

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆実施機関：国立大学法人九州工業大学
- ◆研究開発期間：平成30年度から令和3年度(36ヶ月)
- ◆研究開発予算：総額 45百万円 (令和元年度 15百万円)

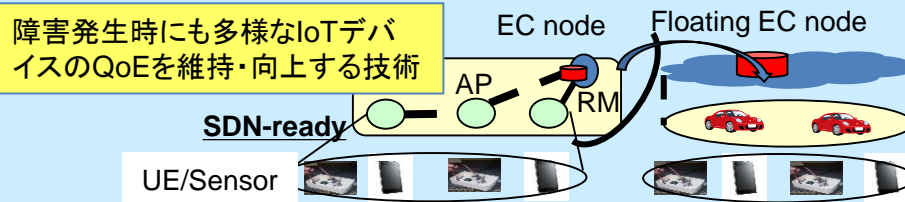
## 2. 研究開発の目標

・多数・多様な端末を收容する資源アクセス技術、分散配置エッジノードの計算/通信資源の適応仮想化技術、Bio-inspiredセキュリティ基盤技術、及び分散データベース処理技術を開発し、連携協調動作する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、スマートシティ(人物認識)/分散スマートグリッド管理などの特定のユースケースに対する有用性を示す。

\* 九工大がメインのタスクのみについて記載

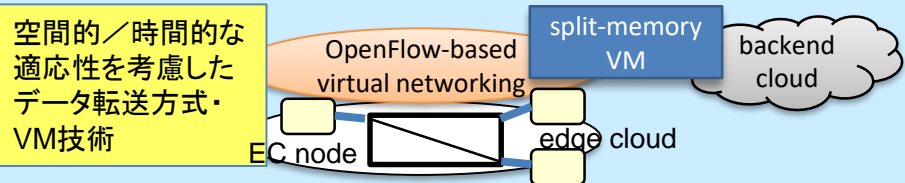
## 3. 研究開発の成果

## Task1: Resilient Resource Access for Massive End Devices



- 1: Spatio-temporal Floating EC function over vehicular nodes
- 2: Resilient communication via flow based control

## Task2: Virtualized Adaptable Computing and Networking



- 1: Fast and Resilient OpenFlow-based Networking
- 2: Elastic and Resilient Split-memory VMs

## Testbed Experiments

Integrated Testbed for Large-Scale Real and Emulation Experiments

## 研究成果 1. Spatio-temporal Floating EC function over vehicular nodes

Floating ECを実現するためのデータ滞留方式を改良

- データ拡散時間とデータ生存時間を考慮した動的送信間隔決定手法を提案し、シミュレーション評価を通じて、データの効率的な拡散と滞留を実現できることを示した。
- 現実に近い環境で評価するため、NICTが保有するマルチエージェントシミュレーション/エミュレーション環境Smithsonianと無線通信エミュレーターNEToriumを用いた評価環境を構築した。

## 研究成果 2. Resilient communication via flow based control

ネットワーク上からのフローレベルのQoE推定と適切な制御の実現が課題

- 昨年度提案した、SDNの制御メッセージを用いる動画ストリーミングに関するQoE推定手法を拡張し、パケットロスが頻発する環境での有効性を実験を通じて明らかにした。
- Openflowメッセージを用いたRNNによるアプリケーション推定手法を提案し、有効性を示した。

## 研究成果 1. Fast and Resilient OpenFlow-based Networking

OpenFlow上での大容量データの1対多高速転送や品質劣化リンクの監視手法の確立が課題

- 送信者符号化付き複数経路マルチキャスト転送技術を改善し、Openflowテストベッド環境で動作検証を開始し、TCP/NCTンネル技術に関して、ACK制御手法を提案し、有効性を評価した
- ネットワーク連携形アクティブ計測技術として、マルチキャスト経路の動的最適化やネットワークトモグラフィによる被疑区間の絞り込み等を考案し、評価した。

## 研究成果 2. Elastic and Resilient Split-memory VMs

分割メモリVMの柔軟かつ効率のよい実行および、その監視手法の確立が課題

- 信頼性向上のために、一部のVMのECノード単位へのマイグレーション機構と、一つのECノードへの統合機能を実装した。また、実行時ネットワーク転送量の削減と複製手法を提案・評価した。
- メモリ断片透過アクセスのためのランタイムシステム、CPU/メモリ障害の回復手法を提案した。

