

**INFORMATIQUE
ET SYSTÈMES
D'INFORMATION**

Information – Commande – Communication

Optimisation combinatoire 2

concepts avancés

*sous la direction de
Vangelis Th. Paschos*

hermes

Lavoisier

Table des matières

Avant-propos	15
Vangelis Th. PASCHOS	
PREMIÈRE PARTIE. THÉORIE ET TECHNIQUES DE L'APPROXIMATION POLYNOMIALE	19
Chapitre 1. Approximation polynomiale	21
Marc DEMANGE, Vangelis Th. PASCHOS	
1.1. Qu'est-ce que l'approximation polynomiale ?	21
1.1.1. Résoudre efficacement un problème difficile	22
1.1.2. Mesures d'approximation	22
1.2. Premiers exemples d'analyses : rapports d'approximation constants	24
1.2.1. Un exemple dans le cas de l'approximation classique : le voyageur de commerce géométrique	24
1.2.2. Exemples dans le cas du rapport différentiel	26
1.2.2.1. <i>Bin packing</i>	26
1.2.2.2. Coloration minimum d'un graphe	27
1.2.2.3. Voyageur de commerce polynomialement borné	29
1.3. Schémas d'approximation	31
1.3.1. Schémas non complets	31
1.3.1.1. Un problème d'ordonnancement à p processeurs pour le rapport classique	31
1.3.1.2. Le voyageur de commerce euclidien	32
1.3.1.3. Un exemple dans le cas du rapport différentiel : retour à BIN PACKING	38
1.3.2. Schémas d'approximation complets – Exemple du sac à dos en variables bivalentes	41

1.3.2.1. Un grand classique : le cas positif pour le rapport classique	41
1.3.2.2. Une généralisation : utilisation du rapport différentiel	43
1.4. Analyses dépendant de l'instance	44
1.4.1. Couverture d'ensembles et rapport classique	44
1.4.2. Couverture d'ensembles et rapport différentiel	46
1.4.3. Le problème de stable maximum	46
1.5. Conclusion : méthodes et enjeux de l'approximation	48
1.5.1. Les types d'algorithmes : quelques grands classiques	48
1.5.2. Les classes d'approximation : structurer la classe NPO	50
1.5.3. Réductions en approximation	53
1.5.4. Enjeux	54
1.6. Bibliographie	55
Chapitre 2. Réductions préservant l'approximabilité	59
Giorgio AUSIELLO, Vangelis Th. PASCHOS	
2.1. Introduction	59
2.2. Les réductions stricte et continue	62
2.2.1. La réduction stricte	62
2.2.2. La réduction continue	66
2.3. Réduction AP et complétude dans les classes NPO et APX	68
2.3.1. Complétude dans NPO	68
2.3.2. Complétude dans APX	70
2.3.3. Utiliser la complétude pour dériver des résultats négatifs	74
2.4. L-réduction et complétude dans les classes Max-SNP et APX	75
2.4.1. La L-réduction et la classe Max-SNP	76
2.4.2. Exemples de L-réductions	77
2.4.2.1. MAX 2SAT et MIN 2SAT	77
2.4.2.2. MAX 3SAT et MAX 2SAT	78
2.4.2.3. MAX 2SAT et MAX \neq 3SAT	79
2.4.3. Complétude dans Max-SNP et APX	79
2.5. La réduction affine	80
2.6. Quelques mots sur la GAP-réduction	82
2.7. Notes historiques et remarques	83
2.8. Bibliographie	87
Chapitre 3. Inapproximabilité des problèmes d'optimisation combinatoire	91
Luca TREVISAN (traduit en français par Bruno ESCOFFIER)	
3.1. Introduction	91
3.1.1. Une brève vue d'ensemble historique	92

