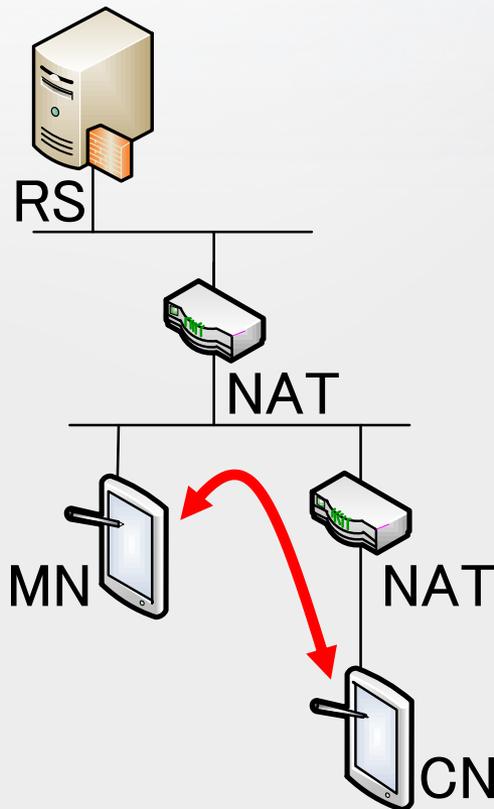
両端末が同一NAT



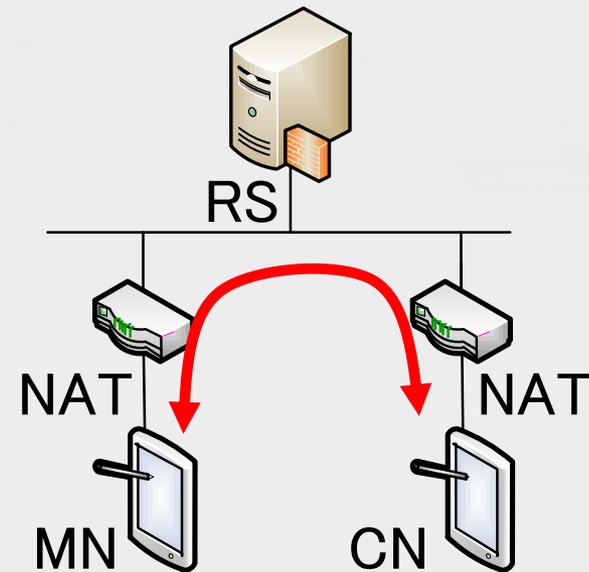
両端末が異なるNAT

NTMobileで生成される冗長な通信経路

- DCは両端末がNAT配下ならRS経由の経路を指示
