

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | 動的ネットワークシステムにおける制御器群の分散設計 |
| Title(English) | Distributed Design of Controllers in Dynamical Network Systems |
| 著者(和文) | 笹原帆平 |
| Author(English) | Hampei Sasahara |
| 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11128号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井村 順一,藤田 政之,三平 満司,山北 昌毅,早川 朋久,畑中 健志 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11128号, Conferred date:2019/3/26, 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 | 笹原帆平 | | |
|-------------|-----|------|---------|------|------|-------|
| 論文審査 審査員 | | 氏名 | 職名 | | 氏名 | 職名 |
| | 主査 | 井村順一 | 教授 | 審査員 | 早川朋久 | 准教授 |
| | 審査員 | 藤田政之 | 教授 | | 畑中健志 | 特定准教授 |
| | | 三平満司 | 教授 | | | |
| | | 山北昌毅 | 准教授 | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Distributed Design of Controllers in Dynamical Network Systems (動的ネットワークシステムにおける制御器群の分散設計)」と題し、英文全6章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、大規模動的ネットワーク系に対する既存の制御器設計法に関する概要を述べ、特に分散制御器の集中設計および分散設計の観点から既存手法の特徴と問題点を整理している。また、本論文の各章において提案する分散制御器の分散設計法の概要を述べている。

第2章「Distributed Design of Local Controllers via Retrofit Control (レトロフィット制御による局所制御器の分散設計)」では、ネットワーク系を注目するサブシステムと変動する環境が結合されたシステムと捉え、元の系が安定であるような任意の環境について安定性保証可能な制御器であるレトロフィット制御器を用いた局所制御器の分散設計法を提案している。全てのレトロフィット制御器が周波数領域で代数的に特徴づけられることを示した後に、陽なパラメトリゼーションが可能なクラスを考え、環境からの相互作用信号がフィードバック信号として利用可能である場合に全ての出力調整型レトロフィット制御器が局所的な安定化制御器および整流器により構成されることを示し、このもとでレトロフィット制御器の系統的な設計法を与えている。さらに、環境への相互作用信号に制御入力からのフィードフォワード項が存在する場合、入力調整型レトロフィット制御器にも双対の構造が見られ、同様の手順で設計可能であることを示している。

第3章「Output-Rectifying Retrofit Controllers without Interconnection Signal (相互作用信号を用いない出力調整型レトロフィット制御)」では、前章の結果の一般化として、相互作用信号が利用可能でない場合のレトロフィット制御器を考える。特に、注目する局所システムの状態だけがフィードバック信号として利用可能である場合を対象とし、この場合においても、全ての出力調整型レトロフィット制御器が前章で得られた構造と同様の構造を持つことを示している。

第4章「Distributed Design of Power System Stabilizers in Power Grids with Renewable Energy Resources (再生可能エネルギーが導入された電力グリッドの系統安定化装置の分散設計)」では、第3章までで開発した分散設計法に基づく電力系統安定化装置の設計法を提案している。従来の系統安定化装置の分散設計法は環境側のダイナミクスを無視する一機無限大母線モデルに基づいているが、再生可能エネルギーが大量導入された系統では環境側の影響を考慮する必要があることを示し、提案法の有効性を東日本の電力系統を模した数値シミュレーションにより確かめている。

第5章「Global Control of Network Systems via Hierarchical Representation (階層表現によるネットワーク系のグローバル制御)」では、分散制御器に加えて大域的な制御器を導入したグローバル構造を持つ制御器群の分散設計法を提案している。本手法は、ネットワーク系を複数の低次元モデルの並列および直列結合から成る階層的なシステムとして表現し、各低次元モデルに対する局所的な安定化制御器を設計することによりグローバル制御器群の分散設計を達成している。そのために、ネットワーク系が階層的なシステムとして表現可能であるための条件を可制御部分空間の観点から幾何学的に特徴づけ、さらに具体的な表現をシステムの各行列が満たすべき方程式として与えている。さらに、線形関数オブザーバを用いることにより、階層構造を保存する制御器が元の座標系で実装可能であることを示し、具体的な線形関数オブザーバの設計法を提案し、グローバル制御器群の系統的な分散設計法を与えている。

第6章「Conclusion (結論)」では、本論文の主な結果をまとめ、今後の研究の方向性について述べている。以上を要するに、本論文は、大規模な動的ネットワークシステムに対して、その制御器群の分散設計法の基礎を与えるものであり、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認められる。

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。