
Ordonnancement temps réel

cours et exercices corrigés

Francis Cottet
Joëlle Delacroix
Claude Kaiser
Zoubir Mammeri

004-149-1

 hermes

Table des matières

Avant-propos	9
Chapitre 1. Contexte, concepts et terminologie	13
1.1. Applications temps réel	13
1.1.1. Caractéristiques des applications temps réel	13
1.1.2. Architectures physiques et logiques, exécutifs	15
1.2. Notions de base pour l'ordonnancement temps réel	22
1.2.1. Caractéristiques des tâches	22
1.2.2. Ordonnancement : définition, algorithmes et propriétés	29
1.2.3. Ordonnancement dans les systèmes informatiques classiques	34
Chapitre 2. Ordonnancement de tâches indépendantes	39
2.1. Les algorithmes de base	40
2.1.1. Les algorithmes en ligne à priorité constante	40
2.1.2. Les algorithmes en ligne à priorité variable	42
2.2. Algorithmes pour la prise en compte de tâches apériodiques	45
2.2.1. Cas des tâches apériodiques à contraintes relatives	45
2.2.2. Cas des tâches apériodiques à contraintes strictes	52
2.3. Exercices	57
2.3.1. Enoncés	57
2.3.2. Corrigés	60
Chapitre 3. Ordonnancement de tâches dépendantes	67
3.1. Tâches avec contraintes de précedence	67
3.1.1. Contraintes de précedence et "Rate Monotonic"	68
3.1.2. Contraintes de précedence et "Earliest Deadline"	70
3.1.3. Exemple du traitement des contraintes de précedence	71

3.2. Tâches partageant des ressources critiques	71
3.2.1. Evaluation du temps de réponse d'une tâche	72
3.2.2. Inversion de priorité	76
3.2.3. Interblocage	77
3.2.4. Protocoles prenant en compte les ressources partagées	78
3.2.5. Conclusions sur l'ordonnancement avec partage de ressources	83
3.3. Exercices	86
3.3.1. Enoncés	86
3.3.2. Corrigés	88
Chapitre 4. Ordonnancement en situations de surcharge	93
4.1. Notion de surcharge	93
4.2. Politiques de tolérance aux surcharges pour des tâches périodiques	94
4.3. Politiques de tolérance aux surcharges pour des tâches quelconques	95
4.3.1. Présentation des politiques	95
4.3.2. Exemple	98
Chapitre 5. Ordonnancement multiprocesseur	103
5.1. Position et formulation du problème	103
5.2. Premiers résultats et comparaison avec l'ordonnancement monoprocesseur	104
5.3. Anomalies de l'ordonnancement multiprocesseur	105
5.4. Conditions d'ordonnançabilité	106
5.5. Algorithmes d'ordonnancement	109
5.5.1. Les algorithmes "Earliest Deadline" et "Least Laxity"	109
5.5.2. Tâches indépendantes ayant même échéance	110
5.6. Conclusion	112
Chapitre 6. Ordonnancement conjoint de tâches et messages	113
6.1. Introduction aux systèmes temps réel et répartis	113
6.2. Ordonnancement dans les systèmes répartis	114
6.2.1. Délai de communication	115
6.2.2. Problème d'ordonnancement de messages	117
6.2.3. Principe et stratégies d'ordonnancement de messages	120
6.2.4. Exemple d'ordonnancement de messages	121
6.3. Exercice de synthèse : Ordonnancement conjoint (tâches et messages)	131
6.3.1. Enoncé	131
6.3.2. Corrigé	134
6.4. Conclusion	141

Chapitre 7. Etudes de cas	143
7.1. Acquisition et analyse en temps réel des signaux d'un laminoir	143
7.1.1. Le laminoir d'aluminium	143
7.1.2. Acquisition et analyse en temps réel : cahier des charges	146
7.1.3. Placement géographique des fonctions opérationnelles	152
7.1.4. Architecture logique et tâches temps réel	155
7.1.5. Etudes complémentaires	166
7.2. Application temps réel embarquée de la mission Pathfinder	168
7.2.1. Présentation de la mission	168
7.2.2. Architecture matérielle	168
7.2.3. Spécification fonctionnelle	170
7.2.4. Architecture logicielle	170
7.2.5. Analyse détaillée du problème	173
7.2.6. Conclusion	178
 Annexe A. Glossaire	 181
 Annexe B. Vocabulaire anglais	 191
 Annexe C. Notations et symboles	 195
 Bibliographie	 197
 Compléments de lecture	 203
 Index	 205