

## vCPE を利用した NTMobile システムの運用効率化に関する提案

加藤 宏理<sup>†1</sup> 松岡 穂<sup>†2</sup> 柳瀬 知広<sup>†2</sup> 鈴木 秀和<sup>†1</sup> 内藤 克浩<sup>†3</sup> 渡邊 晃<sup>†1</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

IPv4/IPv6 混在環境下にて移動透過性を実現する技術として NTMobile (Network Traversal with Mobility) がある [1, 2]. NTMobile では端末の通信開始時にインターネット上の専用サーバと事前通信を行うため、遅延時間が生じたり、端末の状況に応じて中継サーバを利用したことに伴う経路冗長化、さらには中継サーバの最適な選択が実現されていない等の課題がある. これらの課題を解決するため、本稿では ISP (Internet Service Provider) のネットワークエッジに設置され、ネットワーク機能を仮想的に提供する装置である vCPE (Virtual Customer Premises Equipment) 上に NTMobile サーバ群を実装し、システムの運用効率化を図る.

## 2 NTMobile の概要

NTMobile は端末への仮想アドレス割当てとブロックチェーンを用いた端末管理を行う DC (Direction Coordinator), 端末同士が直接通信を行えない場合にパケットの中継を行う RS (Relay Server) などのインターネット上に設置された NTMobile サーバ群と、NTMobile が実装されたエンド端末である NTM 端末で構成される.

NTM 端末は事前に任意の DC に対し、端末情報の登録と仮想アドレスの割り当てを要求する位置登録処理を行う. 送信側の NTM 端末が受信側の NTM 端末に対し通信を開始する場合、DC による経路指示が必要となる. この経路指示には NTMobile サーバ同士で 2 往復、NTM 端末と NTMobile サーバ間で最大 4 往復分のメッセージ交換と、経路計算など各 NTMobile サーバ内での処理が必要となる. そのため、通信開始までに遅延が生じるが、DC の負荷増加やネットワークの輻輳により遅延が増加する可能性がある. また DC は必要に応じて RS 経由の経路を指示するが、高スループットを実現できる低負荷な RS を選択すると、通信経路がより冗長となり、通信遅延が増加してしまう可能性がある. 文献 [3] にお

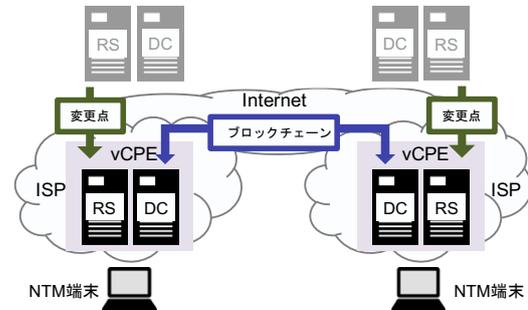


図1 提案方式の概要

いて最適な RS 選択手法が検討されているものの、実現には至っていない.

## 3 提案手法

## 3.1 概要

本稿では、通信遅延の削減や負荷分散を目的とした MEC (Mobile Edge Computing) と同様に、NTMobile サーバ群を vCPE 上の仮想マシンとして稼働させることにより、前述した NTMobile の課題を解決を方式を提案する. 図1に提案方式の概要を示す. vCPE は ISP 側のネットワークエッジに設置され、従来ユーザ側に設置された専用のハードウェア群により提供されるネットワーク機能を仮想マシンとして実行する汎用サーバである. vCPE の実現には SDN (Software Defined Network) や NFV (Network Functions Virtualization) といったネットワーク仮想化技術が利用される.

## 3.2 経路指示

提案手法においても NTMobile 通信を行うために必要な処理は従来手法と同一である. しかし NTMobile サーバ群が稼働する vCPE は ISP のネットワークエッジに分散配置されるため、NTMobile サーバへの負荷が分散し NTM 端末との往復遅延時間が削減される. また端末と NTMobile サーバ間の通信がネットワークエッジで完結するため、インターネットの輻輳による遅延増加などの影響を抑えることが可能である.

一方で vCPE 内部にて SDN によるパケットの転送処理が必要となる点や、vCPE として用いられる汎用サーバの性能によっては NTMobile サーバの処理時間が従来手法に比べ増加する可能性がある点など、処理時間が増加する可能性も存在する.

