

AMIR LAMINE

Etudiant

Nom : AMIR
Prénom : LAMINE
Email : Lamine.Amir@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 16:30
Lieu : C101

Tuteur

NOEL Frederic

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Félix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Process to prepare the virtual reality control of a manufacturing machine by a digital twin.

RESUME DU STAGE

Lamine AMIR M2 Génie industriel - Gestion des opérations

Proposition d'un processus permettant de préparer un jumeau numérique contrôlé par la réalité virtuelle

Laboratoire d'accueil de stage : Laboratoire GSCOP (Plateforme Vision-R)

Encadrant(s) : Frédéric Noël

Mots clés. Jumeau numérique, Réalité virtuelle, CPS, Industrie intelligente.

Résumé:

De nos jours l'évolution des technologies de l'information et les moyens de communication ont fait naître une nouvelle génération d'industries, qui sont les industries 4.0. Cela est dû à une fusion des technologies industrielles avec les nouvelles technologies de la communication et de l'information. Cette fusion a conduit à une digitalisation progressive des usines. Dans ce contexte de l'industrie connectée (Industrie 4.0), le jumeau numérique et la réalité virtuelle représentent deux technologies clés qui permettent de concevoir, simuler et optimiser les systèmes de productions ainsi que d'interagir avec eux à distance. Un jumeau numérique il s'agit d'une copie virtuelle d'un système physique contenant toute la description numérique de toutes les parties composantes d'un système, y compris ses fonctions, ses mouvements, ses comportements et ses données opérationnelles. En outre cela signifie qu'il reflète l'état réel de toutes ou d'une partie des composants du système physique pendant son cycle de vie, il permet de prédire les défaillances, de proposer des actions de contrôles nécessaires pour améliorer ses processus et ses conditions opérationnelles.

Bien que le jumeau numérique ait été développée au fil des années, ce concept manque toujours d'un modèle de référence. En d'autres termes, les avis et les propositions sont divergents et aucune étude n'a été faite afin de mettre en place les lignes directrices et les outils technologiques qui permettent de créer et de mettre en œuvre un jumeau numérique d'une façon systématique. C'est dans ce cadre-là qu'intervient ce travail dans le but d'approfondir les connaissances sur les différentes technologies, ainsi que de pouvoir fournir un début de proposition d'un processus systématique qui permet de le préparer et de le mettre en œuvre, tout en donnant les grandes lignes directrices et les éléments essentiels pour cela. Également dans le cadre du projet AVATAR auquel nous faisons partie, ce travail, propose une solution avec les éléments techniques et les briques de base qui permettent aux prochains étudiants, de préparer une première partie des jumeaux numériques contrôlés par la réalité virtuelle sans y passer trop de temps et sans se perdre. Pour cela des questions de recherche ont été formulées au cours de ce projet et qui sont les suivantes :

Question 1 : Comment préparer un jumeau numérique contrôlé par la réalité virtuelle et quelles sont les étapes pour sa mise en place ?

Question 2 : Quelles sont les utilisations d'un jumeau numérique et que va-t-il apporter à l'industrie ?

Question 3 : Que peut apporter la réalité virtuelle aux jumeaux numériques ?

Pour répondre à nos questionnements et atteindre les objectifs tracés, il convient d'étudier la littérature scientifique afin d'avoir une idée approfondie sur l'état actuel de l'état de l'art lié à ce sujet de recherche. Ces connaissances peuvent se résumer en des définitions, historique, les outils et technologies habilitant, ainsi que les applications, etc. Cela va aider à mieux comprendre le problème du sujet, le cadré, formuler des bons questionnements et y répondre afin de pouvoir élargir ses connaissances. Une partie de cette étude était consacré à la revue littérature sur le jumeau numérique et la réalité virtuelle, et cela, afin d'acquérir des connaissances générales. D'autres sujets liés également font partie du rayon de la recherche bibliographique comme les technologies d'IOT, CPS, CPPS et d'autres. Les sources d'informations sont diverses, et majoritairement des sources scientifiques fiables comme « IEEE Xplore ». Tout au début un tri d'article a été fait afin de sélectionner les plus pertinents, pour qu'à la fin

en retenir que 35 articles.

