

Royaume du Maroc

Haut-Commissariat au Plan

Institut National de Statistique
et d'Economie Appliquée

INSEA

CEDoc SIDD



المملكة المغربية

المنذوبية السامية للتخطيط

المعهد الوطني للإحصاء
والاقتصاد التطبيقي

CENTRE D'ETUDES DOCTORALES
Sciences, Ingénierie et Développement Durable
CEDoc SIDD

LABORATOIRE SI2M

FORMATIONS DOCTORALES

SYSTEMES D'INFORMATION, SYSTEMES
INTELLIGENTS
ET
MATHEMATIQUES APPLIQUEES

Liste des sujets

Novembre 2022

V2

SYSTEMES D'INFORMATION

SYSTEMES D'INFORMATION 1: DIGITAL TWINS AND BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT

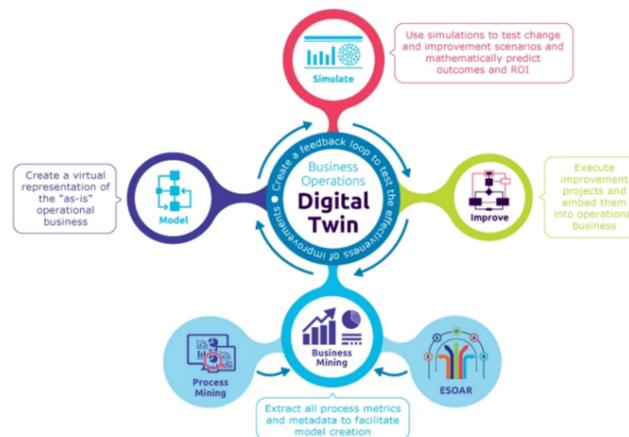
Pr. Rajaa Saidi, r.saidi@insea.ac.ma

Presentation

A digital twin describes a digital representation of a physical object. With this in mind, any business can create a digital copy of their processes to drive positive change. So, this should be one of the first steps to business process transformation for a business.

Digital twins are not only able to transform the efficiency of current business processes; they can also help organizations reimagine their operating models to adapt to the changing circumstances.

'Process mining' (or 'process intelligence') and 'digital twins' are two complementary but fundamentally very different analysis techniques used in process assessment and improvement, as well as in improvements of product and stock flows. Process mining is a look back at the past, to understand how the process has been executed to date, its challenges, and as a side benefit yields some relevant MI to help measure cost of the as-is. On the other hand, a digital twin is a forward-looking view providing the future landscape under certain conditions and helps desensitise parameters - allowing trial and error optimisation of the supply chain to take place without any physical changes in the real world. When combined, these approaches can deliver significant benefits to supply chain transformation and cost reduction efforts.



Thesis objectives

The 1st year will be concerned with a state of the art of the field which will make it possible to position the problem in relation to the existing one. A first formulation of a proposal will be made at the end of the first year. The state of the art resulting from this 1st year will be submitted to national conferences and/or workshops. The proposal will be completed and submitted for validation during the 2nd year. Validation will be done through submissions to international conferences and workshops, in the field, with a reading committee. The 3rd year will be devoted to validation through recognized and indexed journals and to writing the dissertation.

Key words: BPM, BPMN, Process Mining, Digital Twin, Business Process Improvement

References

- [1] <http://www.bpmn.org>
- [2] W.M.P. Van der Aalst, "Process Mining; The Missing Link" in Process mining: data science in action, NY: Springer, 2016, ch.2, pp. 7-10. (https://www.researchgate.net/publication/301335807_Process_Mining_The_Missing_Link)
- [3] <https://www.capgemini.com/dk-en/2022/05/digital-twins-and-business-process-transformation/>

SYSTEMES D'INFORMATION 2 : MICROSERVICES ARCHITECTURE IN DEVOPS

Pr. Maryam RADGUI
m.radgui@insea.ac.ma

A microservices architecture is a type of application architecture where the application is developed as a collection of services [1][2]. It provides the framework to develop, deploy, and maintain microservices architecture diagrams and services independently.

Recently, in order to decrease the development cycles and ensure continuous delivery, many organizations are now adopting DevOps as a new practice aimed at unifying software development and operations [6].

DevOps is integral to the microservices architecture because it enables developers and IT operations to work closely together to deliver higher quality software much faster. DevOps benefits developers by giving them insight into the production environment in which their software will run, improving software quality.