- RSを経由しなくて良い可能性有り



両端末が同一NAT

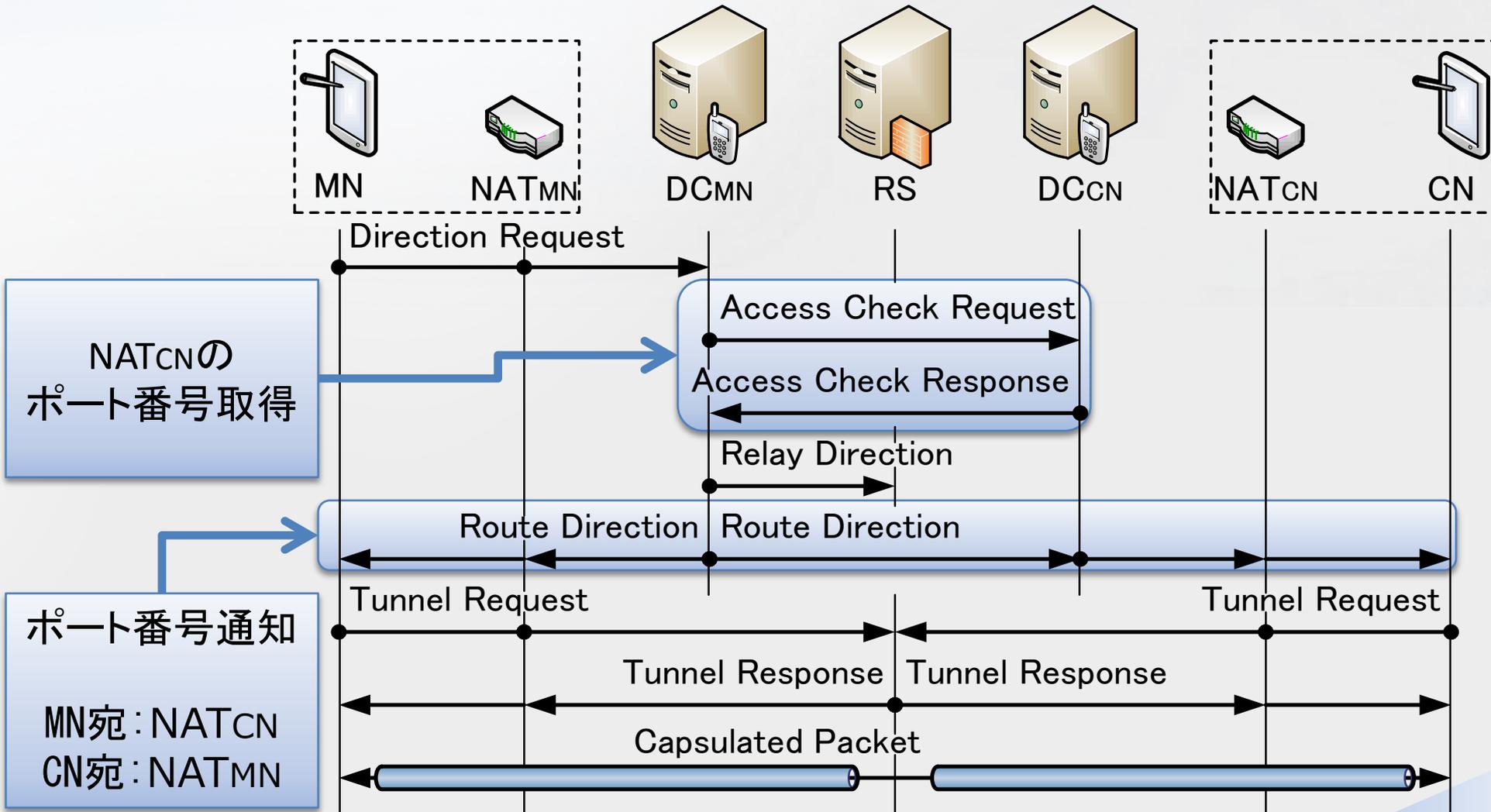


両端末が異なるNAT

NTMobileの経路最適化

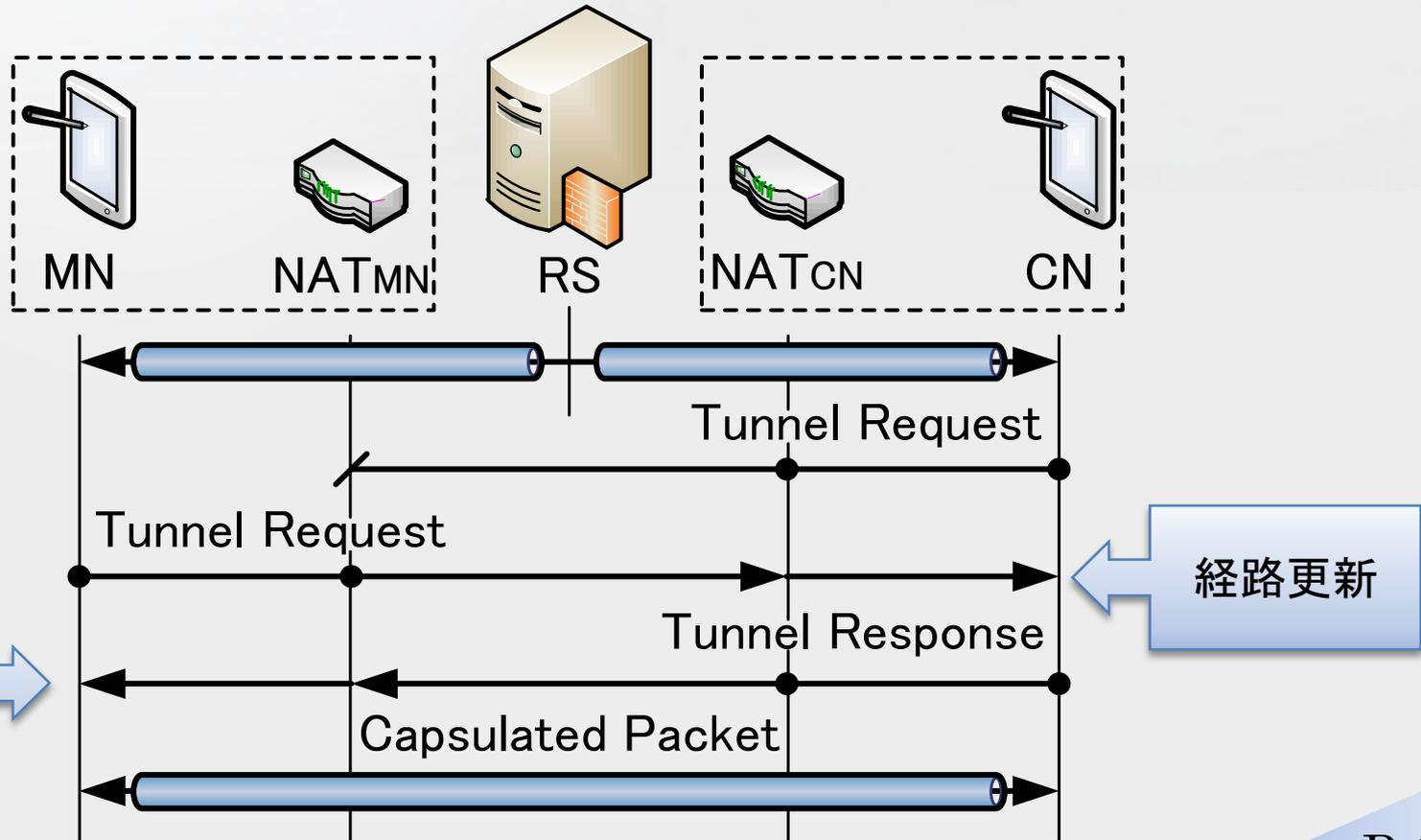
- 端末間で直接制御パケットを投げ合う
どちらかの端末で受信できれば経路を最適化