Après une revue littérature, nous avons pu répertorier un nombre de définitions, ainsi que les technologies déployées par quelques chercheurs, dans le but de bien comprendre ce qu'a été fait et de prendre connaissance de ce qu'il existe afin de pouvoir proposer de nouveaux éléments, tout en allant vers les objectifs et en répondant aux questionnements. En se basant sur ses éléments et les études existantes, cet article propose plusieurs éléments pour la mise en place du jumeau numérique, en allant de l'architecture, aux étapes de création, jusqu'à la mise en place de celui-ci sur un cas d'étude. Nous avons également proposé des éléments techniques permettant à toute personne qui n'est pas du domaine d'avoir une ligne directrice lui permettant de mieux comprendre et d'aller vite sur sa démarche. Au cours de ce travail de recherche, toutes les étapes et les propositions qui ont été faites, ont été démontré sur une machine à commande numérique (CNC), ou à l'aide des technologies de la réalité virtuelle, il est possible de bien Contrôler, et de visualiser le fonctionnement de la machine, tout en étant sur à lieu différent.

Finalement, pour répondre à la dernière question, nous avons proposé un nombre de scénarios où le jumeau numérique contrôlé par la Réalité virtuelle est d'une grande utilité pour les industriels, cela en citant les bénéfices et les apports.

COHEN OMAR

Etudiant

Nom : COHEN
Prénom : OMAR
Email : Omar.Cohen@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 10:30
Lieu : C101

Tuteur

Entreprise

LIG
339 Avenue Centrale - 38400 St Martin d'Hères - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Formalisation de la méthode CAUTIC Network

RESUME DU STAGE

Contribution à la formalisation du processus méthodologique de Cautic Network

Le stage s'inscrit dans le cadre du programme de valorisation de la recherche MethodForChange (MFC) piloté par la FR INNOVACS, avec une dynamique de développement de méthodes d'innovation qui s'adresse à tout type d'organisation : entreprises, collectivités, associations et administrations de toute taille qui cherchent à innover sur un produit ou un service.

Le projet méthode for change (Methodinno) est constituer actuellement de cinq méthodes d'innovation qui sont :

- CAUTIC (usages, créativité, acceptabilité)
- ISEA (business processes, innovation organisationnelle)
- Economie expérimentale (tarification, acceptabilité)
- Business model scenarios (réseaux de valeur innovants)
- Scenario based design (management, projection, créativité)

On s'intéresse particulièrement à la méthode Conception Assisté par l'Usage, pour les Technologies, l'Innovation et le Changement (CAUTIC) qui permet de mobiliser les utilisateurs dans le cœur du processus d'innovation, qu'il s'agisse d'innovation technologique, de service ou organisationnelle. La méthode consiste à donner la parole aux (futurs) utilisateurs pour faire émerger le sens qu'une innovation éveille ou aurait dans leurs usages existants : par rapport à leurs savoir-faire, leurs pratiques, leur identité et leur environnement social et/ou professionnel.

La méthode CAUTIC repose sur la mobilisation de deux concepts fondateurs :

- Les significations d'usages, en inspectant 20 critères de qualité d'usage d'une innovation permettent d'explorer les significations d'usage et de caractériser comment une innovation fait sens dans l'usage, est-ce que l'utilisateur va pouvoir :

- ASSIMILER les nouveaux savoir-faire dans ses savoir-faire existants
- ASSOCIER les nouvelles pratiques à ses pratiques existantes
- APPROPRIER l'innovation à son identité
- ADAPTER l'innovation à son environnement

- Les profils d'utilisateurs situés par rapport à l'innovation en positionnant les différents profils d'identité des utilisateurs à l'égard de l'innovation et du changement, cette approche permet de consolider les résultats du premier concept en identifier le profil des utilisateur potentiel sur chacun des 4 critères cautic

CAUTIC peut être mobilisée en utilisant les outils dédiés constamment mis à jour et améliorés qui permettent de mobiliser des communautés d'utilisateurs dans une approche qui croise la méthode qualitative traditionnelle et la dimension quantitative que permettent les fonctionnalités de réseau social à travers la plateforme en ligne CAUTIC network.

