

論文審査の要旨

| | | | |
|--|----------------|--------|--------------|
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (学 術) | 氏名 | AHMED MOSTAK |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1・2項該当 | | |
| 論 文 題 目 | | | |
| H^∞ -Constrained Dynamic Games for Linear Stochastic Systems with Multiple Decision Makers (複数の意思決定者を伴う線形確率システムにおける H_∞ 制約付き動的ゲーム) | | | |
| 論文審査担当者 | | | |
| 主 査 | 教 授 | 向谷 博明 | 印 |
| 審査委員 | 教 授 | 栗田 多喜夫 | 印 |
| 審査委員 | 教 授 | 山本 透 | 印 |
| 審査委員 | 教 授 | 和田 信敬 | 印 |
| 審査委員 | 准教授 | 島 唯史 | 印 |
| 〔論文審査の要旨〕 | | | |
| <p>本論文は、複数の意思決定者を含む伊藤の確率微分方程式に従う線形確率システムに対して、H_∞制御問題に基づく外乱抑制を考慮した動的ゲーム問題を扱った。主な貢献として、前半では、階層戦略であるインセンティブシュタッケルベルグゲームに焦点を置き、リーダー・フォロワーのそれぞれに、パレート最適戦略・ナッシュ均衡戦略の適用を行った。後半では、線形パラメータ変動確率システムにおけるパレート最適戦略の構築を行った。</p> <p>第1章では、階層戦略の重要性を背景に、従来研究を紹介した後、関連する数学的基礎知識の集約を行っている。特に、確率システムに対して、伊藤の微分方程式、伊藤の公式等に関連する数学的に厳密な定義、補題を紹介している。さらに、動的ゲーム問題について、協力ゲームであるパレート最適戦略、非協力ゲームであるナッシュ均衡戦略・シュタッケルベルグ戦略の観点から、様々な有用な性質について述べている。第2章では、動的ゲーム問題の基盤となる有限時間・無限時間確率二次最適レギュレータ問題を考察している。ここでは、戦略を得るために必要な方法として、確率動的計画法および確率最大原理について詳細を述べている。さらに、戦略を得るために解く必要のある非線形行列方程式に対して、ニュートン法の適用を行っている。これらは、後の章で必要となる重要な数学的道具である。第3章からは、論文の主たる結果の記述となる。まず、第3章では、離散時間確定システムにおける H_∞制約付きインセンティブシュタッケルベルグゲーム問題の考察を行っている。特に、フォロワーはナッシュ均衡戦略を選択するものと仮定し、階層戦略を得るための数値計算アルゴリズムを含めて議論を行っている。第4章では、第3章の拡張として、離散時間確率システムに変更し、有限時間・無限時間を対象に、より一般的な結果を得ている。第5章では、複数のリーダー・フォロワーを仮定し、同様な問題を解いている。第6章では、以前の章と異なり、線形パラメータ変動確率システムにおける</p> | | | |

パレート最適戦略問題を扱っている。新たな貢献として、まず、システムの不確定要素をシステムモデルに取り込むことにより、より広範な実際のシステムへの適用が可能となった。戦略構築に対しては、双線形行列不等式による戦略の存在のための必要条件を導出した。その後、戦略を得るための繰り返し数値計算法を提案している。また、ディーゼルエンジンの制御に基づく応用例によって、有用性を示している。第7章では、それまでの章で得られた結果の考察を行っている。付録では、第6章で利用した線形行列不等式に関する基礎知識をまとめ、さらに、付録の後半では、出力フィードバック戦略、オブザーバ理論、非線形確率制御について言及しており、今後の研究の発展性に関して詳細に考察を行っている。特に、非線形確率システムへの応用は、対象とするシステムの適用範囲を大きくできることが予想され、早急な研究結果の導出が望まれる。また、オブザーバの利用は、保守的な仮定の軽減につながり、汎用性を大いに向上させることが期待される。これらの今後の課題は、今回の研究結果の更なる進展の可能性を示唆している。

以上、審査の結果、従来研究である確定システムから確率システムへの新規性・拡張性・汎用性の高さ、外乱吸収を考慮した応用可能性を示したものであり、本論文の著者は博士（学術）の学位を授与される十分な業績並びに資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。