- RS経由の通信経路構築後に最適化
最適化できない場合も通信の継続が可能
- アプリケーションの通信と並行して最適化
RS経由の通信経路構築後すぐに通信が可能

提案方式の動作シーケンス (1)



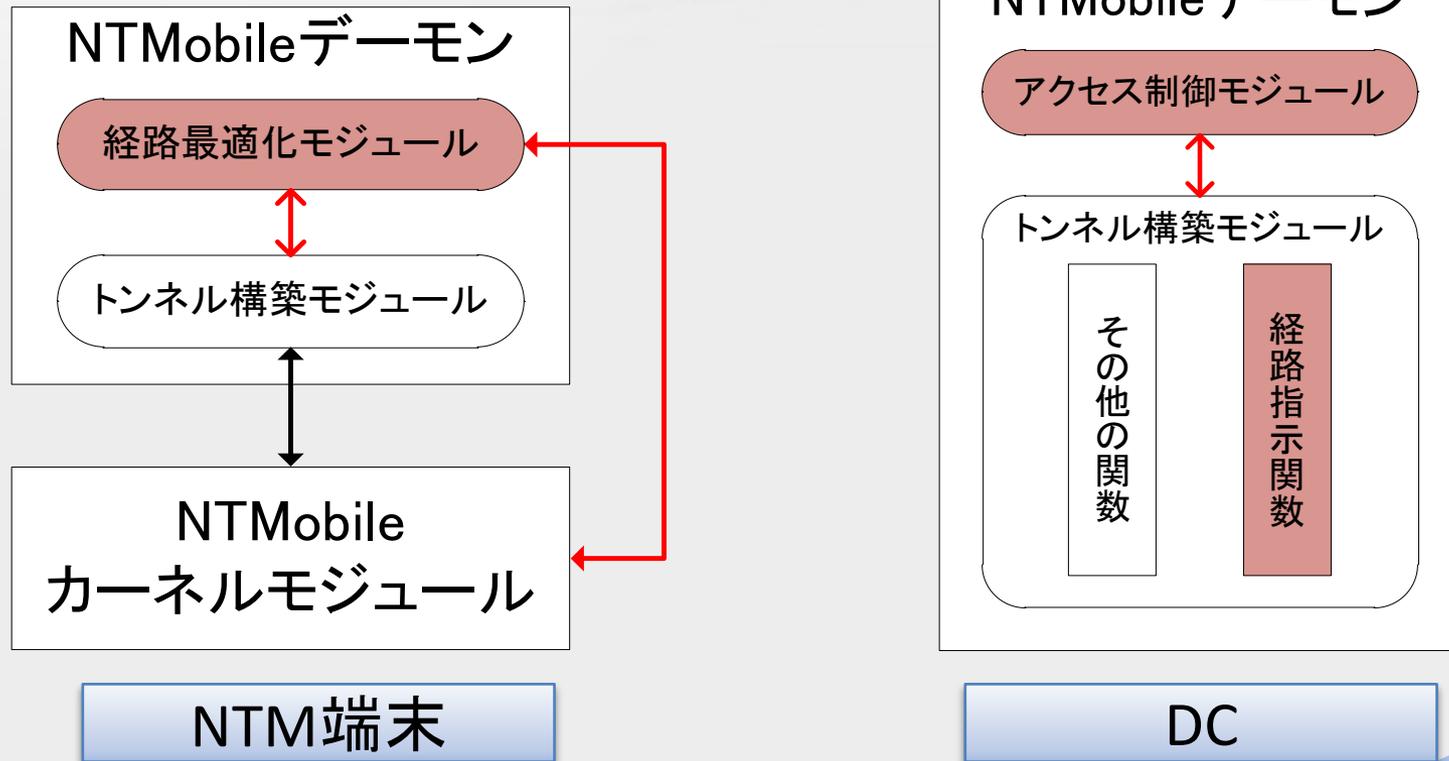
提案方式の動作シーケンス (2)

