



1ères journées STP de la SAGIP

Arts et Métiers

Aix en Provence, Bordeaux, Cluny, Lille, Metz, Paris

Salle 1: Canal MS-TEAMS

Jeudi 3 Décembre 2020 : 8H 45 à 10H :

Ouverture des journées à 8h45
Laurent JOBLOT et Samir LAMOURI

9h-9h30 Présentation de la SAGIP
Bernard GRABOT, François PERES

9h30-10h SAGIP et GDR MACS
Isabelle QUEINNEC, Damien Trentesaux

10h-10h15 Pause

Jeudi 3 Décembre 2020 : 10H15 à 12H30 :

Séance plénière ; Gestion de la Crise de la Covid 19

10h15-11h « Gestion de la crise Covid au CHRU de Tours. »

***Marie Gabrielle PUJOL,
Ingénieur en organisation, CHRU de Tours***

11h-11h45 « Gestion de la plateforme de distribution des équipements individuels pour les établissements de production du département de Paris hors AP-HP »

***Adeline GIRADOT,
Responsable logistique GHU Paris Psychiatrie Neurosciences***

11h45-12h30 « L'aide apportée par les fablabs, une révélation lors de la crise sanitaire ? »

***Guillaume ECKERLEIN,
Directeur des achats, de la logistique et de la qualité hôtelière
Hôpitaux Universitaires Paris Saclay Bicêtre-Béclère-Paul Brousse-Ste Périne-Raymond
Poincaré-Ambroise Paré-Berck***

Sessions « parallèles » de travail des groupes

Jeudi 3 Décembre 2020 : 14H00 à 16H00 :

INCAS, H2M, GISEH, SIMPA

INCAS ([Salle 1](#))

Ingénierie des Connaissances et Apprentissage pour les Systèmes de production de biens et de services

Modèles d'apprentissage profond explicables dans l'analyse d'image

Solemane COULIBALY, Bernard KAMSU FOGUEM, Daouda TRAORE et Dantouma KAMISSOKO

Résumé : *L'apprentissage profond a eu grand succès dans ces dernières années pour les tâches d'apprentissage en d'intelligence artificielle. Les domaines comme la reconnaissance d'image, le traitement automatique des langages, la reconnaissance de voix ou l'apprentissage de langues ont été largement impacté et connaissent de nombreux travaux de recherche.*

Grâce aux réseaux de neurones profonds à convolution (Deep Convolutional Neural Networks ou CNN), le développement des systèmes d'intelligence artificielle pour la reconnaissance d'image a encouragé les nombreux projets de recherches. Les champs de recherches en l'imagerie médicale ou l'agriculture sont les plus touchés. Les CNN sont

principalement constitués des couches à convolution pour extraire les caractéristiques d'une image et prédire sa classe de sortie.

Les modèles CNN disposent d'énormes paramètres pour leur apprentissage mais aussi d'opérations de calcul. De plus, ces modèles sont considérés comme boîtes noires (ou fermés) dans la mesure où il est difficile et compliqué d'expliquer ou comprendre les décisions qu'ils prennent pour prédire les sorties. Cela est dû au fait que la performance des modèles d'apprentissage a été au centre de la recherche plutôt que leur compréhension, leur interprétation et leur pouvoir de prise de décision. Cette capacité de compréhension et d'explication des décisions prises sont cruciales, importantes pour les domaines d'imagerie médicale ou de surveillance agriculture. Alors des efforts ont été consentis pour prendre en compte le phénomène. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) de United States a lancé une initiative dans ce sens appelée Explainable Artificial Intelligence (XAI).

L'idée derrière l'explicabilité des modèles est de fournir à leurs utilisateurs, une garantie, une justification, une confiance en leur utilisation et proposer des recommandations pour l'amélioration de leur performance. En plus, des nouvelles recherches ont démarré dans les cinq dernières années sur l'explicabilité des systèmes d'intelligence artificielle. Ce travail discute les techniques sur l'explication des réseaux de neurones profond et démontrer leur utilisation pour la classification des parasites de culture.

Mise à jour régulière de la signalisation routière via une approche basée sur du crowdsourcing

Dieudonné TCHUENTE

Résumé : *La signalisation routière telle que les panneaux routiers, les feux, ou les tracés sont des éléments essentiels pour la régulation de la conduite. De plus en plus de capteurs dans les véhicules sont capables de les détecter pour fournir une assistance au conducteur (par exemple les limitations de vitesse à tout moment). Cependant, dans certaines circonstances, ces capteurs ne sont pas toujours en mesure de fournir des détections fiables, par exemple en cas d'obstructions ou de mauvaises conditions météorologiques. Dans ces cas, l'information est généralement tirée uniquement de la cartographie embarquée dans le véhicule. Toutefois, les cycles de mise à jour de ces cartographies sont encore assez longs (échelle des mois par exemple) et donc pas souvent à jour dans les véhicules. Pour résoudre ce problème, nous proposons une approche de mise à jour de la signalisation routière beaucoup plus fréquente (échelle horaire par exemple) à partir du crowdsourcing des détections cameras des véhicules. Dans cette présentation on s'intéresse plus précisément au suivi des modifications de l'infrastructure des panneaux routiers en consolidant les détections cameras dans le cloud. Ceci afin de maintenir de manière plus régulière un positionnement correct de cette infrastructure, tout en filtrant les bruits qui peuvent être dues aux imprécisions des positions GPS ou aux détections erronées des caméras (faux positifs, faux négatifs). La proposition s'appuie sur des techniques de clustering géospatial ainsi que des probabilités bayésiennes pour maintenir des positionnements et des probabilités d'existence des panneaux. Une preuve de concept effectuée avec des données terrain nous permet de démontrer la pertinence de notre approche, qui peut intéresser plusieurs acteurs du marché tels que les constructeurs automobiles, les fournisseurs de cartographies, les fournisseurs d'équipements GPS (ou de navigation), ou encore les sociétés de maintenance de l'infrastructure routière (identification des signalisations mal positionnées et peu visibles).*

Apprentissage automatique et fouille de données météo.

