

# 大規模災害における移動通信サービスの輻輳解決に向けた取り組み

菅原 智義・水越 康博・岩田 淳

## 要 旨

大規模災害時において、携帯電話による通話やデータ通信が大規模かつ集中して発生し、移動通信網が輻輳（ふくそう）状態になったり、移動通信網を構成する伝送路や通信設備に物理的な障害が同時多発的に発生し、通信途絶になった場合、適切な対処を施して、輻輳状態の解決やネットワークの回復を行う必要があります。本稿では、この課題を解決するための研究開発の取り組みとして、通信サービスの仮想化による処理能力増強技術と、OpenFlowによるモバイルトラフィックの優先制御技術、仮想化された通信サービスための品質維持技術について紹介します。

## キーワード

●移動通信網 ●LTE ●OpenFlow ●ネットワーク仮想化 ●サーバ仮想化

## 1. はじめに

大規模災害時には、携帯電話による通話やデータ通信が大規模かつ集中して発生するため、移動通信網に対する通信サービス要求が大量に発生し、通信サービス処理容量の超過により疎通率が低下する輻輳（ふくそう）状態となります。また、移動通信網を構成する伝送路や通信設備に物理的な障害が同時多発的に発生し、通信途絶が発生する可能性があります。

例えば、東日本大震災では、東北地域で通常時の約60倍の通信要求が発生し、通信サービスを安定的に提供することが困難でした。一方、被災地から離れた地域では、大規模な通信混雑は発生していなかったという報告もあります。

こうした異常事象が発生した場合に速やかにその事象を検知し、適切な対処を施して、輻輳状態の解決やネットワークの回復を行う必要があります。この際、音声通話やメールなど優先度の高いトラフィックが柔軟に処理されることが必要です。

我々は、上記の課題を解決するために、LTE（Long Term Evolution）ネットワーク<sup>1)</sup>の通信サービスを対象に、ネットワークとサーバの仮想化技術を利用して通信サービスの耐災害性を強化する技術を研究開発しています。本稿では、この研究開発の取り組みのうち、下記の技術について紹介します。

### ● 通信サービスの仮想化による処理能力増強技術

通信サービスを仮想化することにより、柔軟な配置を可

能とし、与えられたハードウェアリソースを有効活用して、災害時に重要な音声通信などの通信サービスの処理能力を増強させます。

- **OpenFlowによるモバイルトラフィックの優先制御技術**  
OpenFlow<sup>2)</sup>を用いて動的にネットワークを制御することにより、災害時に重要な音声通信などのデータ（トラフィック）を優先的に転送します。
- **仮想化された通信サービスための品質維持技術**  
仮想化された通信サービスを実際の通信システムで利用できるように、応答性などの品質を維持するために仮想マシン（VM）自体の処理時間の安定性を向上します。

## 2. 通信サービスの仮想化による処理能力増強技術

LTEネットワークにおける音声通話サービスVoLTE（Voice over LTE）は、パケットサービスネットワークであるEPC（Evolved Packet Core）と音声通話サービスを提供するIMS（IP Multi-media Subsystem）という2種類のシステムの連携により実現されます。EPCやIMSは、音声通話などの品質を確保するために、ある一定の想定範囲での性能を満たすことが求められます。

このような特性を持つ通信サービスは、従来、個々の通信サービスシステムが専用のハードウェアで実現されており、他のサービス用のハードウェアを融通することが困難でした。また、あらかじめ十分に検証された固定的な構成で動作させ

る必要があり、構成の動的な変更が困難であるという問題がありました。

そこで、我々は、上記の通信サービスの動的な構成変更に対する課題に対して、サーバ仮想化技術を用いることで解決を図りました。すなわち、EPCとIMSを仮想化し、輻輳時の柔軟な処理能力の変更を可能としました。

まず、拠点内での通信サービスの柔軟な構成変更を実現し、次に、拠点間の通信サービスの連携による柔軟な構成変更を実現する技術を確認することを目指しています。

## 2.1 拠点内の通信サービスの構成変更技術

拠点内の通信サービスの構成を柔軟に変更するために、通信サービスを仮想化するとともに、拠点内の余剰リソースや重要性の低い他のサービスのリソースを使って、重要な通信サービスの処理能力を優先的に増強するために、仮想化された通信サービスの構成変更を適切に制御する技術の研究開発を行っています（図1）。具体的には次の技術から構成されます。