Nowadays, microservices architecture and DevOps can be merged to create synergy for software development. Indeed, microservices architecture is promising to solve many of the problems associated with monolithic software architectures in companies [3]. Microservices may bring additional productivity to DevOps by embracing a common toolset, which can be used for both development and operations [4][5]. In the context of implementing DevOps, among the main problematics in this field, is the software architecture that can be a real key barrier.

In this sense, this research work aims to address the architectural challenges, and the new challenges associated with the increased number of services, evolving contracts among services, technology diversity, and software testing.

Keywords: DevOps, microservices architecture, services, Continuous integration, continuous delivery, testing, Agile.

References

1. Muhammad Waseem, Peng Liang, Mojtaba Shahin, A Systematic Mapping Study on Microservices Architecture in DevOps, Journal of Systems and Software, August 2020
2. Microservices architecture enables devops: Migration to a cloudnative architecture, A Balalaie, A Heydarnoori, P Jamshidi – IEEE Software, 2016
3. M Waseem, P Liang, Microservices architecture in DevOps, 24th Asia Pacific Software Engineering Conference Workshops (APSECW), 2017
4. L Chen, Microservices: architecting for continuous delivery and DevOps, IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), 2018
5. Brandon T. Klein; Gerald J. Giese; Jayson C. Lane; John G. Miner; John J. Jones; Otoniel Venezuela, An Approach to DevOps and Microservices, 2018
6. Davide Taibi, Valentina Lenarduzzi & Claus Pahl, Continuous Architecting with Microservices and DevOps: A Systematic Mapping Study, Communications in Computer and Information Science book series (CCIS, volume 1073), August 2019

SYSTEMES D'INFORMATION 3 : TOWARD SOCIAL NETWORK ANALYSIS **APPROACH USING PROCESS MINING**

Pr. Maryam RADGUI
m.radgui@insea.ac.ma

Social network analysis (SNA) is a core pursuit of analyzing social networks today. In addition to the usual statistical techniques of data analysis, these networks are investigated using SNA measures. It helps in understanding the dependencies between social entities in the data, characterizing their behaviors and their effect on the network as a whole and over time [4] [5].

Social network analysis can be applied in several area, for example, recently, online learning has been progressively adopted by a lot of educational practices which raise many questions about assessing the learners' engagement, collaboration, and behaviors in the new emerging learning communities. The problematic is to assess the use of community detection techniques in analyzing the network's structure in online learning environments.

In this sense, Process mining techniques enables organizations to uncover their actual processes, provide insights, diagnose problems, and automatically trigger corrective actions [1]. The combination of process modeling and analysis with the event data present in today's information systems provides new means to tackle compliance and performance problems [1].

Process discovery is one of the process mining techniques. The result of process discovery can help to discover more social network patterns in BPM area [3] in different field based in real event log. The purpose is to highlight the need to include automated community discovery techniques in special field (example: online learning environments) to facilitate and enhance their use as well as the urge for further advance research to uncover a lot of hidden opportunities [2].

Therefore, this research work aims to address the social network analysis problematic using process mining techniques. It aims also to help demonstrate social networks discovered from real log files in order to analyze their users' interactions patterns. It is interesting also to show the potential of process mining techniques in improving user's practices and decisions and in utilizing the massive amount of data generated from interacting with those environments.

Keywords: Process mining, social network analysis, social network, community, Event data, Process modeling, Process discovery.

References:

1. WMP van der Aalst, Process mining: a 360 degree overview, Process Mining Handbook, - Springer, 2022
2. H AlQaheri, M Panda, An Education Process Mining Framework: Unveiling Meaningful Information for Understanding Students' Learning Behavior and Improving Teaching Quality - Information, 2022
3. S Yassine, S Kadry, MA Sicilia, Detecting communities using social network analysis in online learning environments: Systematic literature review, WIREs Data Mining and Knowledge Discovery, 2022
4. Shazia Tabassum, Fabiola S. F. Pereira, Sofia Fernandes, João Gama, Social network analysis: An overview, WIREs Data Mining and Knowledge Discovery, April 2018
5. Amin Jalali, Supporting Social Network Analysis Using Chord Diagram in Process Mining, Part of the Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP, volume 261), September 2016

SYSTEMES D'INFORMATION 4 : BLOCKCHAIN SOLUTIONS FOR BIG DATA CHALLENGES

Pr. Maryam RADGUI **Pr. Safae CHERDAL**
m.radgui@insea.ac.ma safaecherdal@gmail.com

A blockchain is a distributed database that is shared among the nodes of a computer network. As a database, a blockchain stores information electronically in digital format. The innovation with a blockchain is that it guarantees the fidelity and security of a record of data and generates trust without the need for a trusted third party. In a simple way, Blockchain is a system of recording information in a way that makes it difficult or impossible to change, hack, or cheat the system.

