

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

担当課室名：総合通信基盤局 電気通信事業部 電気通信技術システム課

実施研究機関：株式会社NTTドコモ、国立大学法人 東北大学、国立大学法人 東京大学、

NECソリューションイノベータ株式会社、富士通株式会社

研究開発期間：H24年度～H25年度 研究開発費：H24年 6.4億円、H24年補正 9.1億円・・・15.5億円

1. 研究開発概要

東日本大震災では、被災地を中心に通常時の約50～60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あった。一方、被災地から離れた地域では、通信混雑は発生していなかったという報告がある。ここで、大規模な通信混雑が発生した際、通信混雑が発生し処理能力が不足している地域拠点の通信処理要求を、処理能力に余力がある他の地域拠点の資源を融通して処理することが可能になれば、迅速に大規模通信混雑を解消させ、安定運用が可能となる。

本研究開発では、例えば同規模の地域拠点が2つある場合を想定し、通信混雑が発生している1つの地域拠点へ通信混雑が生じていない他の地域拠点からその拠点の通信品質を維持したうえで余力のある通信処理能力を融通し、通信混雑が発生している地域の通信処理能力を1.5倍以上に増強すること、及び、それを実現するシステムの構築・運用方法を示すことを到達目標とし、以下の技術課題に取り組む。

課題ア 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要件の明確化

課題イ 拠点間での通信処理機能の有機的連携制御技術

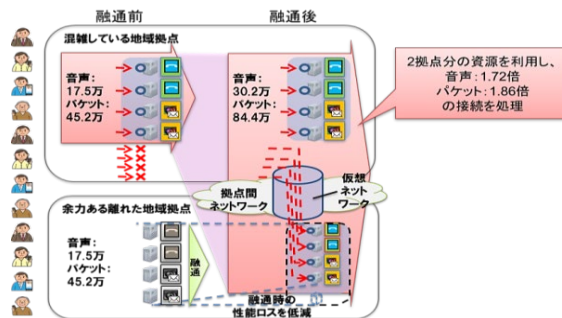
課題ウ 通信処理機能のネットワーク化における信頼性向上技術

課題エ 通信処理機能のネットワーク化における通信状況可視化、管理技術

2. 研究開発成果概要

ア)～エ)の技術課題に取り組む、混雑している地域拠点と余力のある離れた地域拠点の間に仮想ネットワークを構築した。

その結果、仮想ネットワークによる伝達を効果的に制御することで性能ロスを30%未満に抑え、混雑している地域拠点の処理能力を1.7倍以上に増強可能であることを確認した。



課題ア 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要件の明確化

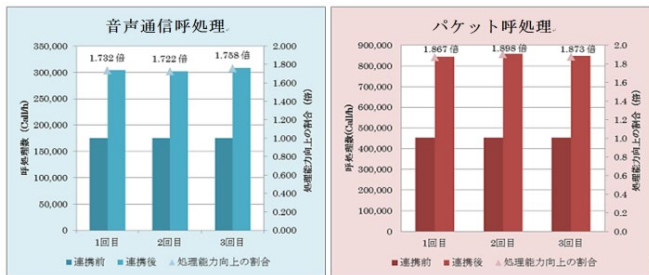
通信処理機能のネットワーク化を具現化するシステムの構築方法および達成すべき目標を設定するため、通信処理資源の連携による通信処理性能の変化を分析し、想定される通信品質の条件において、2拠点を連携することにより通信処理能力を1.7倍以上にできることを明らかにした。

また、それを具現化する連携制御アーキテクチャ、および、システムの実装に必要なインターフェース仕様を策定した。

課題イ 拠点間での通信処理機能の有機的連携制御技術

①通信サービスの拠点間連携制御技術

仮想ネットワーク制御技術、拠点間ネットワークの優先制御を可能にする拠点間ネットワーク優先制御技術を研究開発し、これらを有機的に連携させることにより、同規模の2拠点で通信処理資源を融通した場合、音声通信呼処理は1.72倍、パケット呼処理は1.86倍を上回る増強ができることを確認した。



②地域拠点間連携による仮想マシンリソース制御技術

拠点間ネットワークの品質を加味しながら仮想マシンリソースを拠点間で融通できる技術を確認し、2拠点の通信処理資源を融通し通信サービスの増強ができることを実証した。

さらに、ネットワーク規模への対応及びネットワーク遅延やパケットロス等実際のネットワークで発生しうる事象や、その品質変動に対する技術の有効性を確認した。



③大規模災害での通信混雑下における耐災害情報通信サービスの検証

災害時に活用される情報通信アプリケーションを対象に、ユーザによるUIを通じたトラフィック特性とネットワークへの影響を分析し、通常時、災害時において利便性の高いマルチモーダル認証技術を研究開発した。通信混雑を模した実験環境下においてサービスの利用性の評価を行い、災害時でも確実に認証処理を行えることを確認した。