- MNとCNで互いにパケットを投げ合う
パケットをどちらか片方でも受信したら最適化



経路最適化の実装

- 経路最適化モジュール
パケットの投げ合い,トンネルテーブルの更新
- アクセス制御モジュール
ポート番号の取得/格納

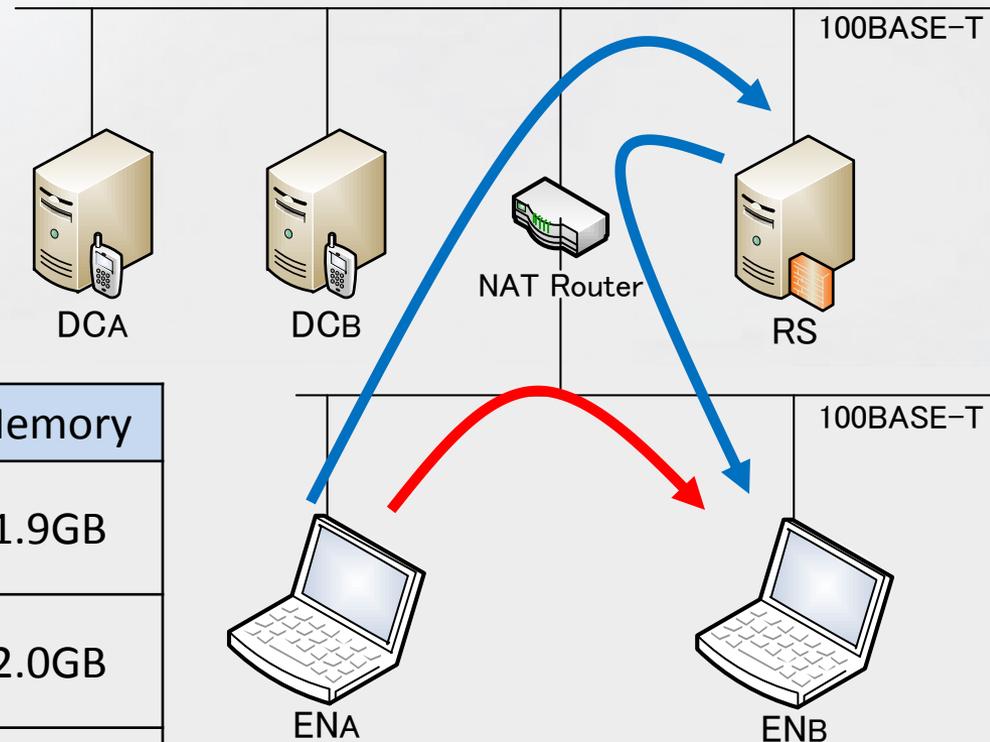


性能評価

- 評価方法
スループット測定
ENAからENBにFTP転送(1GB)
最適化の有無で比較

Device	OS	CPU	Memory
DC	Ubuntu 10.04	Core 2 Duo P9400 2.4GHz	1.9GB
RS	Ubuntu 10.04	Core 2 Duo E6600 2.4GHz	2.0GB
EN	Ubuntu 10.04	Core 2 Duo U9400 1.4GHz	1.8GB