Some companies have already incorporated blockchain, for example, IBM has created its Food Trust blockchain to trace the journey that food products take to get to their locations. There are many other forms of blockchain implementation in many fields such as Banking and Finance, currency, healthcare, property records, supply chains, e-voting...

In the other side, Big Data is one of the fastest growing sectors in the world. Every business wants to get insights into usage patterns of their consumers. Massive datasets are thereby analyzed using advanced statistical models and data mining. Big data can be analyzed for insights that lead to better decisions and strategic business moves and make quicker and better decisions that help them drive profitability. Companies that are dealing with large datasets should ensure that the data are clean, secure, and not been modified and come from an authentic source. They must make sure that the latest version is synchronized among all of the data centers in real time. It should also be ensured that these data are accessible. Securing and interpreting such large amounts of information is not an easy task.

In this context, Blockchain could be seen as an ideal solution to address many of the challenges of Big Data management and analytics. Blockchain technology has three essential properties: Decentralization, Immutability, and Integrity. The combination of blockchain technology and Big Data could deliver several interesting opportunities. There are several ways blockchain may be of help for Big Data management especially data analytics (Strengthen data security, Enhanced data quality, Fraud prevention, Streamlining of Big Data, Facilitate data access, Real time insights ...).

The topic's main questions that this research work should answer is: How Blockchain Techniques are applied to address Big Data challenges? How can the marriage of big data and blockchain techniques be profitable and beneficial for different business sectors around the world?

Keywords: Blockchain, Decentralization, Security, Integrity, Big Data, Data Analytics, Data storage, Data Science, Big Data Management, Business Strategy, Valuable Data...

References:

1. DEEPA, Natarajan, PHAM, Quoc-Viet, NGUYEN, Dinh C., & al. A survey on blockchain for big data: approaches, opportunities, and future directions. Future Generation Computer Systems, 2022.

2. HASAN, Mohammad Kamrul, et al. Blockchain technology on smart grid, energy trading, and big data: security issues, challenges, and recommendations. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, vol. 2022.
 3. MUHEIDAT, Fadi, PATEL, Dhaval, TAMMISSETTY, Spandana, et al. Emerging Concepts Using Blockchain and Big Data. *Procedia Computer Science*, 2022, vol. 198, p. 15-22.
 4. SHOWKAT, Sadia & al. Integration of Big Data, Machine Learning, and Blockchain Technology. In : *Machine Learning Adoption in Blockchain-Based Intelligent Manufacturing*. CRC Press, 2022.
 5. GUO, Wei et YAO, Kai. Supply Chain Governance of Agricultural Products under Big Data Platform Based on Blockchain Technology. *Scientific Programming*, 2022, vol. 2022.
 6. LI, Hongping, LUO, Jun, et ZHOU, Guangzhu. Application of blockchain technology based on big data analysis in sustainable agriculture. *Agronomy Journal*. <https://doi.org/10.1002/agj2.21105>
-

SYSTEMES D'INFORMATION 5 : L'UTILISATION DE LA GÉNÉRATION DES IMAGES À PARTIR DE LA PAROLE COMME TECHNOLOGIE D'ASSISTANCE

Pr. Kaoutar El Hari

Bref résumé du sujet de recherche :

Dans notre société, il existe certaines personnes qui n'arrivent pas à comprendre la parole humaine mais qui par contre comprennent très bien le sens donné par une image. C'est d'ailleurs pour cette raison que la communication par échange d'images a été longuement utilisée pour les gens qui n'arrivent pas à parler ou à utiliser le langage des signes d'une part et pour ceux qui n'arrivent pas à comprendre la signification de la parole du langage humain d'autre part.

Afin de faciliter cette communication pour cette classe de personnes, ce sujet voudrait mettre en place ou explorer l'existence d'un système de génération d'images à partir de la parole (*picture generator from speech*) qui servira comme support à usage quotidien à ces gens leur facilitant ainsi l'interaction sociale.

Méthodologie.

