

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11922

研究課題名（和文）Beyond 5Gのためのモバイルコアネットワークアーキテクチャの確立

研究課題名（英文）Researches on mobile core network architecture for beyond 5G

研究代表者

長谷川 剛（Hasegawa, Go）

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：00294009

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、Beyond 5G時代を見据え、場所を問わない超高速通信、多量かつ多様なIoTアプリケーション、自動運転技術等に求められる超低遅延通信などのネットワークサービスを柔軟かつ効率的に収容可能なモバイルコアネットワークアーキテクチャの確立を目指し、シグナリングプロトコルの軽微な変更と動的なパラメータ調整によって、モバイルコアネットワークのサーバの資源使用率のバランスを調整し、収容可能台数を向上させる方法、および、モバイルコアネットワークのサーバ資源の使用率や、無線資源の端末への割り当てプロトコルなどの解析を通じて、端末のデータ送信にかかる時間の解析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

来たるべきBeyond 5G、6Gネットワークについては、無線資源の割り当て方法等に関する研究や実装は進んでいるが、基地局とインターネットを繋ぐモバイルコアネットワークの資源割り当てや最適化についての研究は比較的検討が進んでいない。本研究で得られた成果は、そのような分野において新たな手法や性能評価方法を提示するものである。そのため、今後のセルラネットワークのさらなる拡張に対する意義は大きく、またそのことが社会に与える波及効果も大きい。

研究成果の概要（英文）：This research aims to establish a mobile core network architecture that can flexibly and efficiently accommodate network services such as ultra-high-speed communications regardless of location, high-volume and diverse IoT applications, and ultra-low latency communications required for automated driving technology, etc., in anticipation of the Beyond 5G era. A method of balancing the resource utilization of the servers in the mobile core network and improving the number of units that can be accommodated by making minor changes to the signaling protocol and dynamically adjusting parameters, as well as the utilization of server resources in the mobile core network and the protocol for allocating wireless resources to terminals. Through the analysis, we analyzed the time it takes for a terminal to transmit data.

研究分野：情報ネットワーク

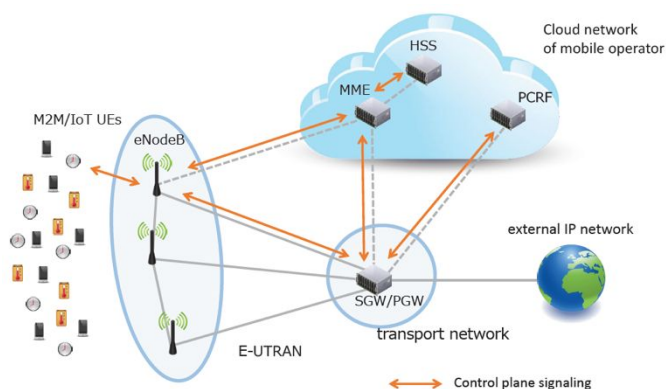
キーワード：セルラネットワーク コントロールプレーン Beyond 5G モバイルコアネットワーク 性能評価 シグナリング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

現在、国内外のキャリアが 5G ネットワークの研究開発を進めている。5G ネットワークにおいて想定されている、最大で 100 倍の通信容量が実現されることが想定されている。そのような大容量通信の実現のために必要となる主な技術として無線アクセスネットワーク (RAN : Radio Access Network) 技術があり、Massive MIMO 等の革新的な技術が導入されると見込まれている。しかし、5G ネットワークの実現のためには、端末が直接接続する無線ネットワーク技術だけではなく、無線ネットワークとインターネット等の外部ネットワークとの接続を行うモバイルコアネットワーク部分の研究開発も必須である。しかし、現在の国内外の研究開発動向を鑑みると、無線ネットワーク部分の技術開発に多くのリソースが費やされており、モバイルコアネットワーク部分の研究開発は遅れている。

現在のモバイルネットワークの構成を右図に示す。端末が接続される基地局 (eNodeB) と、インターネット等の外部ネットワークの間には、EPC (Evolved Packet Core) と呼ばれるノード群がモバイルコアネットワークを形成している。端末が通信を行う際には、コアネットワークノード間で制御プレーンにおけるシグナリングが発生する。これにより、端末の接続認証や



ユーザ・端末毎の課金や通信量監視・制御が可能となる。したがって、超大容量通信や大量の IoT 端末を収容するような Beyond 5G ネットワークにおいては、ユーザトラヒックを収容するデータプレーンだけではなく、制御プレーンのアーキテクチャも重要となる。Beyond 5G ネットワークで想定される様々なネットワークサービスの収容には、小手先の改良や安易な設備投資ではなく、既存のモバイルコアネットワークアーキテクチャの根本的な刷新が必要であると考えられる。

### 2. 研究の目的

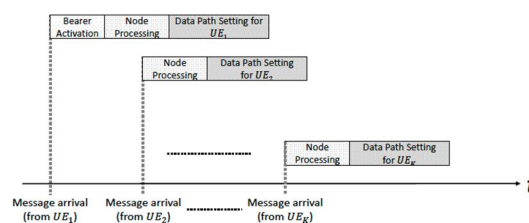
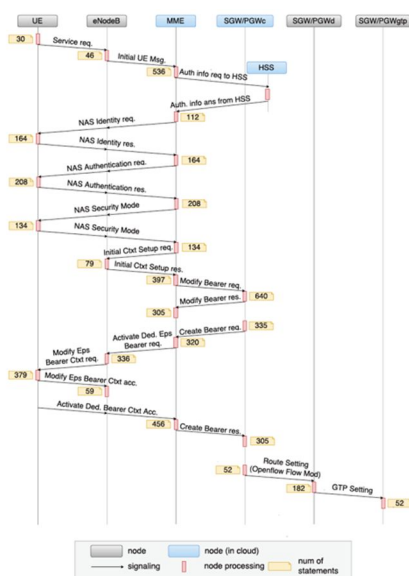
本研究では、Beyond 5G ネットワークにおいて様々な性能要件を持つネットワークサービスを柔軟かつ効率的に収容できるような、モバイルコアネットワークアーキテクチャの確立を目指す。具体的には、制御プレーンのシグナリングの軽微な変更によるサーバ資源の利用効率の向上や、端末のデータ送信にかかる時間の数学的解析などを通じて、モバイルコアネットワークの様々な側面の最適化を図る。

