

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	Beyond 5Gセルラ ネットワークのためのマルチアクセスエッジコンピューティングの設計及び実装に関する研究
Title(English)	Design and Implementation of Multi-Access Edge Computing for Beyond 5G Cellular Networks
著者(和文)	中里仁
Author(English)	Jin Nakazato
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12186号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,阪口 啓,山岡 克式,TRAN GIA KHANH,西方 敦博,青柳 貴洋,福田 英輔
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12186号, Conferred date:2022/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		中里 仁	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	廣川 二郎	教授	審査員	西方 敦博	准教授
	審査員	阪口 啓	教授		青柳 貴洋	准教授
		山岡 克式	教授		福田 英輔	特任教授 (学外審査員)
		TRAN GIA KHANH	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Design and Implementation of Multi-Access Edge Computing for Beyond 5G Cellular Networks (Beyond 5G セルラネットワークのためのマルチアクセスエッジコンピューティングの設計と実装に関する研究)」と題し、全5章から構成されている。

第1章「Introduction」では、第5世代以降 (Beyond 5G) のセルラネットワークにおいて、低遅延なアプリケーションを実現させる技術としてマルチアクセスエッジコンピューティング (MEC) が注目されているが、MECを誰がどう導入すれば利便性が高く経済が成り立つシステムが構築できるか、またモデルが構築されたとしてもアプリケーションの管理機構 (オーケストレータ) をどのような形態にするか、が課題であると指摘している。本論文の目的は、Beyond 5G セルラネットワークに MEC を導入するための新たなエコシステム、すなわち利便性を向上させるために新たなプレイヤーを導入したとしても経済が成り立つ産業構造を構築しその成立性を示すことと、その産業構造のためのオーケストレータの設計および動作検証にあると述べている。

第2章「Design of beyond 5G MEC cellular network architecture」では、MECに関する既存研究や国際標準化動向などのサーベイを行った上で、Beyond 5G セルラネットワークにおけるエコシステムの一角を担う新たなプレイヤーとして、スタジアムやテーマパークなどのローカルな環境に MEC を導入するプライベート事業者を定義し、旧来のクラウド事業者やネットワーク事業者を含めたシステム全体のネットワークアーキテクチャを設計している。またローカルな環境として渋谷駅周辺を想定し、通信トラフィックのモデルや MEC を含めた通信システムのモデルなどを構築し、新たなアーキテクチャにおけるアプリケーションの遅延性能の解析を行っている。

第3章「Market analysis of MEC-Assisted beyond 5G ecosystem」では、MECを導入するプライベート事業者、旧来のクラウド事業者とネットワーク事業者、およびエンドユーザの4つのプレイヤーから成るエコシステムが成立することをゲーム理論により明らかにしている。はじめに4つのプレイヤー間のコストの関係を、ネットワーク容量や計算リソース量およびその利用率などのパラメータを用いて定義している。次に、エンドユーザに関しては、アプリケーションの遅延に関する要求条件を満足しつつ、コストが最小になる計算リソースをプライベート事業者またはクラウド事業者から選択する最適化を行っている。最後に、プライベート事業者とクラウド事業者の収益に関するナッシュ均衡解を、ネットワーク容量と計算リソース量を変数として求め、これらをアプリケーションの遅延や計算負荷に関する要求条件を変化させて解析し、現実的な範囲において解が存在することよりエコシステムが成立することを示している。

第4章「Proof-of-concept for fully virtualized MEC beyond 5G」では、アプリケーションを配置する対象として MEC を導入するプライベート事業者と旧来のクラウド事業者の2つが存在する場合において、アプリケーション管理機構であるオーケストレータを設計し、さらに MEC を含む Beyond 5G を完全仮想化環境で実装し、ネットワーク全体の動作検証を行っている。オーケストレータに関しては、クラウド事業者が保有する場合とプライベート事業者が保有する場合の2通りを設計し、プライベート事業者の参入コストの観点からクラウド事業者が保有する場合を選択し実装を行っている。最終的に実フィールドにおいてシステム全体の動作確認を行うとともに、クラウドに比べて MEC が 100ms 程度の低遅延化を達成することから、安全運転支援などの低遅延アプリケーションの実現可能性を明らかにしている。

第5章「Conclusion」では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べるとともに、今後の検討課題について言及している。

以上を要するに、本論文は、Beyond 5G セルラネットワークにおいて MEC 導入を促進するために、MEC をローカルな環境に導入するプライベート事業者を含めた新たなエコシステムを構築しその成立性を示すとともに、プライベート事業者を含む新たなネットワークアーキテクチャにおいてアプリケーションを管理するオーケストレータを設計および動作検証したという観点で工学上・工業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。