Lassana COULIBALY, Bernard KAMSU-FOGUEM ; Fana TANGARA

Résumé : *Les changements climatiques entraînent régulièrement des phénomènes menaçant directement l'environnement et l'humanité. Dans ce contexte, la météorologie joue un rôle très important dans la prédiction de ces phénomènes. Dans les services météorologiques, la fiabilité est une exigence fondamentale. Les prévisions du temps sont dépendantes de nombreux phénomènes physiques à différentes échelles de temps et d'espace. Un de ces phénomènes est le transfert d'énergie de la surface vers l'atmosphère. Nous proposons l'utilisation de méthodes d'apprentissage automatique susceptibles (i) d'améliorer l'évaluation des échanges entre la surface et l'atmosphère dans les modèles numériques de prévision et (ii) de produire des connaissances pour l'interopérabilité. Cela peut appuyer la communication des services d'observation et les modèles numériques de prévision.*

L'objectif de ce travail est d'évaluer la simulation des échanges entre la surface et l'atmosphère. Dans un premier temps, des processus gaussiens profonds tenant compte des incertitudes sont utilisés pour modéliser les valeurs mesurées afin de rendre les données plus fiables. Ensuite la méthode d'extraction des règles d'association est choisie pour mettre en évidence les faiblesses du modèle. Ensuite, un optimiseur a été défini pour effectuer des ajustements aux données simulées pour minimiser les erreurs.

Ces méthodes sont déployées sur une base de données contenant des variables mesurées (chaleur sensible, chaleur latente, température, humidité, vitesse et direction du vent, pluie, rayonnement global, etc.) sur le site expérimental du Centre de Recherches Atmosphériques (CRA).

Les résultats obtenus et exprimés sous forme de règles d'association ont permis de mettre en évidence certaines faiblesses du modèle qui sont souvent dû à des perturbations naturelles impactant la qualité des simulations. Les bénéfices escomptés sont relatifs à la génération de connaissances utiles à l'amélioration de la qualité de la simulation numérique des processus de surface. En plus, l'optimiseur proposé a donné des résultats satisfaisants dans l'évaluation du modèle numérique de prévision.

Apprentissage profond multimodal pour l'usinage

Fana Tangara, Farid Noureddine et Bernard Kamsu Foguem.

Résumé : *Dans cet article, nous définirons un système de fusion multimodal avec deux sources d'entrée différentes qui peuvent prédire les paramètres des conditions de coupe (la vitesse de coupe, la vitesse d'avance...) et l'outil approprié pour une opération d'usinage sur une fraiseuse à commande numérique. L'architecture se compose de deux branches, la première branche est un réseau de neurone à convolution qui reçoit des images en entrée et la seconde branche est un perceptron multicouche qui reçoit des données et des images numériques. Nous formons ensuite un réseau unique de bout en bout sur ces données multimodales en utilisant la fusion multimodale. Les images, les valeurs de rugosité sont prises en entrée et les paramètres (vitesse de coupe, vitesse d'avance ...) et l'outil d'usinage sont pris en sortie en utilisant un code Python. Nous avons effectué des tests d'usinage avec un expert sur une fraiseuse, les données sont collectées par expérimentation sur la plaque d'aluminium. Pour chaque expérience, nous avons obtenu plusieurs échantillons décrivant les conditions de surface de la plaque. Les valeurs de rugosité de la surface ont été mesurées par un rugosimètre et deux outils de coupe (ARS et Carbure) ont été utilisés pour effectuer ces tests. Ces échantillons ont été convertis en plusieurs séries d'images dans le but d'obtenir des images avec une résolution optimale. Nous avons introduit les données numériques dans le modèle de perceptron et les données d'image dans le modèle CNN, et il a été observé que la performance du modèle multimodal est*

meilleure que celle des modèles de perceptron multicouches sur les données numériques et du modèle CNN sur les données d'image pour la prédiction des outils. Les erreurs minimales et maximales moyennes prédites par le modèle multimodal sont respectivement de 37%, 69% et 70%.

H2M ([Salle 2](#))

Health Management and Maintenance

Towards system-level prognostics: Modeling, uncertainty propagation and system remaining useful life prediction

F. Tamssaouet, T.P.K. Nguyen and K. Medjaher (Laboratoire Génie de Production, INP-ENIT, Université de Toulouse)

Résumé: Prognostics is the process of predicting the remaining useful life (RUL) of components, subsystems, or systems. However, until now, the prognostics has often been approached from a component view without considering interactions between components and effects of the environment, leading to a misprediction of the complex systems failure time. To remedy this gap, we proposed a new system-level prognostics approach. This approach is based on an economic-inspired modelling framework: the inoperability input-output model (IIM), which allows tackling the issue related to the interactions between components and the mission profile effects and can be applied for heterogeneous systems. Then, we developed a new methodology for online joint system RUL (SRUL) prediction and model parameter estimation based on particle filtering and gradient descent (GD). In detail, the state of health of system components is estimated and predicted in a probabilistic manner using PF. In the case of consecutive discrepancy between the prior and posterior estimates of the system health state, the proposed GD-based estimation method is used to correct and adapt the IIM parameters. Finally, the developed methodology is verified on a realistic industrial system: The Tennessee Eastman Process. The obtained results highlighted its effectiveness in predicting the SRUL in reasonable computing time.

