

学位論文内容の要旨

天体観測は通常、天文台等で天体望遠鏡を含む観測機器により行われ、天体現象の解明に寄与している。しかし地上での観測は、通過する大気のゆらぎにより光波が乱され、解像度が劣化するという問題がある。適応光学装置: Adaptive Optics (AO) Systemは、制御系を組込んだ可変形鏡を用いることにより、観測波面から大気のゆらぎの影響を除去するものである。ハワイ島マウナケア山頂に設置された「すばる望遠鏡」をはじめ、主要な天文施設にはこの AO システムが稼動しており、その有効性が実証されている。また AO システムへ搭載する制御系も、ニューラルネットワーク、適応制御、 H_{∞} 制御など複雑で高度なアルゴリズムが提案されている。

これら主要天文施設における観測機器は大規模であり、高性能であるが、高価で柔軟性に乏しい。これに対して、可搬性が良いパーソナルな観測機器の開発も進められている。しかし、パーソナルな観測機器は構成要素である光学部品や計算機的能力等により、システムの応答動作時間が長くなるという問題がある。

本研究はパーソナルな天体観測機器を用いてその性能を十分発揮するための制御アルゴリズムの開発を目的とし、以下の特徴を持つ制御アルゴリズムを導出した。またその性能を計算機シミュレーションおよび研究室実験において検証した。

- ・ 計算負荷が少なく、実装が容易な低次元制御器が導出できる。
- ・ 大気のゆらぎのみならず、制御対象の不確かさや変動に対して所期の制御性能を保つロバスト性を実現する。
- ・ 観測条件の変化に合わせてロバスト性が調整可能である。

本論文ではまず、序論において本研究の概要を示している。次に問題の提起と、従来の主要な研究を概観し、その課題を指摘している。さらに適応光学装置について説明するとともに本研究で扱う観測装置の定式化を行った。これは理論的な解析に基づく定式化と、入出力データを解析することによるモデリングの2種類の方法による。以上の準備の上で、問題解決の基礎となるロバスト制御系設計法について解説するとともに、観測装置に対する先に述べた2種類の定式化に対応する制御系設計アプローチについて述べる。引き続き、得られた2種類の制御系の制御性能を比較検討し、その特徴を論ずる。また研究室で簡易な観測装置を再現し、実験を行った結果を示す。最後に研究を総括している。

論文審査結果の要旨

高機能望遠鏡による天体観測により、宇宙現象の解明が急速に進んでいる。しかし地上施設での観測は、通過する大気のゆらぎにより光波が乱され、解像度が劣化するという問題がある。適応光学装置: Adaptive Optics (AO) Systemは、制御系を組込んだ可変形鏡を用いることにより、観測波面から大気のゆらぎの影響を補正するものであり、その有効性が天文台等で実証されている。一方でAO Systemは大規模かつ高価であり、また組み込まれる制御系は高度ではあるが、一般に状況の変化に対する柔軟性に乏しい。

本研究は可搬性が良いパーソナルな天体観測機器を用い、現場での調整が可能で、安価な光学部品や計算機で高い観測精度を実現できる制御アルゴリズムの開発を目的とし、以下の特徴を持つ制御アルゴリズムを導出した。

- ・ 計算負荷が少なく、実装が容易な低次元制御器が導出できる。
- ・ 大気のゆらぎのみならず、制御対象の不確かさや変動に対して所期の制御性能を保つロバスト性を実現する。
- ・ 観測条件の変化に合わせてロバスト性が容易に調整可能である。

さらに導出した制御アルゴリズムの性能を計算機シミュレーションおよび研究室実験において検証した。

これを要するに申請者はAOシステムに対する実用的なロバスト補償器の設計法を構築したものであり、天体光学システムの制御系設計に関して貢献するところ大である。よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。