1. Etat de l'art des systèmes de génération d'images à partir de la parole.
 2. Etude de la synthèse de l'état de l'art pour voir s'il y a (a) déjà ou pas (b) un système qui est adapté à l'idée du sujet tout en prenant en considération ses exigences.
 3. Mise en place d'une plateforme selon le résultat (a) ou (b) de l'étape précédente qui servira d'outil d'assistance technologique à cette classe de personnes.
-

SYSTEMES INTELLIGENTS

SYSTEMES INTELLIGENTS 1 : SUSTAINABILITY TRACKING AND ESG IMPACT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACHES

Pr. Imade Benelallam, i.benelallam@insea.ac.ma
M. Youcef Rahmani Oxford UK

Financement : Bourse mensuelle intéressante pour un doctorant dédié à ce sujet de recherche

Le sustainability se focalise sur l'impact de l'entreprise sur l'environnement et la société. L'approche sustainability est une approche où on s'intéresse au risque qui est posé à l'entreprise, mais on regarde également l'impact de l'entreprise sur la société et l'environnement. C'est l'« inside out approach », aussi appelé « double matérialité ». C'est la vision portée par la réglementation UE. C'est important, car on ne regarde plus uniquement l'impact direct d'un risque ESG sur la valeur de l'entreprise, mais on regarde aussi comment l'entreprise impacte l'extérieur.

Il y a une troisième étape dans la sustainability qui est la triple matérialité, ou « context based materiality ». Cette approche vise à se fonder sur les planetary thresholds (seuils planétaires) pour avoir une idée de l'impact d'une entreprise sur l'environnement. Avec cette approche, l'idée c'est qu'une entreprise ne se contente pas uniquement de dire « cette année nous avons pollué tant », mais plutôt « cette année nous avons pollué tant et voici le seuil à partir duquel la pollution devient nocive ». Avec des benchmarks fixés par la science, cela permet aux parties prenantes de mieux se rendre compte de l'impact de l'entreprise sur la société.

L'utilisation des données satellitaires et géographiques a permis ces dernières années de mieux affiner les mesures d'impact ESG des entreprises et des Etats. Ces données, combinées aux nouvelles technologies basées sur Intelligence Artificielle apportent une importante valeur ajoutée dans le calcul de risque ESG pour plusieurs raisons : (a) elles permettent de mieux révéler la vérité terrain des activités exercées par les institutions et leur impact sur l'environnement, (b) de proposer de l'analyse en temps réel et scalable, (c) de renforcer l'objectivité et la crédibilité des indices ESG à fournir, etc. L'objectif de cette thèse c'est donc de rebondir sur les récentes méthodes de l'état de l'art en matière d'Intelligence Artificielle et de Traitement d'Image afin d'extraire un maximum d'insights sur de la data brute. Le candidat évoluera au sein d'une équipe dynamique aux compétences multiples, composés entre autres, d'experts en Intelligence Artificielle et d'analystes ESG.

Pour les besoins de cette thèse, le candidat devra maîtriser différentes techniques de traitements d'image basées notamment sur les Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN). Il sera en effet question de mettre au point, dans un premier temps, des modèles de classification d'image, de détection de patterns et de segmentation d'image en vue, pour un second temps, d'identifier des possibles anomalies et les risques liés à la pollution de l'air et de l'eau, la gestion des déchets, l'analyse de la congestion routière,... Afin d'éviter les problèmes en relation avec le manque de données et garantir la généralisation des modèles, des connaissances sur les Réseaux Antagonistes Génératifs (GANs) seraient aussi appréciées.

Références :

- Yang, Z., & Broby, D. (2020). Sustainable Finance : AI Applications in Satellite Imagery and Data (σσ. 1–23). Ανακτήθηκε από University of Strathclyde website: <https://strathprints.strath.ac.uk/73828/>
- Burke, M., Driscoll, A., Lobell, D. B., & Ermon, S. (2020). Using satellite imagery to understand and promote sustainable development. doi:10.48550/ARXIV.2010.06988
- Albert, A., Kaur, J., & Gonzalez, M. (2017). Using convolutional networks and satellite imagery to identify patterns in urban environments at a large scale. doi:10.48550/ARXIV.1704.02965
- Abady, L., Barni, M., Garzelli, A., & Tondi, B. (2020). GAN generation of synthetic multispectral satellite images. Στο L. Bruzzone, F. Bovolo, & E. Santi (Επιμ.), Image and Signal Processing for Remote Sensing XXVI (τ. 11533, σ. 115330L). doi:10.1117/12.2575765
-

SYSTEMES INTELLIGENTS 2: MODÈLES D'ÉVALUATION DES RISQUES DE LA SÉCURITÉ DU RÉSEAU WBAN/WLAN DANS LE DOMAINE MÉDICAL

**Pr Mohamed Nabil SAIDI
Dr. Bouchra HONNIT**

L'internet des objets peut être vu comme un réseau "universel" et global capable de connecter et de faire communiquer tous types d'objets (de la vie quotidienne ou autre). Les applications ou services associés à l'IOT sont spécifiques à un domaine (médicale, transport, ville intelligente, énergie, télé-surveillance. . .).