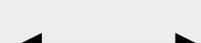
各機器の仕様

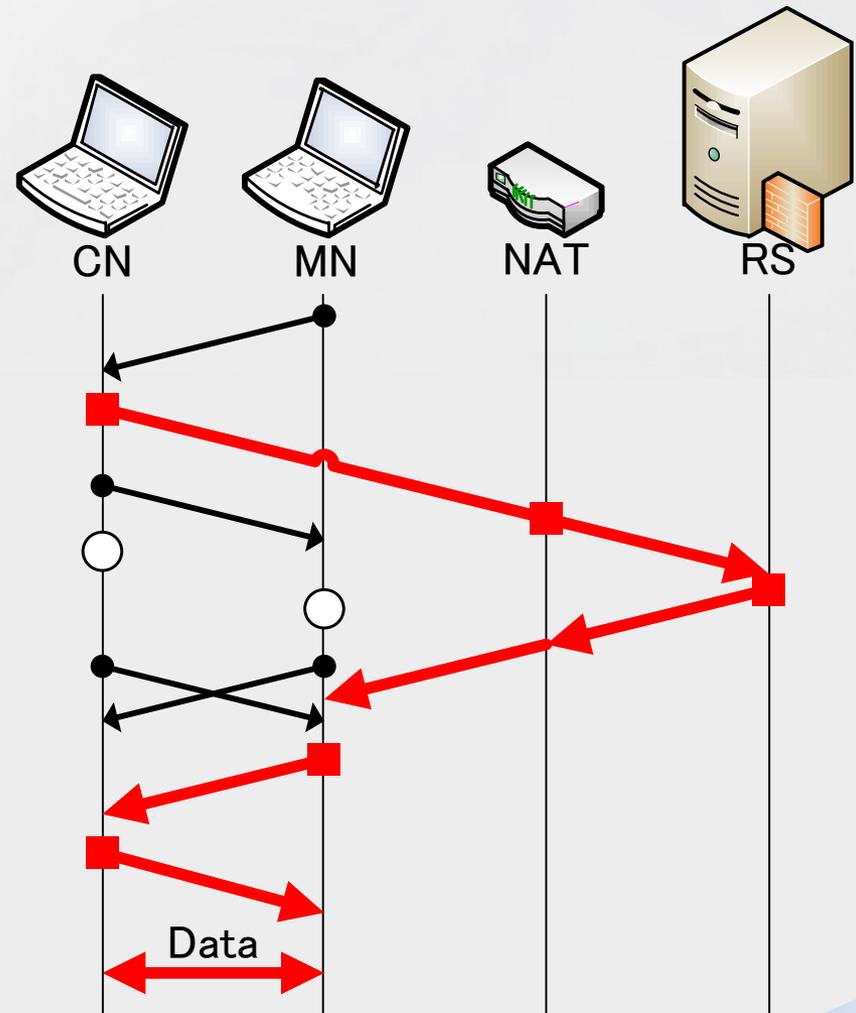


ネットワーク構成

評価結果

最適化に要する時間		3.94ms
スループット	最適化	10.83MB/s
	RS経由	5.02MB/s

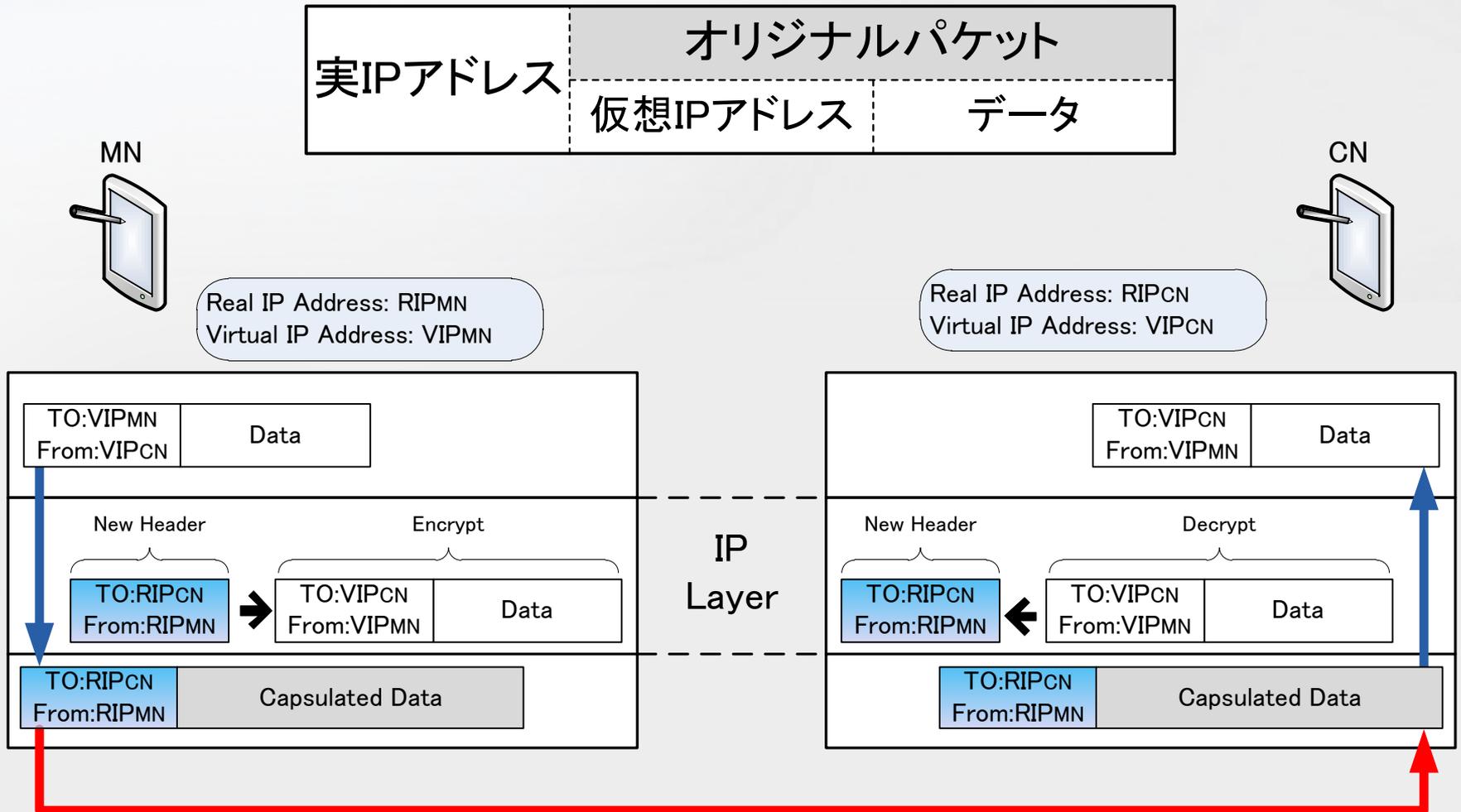
 アプリケーションデータ
 最適化シーケンス



まとめ

- NTMobileで通信経路が冗長になる問題
