

機関番号 : 13102

研究種目 : 若手研究 (B)

研究期間 : 2008~2010

課題番号 : 20760277

研究課題名 (和文) 協調の精度を保証した協調制御系の実現と実験による検証

研究課題名 (英文) Design and experimental evaluations of output synchronization control systems

研究代表者

平田研二 (HIRATA KENJI)

長岡技術科学大学・工学部・准教授

研究者番号 : 40314364

研究成果の概要 (和文) : 通信理論と制御理論の融合という数理的展開を背景に、ネットワーク上での通信の利用を前提とした、複数制御対象の協調制御に関する研究が進展している。本研究では、メカニカルシステムの協調動作などへの応用を念頭においた協調制御系の設計法を提案した。また実システムの制御では大きな問題となる入力拘束の存在を考慮し、協調動作の促進および入力拘束の達成を実現する目標値整形機構の設計法を提案した。これらの制御則は、ロボットマニピュレータなどの制御系に実装され、その有効性が実験的にも検証された。

研究成果の概要 (英文) : Networked control systems received significant interest, where the systems have their operation coordinated to achieve desired overall objectives. This research project considers synchronization control laws for electro-mechanical systems, and we proposed a control law which assures convergence of the synchronization error. We also proposed a reference signal management mechanism which provides an adequate synchronization performance as well as fulfillments of the specified input magnitude constraints. Effectiveness of the proposed control systems are evaluated through experiments.

交付決定額

(金額単位 : 円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野 : 工学

科研費の分科・細目 : 電気電子工学・制御工学

キーワード : 協調制御系, 目標値修正機構, 不変集合

1. 研究開始当初の背景

通信理論と制御理論の融合という数理的展開を背景に、ネットワーク上での通信の利用を前提とした、複数制御対象の協調制御に関する研究が進展している。

2. 研究の目的

本研究では、メカニカルシステムの協調動作などへの応用を念頭においた協調制御則を提案するとともに、その有効性を実験的にも検証する。

3. 研究の方法

協調の性能評価を可能とする適切な偏差信号を導入するとともに、この偏差がしたがう偏差系の動特性を明らかにする。さらに偏差系の安定性解析法を提案することにより、偏差の収束を保証する制御系の設計法を与える。また実システムの制御問題では、アクチュエータの性能限界などを起因とする入力制限が存在する。そこで、協調動作の促進および制御入力の大きさに関する拘束条件の達成を可能とする目標値整形機構を提案する。これらの制御則をロボットマニピュレータなどのメカニカルシステムに実装することにより、その有効性を実験的にも検証する。

4. 研究成果

(1). 協調制御系の実現には、協調動作の達成と、それが零に収束することが等価となる適切な偏差信号の導入が必要となる。本研究では、適切な偏差信号を導入し、またこの偏差信号がしたがう偏差系の動特性に着目することで、新たな協調制御系の設計手順を与えた。提案する協調制御系の安定性に関する議論もできており、適切な条件のもとでその協調偏差が零に収束することが示される。

(2). 現実の制御系には、アクチュエータの性能限界などに伴い、利用可能な制御入力の大きさに関する制約が存在する。このような信号の大きさに関する拘束条件を無視した制御系の運用は、制御系の不安定化などを引き起こすことが知られている。協調制御系においても、拘束条件の存在が、協調の性能劣化を引き起こすことが確認される。そこで本研究では、協調の性能促進に加え、制御系に存在する拘束条件の達成を保証する目標値整形機構の設計法を提案した。これにより、拘束条件を達成した上で、協調の促進を実現する制御系の設計が可能となっている。

(3). 提案する協調制御系の有効性は、シミュレーションでの性能の確認に加え、これを実装した実システムを利用した実験によっても検証されている。提案する制御則は、ロボットマニピュレータなどのメカニカルシステムに実装され、制御性能の向上が確認された。なお提案する制御則は、目標値整形機構の内部などに不連続な動作を有している。このような不連続性を積極的に活用する制御則の有効性が、実験的にも検証された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 西上敬吾, 安田義人, 平田研二, 入力拘束を有する出力同期制御系の設計と実験による検証, 日本機械学会論文誌 C 編, 査読有, Vol.77, No.775, 2011, 813/821.
- ② 安孫子紘市, 平田研二, 太田快人, 不変集合を利用したシリコンウエハ搬送ロボットの動作切り換え制御, 日本機械学会論文誌 C 編, 査読有, Vol.77, No.775, 2011, 1017/1028.
- ③ Kiminao Kogiso and Kenji Hirata, Reference Governor for Constrained Systems with Time-varying References, Robotics and Autonomous Systems, 査読有, Vol.57, No.2, 2009, 289/295.

[学会発表] (計 14 件)

- ① Kenji Hirata and Joao P. Hespanha, L2-induced Gains of Switched Systems and Classes of Switching Signals, The 49th IEEE Conference on Decision and Control, 2010.
- ② Kiminao Kogiso, Yuta Doi, Kenji Hirata and Naofumi Hirade, Parametric Approximation of Maximal Output Admissible Sets and Its Application to Multi-mode Switching Control under Unknown Constant Reference, The 2010 IEEE Multi-conference on Systems and Control, 2010.
- ③ Koichi Abiko, Kenji Hirata and Yoshito Ohta, Motion Switching Control of Robotic Manipulators and Reducing a Throughput Time in Handling Semiconductor Wafers, The SICE Annual Conference 2010, 2010.
- ④ Kenji Hirata and Joao P. Hespanha, L2-induced Gain Analysis of Switched Linear Systems via Finitely Parametrized Storage Functions, 2010 American Control Conference, 2010.
- ⑤ 平田研二, Joao, P. Hespanha, 切り換えシステムの入出力ゲインと切り換え信号の性質, 第 11 回 制御部門大会, 2011.
- ⑥ 平田研二, シリコンウエハ搬送ロボットの動作切り換え制御, 計測自動制御学会 北陸支部講演会, 2010.
- ⑦ 平田研二, Joao, P. Hespanha, 切り換えシステムの L2 ゲイン解析における蓄積関数の特徴づけ, 第 39 回 制御理

研究者番号：

- 論シンポジウム, 2010.
- ⑧ 小木曾公尚, 平田研二, 制御系の不変性および伝達情報の変換による遠隔制御法, 第 54 回 システム制御情報学会研究発表講演会, 2010.
 - ⑨ Keigo Nishigami, Yoshihito Yasuda and Kenji Hirata, An Output Synchronization Control Design for Systems with Input Magnitude Constraints, ICROS-SICE International Joint Conference, 2009.
 - ⑩ Kenji Hirata and Joao P. Hespanha, L2-induced Gain Analysis for a class of Switched Systems, The 48th IEEE Conference on Decision and Control, 2009.
 - ⑪ 平田研二, Joao, P. Hespanha, 切り換えシステムの L2 ゲイン解析, 第 10 回 制御部門大会, 2010.
 - ⑫ Kenji Hirata, Analysis and Control Design for State and Control Constrained Nonlinear Systems, CCDC Seminar Series, Center for Control, Dynamical-systems and Computations, University of California, Santa Barbara, 2009.
 - ⑬ 安田義人, 平田研二, 目標軌道追従における相互同期制御系の安定性解析, 第 37 回 制御理論シンポジウム, 2008.
 - ⑭ 土居優太, 小木曾公尚, 平田研二, 楕円体近似による最大出力許容集合のパラメトリゼーション, 第 9 回 制御部門大会, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://csl.nagaokaut.ac.jp/~hirata>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 研二 (HIRATA KENJI)
長岡技術科学大学・工学部・准教授
研究者番号：40314364

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()