Le processus méthodologique de Cautic Network ne vise pas seulement à la conduite parallèle de ces trois scénarios mais aussi à leur intégration et mise en synergie dans un processus global qui permettrait, suivant l'avancement du projet d'innovation d'exécuter tout ou une partie de ces scénarios et de consolider les résultats qualitatifs et quantitatifs issus de ces exécutions.

Cautic network est une évolution de la méthode CAUTIC développée par Philippe Mallein au début des années 2000 (traditionnelle) qui utilise que les enquêtes qualitatives en présentiel alors que cette évolution prend en compte deux nouvelles innovations numériques qui sont les enquêtes en ligne et les enquêtes en immersion et le tout via une plateforme numérique en ligne qui permet le déroulement, le traitement et l'analyse de toutes les enquêtes menées dans le cadre de l'étude CAUTIC.

A l'heure actuelle, la méthode Cautic Network semble pertinente pour les entreprises qui innovent et qui se montrent particulièrement intéressées et convaincues par l'intérêt de cette approche. Cependant, la robustesse scientifique de ce processus reste à évaluer et à consolider pour porter un regard sur le processus fondamental de la méthode CAUTIC au regard de la recherche en innovation par les usages et sociologie des usages, mais aussi pour évaluer les nouveautés méthodologiques et instrumentales apportées plus récemment dans le cadre du projet menée par INNOVACS.

L'objectif du stage vise à porter un regard critique et constructif sur le processus méthodologique Cautic Network afin d'évaluer scientifiquement la méthode et les outils employés pour identifier les travaux à conduire afin de consolider la robustesse scientifique de ce processus avec des activités de formalisation et d'outillage pour rendre la méthode CAUTIC lisible, robuste, et agile en termes de domaine d'application et transférable aux étudiants et aux partenaires extérieurs de la fédération de recherche.

ECHARRAFI KHADIJA

Etudiant

Nom : ECHARRAFI
Prénom : KHADIJA
Email : Khadija.Echarrafi@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 01/07/2021
Heure : 10:30
Lieu : C101

Tuteur

GZARA Lilia

Entreprise

Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance (LISTIC)
5, chemin de bellevue - 5, chemin de bellevue - 74940 ANNECY-LE-VIEUX - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Agilité de processus 4.0 – Définition de services IoT

RESUME DU STAGE

Mots clés. Agilité, Compétence, Ressources matérielles, Business Process Management, ontologie

