

学位論文内容の要旨

現代農業は農作物生産の効率化のため、大規模化、機械化、情報化が進んでいる。また農業用機械として知能ロボットの研究開発も進められている。一方で、特に日本では、小規模経営の農家が多いこと、狭小で多様な土壌であること、気象の変化が厳しいこと、などにより、新型の大規模機械の導入は必ずしも最善ではない。むしろ柔軟に利用できる単純な従来型機械を活用し、これらの構造を修正したり、付加的な装置により改善することが、低コストで生産効率を上げるために効果的である。

本研究ではこのような問題意識の元、従来型農業機械であるビートタッパーに着目し、その機構および制御系設計を行った。その結果、基本的な構造を保存したまま、物理パラメータの変更や、単純な制御器を付加することにより格段に性能を向上させることが出来た。

本論文ではまず、既存のビートタッパーの機構およびその動作を非線形微分方程式およびその離散状態の遷移というハイブリッドオートマトンでモデリングした。

本モデルを基礎として以下の3通りのアプローチにより既存のビートタッパーの性能を改善することを試みた。

1. 導入したモデルの部品の長さ、重さ、などの物理パラメータを変数で記述し、ビートのタッピングのために適切な評価関数を導入してこれらの変数の最適値を確率的数値最適化である遺伝的アルゴリズムにより求めた。
2. 受動機械であるビートタッパーに新たにアクチュエータおよび最も単純な線形制御器であるPID制御器をフィードバック結合し、モータおよび制御器パラメータも含む機構・制御同時最適化問題として定式化して1と同様の評価のもとで最適化を行った。
3. 非線形微分方程式モデルである既存のビートタッパーに、非線形制御器を設計し、さらに、モデル誤差に対処するため、ロバスト制御器を付加した制御系を構築し、1と同様の評価のもとで最適化を行った。

以上3通りのアプローチに対して多角的な数値シミュレーションによりその有効性を比較検討した。順番が進むにつれて複雑な処理が必要になるが、性能は向上する。実際問題への適用の際にはコストや必要な性能のバランスを考慮して適切なアプローチを選択することが可能である。

本研究で考察したアプローチはビートタッパーのみでなく、一般的な農業機械に適用可能であり、新規農業機械開発とは異なる代替的方策の可能性を示した。

論文審査結果の要旨

現代農業は農作物生産の効率化のため、機械化、情報化が進んでいる。一方で、特に日本では、狭小で多様な土壌であること、小規模経営の農家が多いこと、などにより、新型の大規模機械の導入は必ずしも最善ではなく、むしろ柔軟に利用できる単純な構造を持つ従来型機械を活用し、構造の修正や、付加的な装置により改善することが、低コストで生産効率を上げるために効果的である。

本研究では上記の問題意識の基で、既存の受動農業機械に対して、性能とコストに応じて、1. 動特性の定式化と数値最適化による再設計、2. 構造と制御系の同時最適化、3. ロバスト非線形制御系設計、の3種類の選択肢からなる改善策を提案し、ビートタッパーへのケーススタディにより具体的な有効性を検討したものである。

農業機械に対して、非線形ハイブリッドモデルによる定式化と未定パラメータの数値最適化手法の導入、同時最適化手法の導入、厳密な線形化とロバスト・モデル・マッチングの融合によるロバスト非線形制御系の設計法の提案、は何れも新規な提案であり、ケーススタディにおける計算機シミュレーション結果は実用性が認められた。

これを要するに申請者は農業機械開発に対する実際的なアプローチの提言を行ったものであり、農業機械分野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。