Diagnosis & Prognosis for Circular Economy: Facilitating Second life use of Electric Vehicles batteries

Akash Basia (Laboratoire GSCOP Grenoble INP)

Résumé: Lithium-ion batteries in Electric vehicles (EVs) reaches its End of Life (EoL) when the capacity degrades to eighty percent of the original capacity. These EoL batteries can be repurposed to use in less demanding applications. State of Health (SoH) estimation plays an essential role in taking decisions while repurposing. However, predicting accurate SoH is difficult due to various internal and external factors. The presentation will discuss the methodology involved to develop as accurate as possible, a diagnosis and a health prognosis system for Lithium-ion batteries by overcoming the barriers in the prediction. Further, to facilitate better decision making while repurposing end of life electric vehicle batteries, a decision matrix will be discussed.

Analyse quantitative des arbres de défaillances dynamiques par des simulations de Monte Carlo: une approche de simulation événementielle

Eric Gascard (Laboratoire GSCOP Grenoble INP)

Résumé : *L'analyse de fiabilité des systèmes dynamiques complexes est souvent réalisée par une analyse quantitative des arbres de défaillances dynamiques (DFT), qui modélisent la défaillance redoutée du système. Les arbres de défaillances dynamiques prennent en compte les relations séquentielles entre les événements et leurs dépendances. En prenant en compte la probabilité de défaillance des composants du système, l'analyse quantitative vise à évaluer numériquement la probabilité de défaillance de l'événement du sommet du DFT (l'événement redouté qui décrit la défaillance du système).*

Dans cet exposé, nous présentons l'usage de la simulation de Monte Carlo pour l'analyse quantitative : l'approche par simulation de Monte Carlo permet en effet de prendre en compte tout type de distribution statistique des défaillances et n'a pas de restrictions sur les types de portes dynamiques utilisées dans le DFT (elle considère des DFT avec des événements répétés et des événements partagés, prend en compte les portes dynamiques PAND, SEQ, FDEP et SPARE).

Cependant, la simulation Monte Carlo rencontre certaines limitations : une simulation entièrement nouvelle doit être exécutée à chaque fois qu'un paramètre change et le temps de calcul peut être conséquent lorsque la précision souhaitée est élevée. Pour répondre à ces difficultés, nous proposons une approche de simulation des arbres de défaillances dynamiques qui s'effectue un moteur de simulation événementielle. Avec cette approche, des simulations de portes qui ne produisent aucun changement à leur sortie sont éliminées, cela augmentant la rapidité de la simulation. L'approche par simulation événementielle utilise une structure de données de file d'attente d'événements et un planificateur d'événements comme alternative à l'habituelle mise en oeuvre qui est caractérisée par une boucle itérative. Ainsi, les périodes d'inactivité sont omises. L'efficacité du calcul est obtenue et la performance d'accélération du programme de simulation de Monte Carlo est améliorée.

Diagnosis & Prognosis for Circular Economy: Facilitating Second life use of Electric Vehicles batteries

Akash Basia (Laboratoire GSCOP Grenoble INP)

Résumé: *Lithium-ion batteries in Electric vehicles (EVs) reaches its End of Life (EoL) when the capacity degrades to eighty percent of the original capacity. These EoL batteries can be repurposed to use in less demanding applications. State of Health (SoH) estimation plays an essential role in taking decisions while repurposing. However, predicting accurate SoH is difficult due to various internal and external factors. The presentation will discuss the methodology involved to develop as accurate as possible, a diagnosis and a health prognosis system for Lithium-ion batteries by overcoming the barriers in the prediction. Further, to facilitate better decision making while repurposing end of life electric vehicle batteries, a decision matrix will be discussed.*

Towards prediction of machine failures: overview and first attempt on specific automotive industry application

Vincent CIANCIO, Ali SIADAT, L. M. LAZHAR HOMRI, Jean-Yves DANTAN (Arts et Métiers, Laboratoire de conception fabrication commande (LCFC))

Résumé : *The automotive sector is facing new challenges and increased competition nowadays. Customer satisfaction depends on products and parts quality, as well as possible customizations. To reach these objectives, productivity is key, meaning machines availability needs to be maxed and not impacted by unplanned breakdowns,*

which cost a lot of money and time, and possibly quality issues on parts produced during the deteriorating phase of the machine. Industry 4.0 will play an essential role, as it comes with new digital tools to improve productivity through real-time interactions from the digital world to the physical world. It is especially true with the maintenance policies, which are changing from corrective to planned ones, based on data analysis to propose a health assessment of critical components, to predict future issues. The Prognostics and Health Management (PHM) framework proposes methodologies to deal with such problems. In the recent years, many researches focused on these topics; however, few of them deal with the full scope of implementing practically this strategy in the industry, particularly in the automotive sector. Thus, we aim at reviewing current approaches, and presenting the strategy employed as well as the first use case investigated in the Clean Energy Systems division of Plastic Omnium.

GISEH ([Salle 3](#))

Gestion et ingénierie des systèmes hospitaliers

- **Présentation des sujets des nouveaux doctorants**

Guidage des méta-heuristiques par machine learning, application au transport des personnes en situation de handicap

Timothée Chane-HAÏ (DISP INSA Lyon)

Encadrement : Thibaud MONTEIRO, Samuel VERCRAENE et Céline ROBARDET

Une démarche outillée d'aide à la décision pour la régulation des blocs opératoires

Leah RIFI (CGI- Mines Albi et G-SCOP)

Encadrement : Franck FONTANILI et Maria DI MASCOLO

- **Fonctionnement du Groupe / Actions et Organisation**

SIMPA ([Salle 4](#))

SIMulation, Performance et Amélioration continue

Utilisation de Modèles Métiers pour L'orchestration d'une Simulation Distribuée Fédérant la Gestion Des Risques

Simon GORECKI (IMS Univ. Bordeaux - IMT Mines Ales, 45 mn)