3.1.2. Organisation de cet état de l'art	95
3.1.3. Lectures complémentaires	96
3.2. Quelques préliminaires techniques	96
3.2.1. NP-complétude	97
3.2.2. Problèmes de NPO	97
3.2.3. Approximation	98
3.2.4. Classes de complexité	98
3.3. Preuve vérifiable de façon probabiliste	99
3.4. Réductions basiques	102
3.4.1. MAX 3SAT avec un nombre d'occurrences borné	102
3.4.2. Problèmes COUVERTURE DE SOMMETS et STABLE	104
3.4.3. Problème ARBRE DE STEINER	106
3.4.4. Compléments sur STABLE	108
3.5. Réductions optimisées et constructions PCP	110
3.5.1. PCP optimisés pour MAX SAT et MAX COUPE	110
3.5.2. PCP optimisés pour STABLE	112
3.6. Une vue d'ensemble des résultats d'inapproximabilité connus	113
3.6.1. Problèmes de treillis	113
3.6.1.1. Problème PLUS COURT VECTEUR	113
3.6.1.2. Problème PLUS PROCHE VECTEUR	114
3.6.1.3. D'autres normes	115
3.6.2. Décodage des codes correcteurs d'erreurs linéaires	115
3.6.3. Le problème du voyageur de commerce	116
3.6.4. Problème COLORATION	118
3.6.5. Problèmes de couverture	119
3.7. D'autres thèmes	120
3.7.1. Classes de complexité des problèmes d'optimisation	120
3.7.2. Complexité en moyenne et approximabilité	123
3.7.3. Longueur de certificat dans les constructions PCP	123
3.7.4. Rapports d'approximation typiques et atypiques	124
3.7.5. Résultats d'inapproximabilité <i>versus</i> « sauts d'intégrité »	126
3.8. Conclusion	128
3.9. Bibliographie	130
Chapitre 4. Recherche locale : complexité et approximation	139
Eric ANGEL, Petros CHRISTOPOULOS, Vassilis ZISSIMOPOULOS	
4.1. Introduction	139
4.2. Cadre formel	141
4.3. Quelques problèmes d'optimisation usuels et leurs voisinages	143
4.3.1. Le problème de la partition d'un graphe	143
4.3.2. Le problème de la coupe maximale	144

4.3.3. Le problème du voyageur de commerce	144
4.3.4. Problèmes de satisfaction de clauses	145
4.3.5. Configurations stables dans un réseau neuronal de type Hopfield	146
4.4. La classe PLS	146
4.5. Complexité de l'algorithme de recherche locale standard	151
4.6. La qualité des optima locaux	154
4.7. Résultats d'approximation	155
4.7.1. Le problème MAX k -SAT	155
4.7.2. Le problème MAX CUT	157
4.7.3. Autres problèmes sur les graphes	159
4.7.4. Le problème du voyageur de commerce	161
4.7.5. Le problème de l'affectation quadratique	162
4.7.6. Problèmes de classification	165
4.7.7. Les problèmes d'emplacement de ressources	167
4.8. Conclusion et problèmes ouverts	171
4.9. Bibliographie	173

**DEUXIÈME PARTIE. NOTIONS DE ROBUSTESSE
EN OPTIMISATION COMBINATOIRE** 179

Chapitre 5. Une introduction aux problèmes combinatoires inverses 181
Marc DEMANGE, Jérôme MONNOT

5.1. Introduction	181
5.2. Définitions et notations	183
5.3. Problèmes inverses polynomiaux et techniques de résolution	186
5.3.1. Cas de la programmation linéaire	187
5.3.1.1. Problème de cheminement optimal inverse	192
5.3.1.2. Problème de coupe de capacité minimum inverse	194
5.3.2. Problème de flot maximum inverse	197
5.3.3. Une classe de problèmes inverses polynomiaux	199
5.3.4. Pistes à explorer : l'exemple du couplage de poids maximum inverse en variables bivalentes	201
5.4. Problèmes inverses difficiles	204
5.4.1. Problèmes NP-difficiles inverses	204
5.4.1.1. L'exemple du stable de poids maximum	204
5.4.1.2. Une remarque sur le problème de voyageur de commerce maximum inverse	206
5.4.2. Problème de localisation de centre	207
5.4.3. Un problème inverse partiel : la coupe de capacité minimum	210
5.4.4. Problème du couplage de poids maximum	212

