

令和元年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 20601
研究開発課題名 : 5G・Beyond 5G の多様なサービスに対応する有線・無線アクセス
ネットワークのプラットフォーム技術の研究開発
副 題 : 5G・Beyond 5G の多様なサービスに対応する有線・無線アクセス
ネットワークの仮想化とエッジクラウド基盤技術の研究開発

(1) 研究開発の目的

5G・Beyond 5G 時代のサービス多様化に対応する次世代ネットワークに向けた基盤技術として、オープンなネットワーク機器やオープンソースを活用することにより、1) 有線・無線アクセスネットワーク機能のオープン化技術、2) 多種多様なサービスに対応するためのネットワーク機能の仮想化技術、3) サービスの速やかな開通設定を容易に可能とするネットワークの運用管理自動化、4) 高速化に対応した仮想化ネットワーク回線、及び、低遅延性を確保し帯域効率化と柔軟性を実現するエッジコンピューティング技術を確立することを目指す。

具体的には、アクセス媒体に依存せずに様々なサービスを柔軟に提供できるネットワーク、及び、ネットワークとコンピュータ資源を統合して設定管理を自動化/省力化することが可能な仮想化プラットフォームに関する研究開発とアプリケーションを用いた実証実験を実施する。

本研究課題では、サービスに合わせて柔軟に対応可能なネットワークとコンピュータ資源を共有して、高速化、超低遅延、多数接続が必要とされるマルチサービスやマルチアクセスに適用されるアクセス領域のオープンな仮想化プラットフォームを提供する。それゆえ本課題は、5G・Beyond 5G 時代に向けて、多種多様なサービスを誰もがいつでもどこでも容易に利用できる社会を実現することを目指すものである。

(2) 研究開発期間

第一期：平成 30 年度から令和 2 年度（3 年間）

第二期：令和 3 年度から令和 4 年度（2 年間）

(3) 実施機関

富士通株式会社<代表研究者>

国立大学法人福井大学

(4) 研究開発予算（契約額）

第一期：総額 150 百万円（令和元年度 50 百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目1： ネットワーク装置のオープン化技術

- 1-1. マルチベンダ光、無線アクセス装置のオープン化技術開発 (富士通株式会社)
- 1-2. マルチベンダレイヤ2スイッチ装置のオープン化技術開発 (富士通株式会社)
- 1-3. マルチベンダ次世代光、無線アクセス装置のオープン化技術開発 (富士通株式会社)

研究開発項目2： ネットワーク仮想化基盤技術

- 2-1. 光、無線アクセス機能のNFV化技術開発 (富士通株式会社)
- 2-2. オープンネットワークコントローラ、NFVコントローラ技術開発 (富士通株式会社)
- 2-3. スケーラビリティ対応による実用化開発 (富士通株式会社)

研究開発項目3： ゼロタッチ制御技術

- 3-1. ネットワーク論理パス設定自動化技術開発 (富士通株式会社)
- 3-2. 論理パスに連動するネットワークスライス制御技術開発 (富士通株式会社)

研究開発項目4： エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術

- 4-1. MEC技術開発 (富士通株式会社)
- 4-2. MECアプリケーション設計及び実用性・有効性評価 (国立大学法人福井大学)
- 4-3. アプリケーションと連動する一体型最適資源利用技術開発 (国立大学法人福井大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	11	9
	標準化提案	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	1	1

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目1： ネットワーク装置のオープン化技術

1-1. マルチベンダ光、無線アクセス装置のオープン化技術開発

光アクセス領域においては、平成 30 年度の調査において選定した Edgecore 社の OLT (Optical Line Terminal) を主としたオープンな機器と ONF (Open Networking Foundation) が推進する OSS の VOLTHA を活用することで、マルチベンダ対応を目指す XGS-PON の光アクセスネットワーク基盤を設計、構築した。

無線アクセス領域においては、基地局のソフトウェア化を目指す OSS の OAI (OpenAirInterface) を活用し、汎用的な RRH である National Instruments 社のソフトウェア無線基地局 USRP を組み込み、4G-LTE 対応の無線アクセスプラットフォームを設計、構築した。また、Wi-Fi アクセス領域においては、CPE 機能をサーバ上に仮想化し、Edgecore 社の Wi-Fi アクセスポイント機器を組み込んだ Wi-Fi アクセスネットワーク基盤の設計、構築、および 2019 年に仕様が策定された新規規格である WiFi6 の技術動向、市場動向の調査を行った。

1-2. マルチベンダレイヤ2スイッチ装置のオープン化技術開発

OpenFlowに対応したWhite boxであるEdgecore社のレイヤ2スイッチと、SDNベースのデータセンタ向けFabric網を構築するOSSであるTrellisを活用し、複数のレイヤ2スイッチがSDNコントローラから抽象化され、Leaf-SpineのFabric網を構成するFabricネットワーク基盤を設計、構築した。また、研究開発項目4-1のMEC基盤のリアルタイム情報収集機能の開発に向けて、Edgecore社のP4対応プログラマブルスイッチをFabric網に組み込めるよう、基盤の拡張、改善を行った。