Simulation-based modeling for the introduction of urban air mobility

Ahmed FAHEEM (ENIT, 30 mn)

Vie de Groupe et Prochain Projets FR/H Europe
Gregory ZACHAREWICZ (IMT École des Mines d'Alès)

Jeudi 3 Décembre 2020 : 16H 30 à 18H :

Salle 1 : Canal MS-TEAMS
CNU 61 : **Thierry DIVOUX**

Vendredi 4 décembre : 8H 30 à 10 H 15 :

IMS2, GISEH, H2M, SIMPA

IMS²(Salle 2)

Intelligent Manufacturing & Services Systems

Etude de la Perte Focale pour le Traitement du Langage Naturel en Maintenance dans l'Industrie 4.0

Juan Pablo USUGA-CADAVID, Samir LAMOURI, Bernard GRABOT, Arnaud FORTIN:

***Résumé :** Exploiter les données de maintenance se trouvant dans les systèmes d'information peut s'avérer éprouvant. En effet, elles reposent principalement sur des commentaires et des descriptions rédigés par des opérateurs de maintenance. De ce fait, ces données textuelles contiennent des irrégularités comme des acronymes, du jargon, des fautes de frappe, entre autres, ce qui peut entraver leur traitement automatique. En outre, les jeux de données de maintenance présentent souvent des distributions déséquilibrées : quelques événements apparaissent plus souvent que d'autres, ce qui nuit à la performance des modèles classiques d'Apprentissage Automatique (AA). Ainsi, cet article explore l'usage d'une architecture récente d'Apprentissage Profond (AP) appelée Transformer, fournissant des résultats de pointe en Traitement du Langage Naturel (TLN). Pour aborder le déséquilibre de classes, une fonction de perte appelée la Perte Focale (PF) est explorée. Les résultats de l'étude suggèrent que quand toutes les classes ont la même importance, la PF n'améliore pas la performance de la classification. Néanmoins, si l'objectif est de détecter la classe minoritaire, la PF permet d'atteindre la meilleure performance parmi les méthodes comparées. Cependant, cela dégrade la capacité du modèle à détecter la classe majoritaire.*

Analyse de la causalité pour la supervision et d'aide à la décision dans le contexte de l'industrie 4.0

Kenza AMZIL

***Résumé :** Afin d'avoir un contrôle total sur leurs processus, les entreprises doivent assurer un suivi et une supervision en temps réel à l'aide d'indicateurs clés de performance (KPI). Des experts sont alors consultés pour*

analyser, interpréter et expliquer les valeurs des KPIs afin d'identifier de manière approfondie tous les facteurs d'influence. Ce processus d'identification et de choix de solution prennent un certain temps et conduisent à l'augmentation du temps de prise de décision, de plus, l'exhaustivité et la priorisation des facteurs influents peuvent ne pas être totalement garantis s'ils ne s'appuient que sur leur expérience. Les auteurs proposent donc une approche générique d'apprentissage de causalité pour le suivi et la supervision. Une analyse de causalité des valeurs des KPIs est donc présentée, en plus d'une priorisation de leurs facteurs d'influence afin de fournir une aide à la décision. Une prédiction KPI est également suggérée pour anticiper les actions.

Rétro-BIM ou la question de l'intégration : une revue anachronique

Léa SATTLER, Samir LAMOURI, Dominique DENEUX, Robert PELLERIN

***Résumé :** Si la collaboration digitale autour du BIM est toujours un défi de nos jours, comment cette problématique était-elle traitée dans la période de gestation du BIM, avant les années 2000 ? Le présent article mène une revue de littérature rétroactive sur le sujet, à travers 6 thèmes récurrents (la comparaison avec les industries digitalisées, la conjonction de l'organisationnel et du numérique, le bouleversement des temporalités du projet, les nouveaux modèles de données, les processus dynamiques et l'anticipation), dans le but de donner une perspective historique à cette question actuelle.*

Contribution à une compréhension commune de la notion de Jumeau Numérique

Mamadou KABA TRAORE

***Résumé :** Ces dernières années, le concept de jumeau numérique a fait surface dans de nombreux domaines et a propulsé l'approche dans les principales tendances technologiques stratégiques. Cependant, il n'y a pas de compréhension unique du concept et les débats sur ce qu'est un jumeau numérique conduisent à une ambiguïté sur la solution concrète à développer dans une situation donnée. Nous présentons un cadre unificateur, qui sert à la fois de base conceptuelle destinée à éliminer les ambiguïté sur le concept, et de guide pour dériver des solutions personnalisées. Il s'agit d'un modèle à trois niveaux indépendant de la technologie, qui réconcilie les compréhensions existantes du jumeau numérique. Nous dérivons également une architecture opérationnelle comme implémentation possible de ce cadre, que nous démontrons sur un cas d'utilisation comme preuve de concept. L'adoption massive d'un tel cadre établira une distinction claire entre ce qui peut être classé comme un jumeau numérique et ce qui ne le peut pas, tout en établissant un modèle standard de haut niveau pour l'ingénierie des jumeaux numériques.*

GISEH ([Salle 3](#))

Gestion et ingénierie des systèmes hospitaliers

- **Présentation des travaux de jeunes docteurs**

Une démarche outillée de diagnostic organisationnel et d'amélioration à base de double numérique : application aux centres d'appels d'urgence de trois SAMU

Eva PETITDEMANGE (Labo : CGI IMT Mines Albi, Encadrement : Matthieu Luras, Franck Fontanili, Elyes Lamine)

