

Planification d'interventions chirurgicales : heuristiques de construction et d'amélioration

Chahinez Arezki¹, Jean-Paul Boufflet¹, Lahcene Mezouari¹, Aziz Moukrim¹

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, CNRS, Heudiasyc UMR 7253, CS 60
319, 60 203 Compiègne cedex

{chahinez.arezki, jean-paul.boufflet, lahcene.mezouari, aziz.moukrim}@hds.utc.fr

Mots-clés : *Algorithme de listes, ordonnancement, heuristiques.*

1 Introduction

Les systèmes de soins font face à une demande croissante dans un environnement soumis à des contraintes budgétaires difficiles. L'accès à des services de santé de qualité est devenu un enjeu majeur. L'utilisation de la recherche opérationnelle dans le domaine de la santé s'est considérablement développée au fil des ans [1][2] car dans de nombreuses situations pratiques il s'agit de fournir des outils d'aide à la décision ou d'optimiser l'utilisation de ressources limitées.

Nous nous intéressons au problème dit d'admission tel que défini dans [3], il s'agit de planifier les interventions chirurgicales de patients sur un horizon de trois mois. Une intervention chirurgicale sur un patient requiert un bloc opératoire et un chirurgien. Un patient est modélisé comme une activité, l'intervention chirurgicale, qui peut être réalisée selon plusieurs modes, qui sont eux-mêmes définis comme des couples de ressources (chirurgien, bloc opératoire). L'objectif est de planifier un ensemble de patients $p \in \mathcal{P}$ sous contraintes de ressources car tous les patients partagent les mêmes ressources \mathcal{R} . Pour chaque activité i , un ensemble de modes réalisables \mathcal{M}^i est défini et un seul doit être utilisé. Chaque mode $m \in \mathcal{M}$ a une durée d'activité qui dépend du couple de ressources car la durée d'une intervention chirurgicale sur un patient p dépend du chirurgien et du bloc opératoire.

Les considérations médicales et pratiques induisent plusieurs types de contraintes de temps. Chaque patient a une heure de début au plus tôt, une date d'échéance définie pour refléter une priorité médicale et une date limite. La date de début de l'intervention chirurgicale de patient p est strictement inférieure à la date limite.

La disponibilité de chaque ressource est donnée par des intervalles de temps. Ils correspondent aux disponibilités des chirurgiens ou aux heures d'ouverture des blocs opératoires dans les jours et semaines de l'horizon de planification.

La fonction objectif considérée dans [3] est une somme pondérée de trois termes. Un terme évalue les patients non planifiés. Pour les patients planifiés, un terme évalue le temps d'attente de chaque patient p en fonction de la date d'échéance et la date limite de p et un terme évalue spécifiquement les interventions chirurgicales sur les enfants dont les interventions doivent être planifiées le plus tôt possible.

2 Approche proposée

Une heuristique de résolution ACI (*Adaptive Construct and Improve algorithm*) a été proposée par [3] pour ce problème de planification d'interventions chirurgicales. L'heuristique utilise une population de solutions et alterne entre la construction d'une nouvelle solution et l'amélioration d'une solution existante. Les phases de construction et d'amélioration sont gérées par un mécanisme d'apprentissage en ligne.

Nous proposons une heuristique de construction 2PSC (*Two Priorities Scheduling Construction*) qui utilise deux listes de priorités, une sur les patients à planifier et l'autre sur l'ensemble des modes d'exécutions de chaque patient. L'idée générale est d'incrémenter le temps et de choisir le prochain patient à insérer. L'instant de planification du prochain patient est déterminé en considérant les temps minimum de fin des activités placées. Le patient non encore planifié le plus prioritaire est sélectionné en considérant la date d'échéance la plus petite et le mode d'exécution induisant le plus petit temps d'exécution tout en vérifiant les contraintes de disponibilité de ressources et la date limite d'exécution du patient. Planifier les interventions chirurgicales des enfants le matin est un critère important de la mesure de la qualité d'une solution. Nous proposons une méthode d'amélioration CHI (*Child Improvement Heuristic*) que nous appliquons aux solutions de l'heuristique de construction 2PSC. L'idée est de re-planifier les interventions chirurgicales des enfants en tenant compte de tous les patients planifiés. L'heuristique de résolution proposée 2PSC-CHI utilise un opérateur de voisinage local qui consiste à explorer les séquencements des patients de même valeur de date d'échéance.

3 Résultats

Un générateur d'instances a été proposé par [3]. Les instances sont construites sur la base des ressources réelles d'un service de chirurgie (Bærum Sykehus, Norvège). Pour des raisons de confidentialité les patients sont générés. Le tableau ci-dessous synthétise quelques résultats obtenus pour les instances où tous les patients peuvent être planifiés. La borne inférieure, colonne *LB*, est obtenue par la relaxation des contraintes du PLNE proposé dans [3] et la colonne ACI reporte les résultats de l'heuristique proposée par les auteurs. La colonne 2PSC-CHI reporte les résultats d'une exécution de l'heuristique que nous proposons. Le Gap est calculé relativement à *LB*.

Instances	LB	ACI	Gap (%)	2PSC-CHI	Gap(%)
a728_01	16,06	21,58	34,35	21,04	30,99
a728_02	16,93	22,83	34,87	19,69	16,32
a728_03	16,87	24,52	45,32	22,78	35,03
a728_04	16,48	21,97	33,33	20,60	25,02
a728_06	16,52	23,56	42,59	22,46	35,95
a728_07	16,37	22,73	38,86	21,68	32,43
a728_09	17,84	24,83	39,18	20,67	15,88
a728_10	17,84	24,48	37,19	20,50	14,89

Nous avons strictement amélioré toutes les instances où tous les patients sont planifiés et pour trois instances le *Gap* a été divisé par 2. Nous explorons d'autres approches de résolution pour améliorer nos résultats.

Remerciements

Ces travaux sont financés par la Région Hauts-de-France, le Fond Européen de Développement Économique Régional (FEDER) dans le cadre du projet régional HYGIE et l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du projet OIILH (Réf. ANR-18-CE19-0019).

Références

- [1] Sally Brailsford and Jan Vissers. Or in healthcare : A european perspective. *European Journal of Operational Research*, 212(2) :223 – 234, 2011.
- [2] Abdur Rais and Ana Viana. Operations research in healthcare : A survey. *International Transactions in Operational Research*, 18(1) :1–31, 2011.
- [3] Atle Riise, Carlo Mannino, and Edmund K. Burke. Modelling and solving generalised operational surgery scheduling problems. *Computers Operations Research*, 66 :1–11, 2016.