

Bases de l'ordonnancement

Introduction à l'ordonnancement multi-agent

Safia Kedad-Sidhoum

CNAM
safia.kedad_sidhoum@cnam.fr

BOR - M2 MPRO, 2020-2021

Introduction

- Décisions **centralisées**: les modèles classiques d'ordonnancement supposent qu'un seul **décideur** doit définir l'allocation optimale de ses ressources
- Ordonnancement **multi-agent**:
 - Plusieurs agents sont en compétition sur l'utilisation des ressources
 - Ils doivent "négocier" l'utilisation des ressources
 - Une entité centrale peut faciliter ce processus de négociation ou de coordination

Introduction

- Décisions **centralisées**: les modèles classiques d'ordonnancement supposent qu'un seul **décideur** doit définir l'allocation optimale de ses ressources
- Ordonnancement **multi-agent**:
 - Plusieurs agents sont en compétition sur l'utilisation des ressources
 - Ils doivent "négocier" l'utilisation des ressources
 - Une entité centrale peut faciliter ce processus de négociation ou de coordination

Ordonnancement multi-agent

- Ensemble fini d'agents
- Chaque agent possède un sous-ensemble de tâches à exécuter qui requièrent l'utilisation d'un ensemble de ressources
- Un agent i possède une fonction de coût $f^{(i)}$ qui ne dépend que de l'ordonnancement de ses tâches

Ordonnancement multi-agent

- Un ordonnancement “globalement” optimal (qui maximise l'utilité totale par exemple) pourrait ne pas correspondre à la meilleure solution d'un agent (ordonnancement inéquitable).
- Toute solution doit résulter d'un processus de décision dans lequel tous les agents sont impliqués dans le processus de décision
- **Question centrale:** Comment définir un ordonnancement fournissant le meilleur “compromis” ?

Échange d'informations 1/3

- Les agents acceptent de partager leurs données/informations (éventuellement avec un coordinateur si cela lui permet d'obtenir une allocation de ressources plus satisfaisante)
- Utilisation de modèles **combinatoires**

Échange d'informations 2/3

- Les agents acceptent non seulement de partager leurs données/informations mais également des transferts d'argent pour compenser les agents qui pourraient être lésés du point de vue de leurs propres objectifs
- Utilisation de modèles de théorie des jeux algorithmique
↳ coopératifs

Échange d'informations 3/3

- Les agents ne souhaitent pas divulguer leurs données (asymétrie d'information)
- Protocoles décentralisés
- Utilisation de **mécanismes d'enchères combinatoires**

Exemples introductifs

- Planification des arrivées d'avions sur une piste atterrissage
- Ordonnancement de paquets dans les réseaux de télécommunications
- Planification des opérations de production et de maintenance

Problème d'ordonnancement

- k agents possédant chacun un ensemble de tâches
- Chaque tâche possède une durée opératoire p_j
- Chaque agent i possède une fonction de coût $f^{(i)}$ qui ne dépend que de l'ordonnancement de ses tâches
- Quelle est la meilleure façon de calculer une allocation des tâches aux ressources ?

Problème multicritère 1/2

Approche ϵ -contrainte

Exemple

Agent 1		Agent 2
J_i	P_i	d_i
1	3	4
2	4	13
3	4	21

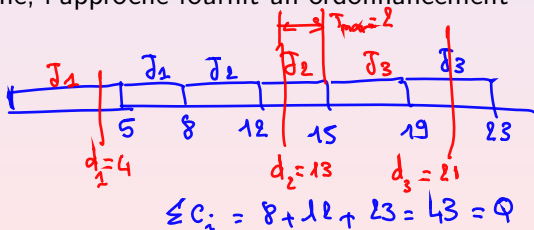
$$f^{(1)} = \sum c_i \leq \Phi$$

$$\Phi = 43$$

$$f^{(2)} = T_{max}$$

- Minimisation de la fonction objectif d'un agent en imposant une contrainte de borne sur la valeur des fonctions objectifs des autres agents
- Pour chaque valeur de borne, l'approche fournit un ordonnancement Pareto optimal
- Exemples

$$\left[f^{(2)} = T_{max} = 2 \right]$$



Problème multicritère 2/2

Autres approches

- Minimisation d'une **combinaison convexe des fonctions objectifs** des agents
- Calcul de **tous les ordonnancements Pareto optimaux**

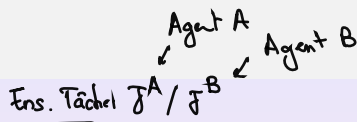
Spécificités 1/2

Préemption

- Préemption classique: toutes les tâches peuvent être préemptées
- Préemption **mixte**: préemption pour les tâches d'un sous-ensemble d'agents

Spécificités 2/2

Ensembles de tâches



- Competition (CO)



- Multicritère (MU)



- Interférence (IN)

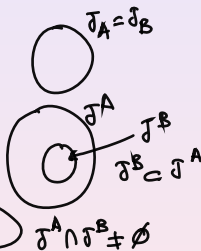


- Non-disjoint (ND)



- Exemples

- Pour aller plus loin:



A. Agnetis, J.C. Billaut, S. Gawiejnowicz, D. Pacciarelli, A. Soukhal.
Multiagent Scheduling: Models and Algorithms, 2014, Springer.

Spécificités 2/2

Ensembles de tâches

(Complexité) Agents A, B

Exemples ① $1 \mid \text{ND}, f_{\max}^B \leq Q \mid f_{\max}^A$
E-contrainte polyn.

Généralisation de Lawler
↑
(Algo Lawler)
 $1 \mid - \mid f_{\max}^{\text{poly}}$

② $1 \mid \underline{\text{CO}}, r_j, c_{\max}^B \leq Q \mid c_{\max}^A$
NP-difficile

③ $1 \mid \underline{\sum w_i^B C_i^B} \leq Q \mid \underline{\sum w_i^A C_i^A}$
NP-difficile

- Competition (CO)
- Multicritère (MU)
- Interférence (IN)
- Non-disjoint (ND)
- Exemples
- Pour aller plus loin:

A. Agnetis, J.C. Billaut, S. Gawiejnowicz, D. Pacciarelli, A. Soukhal.
Multiagent Scheduling: Models and Algorithms, 2014, Springer.

Spécificités 2/2

Ensembles de tâches

- Competition (CO)
- Multicritère (MU)
- Interférence (IN)
- Non-disjoint (ND)
- Exemples
- Pour aller plus loin:
A. Agnetis, J.C. Billaut, S. Gawiejnowicz, D. Pacciarelli, A. Soukhal.
Multiagent Scheduling: Models and Algorithms, 2014, Springer.