Dans le domaine médical, les WBAN (Wireless Body Area Networks) seront une composante majeure de l'Internet des Objets et sont généralement associés au concept "d'hôpital intelligent" (Medical BAN) ou de ville intelligente ("smart city"). Ce type de réseaux est constitué de capteurs sans fil (ZigBee802.15.4, Bluetooth) associé au corps humain et sur lesquels s'appuient une multitude de services critiques (télé diagnostique, télé mesure, alertes. . .) poseront un certain nombre de défis tels que :

- La transparence des communications intra et inter réseaux (WBAN et autres) et la gestion des interférences inter WBAN ;
- La confidentialité ainsi que l'intégrité des données.

Les WBAN constituent le premier saut dans la chaîne de communication qui relie les capteurs WBAN aux serveurs applicatifs (réseau qui connecte les capteurs au nœud passerelle ou "sink" node). Le deuxième saut est constitué du réseau (ex. WLAN) qui connecte le nœud passerelle ou "sink" node à la station de base. Le troisième saut du réseau (ex. LTE) connecte la station de base aux serveurs applicatifs.

Si nous considérons le premier saut, il repose généralement sur une topologie en étoile avec un nœud central ("sink" node) pour la collecte et l'agrégation des données qui joue le rôle de passerelle avec le réseau de transport. Cette topologie en étoile ou "client-serveur" doit s'adapter pour évoluer vers une architecture fortement distribuée ou hybride sécurisée.

En se basant sur ce qui précède, il est nécessaire de définir et proposer des modules d'évaluation de risque, protocoles de routage et architectures basés sur des modèles multi-couches ("cross layer") et pair à pair (P2P). Ces modèles devront prendre en compte à la fois la sémantique des protocoles de communication spécifiques (ex. au monde médical) et les contraintes de sécurité de niveau applicatif (proxy, antivirus) et de niveau réseau (par feu, IDS).

Dans ce contexte, l'introduction de technologies de virtualisation, des concepts de SDN combinés à des mécanismes de sécurité distribués adaptés permettront de fédérer des réseaux WSN à grande échelle avec une bonne couche de sécurité. Les modèles basés sur l'apprentissage en profondeur et protocoles spécifiques, définis pour les réseaux de distribution de contenus (CDN) pourront être également exploités dans ce contexte pour améliorer la flexibilité, l'agilité et la gestion de ce type de réseaux.

SYSTEMES INTELLIGENTS 3: PROCESSUS D'INTÉGRATION DES ONTOLOGIES :

Pr. Kabbaj Adil

Etude de cas – méta-modèle des ontologies de la plateforme amène l'objectif de cette thèse est de permettre l'intégration de sources de données hétérogènes, et notamment d'alimenter le web de données avec les données issues de différentes ontologies.

SYSTEMES INTELLIGENTS 4 : MODÉLISATION ET ANALYSE STOCHASTIQUE POUR L'ORDONNANCEMENT MULTI-UTILISATEURS DANS LES SYSTÈMES SANS FIL

Pr Mohamed Nabil SAIDI

Pr. Sara Riahi

L'objectif de cette thèse est d'appliquer les outils de la théorie des jeux pour résoudre le problème de l'allocation des ressources et de la gestion du spectre des problèmes pour les futurs systèmes de communication sans fil.

Dans la dernière décennie, la théorie des jeux a été appliquée pour résoudre les problèmes conflictuels en économie et a trouvé des applications importantes dans la politique, la sociologie, la psychologie et le transport. La théorie des jeux a été plus récemment utilisée pour modéliser et analyser les systèmes de communication modernes, tels que le contrôle de puissance dans les systèmes sans fil et le routage dans les réseaux filaires. En outre, il offre une approche structurée à de nombreux problèmes d'allocation de ressources importantes à la radio cognitive, l'accès au spectre dynamique, la conception de signaux, les systèmes sans fil de coopération, la planification et le routage.

Ce travail, vise à inspirer l'analyse et le développement d'un nouveau jeu d'approches théoriques à l'allocation dans les communications sans fil, y compris la théorie de l'information, traitement du signal, la mise en réseau et la tarification pour les services mobiles futures ressources.

L'ordonnanceur, l'organe central dans la station de base, alloue la ressource aux mobiles en tenant compte de paramètres tels que :

- Les conditions de propagation spécifiques à chaque unité de ressource.
- Les volumes de données à transférer/recevoir.
- Les contraintes de qualité de service à respecter.