両端末がNAT配下に属する場合に冗長経路が構築される
- 課題の解決
直接通信が可能な場合の経路最適化を提案
 - 端末間で互いにTunnel Requestを投げ合う
 - 上記で直接通信可能かを判断
 - Tunnel Request/Responseを受信すると経路が更新される
- 今後の予定
端末移動時の経路最適化の検討
端末がそれぞれ異なるNAT配下の場合の性能評価

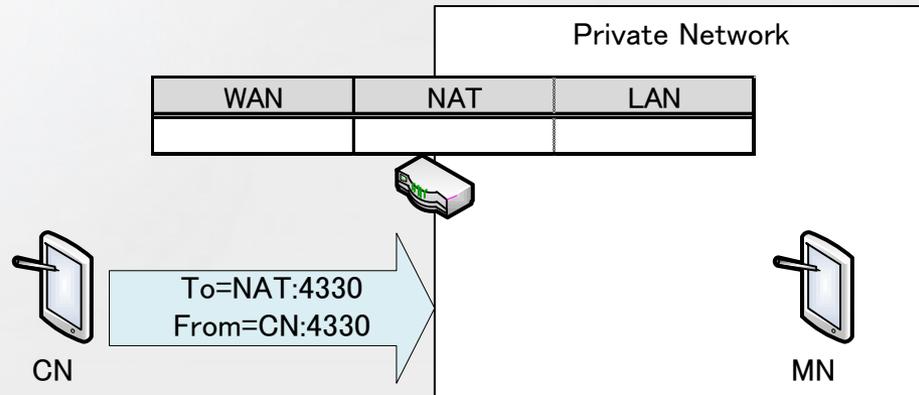
補足資料(NTMobileのパケット)



