

制御チーム クラスター大学03

制御
グループ

熊本大学自然科学研究科

水本 郁朗

「モデルベース制御における不確かさに適応し高性能化を実現するFB制御アルゴリズムの構築と実装可能性の検討」

目的

実際のエンジンシステムでは、環境の変化などにより、構築したモデルと必ず何らかの差が生じることが考えられる。このように、常に変動する不確かさに対して、自動で適応する制御手法の検討を行い、不確かさに対して**ロバスト（頑健）に制御性能を保つフィードバック制御アルゴリズムの構築**を目指す。特に、初年度は、提供されたエンジンの簡易モデルに対し、出力フィードバック形式の構造の簡単な適応制御手法の適用可能性について検討した。

研究方法

提供される
エンジンモデル

不確かさに対してロバストかつ適応的に動作する
制御手法の開発

確認

再設計

エンジンモデルシミュレーション
により検証

オンボード用制御アルゴリズムの構築

実機のエンジンによる検討

進捗状況

東大離散化モデルに対する基本的設計法の提案

制御対象(3入出力)

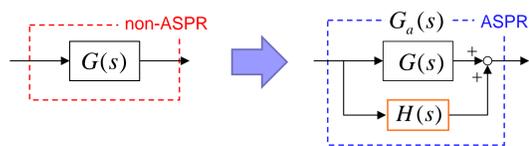
$$\begin{aligned} x(k+1) &= Ax(k) + Bu(k) \\ y(k) &= Cx(k) + Du(k) \end{aligned}$$

ASPR性を利用した適応出力フィードバック制御系設計

- ・状態フィードバック制御系に比べ構造が簡単
- ・不確かさや外乱などに対してロバスト

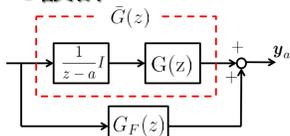
実在する多くのシステムはASPR条件を満たしていない

並列フィードフォワード補償器(PFC)の導入



ASPR(概強正実性): 出力フィードバックにより強正実化(簡単に安定化)可能な性質

PFC設計



安定な前置補償器 $\frac{1}{z-a}I$ を導入した拡張系 $\tilde{G}(z)$:

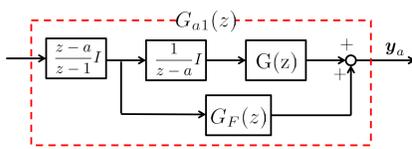
$$\tilde{G}(z) = \frac{1}{z-a}G(z), |a| < 1$$

この $\tilde{G}(z)$ に対してモデルベース設計法を用いてPFC $G_F(z)$ を次のように設計する

$$G_F(z) = G_{ASPR}(z) - \tilde{G}(z)$$

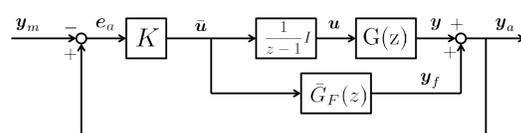
$G(z)$ がASPRである場合:

$$G_{ASPR}(z) = \frac{1}{1-a}G(z) \Rightarrow G_F(z) = \frac{1}{1-a}G(z) - \tilde{G}(z)$$



$$\tilde{G}_F(z) = \frac{z-a}{z-1}G_F(z) = \frac{1}{1-a}G(z)$$

出力フィードバック制御系構成

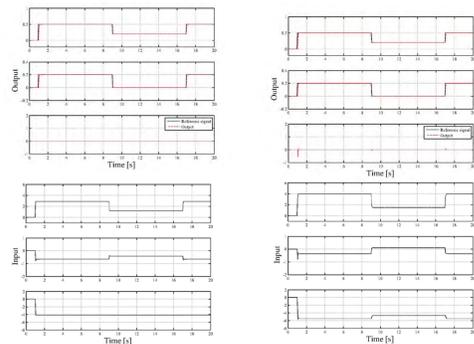


$$\begin{aligned} \bar{u}(k) &= -Ke_a(k) \\ &= -K(I + D_fK)^{-1}\tilde{e}_a(k) \end{aligned}$$

$$\tilde{e}_a(k) = \hat{y}(k) - y_m(k)$$

$$\hat{y}(k) = C_a x_a(k) = y(k) + C_f x_f(k) \text{ (利用可能な信号)}$$

制御結果



簡易モデルに対する制御結果

非線形モデルに対する制御結果

課題

今後の課題としては、より実際のエンジンモデルに近いモデルに対しての検討が挙げられる。よって、今後は、これまでの検討結果をもとに、新しいエンジンモデルに基づく制御系設計の検討を行う予定である。

今後の予定

2015年度計画

1/4期	2/4期	3/4期	4/4期
基本的な制御系設計とその制御性能の確認	パラメータの不確かさに対するロバスト性の検証	非線形モデルによるロバスト性の検証	種々の不確定要素を考慮した制御性能の検証

2014	2015	2016	2017	2018
適応的ロバスト制御手法の適用可能性の検討	ロバスト制御手法の検証	FF制御法との統合および実装可能性の検討	制御系の改良・再検討・評価	