④大規模災害での通信混雑下におけるM2Mサービスの検証

M2Mサービスの1つとして建物の健全性診断を行う地震モニタリングサービスを対象に、災害時の移動通信網への負荷を軽減し、診断に必要なデータを着実に収集する仕組みを研究開発した。実証実験を通じて、建物内に設置した複数のモニタリングセンサ間でデータを集約する方式により、センサの一部が故障した場合でも自律的に回復し、診断に必要なデータを可能な限り収集できることを確認した。

2. 研究開発成果概要（続き）

課題ウ 通信処理機能のネットワーク化における信頼性向上技術

①各地域拠点の通信サービスの品質を維持する技術

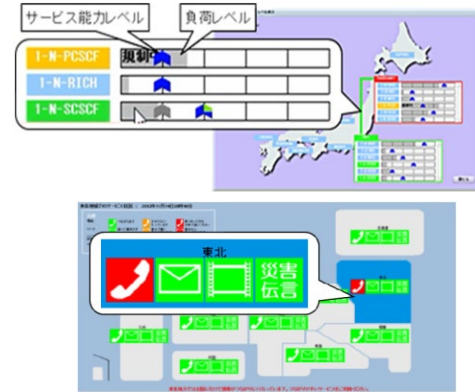
仮想化ネットワーク基盤のサーバ上で実行される通信サービスの品質を劣化させる要因を特定するとともに、それを解消するスケジューリング方式により品質劣化を一定範囲に抑え、通信サービスの品質を維持できることを確認した。

②地域拠点間連携による高可用性制御技術

仮想化ネットワーク基盤の可用性を評価するモデルを構築し、ITU-Tで規定される可用性目標値を達成する3つの高可用性技術の要件を明確化するとともに、それらの要件を満たすサーバ間のデータ同期手法を考案し、手法の有効性を確認した。

課題エ 通信処理機能のネットワーク化における通信状況可視化、管理技術

従来1時間以上かかる混雑判定について、実用上十分な精度を確保しながら短時間（10%/分で負荷が増加する場合、平均3.2分、1%/分で負荷が増加する場合、平均4.2分）で混雑を把握・可視化できる技術、運用管理者視点で速やかかつ的確に通信サービス能力の増強、削減を判断することを可能とする通信サービスシステム可視化技術、通信サービスシステムの状況（処理能力、負荷、規制）をサービスのつながりやすさに変換して、利用者視点でサービス状況を可視化するサービス状況可視化技術を研究開発し、運用管理者視点、利用者視点ともに的確に状態を把握できることを確認した。



3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取組状況>

終了評価時に設定した指標（ベンチマーク）に対して、目標を大幅に上回る成果を達成した。（平成31年3月31日現在）

	指標	数値目標等	達成状況
①	特許取得数(研究開発期間の出願含む)	平成28年度までに9件	21件 233%
②	要素技術実用化の件数	平成29年度までに3件	3件 100%
③	技術情報発信、技術協力、技術普及の数	平成28年度までに14件	204件 1,457%
④	実ネットワークシステムへの導入割合	平成31年度までに1割*	0%（導入前段階）

*ここでいう「実ネットワークシステムへの導入割合」とは、NTTドコモの携帯電話ネットワークに係る全加入者数（調査時点で公表されている最新の携帯電話契約数）に対する本研究開発成果が適用可能な加入者数（受託者が提出する数値の根拠が説明可能なデータ）の割合とする。
・本研究開発成果は令和6年度までにNTTドコモの携帯電話ネットワークに導入し、全加入者（調査時点で公表されている最新の携帯電話契約数）に適用される。（ただし、導入計画の変更や市場動向の変化等が生じた場合は、見直しを検討する。）

<④に関する特記>

- ・本研究開発成果を実用化するための取り組みとして、ETSI ISG NFVにおける標準化を順調に進めており、平成29年度までに14件の標準化を完了。
- ・平成30年度には、新たにマルチサイトに関わるIFA（インタフェースとアーキテクチャ）に関するStage2標準化（IFA022/IFA032）を完成させた。
- ・令和3年頃の完成を目指すべく、令和元年度も引き続きStage3標準化を推進しており、並行して実ネットワークへの成果展開を検討している。