### 3. 研究の方法

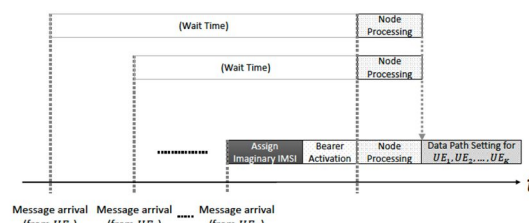
M2M/IoT 通信を収容するためのモバイルコアネットワークアーキテクチャとして、モバイルコアネットワークを構成するノードに仮想化及びプレーン分離を適用し、かつ、制御プレーンノード間で処理能力の融通を図るようなアーキテクチャを想定し、多数の M2M/IoT 通信のためのベアラを基地局やゲートウェイノードにおいて集約する通信集約

手法を検討し、その性能評価を行う。一方、通信特性や接続台数が時空間的に大きく変動すると考えられる IoT 端末をセルラネットワークに收容すると、モバイルコアネットワークの制御プレーンノードの資源消費に偏りが生じ、資源の一部が利用されないまま收容端末数を拡大できない問題が発生する。既存研究において、端末通信時の制御プロトコルの動作パラメータを適応的に制御することによって、資源の利用率を高め、端末收容効率を拡大する方式が提案されているが、その有効性は限定された環境でのみ評価が行われている。そこで、まず、現実的な環境を想定して上述の方式の性能評価を行った。また、パラメータ制御を必要に応じて停止する改良手法を提案した。提案手法の性能評価は、複数の実アプリケーションの動作履歴データを基に、セルラ通信を行う IoT 端末の挙動を模擬することによって行った。

#### 4. 研究成果

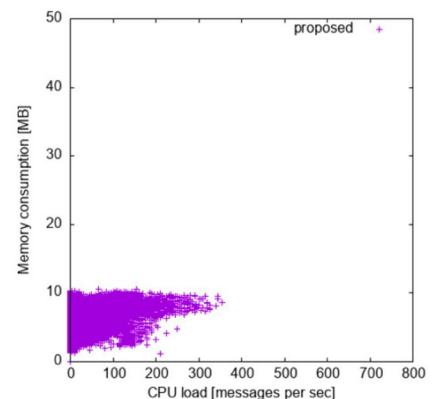
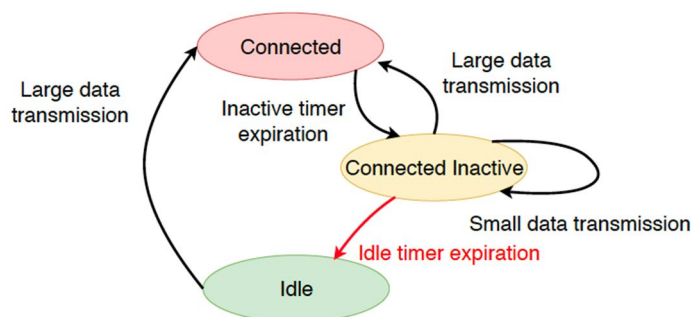


(a) 事前決定集約手法



(b) オンデマンド集約手法

モバイルコアネットワークにおける通信集約手法に関する研究では、性能評価の結果、サーバ資源を増強することなく、IoT 端末の收容効率を 2 倍以上に高めることができることを明らかにした。また、端末がデータ送信にかかる時間に関して、無線資源の割り当てとモバイルコアネットワークにおけるシグナリングを考慮した解析を行い、データ送信時間に与える様々な影響を明らかにした。



制御プレーンのシグナリングに関する研究においては、既存手法の性能評価の結果、負荷が低い状態が続く際に発生する問題が明らかになった。さらに、その問題点を解消する提案手法の性能評価の結果、改良手法を適用することによって、モバイルコアノードの CPU 負荷の最大値を 54%削減できることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Abe Shuya, Hasegawa Go, Murata Masayuki	4. 巻 None.
2. 論文標題 Performance Analysis of Periodic Cellular-IoT Communication with Immediate Release of Radio Resources	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE CQR 2020	6. 最初と最後の頁 None.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/CQR47547.2020.9101378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Go Hasegaawa, Satoshi Hasegawa, Shin-ichi Arakawa, and Masayuki Murata
2. 発表標題 UONA: User-Oriented Network slicing Architecture for beyond-5G networks
3. 学会等名 IEEE ICC 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安達智哉、阿部修也、長谷川剛、村田正幸
2. 発表標題 モバイルコアネットワークのノード資源利用の効率化のためのシグナリング制御手法
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安達智哉、阿部修也、長谷川剛、村田正幸
2. 発表標題 IoT端末を考慮したシグナリング制御によるモバイルコアノードの資源利用の効率化
3. 学会等名 電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Go Hasegawa's Webpage  
<http://www.riec.tohoku.ac.jp/~hasegawa/>  
東北大学電気通信研究所コミュニケーションネットワーク研究室Webページ  
<http://www.cn.riec.tohoku.ac.jp/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------