Résumé : La sollicitation des SAMU est importante et croissante ces dix dernières années. Dans un contexte médico-économique contraint, le maintien des capacités opérationnelles représente un enjeu stratégique face au risque de congestion et d'insuffisance d'accessibilité pour la population. De récents événements comme la pandémie de Covid-19 montrent les limites du système actuel pour gérer des situations de crise. Le renfort en moyens humains ne peut être la seule solution face à ce constat et il devient incontournable de construire de nouveaux modèles organisationnels tout en visant une qualité de service permettant de répondre à 99% des appels entrants en moins de 60 secondes (90% à 15s et 99% à 30s rapport MARCUS et recommandation HAS octobre 2020). Toutefois, ces modèles doivent prendre en compte la grande l'hétérogénéité des SAMU et de leur fonctionnement. A la lumière de ces constats, le travail de recherche présenté a pour but d'évaluer l'efficacité organisationnelle et la résilience des SAMU dans la prise en charge des flux d'appels téléphoniques d'urgence pour faire face au quotidien et aux situations de crise. Cette évaluation nous permet de proposer et de tester de nouveaux schémas organisationnels afin de faire des préconisations adaptées aux particularités des centres d'appels d'urgence.

Ingénierie dirigée par les modèles d'un pilotage robuste de la prise en charge médicamenteuse

Rafika THABET (Laboratoire de Génie Chimique de l'Université de Toulouse, Département Procédés et Systèmes Industriels, laboratoire MARS (Modeling and Reasoning systems) de l'Université de Sousse, Département Conception et Optimisation des systèmes de Production biens et Services (COPS) .Encadrement : Directeurs de thèse : Hervé PINGAUD, Professeur, INU Champollion, Albi (France), Ouajdi KORBA, Professeur, ISITCom, Hammam Sousse (Tunisie). Co-encadrants : M. Elyes LAMINE, Maître de conférences, IMT Mines Albi et INU Champollion, Albi (France) M. Amine BOUFAIED, Maître-assistant, ISITCom, Hammam Sousse (Tunisie)

Résumé : L'un des principaux défis des établissements hospitaliers aujourd'hui est de maîtriser les risques liés aux erreurs médicamenteuses au cours de la Prise En Charge Médicamenteuse (PECM) du patient. Afin d'accompagner les professionnels de santé dans cette voie, il existe plusieurs méthodes de gestion des risques et une culture attenante. L'utilisation de certaines d'entre elles est recommandée par la Haute Autorité de Santé, nous citons la méthode ALARM (Association of Litigation And Risk Management). Son analyse par la théorie et par la pratique nous a permis de dresser un constat de ses limites. En effet, ni elle, ni les autres méthodes connues ne qualifie la dynamique du risque, pas plus que l'explication fine des contextes générateurs de ce dernier. Pour progresser vers une approche plus performante, nous préconisons l'emploi d'une approche de gestion intégrée des risques et des processus métier. Dans cette optique, notre recherche vise à améliorer la méthode BPRIM (Business Process-Risk management – Integrated Method) mise au point par les travaux de thèse de M. A Sienou. Cette amélioration consiste à : (1) enrichir le méta-modèle de BPRIM, le langage de modélisation et les diagrammes associés ; (2) intégrer des techniques de navigation pour assurer la cohérence entre ces diagrammes ; et (3) intégrer des algorithmes de vérification de modèles, d'analyse, d'évaluation et de cartographie des risques. Notre travail a donné naissance à un logiciel de modélisation, appelé AdoBPRIM, la mettant en œuvre à partir de techniques d'ingénierie dirigée par les modèles et en suivant une méthode de développement agile. Pour montrer l'utilité et les apports de l'approche proposée, nous l'avons mise à l'épreuve sur un cas d'études réel avec des professionnels qualifiés dans un établissement de santé. Cette étude a permis de positionner notre cadre intitulé e-BPRIM par rapport à la pratique en cours sur des réunions de retour d'expériences faisant suite à des événements indésirables. Et ainsi de vérifier le bien-fondé de l'application de notre approche et de mesurer la valeur de l'idée de recourir à un emploi plus intensif de modèles du système.

H2M ([Salle 1](#))

Health Management and Maintenance

Maintenance Optimization Problem in Mission-Oriented Systems Under Maintenance Resources

Availability

Kenza Chaabane (LGIPM Université de Lorraine)

***Résumé :** Industrial systems are sometimes designed to operate their missions with finite breaks scheduled between two consecutive missions. During the break, maintenance actions can be carried out. Given the limited break duration, in addition to other limited maintenance resources, not all components can be maintained. To meet the required performance of the system during the next mission, it is often required to select components to be maintained. This decision making problem is known as the selective maintenance problem (SMP). In the literature, the existing SM models merely rely on the assumption that repair channels are always available to perform their maintenance duties. In this presentation, we introduce a more realistic formulation of the SMP where the unavailability of the repair channels is accounted for. Two integrated non-linear programming models are developed and solved. Numerical experiments are then conducted to demonstrate the validity and the accuracy of the proposed approach*

Deterioration and Maintenance Modeling of Torrent Protection Structures Subjected to Natural Hazards

Nour CHAHROUR (GIPSA Lab Grenoble INP)

***Résumé:** Protection structures are constructed in mountains in order to protect people, properties, and infrastructures exposed to natural hazards such as torrential floods. Check dams exist in huge amounts in French torrents aiming to reduce sediment production. Due to the high intensity phenomena and the instability of the lateral and longitudinal profiles of the torrent, the deterioration of these dams is inevitable. Their deterioration has negative consequences on the induced level of risk and therefore on the vulnerable issues located in the downstream. Due to limited budgetary recourses available for their maintenance, it is essential to assess the time-dependent efficacy of check dams and to prioritize maintenance strategies. In the presented context, identifying and analyzing possible interactions when modeling system's deterioration and supporting maintenance decision-making remain challenging. It is therefore necessary to go beyond traditional methods used in natural risks and system's reliability analysis by developing a comprehensive approach that incorporates existing interactions and provides information for prioritizing maintenance actions based on multi-criteria. Consequently, we innovated an approach that couples (1) a physics-based model that analyzes the time-dependent deterioration of check dams taking into account dependencies between different failure modes and (2) a reliability-based model that uses stochastic Petri nets and allows comparing maintenance strategies depending on their cost and their efficiency on increasing the availability time of the dams in non-critical states.*