<知財や国際標準獲得の推進>

市場展開の布石として、戦略的な国際標準化活動の取り組みを実施した。具体的には、音声通信の通信能力を増強する基盤的技術の研究開発を標準化団体ONF、NFVに対して以下の標準化活動を実施。

■NFV関連

本研究開発の研究開発成果をETSI NFVへ入力し、平成26年12月に市場製品開発のベースとなる標準仕様ETSI GS NFV-MANおよびNFV-SWAを完成させた。さらに、インタフェースやマルチサイトに関する仕様となるETSI GS NFV-IFA005.006.010（平成28年4月）、NFV-IFA009（平成28年7月）、NFV-IFA007（平成28年10月）、NFV-IFA022（平成30年4月）、およびNFV-IFA032（平成31年4月）を完成させた。引き続き、本研究開発成果も含めた詳細技術仕様に係る標準化活動を継続中。

■ONF関連

本研究開発の成果を踏まえて、ONFのArchitecture and Framework WGおよびConfiguration and Management WGで議論を実施。本議論結果をSDN Architecture 1.0（2014年6月発行）、OpenFlow Management and Configuration Protocol 1.2（OF-Config 1.2）（2014年発行）としてドキュメント発行した。上記のドキュメント発行を以て、本研究開発に関するONFでの標準化活動は完了。

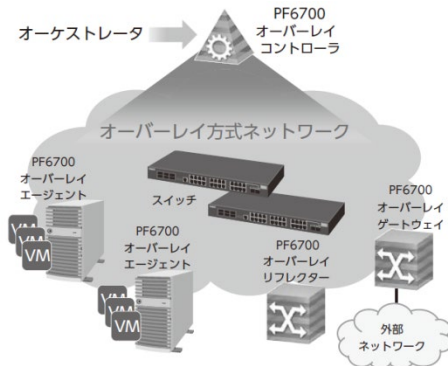
3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果（続き）

<新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

本研究開発の成果を実用化すべく、以下の活動を実施した。

■日本電気

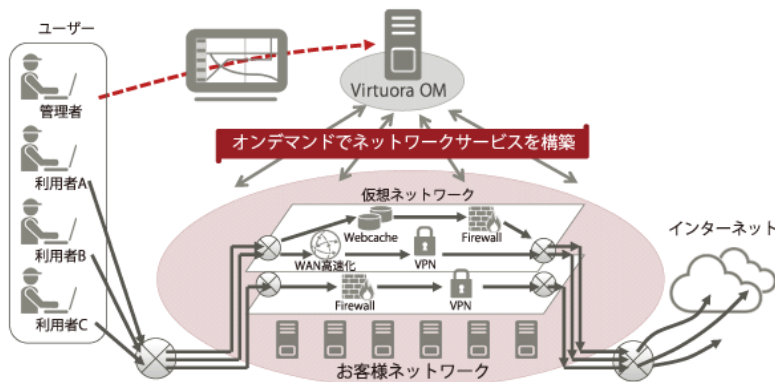
- 本研究開発における「拠点間ネットワーク優先技術」で研究開発した仮想ネットワーク対応（拠点間）ルータを製品開発し、販売開始。



研究開発成果が取り入れられている「UNIVERGE PF6700」を利用したネットワーク構成の概要図

■富士通

- 本研究開発における「地域拠点間連携による仮想マシンリソース制御技術」および「通信処理機能のネットワーク化における通信状況可視化技術」で開発した成果を活用して、仮想ネットワーク運用管理ソリューションを製品化。
- 「NFVライフサイクル管理ソフトウェア「Virtuora OM」、「Virtuora RV」の新規提供」を製品発表。
ETSI NFVのTesting Working Groupへの国際標準提案を行い、NFV-TST 005 v3.1.1を完成させた。



