

Table des matières

I	ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION	5
1	Algorithmes et programmes	7
1	La notion de programme	8
1.1	Avant le programme... l'algorithme	8
1.2	Paradigmes de programmation	9
1.3	Du fichier texte au programme	13
2	Terminaison et correction d'un algorithme	15
2.1	Terminaison	15
2.2	Correction	17
3	Complexité d'un algorithme	19
3.1	Introduction	19
3.2	Complexité en temps	20
3.3	Différents types de complexité	22
3.4	Complexité spatiale	23
3.5	Notion de coût amorti	23
3.6	Exemples	25
4	Exercices	29
2	Bonnes pratiques de programmation	33
1	Discipline de programmation	34
1.1	Spécification	34
1.2	Pour un code "bien" écrit	34
1.3	Notion de programmation défensive	36
2	Validation et test de code	38
2.1	Notion de test	38
2.2	Niveaux de test	39
2.3	Graphe de contrôle	40
2.4	Chemin d'exécution	41
2.5	Critères de couverture	42
3	Exercices	45
3	Récursion et induction	47
1	Récurrance et récursivité	48
1.1	Récurrance faible, récurrance forte	48

1.2	Algorithme récursif	48
1.3	Différents types de récursivité	49
1.4	Évaluation d'algorithmes récursifs	52
2	Induction	54
2.1	Définitions	54
2.2	Preuve par induction structurelle	56
2.3	Raisonnement par induction bien fondée	57
3	Retour sur les fonctions récursives	58
3.1	Terminaison et correction	58
3.2	Gestion mémoire d'une fonction récursive	60
4	Exercices	61

4 Décidabilité et classes de complexité 63

1	Notions générales	64
1.1	Introduction	64
1.2	Définitions	66
2	Les classes de problèmes	67
2.1	La classe P	67
2.2	La classe EXP	68
2.3	La classe NP	68
3	Réduction polynomiale	69
4	Les problèmes <i>NP</i> - complets	70
4.1	Problèmes <i>NP</i> -complets	70
4.2	Théorème de Cook	71
4.3	Réduction de problèmes <i>NP</i> -complets	72
4.4	Hiérarchie des classes	74
5	Problème d'optimisation	74
6	Exercices	75

II ALGORITHMIQUE 77

5 Structures de données 79

1	Types et abstraction	80
1.1	Types simples	80
1.2	Types composés	81
1.3	Pointeurs	83
2	Structures de données séquentielles	84
2.1	Liste	84
2.2	Pile	85
2.3	File	88
2.4	Tableau associatif	93
2.5	Sérialisation	98
3	Structures de données hiérarchiques	101

3.1	Définition	101
3.2	Quelques arbres particuliers	102
3.3	Parcours d'un arbre	107
3.4	File de priorité	109
3.5	Structure Unir & trouver	111
3.6	Implémentation	114
4	Structures de données relationnelles	118
4.1	Définitions	118
4.2	Propriétés	123
4.3	Relation aux arbres	124
4.4	Représentation d'un graphe	125
4.5	Implémentation	126
5	Exercices	129
6	Algorithmes de décomposition	131
1	Algorithmes gloutons	132
1.1	Définition	132
1.2	Exemples	132
2	Diviser pour régner	136
2.1	Présentation	136
2.2	Exemples	137
3	Programmation dynamique	142
3.1	Définition	142
3.2	Exemples	144
4	Exercices	151
7	Algorithmes d'approximation	155
1	Algorithmes probabilistes	156
1.1	Algorithmes déterministes/probabilistes	156
1.2	Algorithmes probabilistes	156
1.3	Algorithmes de type Monte Carlo	157
1.4	Algorithmes de type Las Vegas	158
1.5	Exemples	160
2	Algorithmes d'approximation	166
2.1	Définitions	166
2.2	Exemples	168
3	Exercices	170
8	Algorithmes d'exploration	175
1	Recherche par force brute	176
1.1	Principe	176
1.2	Exemple	176
2	Algorithme de retour sur trace	176
2.1	Principe	176