Machine Learning and Online Model Updating for Remaining Useful Life Estimation in Embedded Systems

Oussama DJEDIDI, Mohand A. DJEZIRI (Université Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS, LIS, Marseille)

Résumé: *Systems on Chips are increasingly involved in critical equipment in the fields of aeronautics, transportation, and energy. Therefore, monitoring their life cycle is a crucial issue for safety and hazard prevention. This paper deals with a data-driven method for online prediction of the Remaining Useful Life (RUL) of the safety-critical System-on-Chips (SoC). This method is based on the detection and prediction of drifts in their operating temperatures. The work starts with a description of the formal relationships between temperature drifts and the degradation process of SoCs to justify the choice of the temperature as an indicator of the level of the degradation in the system. Then, temperature-based physical health indicators are constructed using data-driven analytical redundancy. Since temperature varies not just according to the degradation state of the system, but also according to its various normal operating points, Data-driven analytical redundancy makes it possible to obtain a health indicator that has a welldefined physical meaning, and which is only sensitive to the SoC degradation process. To predict the remaining useful life of the chip, the trend of the drift is modeled using an auto-regressive neural (NAR) network. The latter is updated online according to the evolution of the temperature drift and the state of the system. Finally, forecasts of the remaining useful life of the SoC are obtained using a combination of temporal projection and threshold data. Simulations and experimental results highlight the effectiveness and accuracy of the proposed approach.*

Accurate Detection and Discrimination of Pollutant Gases Using a Temperature Modulated MOX Sensor Combined with Feature Extraction and Support Vector Classification

Oussama DJEDIDI, Mohand A. DJEZIRI, Nicolas MORATI, Jean-Luc SEGUIN, Marc BENDAHAN, Thierry CONTARET (Université Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS, LIS, Marseille)

Résumé: *Gas detection and discrimination have been, until recently, sensors-specific, with different sensors and techniques used for each of the gases. In this work, we describe a novel approach relying on a single physical sensor in conjunction with data-driven algorithms for detecting the presence of one of the three dangerous gases: CO, NO₂, and O₃ individually or in mixtures. The approach uses a single Metal Oxide (MOX) sensor coupled with two heaters in its hardware part. Then, its software part uses a supervised machine learning model. The sensor is exposed to the different gases and their mixtures and would react accordingly with a change in its electric signals. These raw signals, along with the readings from the heaters, constitute the primary dataset for the discrimination. To further enhance the classification results, the raw dataset is augmented by calculating several time-domain features of each of the measurements. Then, the features are ranked, and the ones with the best results to solve the classification problem are selected. Once the pretreatment of the data is finished, the selected features are used to train and validate a multi-support vector machine model. Finally, the results showcased in this paper highlight the effectiveness of the proposed approach..*

SIMPA ([Salle 4](#))

SIMulation, Performance et Amélioration continue

A Method for Building Service Process Value Model Based on Process Mining
Xuequan ZHOU (IMS Univ. Bordeaux - IMT Mines Ales, 30 mn)

Modeling and Simualtion of Resources oriented in BPMN
Kawtar OUGABAAL (IMS Univ. Bordeaux - IMT Mines Ales, 45 mn)

Vendredi 4 décembre : 10H 30 à 12 H 30 :

SIMPA, BERMUDES & META, IMS2, INCAS

SIMPA ([Salle 4](#))

SIMulation, Performance et Amélioration continue

Récentes réflexions sur la performance et l'éthique
Lamia BERRAH & Damien TRENTESAUX (Univ. Savoie - Univ. Valenciennes, 1h)

Optimal matching of jobs and resources in the DIRAC WMS
Alexandre BOYER (Univ. Clermont Auvergne, 30 mn)

BERMUDES
Ordonnancement
&

META
Théorie et applications des méta-heuristiques
([Salle 3 : META & BERMUDES](#))

Méthodologies d'intégration de robotique collaborative dans des process d'assemblage, objectifs d'efficacité opérationnelle et compétences associées.

Anthony QUENEHEN, Nathalie KLEMENT, Stéphane THIERY, Lionel ROUCOULES, Olivier GIBARU, (Lispen E.A. 7515, Arts et Métiers)

***Résumé :** La robotique collaborative peut apparaître comme une réponse pertinente à la recherche d'efficacité opérationnelle, notamment lorsque l'on considère la performance sous des aspects économiques et ergonomiques. Cependant, la re-conception des process d'assemblage à travers les méthodes usuelles (Lean Manufacturing) se heurte à une complexité inédite notamment sur l'ordonnancement et à l'allocation des opérations, et compromet potentiellement l'implication des opérateurs/utilisateurs dans ces activités. L'objet de ce travail est de décrire les apports mais aussi les limites des méthodologies Lean dans ce type de situation, et de proposer des alternatives qui permettent d'obtenir des résultats supérieurs tout en préservant l'implication des utilisateurs et leur montée en compétence.*

Sélection et configuration automatique des algorithmes en optimisation "boite noire"

Anja JANKOVIC, Carola DOERR1, Christoph DÜRR1 (LIP6 UMR 7606 Sorbonne Université – CNRS. Université Pierre et Marie Curie - Paris 6