Résumé

Le contexte économique et industriel actuel se caractérise par des évolutions et des mutations permanentes. Dans ce cadre, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à adopter une approche orientée processus pour organiser et maîtriser leurs activités métier, gagner parfois en compétitivité et en efficacité[1]. Cette approche a été fortement préconisée par les systèmes de management actuels (qualité, sécurité et environnement) car elle permet aux entreprises d'avoir un aperçu global sur leur mode de gestion[2]. En effet, elle permet de comprendre, partager et améliorer leurs activités de réalisation (clés), de support ou de management dans une logique d'amélioration continue. La gestion par processus ou Business Process Management (BPM) est une approche basée sur un cycle de vie qui peut être classiquement résumé en trois principales phases[3], à savoir la modélisation, l'exécution et le contrôle. Cette approche permet aux entreprises de passer d'une organisation taylorienne (décomposition en tâches et hiérarchie) à une organisation orientée client qui s'adapte aux besoins émergents ce dernier. Le BPM est une démarche d'amélioration et d'optimisation continue des processus. Opter pour une approche d'organisation orientée processus est préconisée lorsqu'il s'agit d'un environnement économique stable ou de faibles mutations. C'est pourquoi le concept d'agilité s'impose comme le complément le plus convenable au BPM car l'environnement économique actuel n'est plus stable et il se caractérise par la complexité, l'incertitude ainsi que l'instabilité sur plusieurs niveaux, entre autres la demande des clients (des besoins personnalisés et urgents), l'évolution rapide de la technologie, les contraintes réglementaires, etc. Le concept d'agilité décrit la capacité d'une entreprise à anticiper et s'adapter rapidement aux besoins changeants de ses clients. Cette adaptation se concrétise par la capacité d'une entreprise à reconfigurer le contenu et/ou la structure de ses flux de travail pour faire face à tout type de perturbation survenue (aléa, besoin de changement, ...) lors de l'exécution des processus. Certes le BPM permet à l'entreprise de gagner en termes d'efficacité, mais le concept d'agilité lui permet de gagner en termes de dynamisme et de réactivité : on parle ainsi de BPM agile (agile BPM)[4]. L'agilité de l'entreprise se décline en deux catégories, à savoir l'agilité technique et l'agilité organisationnelle[5]. Le présent travail s'intéresse à l'agilité organisationnelle des processus, en adoptant une approche basée sur les compétences. La notion de compétence est définie, dans notre travail, comme un processus caractérisé par la combinaison et la mobilisation d'un ensemble de ressources internes (savoir, savoir-faire, savoir-être) et externes (matérielles, logicielles, autres personnes) dans une situation contextualisée afin de produire un résultat satisfaisant. Le concept de l'agilité ne peut se concrétiser dans une entreprise que si la gestion de son capital immatériel, en l'occurrence la gestion des connaissances et des compétences, se place comme un élément central. Certains travaux antérieurs [5] s'intéressaient à la compétence humaine comme facteur clé pour la mise en œuvre des principes de l'agilité. Dans le contexte de l'industrie 4.0 caractérisée par l'émergence de nouvelles technologies en l'occurrence les systèmes cyber-physiques (CPS), l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IoT) et le Big Data, les machines ne sont plus des actifs de l'entreprise qu'on les utilise pour réaliser une tâche mais plutôt des nouveaux collaborateurs artificiels «Machines» qui coopèrent et collaborent dans une étroite relation avec leurs partenaires naturels «Humain». Ainsi, notre travail tente d'établir un parallèle entre les notions de compétence (humaine) et ce qui relève des machines. La réponse agile à un aléa (panne des machines, rupture de stock d'approvisionnement, réclamation client, absence des employés, grève, ...) ou à un besoin de changement émergent (modification de la conception du produit, exigence d'utilisation d'une nouvelle technique, nouvelle exigence réglementaire, ...) consiste à s'y adapter rapidement en choisissant les compétences humaines et matérielles pertinentes pour y résoudre. Pour ce faire, une élaboration des référentiels de compétences (requis et acquises) a été proposée dans cette veine afin de réagir aux situations imprévues. En effet, ces référentiels facilitent l'identification des compétences requises lors du déclenchement d'une perturbation touchant le déroulement normal du processus (aléa, besoin de changement). Ils permettent aussi la sélection des candidats (Humains, Machines) possédant les compétences requises identifiées avec un niveau de maîtrise requis. Pour des problèmes d'hétérogénéité sémantique, structurelle et conceptuelles [5], nous avons opté pour une modélisation ontologique afin de pouvoir interroger les référentiels de compétences sans avoir ces genres de problèmes. En effet, l'ontologie de compétences a été largement utilisée dans l'ingénierie de la connaissance[6] car elle permet de normaliser le sens des termes et de structurer les compétences qu'elles soient techniques ou comportementales. Notre travail est déployé selon la structure suivante : (1) une étude bibliographique sur la compétence humaine, (2) Elaboration du parallèle entre les concepts de la compétence humaines et ce qui relève de la machine, (3) modélisation ontologique des compétences (Humaines et machines) requises et acquises.