### ・ 通信サービス配置技術

通信サービスのリアルタイム性などの特性を考慮しつつ、拠点内に設置した複数のサーバ上に、複数の通信サービスを仮想マシン単位で配置可能であることを判定する

### ・ 通信サービス実行制御技術

通信サービスを構成する要素間の依存関係、ネットワーク構成の制約などに基づいて、起動・停止や仮想ネットワークの設定など通信サービスの実行制御を行う

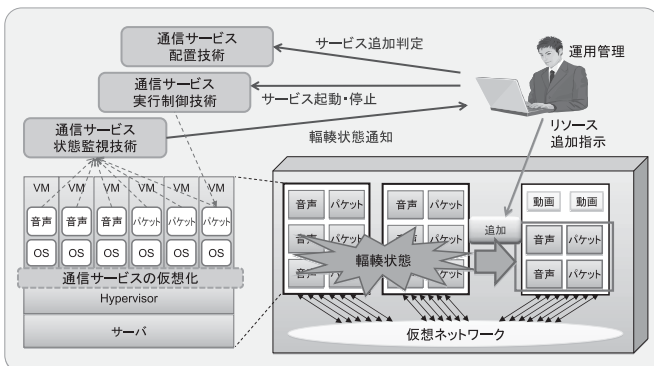


図1 拠点内の通信サービス構成変更技術の全体イメージ

### ・ 通信サービス状態監視技術

通信サービスが出力するログなどの状態を取得し、通信サービスの輻輳状態や障害を判定する

これらの技術のうち、通信サービス配置技術では、通信混雑時における通信サービスの性能確保のため、通信サービスの特性を考慮した動作モデルをベースとするシステム構成評価アルゴリズムを応用した性能換算手法によって、通信サービスの処理性能を見積もります。

## 2.2 拠点間の通信サービスの連携制御技術

前項で実現する拠点内の通信サービスの構成変更では対応しきれないほどの通信混雑が発生した場合、各地域拠点に分散して設置されている通信設備の中で、通信混雑が発生して処理能力の増強を必要としている地域拠点の通信処理資源と、処理能力に余力がある他の地域拠点の通信処理資源とをネットワークを通じて有機的に連携させ、相互融通することにより通信サービスの拠点間連携を可能とする技術を実現します（図2）。この通信サービスの拠点間連携を実現するために、下記の技術に取り組んでいます。

### ・ 通信サービスのための仮想リソース拠点間連携制御方式

従来の通信サービスを変更させることなく拠点間で動作

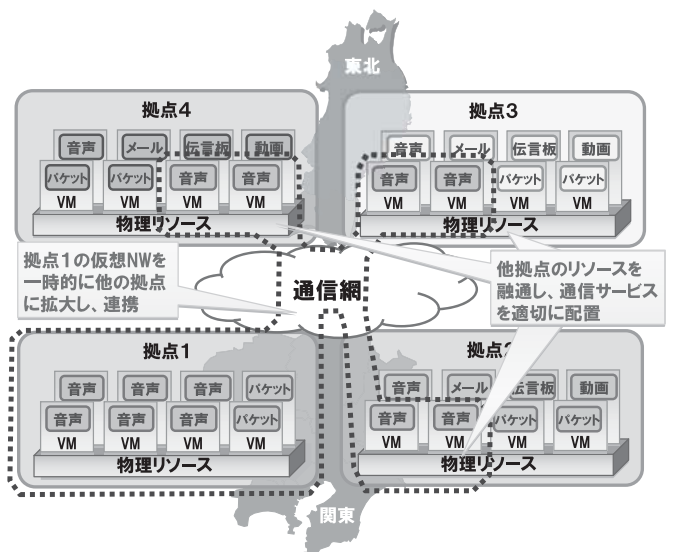


図2 拠点間の通信サービスの連携制御技術の全体イメージ

させるために、拠点間で通信処理サービスを、あたかも同一拠点内で動作しているように仮想リソースを連携制御する

・ 通信サービスの拠点間配置決定方式

1つの拠点内の通信処理資源では十分な処理性能が確保できない通信混雑状況に対処するため、複数の拠点に存在する利用可能な通信処理資源を使って、要求された処理性能を満たす通信サービスの配置を決定する