L'objectif principal est d'étudier et d'optimiser les stratégies de distribution : Des sous-canaux (qui peuvent être les sous-porteuses du système), des débits et des puissances attribués à ces sous-canaux.

Les stratégies qui vont être proposées permettent de mieux exploiter la diversité des liens de transmission pour augmenter les débits des utilisateurs ainsi que d'analyser la possibilité pour plusieurs utilisateurs de transmettre simultanément des données dans un système sans fil.

Les systèmes actuels sont caractérisés par des procédés d'accès multiple où les différents utilisateurs transmettent leurs signaux dans des intervalles de temps. Des méthodes d'allocation des ressources, doivent être proposées et analysés pour une transmission simultanée dans le système sans fil.

Objectifs :

La partie principale du travail doit être consacrée à l'allocation de ressources tout en sélectionnant des critères d'optimisation de l'allocation pertinents en se basant dans un formalisme stochastique, qui présente un outil permettant de comprendre vers quels états convergent un ensemble de partenaires rationnels en situation de concurrence, et en comparant avec l'étude analytique du formalisme de la théorie des jeux.

Mots clefs :

Système sans fil ; allocation des ressources ; maximisation de débit ; modèle d'optimisation multicritère ; phénomène stochastique ; ordonnancement ; équité.

**SYSETEMES INTELLIGENTS 5 : APPRENTISSAGE PROFOND POUR L'EXTRACTION AUTOMATIQUE
DES PROPRIETES SEMANTIQUES DES CODES SOURCE**

Profs. Kadrani, Fonlupt, Benmansour & Guibadj

Il s'agit de l'application des techniques d'apprentissage profond sur des codes sources générées automatiquement avec la Programmation Génétique et ce en vue d'apprendre leurs propriétés sémantiques : qualité, complexité, robustesse ...etc.

Références

- [1] C. Fonlupt, « Solving the ocean color problem using a genetic programming approach », Applied Soft Computing, Vol. 6, pages 1-10, 2001
- [2] A. Mazyad, F. Teytaud, C. Fonlupt. « Monte-Carlo Tree Search for the “Mr Jack” Board Game », in International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications (IJSCAI), 2015.
- [3] M. Segond, D. Robilliard, C. Fonlupt, V. Marion, « Evolutionary Computing for Detection of Retentive Structures in Coastal Waters », Journal of Software volume 1, issue 3, pages 14-23, septembre 2006

MATHEMATIQUES APPLIQUEES

**MATHEMATIQUES APPLIQUEES 1 : PLANIFICATION ET ORDONNANCEMENT DES
OPÉRATIONS CHIRURGICALES**

Prs. R. Benmansour & A. Kadrani

Description du sujet : Pour la plupart des hôpitaux, les bonnes performances et la haute efficacité des salles opératoires jouent un rôle crucial dans l'amélioration des prestations hospitalières et de la qualité des services fournis aux patients. Ainsi, la planification et l'ordonnancement des opérations chirurgicales jouent un rôle essentiel dans l'adéquation efficace de l'offre et de la demande de la chirurgie. Plusieurs facteurs interviennent et rendent compliquée la planification et la programmation de la chirurgie. L'objet de ce sujet de recherche est d'apporter une aide aux responsables du bloc opératoire qui ont besoin de méthodes et d'outils d'aide à la décision pour utiliser efficacement les ressources disponibles tout en prenant en compte les incertitudes liées à ce type de problème (durée de la chirurgie, arrivée de patients supplémentaires urgents, annulations le jour de la chirurgie, etc.).

Profil souhaité :

Les candidats doivent être titulaires d'un Master/Diplôme d'ingénieur en génie industriel, ou en recherche opérationnelle, ou en informatique, ou en mathématiques appliquées.

Les compétences recherchées sont :

- Bon état d'esprit et capacité avérée à faire de la recherche.
- Bonne maîtrise de la langue anglaise.
- Bonne connaissance des méthodes exactes (programmation mathématique, programmation par contraintes, génération de colonnes...) et métaheuristiques.
- Maîtrise d'un langage de programmation : Python, C, etc.

Les références :

- Bouguerra, Afef. (2017). Optimisation et aide à la décision pour la programmation des opérations électives et urgentes.
- Carrasco, Rodrigo & Azar, Macarena & Mondschein, Susana. (2021). Dealing with Uncertain Surgery Times in Operating Room Scheduling. European Journal of Operational Research. 10.1016/j.ejor.2021.09.010.
- Zhu, Shuwan & Fan, Wenjuan & Yang, Shanlin & Pei, Jun & Pardalos, P. (2019). Operating room planning and surgical case scheduling: a review of literature. Journal of Combinatorial Optimization. 37. 10.1007/s10878-018-0322-6.