研究開発成果が取り入れられている「Virtuora OM」のイメージ図

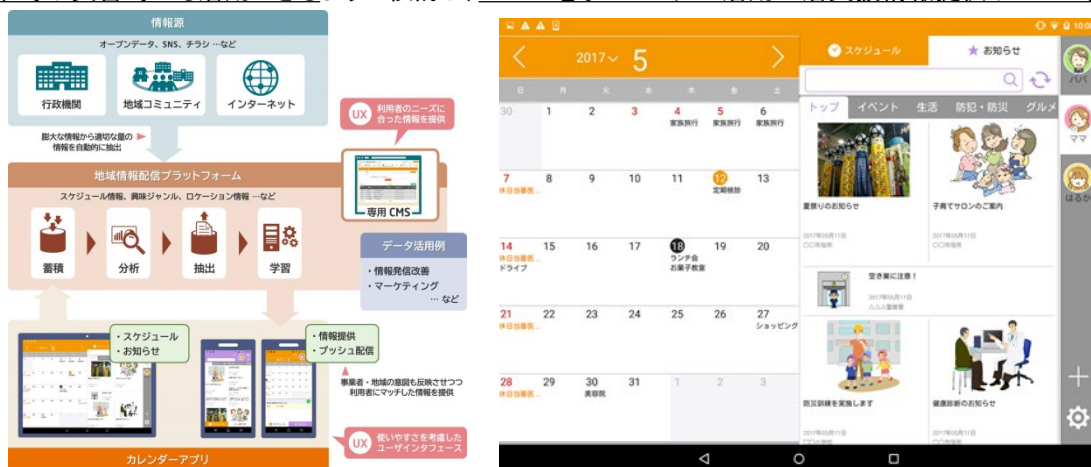
4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

<新たな科学技術開発の誘引>

本研究開発で得られた成果を派生させることで、新たに以下の製品・サービスを創出した

■NECソリューションイノベータ、東北大学

- 本研究開発の成果である「マルチモーダルによる認証サービス基盤」に向けて、UI部分※1を以下の事業※2で開発。
- ※1：Android上でのマルチモーダルUI（声、手書き）部分を検討・開発
- ※2：総務省H26事業「UXデザインと高度情報分析エンジンによる元気高齢者向けクラウド型生活支援サービスの研究開発」
- ・平常時や災害時にも活用できるように検討し、「NEC 電子カレンダー活用生活支援情報提供サービス」として実用化。



サービスイメージ

4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果（続き）

■東京大学

本研究開発を担当した研究者が、本プロジェクト内で開発した「構造物モニタリングシステム」をベースとしてソナス株式会社を起業し、実用化。

5. 副次的な波及効果

<副次的な波及効果>

- 本研究、および、継続研究への従事を通じ、通信処理機能の拠点間有機連携制御・信頼性向上・通信状況管理の技術に関する研究者が育成され、大規模通信混雑の解消や通信網安定運用に関する研究領域で次世代を担う人材の活躍が期待できる。
- ネットワーク機能仮想化のフレームワークや制御の拡張技術の情報発信を通じ、国内の通信・電機メーカーによる仮想化技術の適用領域拡大の研究開発トレンド醸成に寄与した。

6. その他研究開発終了後に実施した事項等

<周知・広報活動の実績>

研究開発期間および研究開発期間終了後に以下の周知活動を実施した。研究開発期間終了後も論文発表や標準化活動を通じて、積極的に成果発信を行った。

(平成31年3月31日現在)

種別	研究開発期間中	研究開発期間終了後	合計
査読付き誌上発表論文数	0件(0件)	5件(2件)	5件(2件)
査読付き口頭発表論文数	3件(3件)	4件(4件)	7件(7件)
その他の誌上発表数	1件(0件)	2件(0件)	3件(0件)
口頭発表数	35件(3件)	30件(6件)	65件(9件)
特許出願数	24件(6件)	13件(8件)	37件(14件)
特許取得数	0件(0件)	21件(2件)	21件(2件)
国際標準提案数	26件(26件)	81件(81件)	107件(107件)
国際標準獲得数	0件(0件)	15件(15件)	15件(15件)
報道発表数	7件(0件)	0件(0件)	7件(0件)
報道掲載数	10件(0件)	0件(0件)	10件(0件)

※()内の数値は海外での実施数(内数)を示す。

7. 政策へのフィードバック

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

大規模な通信混雑の迅速な解消を実現する技術開発とその実用化のためには、システム実現性の実証や標準規格化の提案を迅速に行う必要があり、本研究開発では、産学官横断の体制でこれらを加速・牽引できたことから、国家プロジェクトとして実施した意義が大いにあった。また、社会インフラに対する我が国特有の高い可用性・信頼性要件を実現するなど、国民生活の安全・安心の実現に大きく貢献していただけでなく、国際標準も多数獲得するなど我が国の国際競争力強化にも貢献できたことを踏まえると、プロジェクト設定は妥当であり、社会的意義があった。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

我が国特有の社会インフラへの高い可用性要件を具現化する研究開発を、国内の関連事業者を業界横断で国策として取り纏めて成果を創出した事例であり、他の研究開発プロジェクトについても本研究開発の取組を参考にできるよう適切にフィードバックすることが望ましい。