***Résumé :** Choisir l'heuristique la plus performante (i.e., celle qui minimise le coût computationnel, le temps d'optimisation etc) pour un problème inconnu est un défi important, notamment dans le scénario où notre budget computationnel est limité et lorsque l'on ne peut pas se permettre d'exécuter tout un éventail d'algorithmes pour en trouver le meilleur. Pour cela, les approches de sélection et la configuration automatique ont été développées, où les différentes manières de caractériser les problèmes ainsi que les heuristiques disponibles sont utilisées, et puis on peut se servir des différentes techniques d'apprentissage automatique comme outil pour entraîner nos modèles de sélection/configuration. Les travaux présentés se concentrent surtout sur un sous-domaine très peu exploré, où ce type de sélection automatique se fait "en ligne", c'est-à-dire lors du processus d'optimisation lui-même. En effet, des résultats prometteurs ont montré qu'on peut atteindre des gains importants en performance en pouvant échanger les heuristiques pendant l'optimisation pour sélectionner celle qui est la plus appropriée pour une phase courante.*

Les méthodes basées "split" : du problème de tournées de véhicules aux problèmes d'équilibrage de lignes d'assemblage

Youssef LAHRICHI, Laurent DEROUSI1, Nathalie GRANGEON, Sylvie NORRE (LIMOS UMR 6158 CNRS, IUT D'Allier).

***Résumé :** Le problème d'équilibrage des lignes d'assemblage consiste à affecter un ensemble d'opérations à un ensemble de stations placées le long d'une ligne tout en respectant un certain nombre de contraintes et en minimisant certains objectifs. Le problème est classique et a fait l'objet de nombreuses recherches. Nous nous intéressons plus particulièrement au SALBP-2 (Simple Assembly Line Balancing Problem) et à certaines de ses extensions. Dans le cadre du SALBP-2, un nombre maximum de stations et des contraintes de précédence doivent être respectés tout en minimisant le temps maximum sur une station (temps de cycle). Nous faisons un rapprochement entre ce problème et un autre problème tout aussi classique de la littérature : le problème de tournées de véhicules (VRP :*

Vehicle Routing Problem). En effet, les deux problèmes peuvent être vus comme des problèmes de « *packing* » où il convient d'affecter des objets (opérations pour le SALBP, clients pour le VRP) à des boîtes (stations pour le SALBP, véhicules pour le VRP). Un cas particulier du VRP, celui du tour géant de clients fixé, a été résolu par Beasley en 1983 par un algorithme polynomial appelé « *split* ». Ce dernier a donné lieu à des méthodes de résolutions très compétitives pour le VRP ces dernières années. Ces méthodes intègrent le *split* dans des métaheuristiques opérant sur l'espace des séquences géantes. Ceci permet une réduction considérable de l'espace de recherche. Nous proposons, pour le SALBP, un algorithme homonyme pour résoudre le cas particulier de la séquence géante d'opérations fixée. Cet algorithme a également été décliné pour des extensions du SALBP pour lesquelles ce cas particulier n'était résolu que par des heuristiques ou des méthodes exponentielles. Les extensions intègrent notamment des durées d'opérations qui dépendent du type de robot affecté à la station, des temps de setup dépendant de la séquence ou des contraintes industrielles. Des résultats sur des instances de la littérature sont présentés.

L'analyse de sentiments pour la prévision de la demande en temps de crise : le cas de la pandémie de COVID 19

Angie NGUYEN, Samir LAMOURI, Robert PELLERIN (LAMIH UMR 8201 CNRS, Arts et Métiers ParisTech, Département de mathématiques et de génie industriel, Polytechnique Montréal)

Résumé : *Un événement non souhaité telle qu'une catastrophe naturelle ou une épidémie s'accompagne généralement de fortes perturbations des chaînes logistiques et d'une grande volatilité des marchés. Par ailleurs, la récente pandémie du COVID-19 a montré que les systèmes d'intelligence artificielle et les modèles d'apprentissage automatique existants, performants en temps régulier, n'ont pas été capables de fournir des prévisions fiables de la demande fortement volatile. L'objectif de cet article est de déterminer si l'analyse de sentiments des médias d'information peut permettre de fournir des prévisions fiables de la demande en période de crise. Un cas d'application de la consommation de médicament en France pendant la crise du COVID-19 est réalisé en trois étapes consistant à : (1) collecter et préparer les données ; (2) développer un modèle d'analyse de sentiments basé sur de l'apprentissage automatique supervisé ; et (3) analyser la corrélation entre les sentiments véhiculés par les médias et la variation de consommation de médicament. Les résultats soulignent une forte corrélation positive entre les sentiments dans les actualités et la consommation. Ils suggèrent donc que les sentiments véhiculés par les media ont un fort pouvoir prédictif sur les dynamiques de consommation en période de crise.*

IMS²([Salle 2](#))

Intelligent Manufacturing & Services Systems

- **Session vie de groupe et futurs projets**
 - **Bilan Ecole IMS² 2020-2021**
 - **Information Ecole MACS 2021**
 - **Calls conférences et numéros spéciaux**
 - **Ouvrage de synthèse ISTE: présentation, appel à candidatures spontanées**

- Recensement IMS²:
- Theses
- Projets

INCAS ([Salle 1](#))

Format : 20mn de présentation suivie de 10 mn d'échanges

Enhance Answer Set Programming explanation with automatic semantic annotation.

Serge SONFACK SOUNCHIO, Laurent GENESTE; Bernard KAMSU-FOGUEM

Mots clés : Answer Set Programming ; Explainable AI ; Ontology ; Annotation

***Résumé :** In 2016 the European Parliament adopted regulations under the General Data Protection Regulation (GDPR) for personal data collection and processing. It stipulated in one of its articles the following : "Anyone has the right to reject a decision based solely on automated processing that significantly affects this person", meaning that, automatic decisions will only be accepted if they are explainable in a human-understandable way [Goodman and Flaxman, 2017].*

Consequently these measures challenge automated systems with decisions that affect humans in general and artificial intelligence (AI) algorithms in particular, as most of them are black-box techniques, due to the fact that their computations are not human understandable. From this point, they are in need of explanations.