## 準備状況

- テストベッドネットワーク第1フェーズとして、制御・管理用VLAN(1)とデータ転送用VLAN(3)を九工大-JGN-StarBED-Internet2経由CCNYで結び日米広域接続を完成した。Starbed-九工大でRISEによるOpenflow通信、VM間メモリ転送実験を完了し、CCNYへの拡張を調整している。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	3 (3)	49 (30)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	8 (4)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1)CCNYメンバによる九工大訪問と集中的な議論を実施

9月2日～3日の日程で、CCNYの担当教員4名が九工大を訪問し、九工大側のポスドク研究員、研究補助員を含む全研究者と一堂に会した上で、R1年度の最新の研究成果を報告すると共に、内外の動向分析、及び今後の研究の進め方について、戦略立案を2日間の日程で集中的に議論した。特に、学会ではできない徹底した議論を実施した。なお、3月にも九工大によるCCNY訪問を予定していたものの、コロナウィルスの影響でキャンセルとなった。

(2)国際会議INCoS2019での招待講演、及び国際ワークショップWIND内での本プロジェクトセッションの実施

9月5日～6日の日程で開催された国際会議INCoSにおいて、CCNYのTarek教授が本プロジェクトに関する招待講演を行った。招待講演には100名を超える研究者が参加しており、大変盛況であった。また、INCoS併設ワークショップのWINDにおいて、当該プロジェクトに関するセッションを開催し、九工大から5名の学生が、CCNY側の担当研究者1名が発表を行い、大変好評だった。

(3)国際共著論文の出版とBest paper awardの受賞

R1年度においては、6件の国際共著論文を発表しており、その内1件が、国際ワークショップWINDにおいてBest Paper Awardを受賞した。また、現在、論文誌にも複数の国際共著論文を投稿中である。これに加え、本プロジェクトに関する成果論文が国際会議にて2件、国内研究会にて1件受賞した。

(4)共同研究の体制強化(定期的な遠隔会議の実施と日米間実験環境の構築完了)

原則1ヶ月に1回のペースで全関係者が参加する遠隔会議の実施を継続している。また、最終年度の広域実証実験に向けて九工大、SINET経由JGN、Starbed、CCNYを結ぶ広域日米間テストベッド環境を構築し、その上でOpenflowネットワーク通信実験、VM間のメモリ転送実験を順調に行っている。

5. 今後の研究開発計画

**Task1:** 昨年度開発した「耐障害性が高く、分散型で動作する」エッジクラウド (Edge Cloud, EC)に必要となる各要素機能をプロトタイプソフトウェアとして実装・評価・改良すると共に、広域統合テストベッド上で個別および連携動作を試験し、最終年度の実証実験に向けての準備を完了する。

**Task2:** 各ECノード上の仮想マシン (VM)とBCが仮想的なネットワークで接続された柔軟で高信頼・高性能の情報処理基盤の実現に必要な各要素機能をプロトタイプソフトウェアとして実装・評価・改良すると共に、広域統合テストベッド上で個別および連携動作を試験し、最終年度の実証実験に向けての準備を完了する。

**Task3:** CCNY側で開発しているBIOIDSにこれまでに開発した内省機構を組み込み、VM内部から取得したOSやネットワークなどの情報を用いて攻撃の検知を行う。また、新たに必要となる情報を取得できるように内省機構を拡張する。その後、IoTデバイスに内省機構を適用し、典型的な攻撃を検知できるようにする。

**Task4:** 様々なオーバーレイネットワークのトポロジ構造を調査し、それらが持つ性質や信頼性の高さをクエリ最適化やルーティングを通じて評価することで、適用可能性を検証する。

**Testbed Experiments:** 九工大、CCNY、StarBEDをRISEなどで結んだ日米広域統合テストベッド上で、各要素機能ソフトウェアの個別および連携実験を実施して検証すると共に、最終年度の実証実験に必要なソフトウェアを開発し、実証実験に向けての準備を90%以上完了する。

6. 外国の実施機関

City University of New York, City College (CCNY)