2.2	Exemple : le problème des n reines	178
2.3	Exemple : le problème SUBSET	179
3	Algorithme par séparation et évaluation	180
3.1	Principe	180
3.2	Fonction d'évaluation	182
3.3	Sélection	182
3.4	Séparation	183
3.5	Exemple : problème du sac à dos	183
3.6	Exemple : assignation de tâches	185
4	Exercices	188
9	Algorithmique des graphes	191
1	Parcours de graphes	192
1.1	Parcours en largeur	193
1.2	Parcours en profondeur	195
2	Applications des parcours de graphes	198
2.1	Caractérisation de graphes bipartis	198
2.2	Tri topologique	199
2.3	Connexité et composantes connexes d'un graphe non orienté	200
2.4	Composantes fortement connexes d'un graphe orienté	200
3	Plus courts chemins	201
3.1	Recherche des plus courts chemins à partir d'un sommet donné	202
3.2	Recherche des plus courts chemins entre toutes les paires de sommets	205
4	Recherche d'un arbre couvrant de poids minimum	207
4.1	Position du problème	207
4.2	Algorithme de Kruskal	208
5	Couplage maximum dans un graphe biparti	210
5.1	Définitions	210
5.2	Algorithme	212
6	Exercices	213
10	Algorithmique des textes	217
1	Recherche de motif dans un texte	218
1.1	Notations	218
1.2	Algorithme naïf	218
1.3	Algorithme de Boyer-Moore	219
1.4	Algorithme de Rabin-Karp	222
2	Compression de données	224
2.1	Algorithme de Huffman	225
2.2	Compression LZW	229
3	Exercices	231
11	Algorithmique pour l'IA et les jeux	235
1	Apprentissage supervisé	236

1.1	k -plus proches voisins	236
1.2	Arbres de décision	239
1.3	Évaluation des résultats	242
2	Apprentissage non supervisé	245
2.1	Algorithme des k -moyennes	245
2.2	Classification hiérarchique ascendante	248
3	Jeux d'accessibilité à deux joueurs	251
3.1	Définitions	252
3.2	Jeux d'accessibilité	253
4	Algorithme Minimax et élagage $\alpha\beta$	255
4.1	Algorithme Minimax	256
4.2	Élagage alpha-beta	257
4.3	Exemples d'heuristiques	259
5	Algorithme A^*	260
5.1	Graphes d'états	260
5.2	Algorithme A^*	261
6	Exercices	264

III INTRODUCTION AUX BASES DE DONNÉES 267

12 Manipulation de bases de données relationnelles 269

1	Le modèle relationnel	270
1.1	Définitions	270
1.2	Modélisation d'une base de données relationnelle	272
2	Manipulation des données	278
2.1	Le langage SQL	278
2.2	Obtention des données	279
2.3	Expression des projections	279
2.4	Expression des restrictions	279
2.5	Tri et présentation des résultats	280
2.6	Expression des jointures	281
2.7	Expression de manipulation des données	282
2.8	Fonctions statistiques	283
2.9	Regroupements	283
3	Exercices	284

