

## 1. ロバスト制御のシナリオ

1.1	ロバスト制御とは	1
1.2	フィードバック制御系	3
1.3	モデル化誤差とロバスト性	8
1.4	摂動の種類とロバスト制御の代表的な方法	14
1.4.1	構造的摂動と非構造的摂動	14
1.4.2	$H_\infty$ 制御と $\mu$ 設計法	16
1.5	ロバスト制御系設計のためのソフトウェア	17
	演習問題	20

## 2. $H_\infty$ 制御理論

2.1	問題設定および定式化	21
2.2	一般化プラント	24
2.3	標準 $H_\infty$ 制御問題	28
2.4	$H_\infty$ 制御問題の解法	33
2.5	MATLAB による $H_\infty$ 制御器設計	37
	演習問題	38

## 3. 不確かさの表現とロバスト安定化

3.1	乗法的摂動と加法的摂動	40
-----	-------------	----

3.1.1 乗法的摂動	40
3.1.2 加法的摂動	43
3.1.3 乗法的摂動と加法的摂動の見積もり	44
3.2 ロバスト安定化問題	46
3.2.1 スモールゲイン定理	46
3.2.2 乗法的摂動に対するロバスト安定化	47
3.2.3 加法的摂動に対するロバスト安定化	48
3.2.4 ロバスト安定化条件の意味	49
演習問題	50

## 4. $H_\infty$ 制御系設計

4.1 混合感度問題	52
4.2 2自由度振動系に対する設計例	56
4.2.1 摂動を持つ制御対象の定義	56
4.2.2 乗法的摂動の見積もりと重み関数	60
4.2.3 感度関数に対する重みと $H_\infty$ 制御器の計算	62
4.2.4 閉ループ特性の評価	65
4.3 修正混合感度問題	69
4.3.1 混合感度問題の問題点と解決方法	69
4.3.2 一般化プラントの構成	72
4.4 2自由度制御による目標値応答の改善	78
演習問題	85

## 5. ハードディスクドライブの $H_\infty$ 制御

5.1 制御対象	87
5.2 修正混合感度問題による設計	92
5.2.1 設計 I	92

5.2.2 設計 II ( $W_{PS}$ の変更)	100
5.2.3 設計 III ( $W_T$ の変更)	104
5.3 安定余裕を考慮した設計	108
5.3.1 はじめに	108
5.3.2 安定余裕と円条件	109
5.3.3 設計 IV (設計例)	112
5.4 制御器の実装	118
5.4.1 最適解と準最適解	118
5.4.2 制御器の離散化	120
5.4.3 制御器実装と演算量の低減	123
演習問題	129

## 6. $\mu$ 設計法

6.1 構造化特異値 $\mu$	131
6.2 パラメータ摂動の LFT 表現	134
6.3 構造的摂動に対するロバスト安定化	143
6.4 ロバスト性能と $\mu$	144
6.5 $D-K$ イタレーションによる $\mu$ 設計	147
6.6 設計例	149
6.6.1 はじめに	149
6.6.2 3慣性系ベンチマーク問題	149
6.6.3 問題設定	152
6.6.4 設計 I (非構造的摂動+ロバスト性能)	153
6.6.5 設計 II (構造的摂動+ロバスト性能)	166
6.6.6 設計 III (実数の構造的摂動+ロバスト性能)	171

## 付録 A. 線形システムの基礎

A.1	システムの表現	176
A.1.1	線形時不変システム	176
A.1.2	伝達関数	176
A.1.3	状態空間実現	180
A.1.4	伝達関数と状態空間実現の関係	182
A.2	システムの解析	184
A.2.1	安定性	184
A.2.2	可制御性	186
A.2.3	可観測性	188
A.2.4	多入出力システムの零点	190
A.3	基本的なフィードバック制御系	191
A.3.1	フィードバック制御系の適切さ	191
A.3.2	内部安定性	192

## 付録 B. 線形分数変換

B.1	準備	194
B.2	上側線形分数変換 (upper LFT)	195
B.3	下側線形分数変換 (lower LFT)	195
B.4	LFT の表現自由度	196
引用・参考文献		200
演習問題の解答		202
あとがき		212
索引		214