5.5. Conclusion	217
5.6. Bibliographie	219
Chapitre 6. L'optimisation combinatoire probabiliste	221
Cécile MURAT, Vangelis Th. PASCHOS	
6.1. Motivations et applications	221
6.2. La problématique : formalisme et méthodologie	223
6.3. Complexité des problèmes	227
6.3.1. L'appartenance à NP n'est pas acquise	227
6.3.2. Liens entre les cadres déterministe et probabiliste du point de vue de la complexité	233
6.4. Résolution des problèmes	235
6.4.1. Caractérisation des solutions optimales	237
6.4.2. Résolution polynomiale de certaines instances	239
6.4.2.1. Pour le problème du voyageur de commerce probabiliste	239
6.4.2.2. Pour les problèmes du stable et de la couverture de sommets probabilistes	240
6.4.2.3. Pour les problèmes de plus long chemin probabiliste	240
6.4.2.4. Pour le problème de la coloration probabiliste	241
6.4.3. Résolution effective	242
6.5. L'approximation	243
6.6. Bibliographie	245
Chapitre 7. Algorithmes <i>on-line</i>	249
Giorgio AUSIELLO, Luca BECCHETTI	
7.1. Introduction	249
7.2. Quelques problèmes <i>on-line</i> classiques	252
7.2.1. Mise à jour de listes	252
7.2.2. Pagination	253
7.2.3. Le problème du voyageur de commerce	257
7.2.4. Équilibrage de charges	259
7.3. Analyse compétitive d'algorithmes déterministes	260
7.3.1. Analyse compétitive de mise à jour de listes	261
7.3.2. Analyse compétitive des algorithmes de pagination	263
7.3.3. Analyse compétitive de TSP <i>on-line</i>	265
7.3.3.1. Algorithme <i>Return Home</i> (RH)	266
7.3.3.2. Algorithme <i>Plan At Home</i> (PAH)	269
7.3.3.3. Algorithme <i>Wait-And-Plan</i> (WAP)	270
7.3.4. Analyse compétitive de l'équilibrage de charges <i>on-line</i>	272

14 Optimisation combinatoire

7.4. Randomisation	273
7.4.1. Pagination randomisée	274
7.4.2. Bornes inférieures : le lemme de Yao et ses applications aux algorithmes de pagination	276
7.5. Extensions de l'analyse compétitive	278
7.5.1. Techniques <i>ad hoc</i> : le cas de la pagination	280
7.5.2. Techniques générales	281
7.6. Bibliographie	283
Index	287

Traité IC2 Information – Commande – Communication

Le traité Information, Commande, Communication répond au besoin de disposer d'un ensemble complet des connaissances et méthodes nécessaires à la maîtrise des systèmes technologiques.

Conçu volontairement dans un esprit d'échange disciplinaire, le traité IC2 est l'état de l'art dans les domaines suivants retenus par le comité scientifique :

- Réseaux et télécoms
- Traitement du signal et de l'image
- Informatique et systèmes d'information
- Systèmes automatisés et productique
- Management et gestion des STICS
- Cognition et traitement de l'information.

Chaque ouvrage présente aussi bien les aspects fondamentaux qu'expérimentaux. Une classification des différents articles contenus dans chacun, une bibliographie et un index détaillé orientent le lecteur vers ses points d'intérêt immédiats : celui-ci dispose ainsi d'un guide pour ses réflexions ou pour ses choix.

Les savoirs, théories et méthodes rassemblés dans chaque ouvrage ont été choisis pour leur pertinence dans l'avancée des connaissances ou pour la qualité des résultats obtenus dans le cas d'expérimentations réelles.

hermes
Science
— publications —

www.hermes-science.com

ISBN 2-7462-1039-8



9 782746 210394