Bibliographie

- [1] L. GRANGER, "BPM - Business Process Management: comprendre et appliquer," 2021. <https://www.manager-go.com/organisation-entreprise/bpm.htm>.
- [2] R. Abouettahir, "Management intégré: Qualité, hygiène, sécurité et environnement dans une démarche de développement durable, cas des entreprises marocaines." Faculté des Sciences de TETOUAN, 2013.
- [3] R. K. L. Ko, S. S. G. Lee, and E. W. Lee, "Business process management (BPM) standards: a survey," *Bus. Process Manag. J.*, 2009.
- [4] P. Badakhshan, K. Conboy, T. Grisold, and J. vom Brocke, "Agile business process management," *Bus. Process Manag. J.*, 2019.
- [5] W. Triaa, "Gestion agile de processus métier: proposition d'une approche tirée par les compétences." Université Grenoble Alpes, 2018.
- [6] C. E. Foveau, "Référentiels des compétences et des métiers: une approche ontologique." Chambéry, 2007.

HRYHORYEVA MARYIA

Etudiant

Nom : HRYHORYEVA
Prénom : MARYIA
Email : Maryia.Hryhoryeva@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 11:30
Lieu : C101

Tuteur

SYLLA Abdourahim

Entreprise

UNIVERSITE GRENOBLE ALPES - UGA
Avenue Centrale 38058 - 38400 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Utilisation des techniques de Machine Learning pour l'automatisation du diagnostic des défaillances de systèmes produits-services.

RESUME DU STAGE

Pour rester compétitives et assurer leur survie dans un marché dynamique, de nombreuses entreprises développent des offres « Systèmes Produit-Service » ou « Product-Service Systems (PSS) ». Une offre PSS est un mixte de produits et de services combinés pour la satisfaction des besoins ultimes des clients (Tukker & Tischner, 2006). Cela permet d'aller plus loin dans la satisfaction des demandes des clients et de capturer les nouveaux besoins (Demirkan & Delen, 2013). Le concept de PSS peut aider les entreprises à atteindre des nouveaux objectifs socio-économiques et environnementaux. L'idée principale derrière le PSS est de fournir un ensemble de produits et de services correspondant à ces produits. Selon Tukker (2004), il existe trois catégories de PSS : orienté produit, orienté utilisation et orienté résultat.

Les entreprises doivent assurer la qualité des offres PSS à chaque étape de leur cycle de vie : la conception, la réalisation, la livraison et l'usage. Le diagnostic de défaillances représente un levier significatif pour maintenir et améliorer la disponibilité et la fiabilité d'un système de manière générale. Longtemps appliqué aux systèmes techniques, nous explorons dans ce travail l'extension des principes de diagnostic de défaillances aux systèmes de type PSS. Ces principes de diagnostic nous permettent de traiter proprement des erreurs qui peuvent apparaître pendant le fonctionnement de PSS. Dans ce projet de master, nous nous focalisons sur la phase d'usage des PSS où les méthodes de diagnostic de défaillance semblent être des approches pertinentes pour assurer ou rétablir la qualité d'un PSS. Nous avons limité le périmètre d'étude au PSS orienté utilisation.

Il faut noter que, aujourd'hui, grâce aux technologies avancées de l'information et communication, lors de leur usage, les PSS génèrent de grandes quantités de données sur leur contexte d'utilisation et les défaillances qui surviennent. Ces données peuvent être collectées automatiquement par les entreprises. Elles regorgent d'informations utiles pouvant être exploitées pour automatiser le processus de diagnostic des défaillances, et ainsi aider les ingénieurs à prendre les bonnes décisions en ce qui concerne la réparation, le remplacement ou l'amélioration d'un PSS. Une exploitation efficace de ces données permettrait de développer de nouvelles méthodes de diagnostic de défaillances de PSS.