## A Proposal of Operational Efficiency of NTMobile System Using vCPE

Hirotohi Kato<sup>†1</sup>, Minoru Matsuoka<sup>†2</sup>, Tomohiro Yanase<sup>†2</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†1</sup>, Katsuhiko Naito<sup>†3</sup> and 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

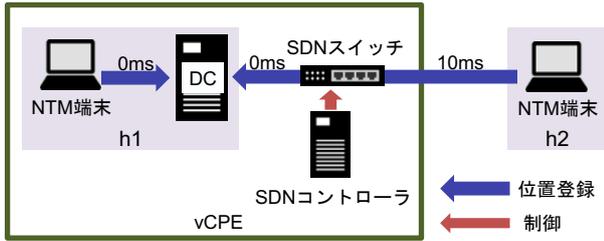


図2 仮想ネットワークの構成

表1 位置登録に要した時間

	通信時間 [ms]	処理時間 [ms]	全体 [ms]
従来手法	21	11.3	32.3
h2 で実行	10	56.5	66.5
h1 で実行	0	21.7	21.7

### 3.3 最適な RS の選択

vCPE はユーザがインターネットへアクセスする際の経路上に位置し、ユーザからのパケットにネットワーク機能を適用してインターネットへ転送する役割を持つ。従って RS によって NTM 端末間の通信が中継される場合も直接通信と同じ経路で通信が行われるため、経路冗長化が解消される。vCPE の分散配置による NTMobile サーバの負荷分散と通信経路上への配置による経路最適化によって DC と同じ vCPE 上で稼働する RS が最適な RS となるため、DC は容易に最適な RS を選択できる。

## 4 検証

3.2 節にて述べた vCPE への実装による処理時間への影響を検証するため、SDN の検証に利用される Mininet を用いて図 2 に示す仮想ネットワークを作成した。h1 と h2 は Mininet によって作成される仮想ホストである。

h1 と SDN コントローラ、SDN スイッチで vCPE を構築し、h2 は NTM 端末である。vCPE-端末間の RTT は文献 [4] を参考に 10ms とした。h1 上で DC を構築し、h2 にて NTM 端末のプログラムを実行し位置登録を行い、完了のメッセージを受信するまでの時間を 100 回計測し平均値を取得した。また h1 上でも同様に位置登録を実行し、SDN による影響のない位置登録処理時間のみ平均値を取得した。

AWS 上に DC を構築しローカルの NTM 端末から位置登録を行った従来手法と、検証を行った 2 パターンにおける位置登録処理全体の時間、端末-DC 間の通信時間、全体から通信時間を引くことで求められる処理時間を表 1 に示す。h2 での処理時間は DC の処理と SDN の処理の合計である。そのため SDN の処理が行われない h1 にて計測した DC の処理時間を引くことで、SDN によるパケット転送処理に 34.8ms が必要であることが分

表2 従来手法と提案手法の比較

	従来手法	提案手法
処理速度	○	△
負荷分散	△	○
経路冗長化の解決	×	○
最適な RS の選択	×	○

かる。また従来手法と h1 での実行結果から DC 内部での処理時間増加が確認できる。従来手法に比べ RTT は短縮されたが SDN の処理に必要な時間と DC 内部の処理時間増加によって、提案手法における位置登録処理は従来手法に比べ 34.2ms ほど増加した。

## 5 評価

表 2 に従来手法と提案手法の比較表を示す。提案手法の処理時間は 66.5ms と従来手法より 34ms ほど遅くなるが、Web パフォーマンスの指標である RAIL[5] では 100ms 以内にレスポンスを返すことでユーザは遅れを感じないとしており、提案手法の処理時間は 100ms を下回っているため実用上問題ないと考えられる。また従来はネットワーク上に存在する複数の DC に対しユーザが任意に位置登録を行うなどにより負荷分散を図っていたが、提案手法ではネットワークエッジへ分散配置させるためより効果的である。更に従来手法では RS を経由する際に経路冗長化が生じるが、提案手法では通信経路上に位置する vCPE 上に RS が存在するため最適な経路で通信できる。そのため DC は NTM 端末に対し容易に最適な RS を指示できる。以上より、NTMobile システムの運用効率化が実現可能である。

## 6 まとめ

本稿では NTMobile が抱える課題に対し NTM サーバ群の vCPE への実装による解決と運用効率化を提案し、vCPE 上でも実用上問題なく稼働することを確認した。

### 謝辞

本研究は名城大学学術研究奨励助成制度の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] 上醉尾. 他: 情報処理学会論文誌, Vol. 54 No. 10, pp. 2288-2299, 2013.
- [2] 木村. 他: 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, Vol. 2019, No. 1, pp. 65-66, 2019.
- [3] Miyake, Y., et al.: *Proc. ICMU 2016*, No.1, pp.1-2 (2016).
- [4] 菊池. 他: DICOMO2019, pp.97-104 (2019).
- [5] RAIL: <https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/rail>