Since explanation can be seen as a set of techniques that allow understanding and presentation of transparent vision of machine learning models and AI algorithms in general [Monaco, 2019], they are welcome as tools to add trust for these models.

However, explanation is of great utility for both symbolic and sub-symbolic AI systems for the following points [Cabalar et al., 2020, Herrera, 2020]:

- *Trustworthiness, which can be seen as the confidence of whether the model will act as intended when faced to a problem.*
- *Informativeness and causality, in order to relate decisions to be taken and solution provided by the AI system.*
- *Debugging, which is important when developing a model. It helps to understand why the model did not respond as expected.*

Our work, is based on a sub-symbolic approach called Answer Set Programming, which is a knowledge representation and reasoning technique that describes problems and solution sets using a solver. Our aim is to propose a framework to enhance expressiveness of answer sets, using ontologies which are formal, explicit specification of a shared conceptualisation [Studer et al., 1998], and semantic annotations, that are processes of linking electronic resources to a specific ontology [Liao et al., 2011]. Our contribution will help humans in general

and non-experts of Answer Set Programming in particular to better understand both the result and explanation of Answer Sets computation.

Pronostic de l'état de santé de systèmes dans une chaîne de production contrôlée.

Khanh T. P. Nguyen et Kamal Medjaher.

Mots clés : Pronostic de défaillance, apprentissage machine, encrassement, échangeur de chaleur, indicateur de santé, traitement des données, liqueur noire, surveillance intelligente.

Résumé : *Actuellement, les PME's font face à une révolution vers les systèmes cyber-physiques, totalement intégrés, automatisés et optimisés, offrant des perspectives prometteuses vers l'industrie 4.0. Cette révolution est de plus en plus exigeante en termes de fiabilité et sûreté de l'environnement de travail. Un des leviers importants pour atteindre ces objectifs est de développer une stratégie de maintenance prédictive efficace. Dès lors, Prognostics and Health Management (PHM) s'avère être un bon candidat. D'une part, il assure une surveillance des systèmes industriels pour détecter et diagnostiquer leurs anomalies. D'autre part, il permet de projeter leur état de santé actuel dans le futur et de prédire leur durée de vie résiduelle (Remaining Useful Life - RUL). Dans la littérature, il existe trois approches différentes orientées données pour estimer la RUL d'un système physique : approche direct, l'approche par similarité et l'approche récursive. Les approches directes et par similarité nécessitent une quantité importante de données pour mieux prédire l'état futur du système. Dans le cas contraire, les méthodes récursives deviennent des solutions prometteuses. Dans ce travail, nous proposons une nouvelle approche basée sur des méthodes récursives utilisant la fusion d'information des modèles de prédiction. Cette fusion consiste dans un premier temps à construire des modèles de prédictions à court-terme. Ces modèles permettent de prédire l'état de santé du système à un moment défini. Ensuite l'information obtenue est utilisée pour mettre à jour un modèle de prédiction à long-terme qui estime RUL du système. La performance de l'approche présentée est démontrée à travers une application sur un cas réel, dans l'industrie de pâte à papier, en tenant en compte de différentes conditions d'opération. Les données acquises sont tout d'abord prétraitées et traitées pour construire des indicateurs de santé. Ensuite, les résultats obtenus sont injectés dans notre outil de pronostic pour prédire l'évolution de la dégradation.*

Prédiction d'erreurs critiques à partir de logs en milieu industriel.

Marie Beurton-Aimar, Sofian Maabout, Gayo Diallo

Mots clés : Maintenance prédictive, erreurs log, classification, machine learning, préparation de données

Résumé : *Anticiper la maintenance des équipements mécaniques complexes est devenue une ambition majeure de l'Industrie 4.0. La plupart des contributions scientifiques liées à la maintenance prédictive se base sur les données issues des moyens de surveillance sophistiqués mis à disposition. Parallèlement, les solutions basées sur des données de type log-event sont encore faiblement explorées. Aussi, nous proposons une approche par classification permettant de prédire l'arrivée des erreurs hautement critiques, basée sur les données log émises par les machines-outils. La méthodologie proposée reprend le concept de bags, issu du paradigme Multiple Instances Learning pour labéliser plus facilement l'information. Trois paramètres principaux sont également définis pour construire l'ensemble*

d'entraînement. Ils permettent d'ajuster finement la balance entre les délais d'anticipation, la pertinence de l'historique et la précision de l'anticipation.

K-Ware, the Knowledge Warehouse] {K-Ware, the Knowledge Warehouse : towards a compliant platform to manage any semantic resource and their alignment

Bruno Thiao Layel, Vianney Jouhet, Gayo Diallo

Mots clés : knowledge warehouse, ontology, metamodel, RDF 1.1, mapping

***Résumé :** With the continuous adoption of Semantic Web technologies, ways to structure and reuse data are seeing a marked improvement in research and production projects. Available Semantic Knowledge Resources (SKR) constitute a mandatory stone to categorize and get more insights, facts for decision making or information retrieval.*

Likewise, more and more correspondences between these resources are being made available. While significant efforts have been made to provide SKR repositories for gathering vocabularies like ontologies or terminologies, little attention has been made to provide solutions which handle them while keeping their original semantics. The differences between ontologies and terminologies need to be taken into account, but their similarities may also be of interest in the case of joint management of these vocabularies.

We introduce our platform Knowledge Warehouse based on a meta-model which handles any same atomic concept characterizing a SKR. Our approach complements existing multi-KR repositories allowing users to navigate into persisted KRs and retrieve any correspondence in between their entities, regardless of their initial persisted and semantic format based on the RDF 1.1 specification.