Ainsi, l'objectif de notre travail est d'étudier l'usage de techniques d'apprentissage automatique (Machine Learning) qui nous aident à analyser des grands volumes de données et à automatiser le diagnostic de défaillances de PSS. Suite à l'état de l'art mené sur l'usage de techniques d'apprentissage automatique pour le diagnostic de défaillances, il en ressort que ces techniques sont largement utilisées pour le diagnostic de produits, un peu moins exploitées pour le diagnostic de services et quasiment pas utilisées pour le diagnostic de PSS.

Pour combler ce manque en ce qui concerne les PSS, dans ce travail, un cadre générique de diagnostic de défaillances de PSS basé sur des techniques de Machine Learning est proposé (Figure 1) qui favorise le traitement des erreurs et la prise des décisions.

Figure 1

Le cadre proposé comprend plusieurs phases, à savoir : la détection et la localisation de la défaillance, l'identification de sa nature, l'identification de ses causes et de ses effets, la recommandation d'actions recommandées, évaluation et sélection des actions et évaluation de performance d'action. Les possibilités d'utilisation des techniques Machine Learning sont examinées pour chaque phase.

De manière générale, l'application de méthodes de Machine Learning passe par les étapes suivantes (Figure 2) :

Figure 2

La première étape est la collection de données. Selon l'objectif poursuivi, des données peuvent être recueillies grâce, par exemple, aux capteurs, fichier de logs, données historiques, etc. Ensuite, souvent, il est nécessaire de pré-traiter les données par la détection et l'élimination des valeurs aberrantes, la normalisation, etc.

L'étape suivante est l'extraction et la sélection d'attributs (features) afin d'identifier les caractéristiques les plus pertinentes pour le diagnostic des défaillances. Il existe deux façons de le faire : soit utiliser des techniques supervisées (manuelles), soit utiliser des techniques non supervisées (automatiques). Dans le premier cas, l'utilisation de différentes mesures statistiques est commune. Dans le second, l'auto-encodeur, le sparse-filtering, et les réseaux de neurones convolutifs étendus sont populaires.

La 3ème étape est le paramétrage et l'apprentissage du modèle de Machine Learning. Un exemple de paramétrage est de choisir le bon nombre de couches et de neurones pour un réseau de neurones. Il existe différentes méthodes de Machine Learning pour construire un modèle. Selon

Omar et al. (2013) et Zhou & Belkin (2014), il y a trois catégories de techniques : supervisé, non supervisé et semi-supervisé. C'est aussi possible de distinguer en catégorie distincte des méthodes d'apprentissage profond qui ne requièrent pas l'extraction et la sélection d'attributs. Les méthodes d'apprentissage profond peuvent être supervisé, non supervisé et semi-supervisé.

Dans ce travail nous proposons des possibilités d'utilisation des techniques Machine Learning à chaque étape de traitement de défaillance de PSS.

IGNEYEBAN BAYOKOK TRACY-PAULA

Etudiant

Nom : IGNEYEBAN BAYOKOK
Prénom : TRACY-PAULA
Email : Tracy-Paula.Igneyeban-Bayokok@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 09:30
Lieu : C101

Tuteur

SYLLA Abdourahim

Entreprise

UNIVERSITE GRENOBLE ALPES - UGA
Avenue Centrale 38058 - 38400 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Configuration/Reconfiguration des systèmes de production: une approche basée sur l'exploitation des connaissances et des données.