**MATHEMATIQUES APPLIQUEES 2 : PROBLÈMES D'OPTIMISATION À DEUX
NIVEAUX SEMI-VECTORIEL: EXISTENCE DE SOLUTIONS, DUALITÉ ET
CONDITIONS D'OPTIMALITÉ**

Prof. Kadrani et Aboussoror

Ce sujet de thèse porte sur les modèles d'optimisation bi-niveaux et leurs applications. Les problèmes d'optimisation bi-niveaux sont une sous-catégorie de problèmes d'optimisation mathématique avec contraintes où le deuxième problème (deuxième niveau) est présent dans les contraintes du premier niveau. On s'intéresse en premier lieu à l'étude des deux formulations faibles de ces problèmes dans le contexte semi-vectoriel ou vectoriel.

Soient $F : \mathbb{R}^p \times \mathbb{R}^q \rightarrow \mathbb{R}$, $f : \mathbb{R}^p \times \mathbb{R}^q \rightarrow \mathbb{R}^k$, avec $k \geq 2$, et X et Y deux sous-ensembles non vides de \mathbb{R}^p et \mathbb{R}^q respectivement.

- Formulation faible (ou pessimiste) : Le problème d'optimisation à deux niveaux considéré se formule comme suit:

$$(\mathcal{P}_p) \quad \min_{x \in X} \sup_{y \in \mathcal{M}(x)} F(x, y)$$

où $\mathcal{M}(x)$ est l'ensemble des solutions du problème

$$\mathcal{P}(x) \quad \min_{y \in Y} f(x, y).$$

- Formulation forte (ou optimiste) : Le problème d'optimisation à deux niveaux considéré s'écrit de la façon suivante:

$$(\mathcal{P}_o) \quad \min_{x \in X} \inf_{y \in \mathcal{M}(x)} F(x, y).$$

Les problèmes (\mathcal{P}_p) et (\mathcal{P}_o) sont appelés problèmes de premier niveau, et pour un x donné dans X , le problème $\mathcal{P}(x)$ est appelé problème de second niveau.

L'objet de cette thèse est d'étudier les schémas des dualités en utilisant la conjugaison et les conditions d'optimalité pour ces problèmes. Nous essayons également de donner les conditions suffisantes assurant l'existence de solutions et d'étendre cette étude à d'autres espaces topologiques.

Bibliographie

- [1] A. Aboussoror, S. Adly and S. Salim (2019). *An extended conjugate duality for generalized semi-infinite programming problems via a convex decomposition*. Optimization. 69. 1-20. 10.1080/02331934.2019.1655739.
- [2] A. Aboussoror, S. Adly, and E. F. Saissi (2017). *An extended Fenchel-Lagrange duality approach and optimality conditions for strong bilevel programming problems*, SIAM Journal on Optimization, Vol. 27(2), 1230-1255.
- [2] A. Aboussoror (2002). *Weak bilevel programming problems: Existence of solutions*, Adv. Math. Res. 1, 83-92, Hauppauge, New York.
- [3] K. Shimizu Aiyoshi, Y. Ishizuka and J. F. Bard (1997). *Non differentiable and two-level mathematical programming*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

MATHEMATIQUES APPLIQUEES 3 : CROWDSOURCED LAST MILE DELIVERY: TIRER PROFIT DES « LIVRAISONS PARTICIPATIVES ».

Prs. : R. Benmansour, F. Riane et I. Krimi.

Thématique : Mobilité Urbaine et Logistique du dernier Km.

Bourse : CNRST – OCP dans le cadre du APR&D multithématique – Projet MILEX (5600Dhs/mois)

Description du sujet : L'émergence du commerce électronique au cours des dernières années, conjugué au changement des modes de consommation, ont créé un besoin accru de distribution omnicanale efficace et réactive pour relever le défi du dernier kilomètre. Pour faire face à ces défis, tout en restant rentables et compétitives, les entreprises adoptent continuellement des stratégies ou des modèles économiques innovants. A ce titre, certaines entreprises expérimentent, pour la livraison, l'utilisation du modèle commercial de l'économie de partage ou "Crowdsourced Logistics" (CSL). L'objectif de cette recherche est de comparer l'efficacité de Crowdsourced Logistics en tant que mode de livraison du dernier kilomètre à celle des modes de livraison traditionnels, de proposer des solutions mathématiques / algorithmiques d'optimisation de la planification des livraisons en tirant profit des capacités de transport non utilisées.