補足資料(NTMobileのNAT越え)

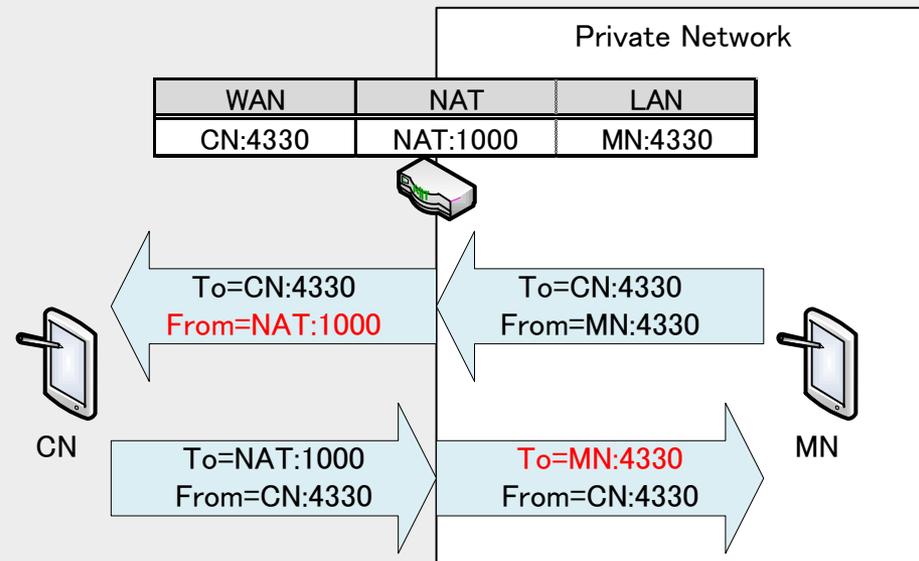
NAT越え問題

NATエントリ未生成
→WAN側からアクセスできない



NAT越え手法

NATエントリを事前に生成
→LANからパケット送信
(Tunnel Request)



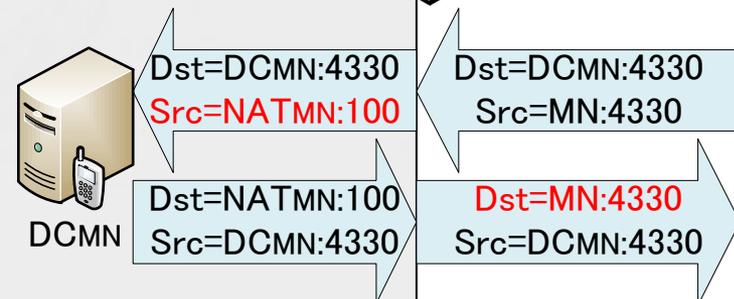
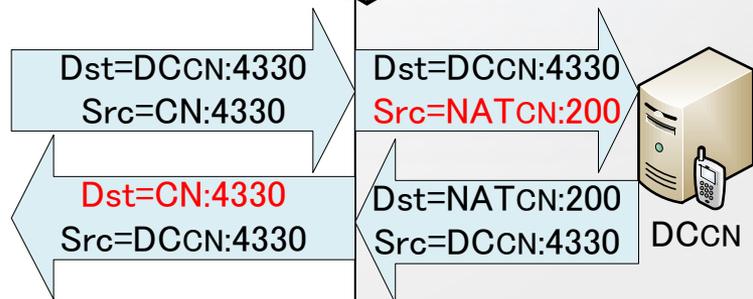
補足資料(経路最適化のNAT越え)

