

目 次

第 1 章 例題による分散アルゴリズム入門	1
1.1 はじめに	1
1.2 デッドロック検知問題	4
1.2.1 デッドロック	4
1.2.2 デッドロック検知アルゴリズム DEADLOCK-DETECT1	5
1.2.3 DEADLOCK-DETECT1 の正当性	8
1.2.4 錯覚デッドロックを検知しないアルゴリズム	12
1.3 リーダ選挙問題	16
1.4 出典	23
練習問題	24
第 2 章 基礎的概念	27
2.1 分散システムのモデル	27
2.2 同期モデル	30
2.3 故障モデル	33
2.4 前後関係, 論理時計, 無矛盾大域状態	33
練習問題	37
第 3 章 分散システムの安定性	39
3.1 送信	39
3.2 放送	42
3.3 合意	45
3.4 コミット	51
3.5 相互排除	54

3.6 トークン巡回	58
3.7 探索	62
3.8 乱択アルゴリズム	66
3.9 出典	67
練習問題	68
第 4 章 チェックポイントとロールバックリカバリ	71
4.1 独立チェックポイント法とドミノ効果	72
4.2 ブロック型協調チェックポイント法	78
4.3 非ブロック型協調チェックポイント法	81
4.4 通信誘導チェックポイント法	85
4.4.1 z-経路と z-閉路	86
4.4.2 NRAS 法	91
4.4.3 FDAS 法	93
4.5 メッセージロギング	97
4.5.1 悲観的ログ法	97
4.5.2 楽観的ログ法	99
4.6 出典	99
練習問題	100
第 5 章 耐故障合意アルゴリズム	103
5.1 完全非同期システム上の耐故障合意問題	104
5.2 故障検知器	112
5.2.1 故障検知器と合意問題	114
5.2.2 還元可能性	119
5.2.3 最弱故障検知器	122
5.3 ビザンチン合意問題	130
5.3.1 合意問題, 将軍問題, 相互一貫性問題	130
5.3.2 認証機能を持つ同期システム上のビザンチン合意問題	134
5.3.3 同期システム上のビザンチン合意問題	138

5.4 乱択合意アルゴリズム	146
5.4.1 乱択耐故障合意問題が可解となるための必要条件	148
5.4.2 局所的コイントスに基づく乱択アルゴリズム	149
5.4.3 大域のコイントスに基づく乱択アルゴリズム	153
5.5 出典	161
練習問題	161

第 6 章 無待機システム 165

6.1 逐次一貫性と線形化可能性	166
6.1.1 共有メモリスシステム	166
6.1.2 逐次一貫性	168
6.1.3 線形化可能性	172
6.2 無待機性	175
6.3 共有オブジェクトを実現する無待機アルゴリズム	176
6.3.1 共有レジスタ	176
6.3.2 2 値レジスタから多値レジスタの構成	177
6.3.3 SRSW レジスタから MRSW レジスタの構成	182
6.3.4 MRSW レジスタから MRMW レジスタの構成	186
6.3.5 スナップショットオブジェクト	190
6.4 無待機合意アルゴリズム	198
6.5 出典	206
練習問題	207

第 7 章 自己安定システム 211

7.1 自己安定システムの定義	211
7.2 分散システムのモデル	215
7.2.1 リンクレジスタ	215
7.2.2 スケジューラ	216
7.3 自己安定アルゴリズムの具体例	218
7.3.1 最短経路木構成	218

7.3.2	リーダー選挙	223
7.3.3	相互排除 (トークン巡回)	227
7.3.4	フィードバックのある情報伝達	232
7.4	自己安定アルゴリズムの合成	242
7.5	自己安定化コンパイラ	244
7.5.1	自己安定モニタ	245
7.5.2	自己安定リセット	247
7.6	乱択自己安定アルゴリズム	248
7.7	小変動に対してロバストな自己安定アルゴリズム	252
7.7.1	強安定アルゴリズム	254
7.7.2	故障封じ込め	256
7.8	出典	257
	練習問題	259
第 8 章	動的ネットワークにおけるトークン巡回	263
8.1	動的ネットワークのモデル	263
8.2	決定的トークン巡回アルゴリズム	264
8.2.1	静的なネットワークにおけるトークン巡回	264
8.2.2	動的なネットワークにおけるトークン巡回	271
8.3	乱択トークン巡回アルゴリズム	275
8.3.1	標準乱歩	276
8.3.2	局所情報を用いた乱歩の設計	284
8.4	出典	290
	練習問題	291
参考文献		293
索 引		302