

採 択 番 号 : 19304

研究開発課題名 : スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術の研究開発

副 題 : 高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワーク

(1) 研究開発の目的

多数・多様な IoT 端末を収容する無線アクセスと分散配置エッジノードとの連携技術、分散配置エッジノードおよび中央クラウドでの計算やネットワークの仮想化・高信頼化技術、IoT 端末を考慮した分散型セキュリティ基盤技術、さらにエッジノード上に構築される高効率・高信頼な分散データベース技術を開発し、これらの技術が連携協調動作する Resilient Edge Cloud Network (RECN) の基盤技術を確立する。また、日米大規模テストベッドを用いた実証実験を行い、安全・安心のためのスマートシティ（人物認識）及び分散電力グリッドの管理応用などの特定のユースケースに対する有用性を示す。

(2) 研究開発期間

平成30年度から平成33年度（36ヶ月）

(3) 実施機関

国立大学法人九州工業大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 45百万円（平成30年度 9百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

Task1 : Resilient Resource Access for Massive End Devices

1. Spatio-temporal Floating EC function over vehicular nodes
(メイン：国立大学法人九州工業大学、サブ：CCNY)
2. Resilient communication via flow based control
(メイン：国立大学法人九州工業大学、サブ：CCNY)

Task2 : Virtualized Adaptable Computing and Networking

- (メイン：国立大学法人九州工業大学、サブ：CCNY)
1. Fast multi-path data exchange among EC nodes and BC
 2. Distributed monitoring and control for resiliency of backbone networking
 3. Elastic split-memory VMs in EC nodes and BC
 4. Distributed introspection and control for resiliency of split-memory VMs

Task3 : Bio-Inspired Intrusion Detection System (BIOIDS) for Protecting Internet of Things Devices

(メイン：CCNY、サブ：国立大学法人九州工業大学)

Task4 : Distributed Database using Hypercube

(メイン：CCNY、サブ：国立大学法人九州工業大学)

Testbed Experiments

(合同：国立大学法人九州工業大学、CCNY)

(6) 特許出願、論文発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	19	19
	プレスリリース・報道	1	1
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

Task1 : Resilient Resource Access for Massive End Devices

1. Spatio-temporal Floating EC function over vehicular nodes

Floating EC 機能を実現するために、RM により割り当てられる無線資源情報に対する滞留のための要求として、データ拡散時間及びデータの期限を想定した。また、上記の滞留データ特性を考慮した動的送信間隔決定手法を提案し、データ送信間隔を動的に決定することでデータを滞留完了目標時間内に拡散・維持できることを示した。加えて、低車両密度環境における効率的データ滞留を実現する送信制御手法を提案し、車両密度が低い場合におけるデータ滞留のカバレッジを 10 %改善できることを示した。これらの要素に関して、1 件の国際会議発表、2 件の国内発表を行った。

2. Resilient communication via flow based control

フローベースのレジリエントな通信制御を実現するために、動画ストリーミングアプリケーションを対象にした上で、Openflow メッセージを用いてネットワーク上で QoE を推定する手法を新たに提案し、特に通信品質が良好な実験ネットワーク環境において有効性を示した。加えて、外部からの無線干渉を Openflow メッセージで得られる情報を基に検知する手法を提案し、実験ネットワーク環境において有効性を示した。これらの要素に関して、1 件の国際会議発表、5 件の国内発表を行った。

Task2 : Virtualized Adaptable Computing and Networking

1. Fast multi-path data exchange among EC nodes and BC

大容量データの 1 対多同時高速転送のための複数経路マルチキャストにおける送信者符号化や受信者間ゴシッピング技術を設計し、両手法の有効性と実用化への課題を確認した。また OpenFlow 実装の見通しを得て、テストベッド上での基本実験の準備を開始した。さらに、耐パケットロス仮想リンクのための符号化 TCP トンネル技術を設計し、シミュレーションによりパケットリオーダーや双方向ロスへの有効性と実用化への課題を確認した。任意の送受信ノード間の高スループットと高信頼性を提供するマルチパス TCP における複数パス設定についてネットワーク層との連携により効果的に実現する手法を検討した。これらの要素技術に関して、2 件の国際会議発表、4 件の国内発表を行った。

2. Distributed monitoring and control for resiliency of backbone networking 全リンク品質監視 (パケットロス率や遅延変動) のネットワーク連携形アクティブ計

測技術を設計し、シミュレーション等により、計測経路、計測パケット送信位置、統計情報取得のアクセス順などの最適化を検討し、手法の有効性と実用化への課題を確認した。また OpenFlow 実装の見通しを得て、テストベッド上での基本実験の準備を開始した。これらの要素技術に関して、2 件の国内発表を行った。

3. Elastic split-memory VMs in EC nodes and BC

不均質なエッジクラウド環境で効率よく動作する分割メモリ VM の検討を行った。まず、EC ノードの性能を変えて実験を行い、VM のマイグレーション性能に影響を与えることがあることを確認した。この性能低下を抑えるために、VM 内の未使用メモリに着目した最適化への取り組みを開始した。また、分割メモリ VM の一部分だけをマイグレーションする機構の設計を行い、実装を開始した。これらの要素技術に関して、1 件の国内発表を行った。

4. Distributed introspection and control for resiliency of split-memory VMs

分割メモリ VM のメモリ断片に透過的にアクセスするためのランタイムの設計を行った。その中で、ランタイムが直接データを取得する手法と分割メモリ VM にデータを取得させる手法を検討した結果、VM や監視システムがアクセスするメモリに応じて二つの手法を使い分ける必要があることが分かった。加えて、分割メモリ VM 内の障害を検知する手法の検討も開始した。これらの要素技術に関して、1 件の国内発表を行った。

Task 3 : Bio-Inspired Intrusion Detection System (BIOIDS) for Protecting Internet of Things Devices

(九州工業大学にて実施したサブ Task)

CCNY 主導で開発が行われる BIOIDS を実現するために、どのようなシステム情報が必要となるかについて CCNY 側と議論を行った。その結果、まずは、Task2-4 の基盤となる VM の内省機構を用いて取得した OS の情報を利用することになった。そのため、協力して CCNY 側でシステムを構築し、VM の内省機構を利用可能にした。

Task4 : Distributed Database using Hypercube

(九州工業大学にて実施したサブ Task)

ハイパーキューブを用いたデータ構造がどのような実験環境に組み込めるかの考察を行った。その結果、ニューヨークの電力会社のデータ管理には不適切なことが分かった。現在、工場の自動化に関する事業にハイパーキューブを用いたデータ管理の適用を試みているが、組織が扱っている内部データを使用することが容易ではないため、実データではなくシミュレーションでの検証も検討している。

Testbed Experiments

広域実験テストベッドネットワークの全体構成(トポロジー、VLAN、IP address 等)を設計し、第1フェーズのネットワークとして、1つの制御・管理用 VLAN と3つのデータ転送用 VLAN の構築を進めた。その結果、九州工業大学の学内3拠点(3研究室)、SINET 経由 JGN 福岡、JGN 大手町、JGN StarBED、JGN Seattle を結ぶ日米間接続と通信テストを完了し、その上の RISE による OpenFlow ネットワークを構築した。JGN Seattle と CCNY 間を PacificWave および Internet2 経由で接続する作業を続行中である。

(8) 外国の実施機関

City University of New York, City College (CCNY)