Private Network

Private Network

WAN	NATCN	LAN
DCCN:4330	NATCN:200	CN:4330

WAN	NATMN	LAN
DCMN:4330	NATMN:100	MN:4330

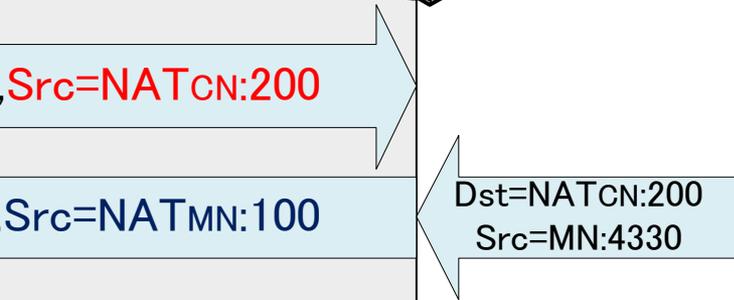
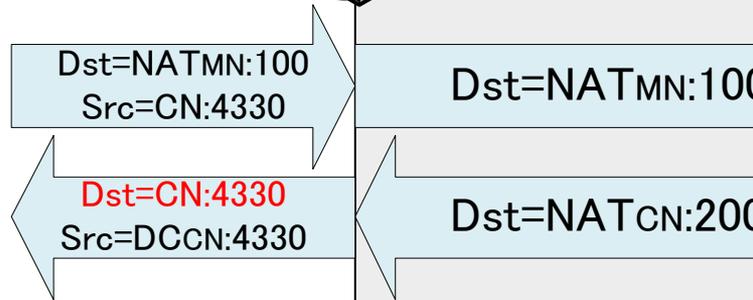


WAN	NATCN	LAN
DCCN:4330	NATCN:200	CN:4330
NATMN:100	NATCN:200	CN:4330

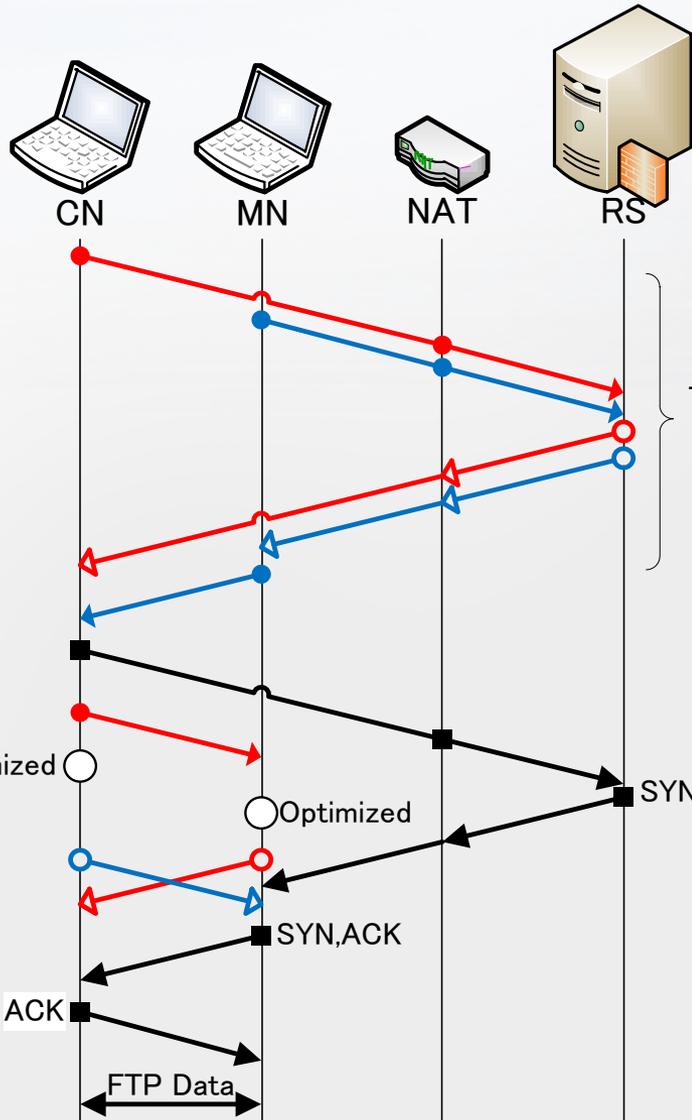
WAN	NATMN	LAN
DCMN:4330	NATMN:100	MN:4330
NATCN:200	NATMN:100	MN:4330

CN

MN



補足資料(経路最適化の並行処理)



- MN
- CN
- Tunnel Request
- Tunnel Response
- Capsulated Packet