IV GESTION DES RESSOURCES DE LA MACHINE 287

13 Elements de codage 289

1	Exemple introductif	290
2	Représentation des nombres	291
2.1	Représentation des entiers naturels	291

2.2	Représentation des entiers relatifs	292
2.3	Représentation des nombres flottants	292
2.4	Norme IEEE 754	293
3	Calcul sur les nombres flottants	294
3.1	Arrondis	295
3.2	Prise en compte des petits nombres	296
3.3	Absorption	296
3.4	Élimination	296
3.5	Monotonie des fonctions	297
3.6	Associativité	298
3.7	Quelques conseils	298
4	Retour sur l'exemple	299
14	Gestion de la mémoire d'un programme	301
1	La mémoire	302
1.1	La mémoire physique	302
1.2	Espace mémoire des programmes	302
2	Variables	303
2.1	Portée	303
2.2	Durée de vie	304
2.3	Nature des variables	304
3	Stockage des données en mémoire	305
3.1	La pile	306
3.2	Le tas	310
4	Quelques questions relatives à la gestion de la mémoire	311
15	Gestion des fichiers	313
1	Notion de fichier	314
1.1	Qu'est-ce qu'un fichier?	314
1.2	Types de fichiers	314
1.3	Accès, droits et attributs	315
2	Implémentation interne	316
2.1	La notion d'inode	316
2.2	Manipulation des inodes	318
3	Accès aux fichiers en C et Caml	319
3.1	Langage C	319
3.2	Langage OCaml	323
16	Synchronisation et concurrence	327
1	Introduction	328
1.1	Exemple introductif	328
1.2	Définitions	328
2	Algorithmes	330
2.1	Position du problème	330

2.2	Algorithme de Peterson	331
2.3	Algorithme de la boulangerie de Lamport	333
2.4	Analyse des algorithmes	335
3	Sémaphore et mutex	335
3.1	Sémaphores	335
3.2	Mutex	336
4	Quelques problèmes classiques	337
4.1	Le problème du rendez-vous	337
4.2	Le problème producteur-consommateur	338
4.3	Le dîner des philosophes	339
5	Implémentations	341
5.1	Langage C	341
5.2	Langage OCaml	343

V ÉLÉMENTS DE LOGIQUE

345

17 Logique

347

1	Syntaxe des formules logiques	348
1.1	Logique propositionnelle	348
1.2	Logique du premier ordre	352
2	Sémantique de vérité du calcul propositionnel	356
2.1	Sens des connecteurs	357
2.2	Valeur d'une formule	357
2.3	Équivalence sur les formules	360
2.4	Formes normales	361
3	Le problème SAT	366
3.1	Définition	366
3.2	Illustration	366
3.3	Algorithme de Quine	367
4	Implémentation	369
5	Quelques applications	372
5.1	Étude d'expressions booléennes	372
5.2	Preuve de programmes	372
5.3	Bases de données	373
6	Exercices	373

18 Dédution naturelle

375

1	Séquent	376
2	Preuve en déduction naturelle	377
2.1	Définitions	377
2.2	Règles d'introduction et d'élimination	378
2.3	Retour sur la dérivation	383
3	Exercices	384

19	Langages et expressions régulières	389
1	Définitions	390
1.1	Alphabet, mot, langage	390
1.2	Opérations sur les mots	391
1.3	Opérations sur les langages	391
1.4	Langages locaux	392
2	Expressions régulières	394
2.1	Notion de motif	394
2.2	Expressions régulières, langages réguliers	395
2.3	Expressions régulières linéaires	396
2.4	Implémentation	397
2.5	Expressions régulières étendues	399
3	Exercices	400
20	Automates finis	403
1	Automates finis déterministes	404
1.1	Définition	404
1.2	Représentation graphique	404
1.3	Automate émondé	406
1.4	Retour sur le lemme de l'étoile	407
1.5	Complexité d'un AFD	407
2	Automates finis non déterministes	408
2.1	Définition	408
2.2	Déterminisation d'un AFND	409
2.3	Complexité d'un AFND	411
3	Automates finis et langages réguliers	411
3.1	Automate associé à un langage local	412
3.2	Algorithme de Berry-Sethi	413
3.3	Des automates aux expressions régulières	415
3.4	Stabilité des langages reconnaissables	419
4	Implémentation	420
5	Exercices	421
21	Grammaires non contextuelles	425
1	Définitions	426
2	Arbres d'analyse	428
3	Ambiguïté et équivalence	432
3.1	Ambiguïté	432
3.2	Équivalence	433
4	Analyse syntaxique	433
5	Exercices	435

Éléments de Correction des exercices	437
Aide-mémoire	479
Liste des algorithmes	485
Index	489