仮想リソース拠点間連携制御方式の1つとして、従来の通信サービスを変更させることなく拠点間で動作させるために、複数拠点でも同一拠点と同じようにネットワークを使えるように仮想ネットワークを連携制御させる技術に取り組んでいます。この仮想ネットワークを連携制御させる方式では、輻輳回避のためのサービス拡張に合わせて、拠点内の通信ネットワークを外部の拠点に拡張するために、拠点間の物理ネットワーク上にトンネル技術を用いて、仮想ネットワークを動的に配備します。

また、通信サービスの拠点間配置決定方式では、通信サー

ビスごとの遅延、帯域といった通信性能に対する制約と、限られた通信処理資源の分配という2つの要件を満たしつつ、複数の通信サービスの要求性能を確保するように通信サービスの配置先を決定します。

3. OpenFlowによるモバイルトラフィックの優先制御技術

大規模災害発生時などに、重要な音声通話、メールなどの通信サービスにおいて、その時点で最も重要な通信サービスを特定し、その通信サービスを優先的に転送するために、通信サービスの動的な優先度割り当てに基づくトラフィック制御が必要です。通信サービスの優先度に応じてトラフィックを処理するには、それぞれのトラフィックの優先度を把握することが必要となります。しかしながら、現状の移動通信網におけるコア網と基地局間で交換されるトラフィックは、音声通話、メールといった重要通信とそれ以外とを識別する機能がないため、災害時に重要通信を優先させる制御を実施することが

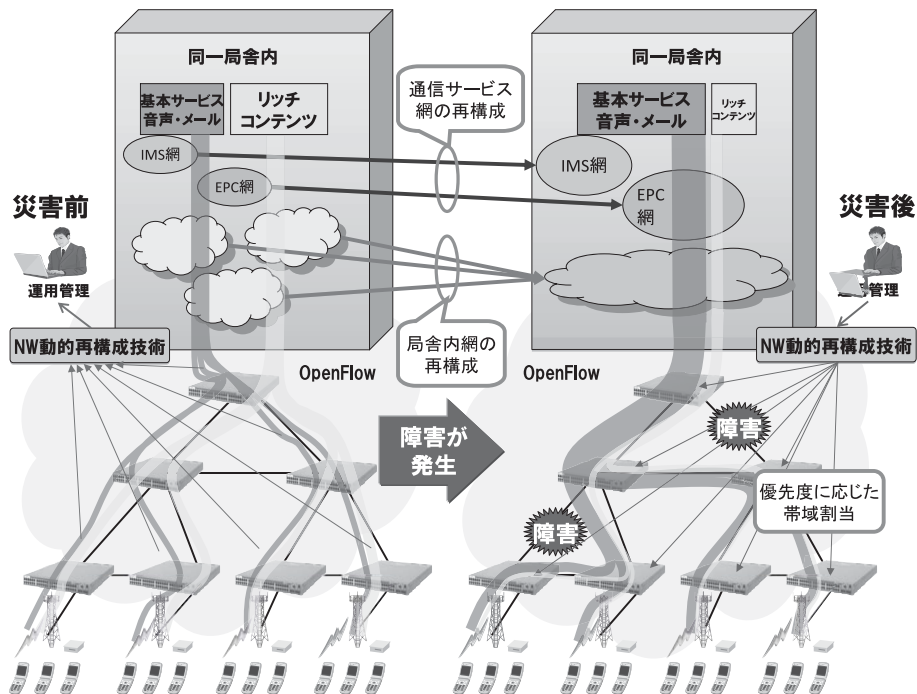


図3 OpenFlowによるモバイルトラフィックの優先制御技術

できません。また、障害の発生時に発生事象に応じて柔軟な迂回経路を設定するためには、ネットワーク上に発生するイベントだけでなく、トラフィックの優先度に応じた経路制御を行う必要がありますが、現状は宛先のIPアドレスだけを用いた制御を行っているため、このような経路制御を行うことは不可能です。

