JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	結合・分離がおこるシステムに対するコントローラの設計に関する研究
Author(s)	浅田，幸則
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1002
Rights	
Description	Supervisor:示村 悦二郎，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

結合・分離がおこるシステムに対するコントローラの設計に関する研究

浅田 幸則

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1997 年 2 月 14 日

キーワード： 結合, 分離, サブシステム, 全体システム, 並列結合構造, 直列結合構造, 折り返し法.

近年, 結合・分離がおこるシステムを繰り返すようなシステムが増加し, 安定性や信頼性において制御理論の観点からの対策が重要となってきている.

例えば, 近い将来の宇宙での活動において, その特殊な環境のために宇宙ステーションやアメリカ合州国のスペースシャトルに代表される宇宙運搬船の存在はかかせない. そして, 宇宙ステーションには, 数多くの宇宙運搬船がドッキングされることになる. これは, 宇宙ステーションと宇宙運搬船をそれぞれサブシステムとして考えれば, サブシステム同士が結合する 1 つの結合・分離がおこるシステムといえる.

また, 運行密度の高い鉄道で, ダイヤを守るために, 路線上にあるすべての車両を制御して安定な走行を実現することが必要となってくる. この例も, 1 つの列車をサブシステムとして考えれば, サブシステム同士が互いに影響を及ぼしあう 1 つの結合・分離がおこるシステムといえる.

上記の例のような結合・分離がおこるシステムを制御する方法を同時安定化問題や大規模分散制御問題に帰着することができる. それらは, 安定性の解析が中心で主にコントローラの存在条件について検討されていて, コントローラの設計法については, 応答特性などのパフォーマンスは考慮されていない. また, これらの手法は, サブシステムのあらゆる可能な結合を前提としていて, 状況に適合した結合構造を考慮することができない. 宇宙ステーションと宇宙運搬船の例の場合, 宇宙運搬船同士は結合する必要はなく, 並列型の結合構造をとると考えられる. 鉄道の交通システムの例の場合, 列車は直列に並んでおり直列型の結合構造をとると考えられる. このような結合構造を考慮することによって, 結合構造ごとに適切な制御を行なうことが可能となる.

Copyright © 1997 by Yukinori Asada

本論文の目的は, 結合・分離がおこるシステムに対するコントローラの設計法を求めることである. その際, サブシステムと全体システムに対して以下の 2 つを考慮する.

1) 各サブシステムの固有値を希望の領域にいれることによって, コントローラのパフォーマンスを考慮する.
2) サブシステムが結合して構成された全体システムを結合構造 (並列結合構造, 直列結合構造) を考慮して安定化する.

本論文においては, まず最初に, 並列結合構造と直列結合構造を数式で表し問題の定式化を行なっている. この際, システムの数式モデルは, まずサブシステムの数式表現を求め, それらの結合構造を使って全体の表現を導くという方向で進めている.

つぎに, 並列結合構造と直列結合構造の全体システムに対して, どのような結合・分離が行なわれても常に安定性を保つコントローラの設計法を以下のように導いている.

設計法 1: 全サブシステム共通のハイゲイン化条件を用いた設計法
設計法 2: 各サブシステム別々のハイゲイン化条件を用いた設計法
設計法 3: 全サブシステム共通の折り返しパラメータを用いた設計法
設計法 4: 各サブシステム別々の折り返しパラメータを用いた設計法

設計法 1 〜 4 は, 各サブシステムの固有値を希望の領域にいれるために, 折り返し法を適用している. 折り返し法は, 最適レギュレータが有する利点をそのまま受け継ぐとともに, 折り返しパラメータを用いて, 好ましい応答を保証する領域に閉ループ極を配置することができる設計法である. いま, サブシステムが他のサブシステムからの干渉入力の影響を, 自身の操作入力で等価的に発生することができると仮定する. そうすると, サブシステムのコントローラのフィードバックゲインを干渉入力の影響がなくなるまで定数倍することによって全体システムの安定性も保たれると考えることができる.

設計法 1, 設計法 2 では, 各サブシステムをそれぞれ折り返し法で設計する. つぎに, 全体システムが安定性を保つようにコントローラのゲインを定数倍する条件を求める. ここで設計法 1 では, 全サブシステム共通の条件, 設計法 2 では, 各サブシステム別々の条件を求る. これに対して, 設計法 3, 設計法 4 では, 求めたコントローラのフィードバックゲインを定数倍するのではなく, 最初から各サブシステム, 全体システムともに安定となるような折り返しパラメータの条件を求める. そうすることにより, 各サブシステムの固有値を希望の領域に配置することが可能となり, とびぬけてハイゲインになることも避けられる. ここで設計法 3 では, 全サブシステム共通の条件, 設計法 4 では, 各サブシステム別々の条件を求る.

最後に, 複数個の倒立振子の例を用いてシミュレーションを行ない, 設計法の有効性を確認した.