Compétences

- En génie industriel et logistique
- En mathématiques appliquées
- En recherche opérationnelle
- En informatique et programmation
- Logiciels de: programmation linéaire, simulation, etc.

Références

1. Chen, Wenyi, Martijn Mes, and Marco Schutten. "Multi-hop driver-parcel matching problem with time windows." *Flexible services and manufacturing journal* 30.3 (2018): 517-553.
2. Chen, Ping, and Stanislav M. Chankov. "Crowdsourced delivery for last-mile distribution: An agent-based modelling and simulation approach." *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. IEEE, 2017.
3. Huang, Kuancheng, and Muhammad Nashir Ardiansyah. "A decision model for last-mile delivery planning with crowdsourcing integration." *Computers & Industrial Engineering* 135 (2019): 898-912.
4. Faugere, Louis, and Benoit Montreuil. "Hyperconnected city logistics: smart lockers terminals & last mile delivery networks." *Proceedings of the 3rd International Physical Internet Conference, Atlanta, GA, USA. Vol. 29*. 2016.
5. Ulmer, Marlin W., and Martin Savelsbergh. "Workforce scheduling in the era of crowdsourced delivery." *Transportation Science* 54.4 (2020): 1113-1133.

MATHEMATIQUES APPLIQUEES 4 : OPTIMISATION DE LA GESTION DES RETOURS E-COMMERCE DANS LE MILIEU URBAIN

Prs. : R. Benmansour, O. Souissi, F. Riane

Thématique : Mobilité Urbaine et Logistique du dernier Km.

Bourse : CNRST – OCP dans le cadre du APR&D multithématique – Projet MILEX (5600Dhs/mois)

Description du sujet : La logistique urbaine concerne les flux de marchandises et de biens dans les agglomérations, leur acheminement, leur livraison à la destination finale, ainsi que la gestion des flux retours. Ceci est d'autant plus vrai dans le contexte e-commerce qui connaît un développement important au Maroc comme le confirme l'explosion des transactions sur les sites marchands. Les retours des produits achetés en ligne sont au cœur de la promesse client et les facilités envisagés par les e-commerçants sont un levier important de l'expérience client. Elles constituent toutefois un vrai casse-tête logistique et représentent des coûts importants tant en termes de traitement et d'immobilisation de stocks que d'image de marque et de réduction de l'impact environnemental. La gestion des retours de produits, l'une des composantes de la logistique inversée, ne fait pas encore l'objet d'une attention soutenue dans la littérature scientifique. Or, elle pose de redoutables problèmes liés à la manière la plus efficace de réintégrer les produits dans des chaînes logistiques traditionnelles lorsqu'ils sont encore consommables. Nous souhaitons dans le cadre du présent projet proposer une intelligence logistique innovante en vue d'une gestion optimisée du flux des produits retournés par le consommateur final. Il s'agit de mettre en place une optimisation multi-objectifs avec comme défi de réduire le taux d'émission CO2 et des particules fines, d'accélérer les durées de retour, de maîtriser les coûts, de réduire la congestion dans les transports, d'améliorer l'expérience client et de synchroniser et mutualiser les différents moyens de transport.

Compétences

- En génie industriel et logistique
- En mathématiques appliquées
- En recherche opérationnelle
- En informatique et programmation
- Logiciels de: programmation linéaire, simulation, etc.

Références

1. Dutta, P., Mishra, A., Khandelwal, S., & Katthawala, I. (2020). A multiobjective optimization model for sustainable reverse logistics in Indian E-commerce market. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119348
2. XiaoYan, Q., Yong, H., Qinli, D., & Stokes, P. (2012). Reverse logistics network design model based on e-commerce. *International Journal of Organizational Analysis*.
3. Zhang, M., Pratap, S., Zhao, Z., Prajapati, D., & Huang, G. Q. (2021). Forward and reverse logistics vehicle routing problems with time horizons in B2C e-commerce logistics. *International Journal of Production Research*, 59(20), 6291-6310.
4. Das, D., Kumar, R., & Rajak, M. (2020). Designing a reverse logistics network for an e-commerce firm: A case study. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 13(1), 48-63.
5. Nanayakkara, P. R., Jayalath, M. M., Thibbotuwawa, A., & Perera, H. N. (2022). A circular reverse logistics framework for handling e-commerce returns. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 5, 100080.