このため、サービスの優先度に応じて低優先トラフィックに対する抑制を可能とするとともに、ネットワークに発生したリンク断や新規ノード接続などの各種イベントの収集と、トラフィック種別やQoS (Quality of Service) などの特性に応じたトラフィックを個別フローとした経路制御を行い、優先度の高い基本通信サービスのためのネットワークリソースの動的な再構成を可能とする必要があります。

我々は、通信サービスの優先度に応じてトラフィックを処理するために、移動通信網にOpenFlowを適用する方式を研究開発しています。OpenFlowはIPパケットのレイヤ1からレイヤ4までのフィールドを柔軟に組み合わせることでフローを定義することが可能であり、トラフィックの優先度に応じた柔軟な処理を実現するのに有効です。また、仮想マシン上で動作する音声通話やパケットの通信サービスを仮想ネットワーク上で分離して運用する際にも、OpenFlowはレイヤ1に当たるスイッチのポート単位で完全に分離した仮想ネットワークを実現することができます。

移動通信網の基地局から通信サービスまでのネットワークにOpenFlowスイッチを導入することにより、1) 局舎内網の再

構成、2) 通信サービス網の再構成、3) 通信サービスの優先度に応じた帯域割り当てを実現します (図3)。

#### 4. 通信サービスの品質維持技術

前述のサーバ仮想化技術を用いた柔軟な構成変更技術を実際の通信サービスに適用しようとした場合、仮想化に伴う処理時間の「ぶれ」やオーバーヘッドなどを考慮・解決する必要があります。そこで、我々は、通信サービス処理の品質維持を可能とするよう、通信サービス処理がサーバ上の処理に関して一定の品質を維持するための下記の技術に取り組んでいます (図4)。

- **通信サービス配置のリアルタイム性評価技術**  
リソース競合を発生させる通信サービスを1つの物理サーバ上に極力配置しないように、配置のリアルタイム性を評価する
- **通信サービス処理の品質保証技術**  
サーバ上で実行される通信サービス群が所望の品質を維持できるように、通信サービスへの適切なリソース割り当てをする

これらの技術のうち、通信サービス処理の品質保証技術では、通信サービスの計算リソースと、割り込みなど通信サービスの処理時間に影響を与える処理に対する計算リソースの割り当てを分離することにより、通信サービスの処理時間を安定化させるスケジューリング方式を実現します。

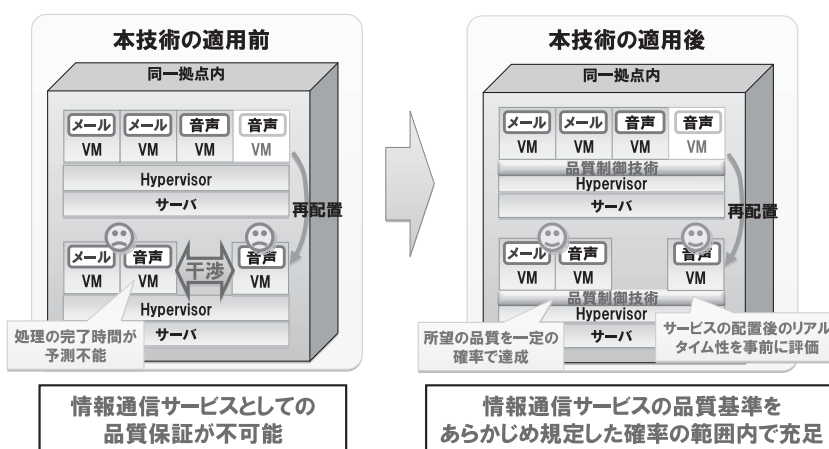


図4 通信サービスの品質維持技術

## 5. おわりに

本稿では、LTEネットワークの通信サービスを対象に、ネットワークとサーバの仮想化技術を利用して通信サービスの耐災害性を強化するための技術を紹介しました。今後は、本方式の実装・評価を通じ、有効性を検証します。本技術の確立により、大規模災害時においても「つながる」通信サービスの実現を目指します。

