

Négociation de la flexibilité dans une approche coopérative pour une prise de décision optimale : le cas de la crise sanitaire

Aïdin Sumic¹, Thierry Vidal¹, Mohamed-Hedi Karray¹

LGP Tarbes, France

asumic@enit.fr thierry.vidal@enit.fr mkarray@enit.fr

Mots-clés : *négociation, planification, coordination, flexibilité, multi-agent*

1 Introduction

La pandémie de Covid19 a mis en évidence les faiblesses du système de santé de chaque pays sévèrement touché, notamment sur : le manque de lits disponibles dans les hôpitaux, le manque de ressources humaines et de ressources matérielles. Bien que des travaux existent dans le domaine de la santé [3]. Ils visent à optimiser l'allocation des ressources et le temps d'attente des patients dans des situations courantes, ou d'urgence, mais pas dans les situations critiques telles qu'une crise sanitaire. En effet, nous pensons que le traitement des problèmes de planification dans un environnement incertain lors d'une crise sanitaire nécessite une approche coopérative capable de fournir une planification dynamique, robuste et flexible. Cela nécessite de prendre en considération : le temps (durée des actions, date des échéances spécifiques), les ressources (lit, machine, personnel qualifié, etc), les incertitudes (durée des opérations, succès des opérations, etc.) et les critères d'optimisation (flexibilité, temps d'attente, etc). Cet article a pour but de présenter une définition simple et homogène de la flexibilité dans une approche coopérative décentralisée basée sur les Simple Temporal Network with Uncertainty (STNU)[5]

2 Etat de l'art

Il existe trois manières d'exprimer l'incertitude dans un modèle [4] : les objectifs du modèle (objectifs des agents), le domaine du modèle (durée des actions, effets des actions, etc.), l'état du modèle (observable, partiellement observable, non-observable).

De plus, notre besoin d'un plan flexible, dynamique et robuste aux incertitudes où certaines décisions doivent encore être prises s'apparente aux techniques proactives limitant le besoin de replanification. [1].

L'utilisation des STNUs répond au besoin d'un plan dynamique, flexible et robuste aux incertitudes temporelles [5]. Ils permettent à travers des points temporels (début et fin d'activité) d'exercer des contraintes entre ces points temporels qui sont des intervalles de valeurs possibles permettant de modéliser l'incertitude et la flexibilité. Une activité est soit contrôlable : l'agent peut modifier sa durée, soit contingente (non-contrôlable) : l'agent dispose d'observations sur l'avancement de l'activité appartenant à l'environnement ou à un autre agent.

Théorème 1 *Un STNU est dynamiquement contrôlable (DC) s'il est toujours possible d'obtenir un plan en temps réel quelle que soit la durée réelle des activités contingentes.*

Une approche coopérative de Briand et al. [2] nous montre à travers une planification de Job-Shop sous incertitude dans un système décentralisé qu'il est possible de maximiser la flexibilité et de minimiser l'incohérence par des fonctions linéaires tout en donnant des premières approches à la négociation de flexibilité entre agents.

3 Notre contribution : vers un modèle de planification basé sur les STNUs

Nous proposons un modèle décentralisé, en représentant les hôpitaux par des agents et leur plan par un STNU contenant des activités soumises à des contraintes. Pour un agent, une activité peut-être contrôlable, contingente car contrôlé par un autre agent ou contingente de son propre environnement : une opération de durée variable non-contrôlable d'un hôpital.

Dans notre approche, nous prenons une définition simple de la flexibilité : la distance temporelle entre la borne supérieure et inférieure de la durée d'une activité C_{ij} (Equation 1 et 2). Comme l'agent n'a pas de contrôle sur une activité contingente, on définit sa flexibilité à 0. Malheureusement, on ne prend pas en compte les contraintes externes de C_{ij} qui affectent ses points temporels i et j qui peuvent diminuer la flexibilité $F(C_{ij})$. Par conséquent, on définit $F_{max}(C)$ l'ensemble de flexibilité possible obtenue par toutes les contraintes externes de C_{ij} qui diminue sa flexibilité de base, pour obtenir une nouvelle définition de $F(C_{ij})$ (Equation 3). Ensuite, on définit la flexibilité d'un agent par la flexibilité globale de son STNU soit : par la somme des flexibilités des activités et par la somme des flexibilités des contraintes d'écart entre les activités (Equation 4).

Pour finir, il est possible de comparer les degrés de flexibilité des agents par F_{degres} , le degré de flexibilité d'un agent, défini par la flexibilité et le makespan C_{max} d'un STNU (Equation 5).

$$F(C_{ij}) = U_{ij} - L_{ij} \quad (1) \quad C_{ij} = [L_{ij}, U_{ij}] \quad (2) \quad F(C_{ij}) = \min(F_{max}(C)) \quad (3)$$

$$F_{agent} = \sum_{i=1}^n F(i) + \sum_{c_{ecart}=1}^m F_{max}(c_{ecart}) \quad (4) \quad F_{degres} = \frac{F_{agent}}{C_{max}} \quad (5)$$

Un agent est amené à négocier de la flexibilité lorsque son STNU n'est plus DC. Il identifie alors les cycles négatifs à l'origine de cette non-contrôlabilité dynamique afin de négocier sur chacun d'entre eux, de la flexibilité à travers les différentes activités contingentes des cycles négatif. Ou bien, lorsque des activités sont faibles en flexibilité et donc sensibles aux moindres perturbations. Il négocie donc sur des contingentes ayant des contraintes avec ces activités.

4 Conclusion

Nous proposons une approche décentralisée basé sur les STNUS pour représenter un système hospitalier où chaque agent est un hôpital avec son propre plan (STNU). Nous proposons une définition simple de la flexibilité d'un STNU à travers la flexibilité de ces activités et contraintes et un début de réponse à la négociation de flexibilité entre agents.

Références

- [1] Julien Bidot, Thierry Vidal, Philippe Laborie, and J Christopher Beck. A theoretic and practical framework for scheduling in a stochastic environment. *Journal of Scheduling*, 12(3) :315–344, 2009.
- [2] Cyril Briand, Samia Ourari, and B Bouzouiai. A cooperative approach for job shop scheduling under uncertainties. In *CDM*, pages 5–15, 2008.
- [3] Anke K Hutzschenreuter, Peter Bosman, and Han La Poutré. A computational approach to patient flow logistics in hospitals. *Eindhoven University of Technology*, 2010.
- [4] Cyrille Martin. *Composition flexible par planification automatique*. PhD thesis, Université de Grenoble, 2012.
- [5] Paul Morris, Nicola Muscettola, Thierry Vidal, et al. Dynamic control of plans with temporal uncertainty. In *IJCAI*, volume 1, pages 494–502, 2001.