

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Reinforcement Learning-based Optimization of Radio Resource Management and Trajectory Planning for Smart UAV Wireless Networks
著者(和文)	AMRALLAHAmr
Author(English)	Amr Amrallah
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12370号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:TRAN GIA KHANH,阪口 啓,高田 潤一,青柳 貴洋,西尾 理志,安達 宏一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12370号, Conferred date:2023/3/26, 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	Amr Ahmed Hasan Amrallah		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	TRAN GIA KHANH	准教授		西尾 理志	准教授
	審査員	阪口 啓	教授	審査員	安達 宏一	電気通信大学 准教授 (学外審査員)
		高田 潤一	教授			
青柳 貴洋		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Reinforcement Learning-based Optimization of Radio Resource Management and Trajectory Planning for Smart UAV Wireless Networks (強化学習を用いた UAV を活用するスマート無線ネットワークの無線リソース制御および飛行経路)」と題し、全 5 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、無人飛行機 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) の研究開発の歴史および近年の無線通信システムへの応用例の紹介等、UAV の概要を述べている。その中で本論文は、被災地の監視システム用途として UAV を活用するスマート無線ネットワークにおける無線リソース制御および飛行経路最適化について研究を行う目的としている。

第 2 章「Reinforcement Learning Applications for Smart UAV Wireless Networks」では、まず様々な機械学習手法のサーベイを行い、次に特に本論文で取り上げる最適化問題に適すると思われる強化学習アルゴリズムについて詳細な検討を述べている。次に、UAV を活用する無線通信ネットワークの実装/構築に当たり、直面する一般的な課題を示し、最後に無線通信ネットワークにおける様々な最適化困難とされる課題を解決できる強化学習を応用した関連研究について述べている。

第 3 章「Reinforcement Learning-based Dynamic Spectrum Access System in Smart UAV Wireless Networks」では、地上における一次利用者の存在下で、UAV によるコグニティブ無線/二次利用者としての緊急無線ネットワークの構築に関する研究を取り上げている。複数の通信チャネルにおいて、一次利用者へ与える干渉を抑制しながら、更に二次利用者としての自システムでの通信品質担保のために各 UAV において、それぞれの通信チャネルにおける送信電力の最適化が求められるが、分散システムのため、線形計画法等の従来の集中型最適化手法の導入が困難であるとしている。それを解決するため、本論文では強化学習に着目して、多腕バンディットアルゴリズムの導入を提唱している。数値解析ではランダムな電力選択手法と比べて、提案手法は一次利用者への干渉条件を満足させながら、二次利用システムでは各 UAV における簡易な計算にも関わらず、優れたスループット特性が得られることを示している。

第 4 章「Reinforcement Learning-based Trajectory Optimization in Smart UAV Wireless Networks」では、被災地域での緊急無線通信ネットワークとして活動する UAV の飛行経路の最適化について検討している。第 3 章と同様、多腕バンディットアルゴリズムを用いて、サービスユーザの数を最大化することにより、被災地に取り残された被災者からのデータを最大限にオフロードできる最適な UAV 飛行経路の設計を図っている。提案した最適化問題では、UAV や被災者端末の両方が利用できるバッテリーの残存エネルギーを制約条件としている。このように提案アルゴリズムは経過時間に伴って減少しつつあるエネルギー源を考慮する形での経路最適化を実現している。数値解析結果では、提案手法は既存手法と比べて、上り回線のスループット特性向上のみならず、優れたエネルギー効率特性も示している。

第 5 章「Final Remarks and Future Work」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、UAV を活用するスマート無線ネットワークにおいて、従来の最適化困難とされる課題に対し、強化学習の一種である多腕バンディットアルゴリズムを用いることで、簡易な分散計算にも関わらず、優れた特性を示した手法を確立しており、その観点で、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、東工大リサーチリポジトリ(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。