

Éléments de Prospective 2024-2030

GDR Recherche Opérationnelle

27 mai 2022

Y a-t-il eu des évolutions significatives de votre domaine (couvert par votre GDR) au cours des 5 dernières années ?

Comme beaucoup de domaines de l'informatique, la massification des données a induit de nombreux travaux ayant pour but de mêler apprentissage et optimisation pour la prise de décision (hybridations RO/IA/ML)

- l'utilisation du ML (Machine Learning) au sein des algorithmes d'optimisation combinatoire: pour apprendre à produire de bonnes solutions (heuristiques), dans les algorithmes classiques comme les métaheuristiques ou les méthodes Black-Box pour apprendre à ajuster les paramètres de ces méthodes, au sein des méthodes de recherche de solutions optimales (branchement, ajout d'inégalités ou de colonnes, arrondis)
- Formalisation et exploitation des liens entre apprentissage par renforcement et programmation dynamique stochastique
- Utilisation du machine learning pour l'apprentissage de modèles décisionnels afin de manipuler un grand nombre de paramètres pour contrôler le comportement décisionnel ciblé.
- Inversement, l'amélioration des techniques d'apprentissage automatique grâce aux algorithmes d'optimisation combinatoire ou continue non-linéaire.

D'autres sujets plus théoriques ont également animé notre communauté.

- les "width parameters" des graphes comme la notion de twin-width avec des avancées sur les graphes planaires.
- Une question ouverte depuis 35 ans sur l'approximation des problèmes de voyageur de commerce a été résolue (améliorations du rapport d'approximation $3/2$), et un autre sur l'approximation du TSP asymétrique.
- les avancées autour de la programmation mathématique non-linéaire, notamment quadratique, permettent à présent de résoudre de nombreux contextes de problèmes pour des tailles significatives. De nombreux projets universitaires en optimisation continue ou combinatoire témoignent de ces avancées.
- la résolution de problèmes d'optimisation robuste multi-étapes avec recours entiers

Quelles thématiques (actuelles et futures) au sein de votre domaine vous paraissent prioritaires pour 2024-2028 ?

- Considérer la prise de décision collective au sein des problèmes combinatoires à partir des apports récents sur le choix social computationnel et l'utilisation de mécanisme de décision collective prenant en compte les préférences de différents agents
- l'élicitation adaptative de modèle décisionnel pour s'adapter aux préférences du décideur et lui recommander une solution optimale adaptée.
- L'utilisation des solveurs entiers (linéaires et non-linéaires) est devenue un enjeu industriel majeur. Il est à regretter que l'essentiel de l'offre logiciels est tout à la fois privée et non libre. L'enjeu de produire des solveurs libres, pouvant passer à l'échelle des besoins industriels reste un enjeu important qui demande une coopération avec les opérateurs d'état et les industriels.
- Résoudre, en optimisation sous incertitude, les problèmes de découverte d'information, dans lesquelles certaines variables de décision modélisent l'exploration de l'incertitude.

- Passage à l'échelle, méthodes hybrides IA/RO, décomposition et approximation pour des problèmes d'optimisation intégrés complexes ordonnancement/planification/transport.

Y a-t-il des nouvelles thématiques émergentes à soutenir pour 2024-2028 ?

- Informatique quantique pour l'algorithmique de l'optimisation: de premières approches ont permis d'élaborer des méthodes d'optimisation basées sur les principes de l'informatique quantique. Il s'agit à présent de passer à l'échelle ces méthodes et de créer des opérateurs quantiques adaptés aux problèmes classiques de RO : graphes (coloration, chemins hamiltoniens), ordonnancement, affectation...
- Intersection entre théorie des jeux, multi-agent learning, optimisation et aide à décision. pour des systèmes complexes dynamiques, en équilibre où décisions, données, et résultats de calcul s'entremêlent.

Quelles problématiques venant d'autres disciplines génèrent de nouveaux verrous scientifiques dans votre domaine ?

- Pour, entre autres, les questions écologiques et autour de la santé, une question forte pour la recherche opérationnelle est la prise en compte de modèles globaux prenant en compte l'ensemble de ces contextes complexes où interviennent des domaines en évolution constante: climatologie, économie, médecine, mais aussi SHS (sociologie). Il serait intéressant de créer des ouvertures pluridisciplinaires autour des enjeux de l'optimisation, en relation avec l'exploitation des données (sources multiples épidémiologique, bio-médicales, administratives). La conception de tels systèmes nécessite des horizons de plusieurs dizaines d'années, nécessitant des prévisions sujettes à haut degré d'incertitude que les approches de RO peuvent tenter de cerner en collaboration avec les autres disciplines.

Quels sont les grands enjeux sociétaux sur lesquels vos thématiques peuvent jouer un rôle dans la période 2024-2028 ?

Un des grands projets d'évolution de la RO est la prise en compte des enjeux écologiques et de la transition énergétique.

- En transport et réseaux: prise en compte de nouvelles contraintes avec des enjeux environnementaux et sociétaux (circuit court, ZFE...) de nouveaux modes de transport (vélos, drones, véhicules électriques, véhicules partagés); réduire les pertes énergétiques/minimiser la consommation des réseaux dans un contexte de virtualisation et de programmabilité des réseaux.
- En transition énergétique: faciliter l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique avec une meilleure prise en compte de leur intermittence par des approches robustes et stochastique. Concevoir des systèmes énergétiques moins carbonés. Résoudre de nouvelles problématiques de répartition et gestion de structure de recharge de batteries.
- La crise climatique amène à poser des questions fortes comme la remise en cause de nos modes de vie de société ou professionnel comme par exemple la sobriété numérique pour les entreprises ou les chercheurs
- En santé, et dans d'autres secteurs de services, prendre en compte les nouveaux modes d'organisation et avec ressources critiques et demandes personnalisées et améliorer la prise en compte des aspects humains à la fois pour le personnel au travail et les patients/usagers dans l'organisation et les plannings.
- Le problème de l'éthique dans la conception d'artefacts autonomes d'aide à la décision : L'éthique propose des spécifications sur la qualité des résultats à prendre en compte dès la conception de l'algorithme à coté de préoccupations d'efficacité algorithmique. Par exemple est-ce que la neutralité ou une certaine notion d'équité est respectée ? (problématique partagée avec l'IA). En relation, prise en compte de problématiques d'acceptabilité et d'explicabilité.