T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	分散型無線センサを用いたネットワーク制御システムに関する研究
Title(English)	Design of Networked Control System using Distributed Wireless Sensors
著者(和文)	于韜
Author(English)	Tao Yu
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10469号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:阪口 啓,安藤 真,廣川 二郎,西方 敦博,髙田 潤一,衣斐 信介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10469号, Conferred date:2017/3/26, 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

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（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	于 韜（ウトウ） Yu Tao	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	阪口　啓	准教授	審査員	高田　潤一	教授
	審査員	安藤　真	教授		衣斐　信介	大阪大学准教授 学外審査員
		広川　二郎	教授			
		西方　敦博	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、“Design of networked control system using wireless sensors（和訳：分散型無線センサを用いたネットワーク制御システムに関する研究）”と題し、英文６章から構成されている。

第１章“Introduction”では、多数のセンサと多数のアクチュエータから成るネットワーク制御システムにおいて、センサ・アクチュエータ数の増加に伴う制御遅延と、センサの低価格化と低消費電力化に伴う検出精度の劣化が課題であることを示し、さらにその課題は無線ネットワークを介した制御において顕著になることを明らかにしている。本論文の目的は、分散型の無線センサを用いたネットワーク制御システムにおいて、制御遅延とセンサの検出精度の課題を解決する新たなシステムアーキテクチャおよび検出制御アルゴリズムを構築し、その有効性を示すことにあると述べている。

第２章“Networked control system”では、多数のセンサ・アクチュエータからなるネットワーク制御システムの構成とその基本特性を述べている。多数のセンサ・アクチュエータを単一のコントローラが制御する集中型制御システムでは制御遅延が課題になることを理論的に示し、分散型の制御システムの必要性を明らかにしている。一方、センサの検出精度に関しては、複数のセンサ検出値を統合的に取扱うことで、廉価なセンサであっても高い検出精度が得られることを示し、また再帰型ニューラルネットワークなどの機械学習により、検出精度の更なる改善が可能なことを明らかにしている。

第３章“Distributed networked control system for power control”では、スマートグリッドにおけるピーク電力制御をアプリケーションとし、対象エリアにおけるセンサ・アクチュエータ数（家屋数）に依存しない安定した制御を実現する階層的なネットワーク制御システムのアーキテクチャを構築し、その有効性を数値解析および実証実験により明らかにしている。数値解析では、従来の集中型制御システムに対して、安定制御可能な家屋数の観点で 10 倍以上に性能を改善している。一方実証実験では、東京工業大学大岡山キャンパス南３号館に無線センサ（電力メータ）と無線アクチュエータ（電力スイッチ）および太陽光発電からなるマイクログリッドを構築し、構築した階層型電力制御システムを実装することでピーク電力制御の効果を実験的に明らかにしている。

第４章“Networked luminance control system based on user state estimation”では、屋内の照明制御をアプリケーションとし、屋内に分散配置された複数の超低消費電力人感センサを用いて人の位置を検出しその周辺の照明を制御する検出制御アルゴリズムを構築し、その有効性を数値解析および実証実験により明らかにしている。実証実験では、実際に日常生活を行う東京工業大学の研究室に LED 照明制御システムを実装し、構築した検出制御アルゴリズムの有効性を実証している。実証実験では、従来の単一のセンサを用いた一括照明制御に比べて 57%の消費電力の削減を実現している。

第５章“Improvement of system dynamical model for networked control”では、第４章で構築した複数センサを用いた統合検出アルゴリズムにおいて、各センサの性能のばらつきを機械学習により補正するアルゴリズムを構築し、その有効性を数値解析により明らかにしている。再帰型ニューラルネットワークを用いた機械学習により、人の位置推定の精度を更に改善し、照明制御による消費電力の削減を一括制御に比べて更に 66%まで改善出来ることを示している。

第６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、本論文は多数のセンサ・アクチュエータからなるネットワーク制御システムにおいて課題となる制御遅延と検出精度の問題を解決するシステムアーキテクチャおよび検出制御アルゴリズムを構築しその有効性を証明したという観点で工学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。