研究開発項目2：ネットワーク仮想化基盤技術

2-1. 光、無線アクセス機能のNFV化技術開発

研究開発項目1-1で構築した光・無線のオープン機器に対して、光・無線アクセス機能をより柔軟かつ迅速に提供するために、各アクセス・ドメインのネットワーク機能をVNF化した。光アクセス機能ではOSSのSEBAを活用しPON機能を、無線アクセス機能ではOSSのOAI（OpenAirInterface）を活用し基地局機能とコア機能を、またWiFiアクセス機能ではCPE機能を、それぞれVNF化の設計、構築を行った。

2-2. オープンネットワークコントローラ、NFVコントローラ技術開発

研究開発項目1で構築した基盤上に配備された機器の通信パスを制御・管理するために、ONF（Open Networking Foundation）が公開しているOSSのONOS（Open Network Operating System）を活用し、各アクセスネットワークとFabricネットワークを統合して管理可能なSDNコントローラを設計、構築した。

また、研究開発項目2-1で構築した光・無線の各ドメインのVNF化機能を管理するために、OSSであるCORD（Central Office Re-architected as a Datacenter）を活用し、光・無線それぞれのドメインでVNF化された機能の自動デプロイを可能とするオーケストレーション制御を具備したNFVコントローラを設計、構築した。

研究開発項目3：ゼロタッチ制御技術

3-1. ネットワーク論理パス設定自動化技術開発（富士通株式会社）

研究開発項目1及び研究開発項目2で構築した各ドメインが動作可能な仮想化基盤プラットフォーム上で各ドメインにおける簡易自動化制御を設計、構築した。光アクセス・ドメインではONU（Optical Network Unit）機器の接続によりPON区間のパスの自動生成する機能を開発した。また、無線アクセス・ドメインでは仮想化基地局veNBでの起動トリガでソフトウェア無線基地局USRPsからコアノードまでの通信パス自動生成を、WiFiアクセスではWiFi-AP機器と仮想CPEとのパスの自動接続を制御する機能を開発した。

研究開発項目4：エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術

4-1. MEC技術開発

仮想化基盤上に配備される仮想ブリッジに対してネットワーク機能の低遅延化を可能とするOSSであるDPDKやVPPを研究開発項目2-1で構築した仮想化基盤上で動作させるための調査・検討を行った。

また、研究開発項目4-3で開発する最適なMECサービスの実現に必要なクラウド側機能とエッジクラウド側機能の処理分担やVM配備場所と接続を決定するアルゴリズムを完成させるため、輻輳・遅延状況・CPU負荷情報ははじめアルゴリズムに必要な情報をリアルタイムに収集・通知する技術の実現性検討を行った。また、その中で各VNFおよびアプリケーションのコンテナのCPU使用率、メモリ使用率を収集、通知する機能、およびP4対応プログラマブルスイッチを活

用した 2 地点間のネットワーク伝搬遅延を収集、通知する機能に対応した MEC 基盤を設計、構築した。

4-2. MEC アプリケーション設計及び実用性・有効性評価

前年度開発した MEC プラットフォームを有効利用する多人数情報共有型 AR アプリケーションを改良し、エッジサーバを含む開発プラットフォームの利用状況に応じて MEC サーバとクラウドを動的に使い分ける機能を導入した。本機能は、アプリケーションのプログラムと MEC サーバとクラウドサーバのプログラムを改良することで実現し、実験評価によって MEC サーバとクラウドを動的に使い分ける機能の有効性を示した。また、前年度開発したアプリケーションをデモ実験用に一部改良して、高校生や 50 代以上の一般の方を含む数十名の参加者に対して 2 回のデモ実験評価を実施した。デモ実験の結果から、本アプリケーションのゲーム性や MEC サーバの利用効果をアンケートによって確認した。

4-3. アプリケーションと連動する一体型最適資源利用技術開発

前年度に開発した一体最適資源利用技術を改良し、開発するプラットフォームで収集可能な情報を利用した方式を確立した。本技術では、定式化した最適化問題の解をソフトウェア CPLEX によって導出することで、アプリケーションのタスクを適切に処理できる。本技術の性能評価から、想定したシステムモデルにおいて提案技術によって総処理遅延を最小化できることを示した。また、開発項目 4-2 で開発しているアプリケーションで使用する MEC サーバとクラウドを動的に使い分ける最適資源利用アルゴリズムを開発した。開発したアルゴリズムは事前に定式化した最適化問題の近似解を高速に導出することが出来る。確立したアルゴリズムの性能をシミュレーションで評価し、最適解と比較することで開発したアルゴリズムの実用性を示した。