

目 次

第 1 章 序 論

1.1 制御工学の多次元構造	1
1.2 状態空間法の導入	9
1.3 本書の内容	15
参考書および参考文献	17

第 2 章 ベクトルと行列

2.1 ベクトルおよび行列の種類	19
2.2 ベクトルおよび行列の演算	21
2.2.1 行列の和と差	21
2.2.2 行列の積	21
2.2.3 内積の性質	23
2.2.4 行列の微分と積分	23
2.3 行列式	24
2.3.1 行列式の基本的性質	25
2.3.2 小行列式と余因子	25
2.3.3 行列式のラプラス展開	25
2.3.4 行列式の微分	27
2.4 逆行列	28
2.5 ベクトルの一次独立と行列の階数	30
2.6 ベクトル空間	34
2.7 連立一次方程式	39

2.8 正方行列の固有値と固有ベクトル	49
2.9 正方行列の標準化	52
2.10 正方行列の関数	77
2.10.1 行列多項式	77
2.10.2 正方行列の指数関数	77
2.10.3 ケーリー・ハミルトンの定理と最小多項式	81
2.10.4 シルベスターの補間公式	88
2.11 二次形式	92
2.12 ベクトルと行列のノルム	95
2.12.1 ベクトルのノルム	95
2.12.2 行列のノルム	97
参考書および参考文献	98

第 3 章 状態変数による動的システムの記述

3.1 状態変数の定義	100
3.2 一入力一出力定係数線形システムの状態方程式	105
3.2.1 伝達関数が零点をもたない場合	106
3.2.2 伝達関数が零点をもつ場合	110
3.3 状態方程式の解の存在と唯一性	114
3.4 線形状態方程式の解	117
3.5 随伴システム	123
3.6 定係数線形システムの推移行列	124
3.7 周期係数線形システムの推移行列	133
参考書および参考文献	136

第 4 章 動的システムの安定理論

4.1 安定性の定義	138
------------------	-----

4.2 安定性の定理	142
4.3 時変係数線形システムの安定性	150
4.4 定係数線形システムの安定性	154
4.5 定係数線形システムにおけるラウス-フルヴィッツの 安定判別法とリアプノフ安定判別法との関係	156
4.5.1 ラウスの方法	156
4.5.2 フルヴィッツの方法	157
4.5.3 ラウス数列とフルヴィッツ行列式との関係	158
4.5.4 シュワルツ形式	158
4.5.5 リアプノフの安定判別法	160
参考書および参考文献	165

第 5 章 定係数線形システムの構造

5.1 可制御性と可観測性の概念	167
5.2 可制御性と可観測性の定理	171
5.3 モード領域における可制御性と可観測性	177
5.4 定係数線形システムの伝達関数表示	185
5.5 結合されたシステムの可制御性と可観測性	194
5.5.1 並列結合	194
5.5.2 直列結合	196
5.5.3 フィードバック結合	208
5.6 定係数線形システムの同伴標準形式	210
5.6.1 一入力一出力の場合	211
5.6.2 多入力多出力の場合	214
参考書および参考文献	220

第 6 章 線形レギュレータ問題

6.1 状態フィードバックによる線形制御系の安定化	222
---------------------------------	-----

6.1.1 一入力の場合	224
6.1.2 多入力の場合	226
6.2 最適レギュレータ問題	232
6.3 変分法による最適制御問題の解	233
6.4 最適レギュレータの解 (制御時間が有限の場合)	247
6.5 最適レギュレータの解 (制御時間が無限大の場合)	252
6.6 最適レギュレータにおける最適性の意味	256
6.7 一入力最適レギュレータの周波数特性	260
6.8 持続的外乱をうける場合の線形レギュレータ	268
参考書および参考文献	274

第7章 不完全状態測定の場合の線形レギュレータ

7.1 状態観測器	276
7.1.1 一入力一出力の場合	277
7.1.2 多入力多出力の場合	289
7.2 状態観測器を用いた線形レギュレータの特性	291
7.3 動的補償器による線形制御系の安定化	300
7.4 動的補償器を用いた最適レギュレータ	303
参考書および参考文献	306

第8章 追値制御問題

8.1 最適トラッキング問題	309
8.2 線形サーボ問題	314
参考文献	333