

1. 序 論

1.1	最適化とは	1
1.2	制御と最適化	8
1.3	数学的表記	11

2. 非線形計画問題

2.1	問題設定と用語	16
2.2	拘束条件なしの場合	20
2.3	拘束条件付きの場合	23
2.3.1	等式拘束条件の場合	23
2.3.2	不等式拘束条件の場合	26
2.3.3	カルーシュ・キューン・タッカー条件	27
2.3.4	拘束条件に関する諸注意	30
2.4	拘束条件なし最適化問題の数値解法	36
2.4.1	勾配法	36
2.4.2	ニュートン法	43
2.4.3	準ニュートン法	45
2.5	拘束条件付き最適化問題の数値解法	47
2.5.1	ペナルティ法	48
2.5.2	バリア法	50
2.5.3	乗数法	52
2.5.4	逐次2次計画法	52
2.6	直線探索	54

2.6.1	精密な直線探索	55
2.6.2	粗い直線探索	57
	演習問題	59

3. 離散時間システムの最適制御

3.1	基本的な問題設定と停留条件	61
3.2	離散時間 LQ 制御問題	65
3.3	動的計画法	70
3.3.1	ベルマン方程式	70
3.3.2	ベルマン方程式からのオイラー・ラグランジュ方程式導出	75
3.4	数値解法	77
3.4.1	基本的な問題設定の場合	77
3.4.2	他の問題設定	79
	演習問題	80

4. 変分法

4.1	汎関数の停留条件	82
4.2	拘束条件付き変分問題	90
4.3	第 2 変分	94
4.4	ガトー微分とフレシェ微分	97
	演習問題	100

5. 連続時間システムの最適制御

5.1	基本的な問題設定と停留条件	102
5.2	局所最適性の十分条件	107
5.3	最適解の摂動	111

5.4	一般的な問題設定	114
	演習問題	119

6. 動的計画法と最小原理

6.1	ハミルトン・ヤコビ・ベルマン方程式	121
6.2	最小原理	129
6.3	特異最適制御問題	133
	演習問題	134

7. 最適制御問題の数値解法

7.1	数値解法の考え方	136
7.2	勾配法	138
7.3	シューティング法	142
7.4	入力関数のニュートン法	147
7.5	他の問題設定	150
7.6	動的計画法	152
	演習問題	154

8. モデル予測制御

8.1	問題設定と停留条件	155
8.1.1	モデル予測制御の問題設定	155
8.1.2	モデル予測制御の課題	158
8.1.3	停留条件	159
8.2	数値解法	161
8.2.1	最適解の実時間方向への変化	161

8.2.2	随伴変数を追跡する数値解法	165
8.2.3	実時間オイラー・ラグランジュ方程式	168
8.2.4	制御入力系列を追跡する数値解法	172
8.2.5	数値解法の実際	176
8.3	閉ループシステムの安定性	181
8.3.1	想定する問題	181
8.3.2	終端拘束条件による安定性	183
8.3.3	終端コストによる安定性	186
演習問題		188
引用・参考文献		189
演習問題の解答		191
索引		218