なお、本研究は、総務省の委託研究「大規模災害時に被災地の通信能力を緊急増強する技術の研究開発（大規模通信混雑時における通信処理機能のネットワーク化に関する研究開発）」、及び、総務省の委託研究「情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発」（平成23年度一般会計補正予算（第3号））として実施中です。

\*LTEは、欧州電気通信標準協会（ETSI）の登録商標です。

\*OpenFlowは、Open Networking Foundationの商標または登録商標です。

### 参考文献

- 1) 3GPP-Keywords&Acronyms-LTE  
<http://www.3gpp.org/article/lte>
- 2) N. McKeown et al., "OpenFlow: enabling innovation in campus networks", SIGCOMM Comput. Commun. Vol.38, No.2, pp69-74, 2008.  
<http://www.sigcomm.org/sites/default/files/ccr/papers/2008/April/1355734-1355746.pdf>

### 執筆者プロフィール

菅原 智義  
中央研究所  
クラウドシステム研究所  
主任研究員

水越 康博  
中央研究所  
クラウドシステム研究所  
主任研究員

岩田 淳  
中央研究所  
クラウドシステム研究所  
所長代理

# NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。  
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご覧ください。

NEC 技報 WEB サイトはこちら

NEC 技報 (日本語)

NEC Technical Journal (英語)

## Vol.65 No.3 スマートデバイス活用ソリューション特集

スマートデバイス活用ソリューション特集によせて  
スマートデバイス活用に向けた NEC グループの取り組み

### ◇ 特集論文

#### サービス基盤

OS やキャリア不問のスマートデバイスの管理・セキュリティソリューション  
スマートデバイスの活用を支えるソリューションと導入事例  
スマートデバイスに最適な認証ソリューション  
スマートデバイスの利活用に貢献する「Smart Mobile Cloud」  
高品質なサービスの構築を支える「BIGLOBE クラウドホスティング」  
スマートデバイス向けコンテンツ配信サービス「Contents Director」  
BYOD に最適なスマートデバイス活用基盤「UNIVERGE モバイルポータルサービス」  
スマートデバイスの利用を促進するリモートデスクトップ・ソフトウェア  
スマートデバイス対応アプリケーション開発を効率化する業務システム構築基盤「SystemDirector Enterprise」  
BIGLOBE ホスティングを活用したスマートフォン向けコンテンツ配信基盤サービス

#### スマートデバイス

Android 搭載タブレット「LifeTouch」シリーズの概要  
Windows 8 搭載 大画面タブレット PC「VersaPro タイプ VZ」  
Android 搭載タブレット型パネルコンピュータの開発

#### ソリューション

スマートデバイス対応のペーパーレス会議システム「ConforMeeting」  
スマートフォンを活用した BusinessView 保守業務ソリューション  
UNIVERGE 遠隔相談ソリューションの見守りサービスへの適用  
画像認識サービス「GAZIRU」の紹介  
インスタア・コンシェルジュ～究極の接客ソリューション～  
スマートデバイスを活用した業務システム向けテンプレートの開発  
マルチデバイス対応のビデオコミュニケーションクラウドの紹介

#### 先端技術研究

ユーザーフレンドリーなセキュリティ強化 BYOD ソリューションに向けて  
OpenFlow を活用した業務用スマートデバイスのセキュアな通信の実現  
映像投影とジェスチャー入力によるインタラクション技術  
雑音下でも頑健に動作する音声 UI 技術とその応用

### ◇ 普通論文

大規模災害における移動通信サービスの輻輳解決に向けた取り組み

### ◇ NEC Information

#### C&C ユーザーフォーラム & iEXPO2012

人と地球にやさしい情報社会へ～あらゆる情報を社会の力に～  
NEC 講演  
展示会報告

#### NEWS

2012 年度 C&C 賞表彰式典開催



Vol.65 No.3  
(2013年2月)

特集TOP