RESUME DU STAGE

IGNEYEBAN BAYOKOK Tracy-Paula Parcours Gestion des Opérations

Thème: Un modèle générique à base de connaissances pour l'auto-reconfiguration des systèmes d'assemblage dans un contexte Industrie 4.0

Laboratoire G-SCOP

Encadrant: M. Abdourahim SYLLA

Mots clés : Systèmes d'assemblage reconfigurables, Modèle générique de configuration, Problèmes de satisfaction de contraintes, Industrie 4.0

Résumé

Le marché actuel est caractérisé par une augmentation incessante des demandes de produits personnalisés, une variation constante de la demande en termes de quantité et de diversité des produits et un raccourcissement du cycle de vie de ces produits. Dans ce contexte, pour répondre individuellement aux besoins variés des clients et rester compétitives, les entreprises manufacturières proposent une grande variété de produits. Ce qui se traduit par une augmentation de la complexité des systèmes de production. Ces systèmes doivent dès lors être capables, à la fois, de produire des produits de qualité au meilleur coût, et de s'adapter très rapidement aux changements du marché.

Les systèmes de production reconfigurables (RMS) ont été introduits pour répondre à ces défis d'adaptabilité et de scalabilité. Ils sont conçus pour pouvoir s'adapter rapidement aux changements dans la production (type et quantité de produits, pannes machines, etc.). Cette capacité d'adaptation est rendue possible grâce à leurs caractéristiques principales qui sont entre autres : la modularité, l'intégrabilité, la diagnosticabilité, la convertibilité et l'évolutivité. Dans ce travail, nous nous intéressons en particulier aux systèmes d'assemblage reconfigurables (RAS) qui sont principalement utilisés dans des usines de montage de produits finis. Un RAS est généralement composé de plusieurs zones de travail au sein desquelles sont implantées plusieurs machines reconfigurables capables d'exécuter des tâches nécessaires à l'assemblage d'un composant du produit final. Selon le degré d'intervention de l'homme, ces systèmes peuvent être manuels, hybrides ou complètement automatisés. Nous nous intéressons aux systèmes complètement automatisés constitués uniquement de machines destinées à l'assemblage et au transport.

Bien que ces concepts de RMS et RAS aient fait l'objet d'une grande attention dans la littérature, principalement les aspects liés à leur conception, très peu de travaux traitent de la reconfiguration opérationnelle et temps réel de ces systèmes. L'analyse de la littérature a permis de mettre en évidence un manque d'outils d'aide à la décision capables de générer, à la suite d'un changement, la configuration la plus intéressante pour un RAS en tenant compte des facteurs tels que les types de produits à fabriquer et l'état des machines. Ainsi, l'objectif de ce travail est de proposer les premiers éléments d'un outil d'aide à la décision intelligent capable de générer en temps réel des solutions de reconfiguration faisables d'un RAS, en tenant compte de nombreux facteurs tels que les types de produits à fabriquer et l'état des machines. Un modèle générique de reconfiguration à base de connaissances est ainsi proposé. Tout d'abord, un modèle conceptuel est développé en utilisant le formalisme UML (Unified Modeling Language). Il s'agit d'un diagramme de classes UML qui représente les différents éléments du problème et leurs relations. Par exemple, les variantes de produit, les sous-ensembles ou composants qui rentrent dans la composition d'une variante de produit, les opérations d'assemblage, les stations d'assemblage ou machines d'assemblage reconfigurables (RAM), les modules qui composent ces machines sont représentés par des classes. Chaque classe est décrite par un ensemble d'attributs qui sont : (i) des propriétés qui permettent de définir une instance ou un objet spécifique, ou (ii) des indicateurs de performances qui caractérisent ces objets. Les relations entre les classes définissent les contraintes ou les règles d'association, de compatibilité ou de composition entre deux classes. Par exemple, une Variante de produit et un Sous-ensemble sont reliés par une relation d'agrégation. De même, un Sous-ensemble et une Opération d'assemblage sont reliés par une association nommée « requires » qui signifie que pour être assemblé, un sous-ensemble nécessite au moins une opération d'assemblage. Les multiplicités définies au niveau des relations permettent d'indiquer combien d'éléments de chaque classe peut être impliqué dans la relation. Par exemple, la multiplicité « 1 » présente à chacune des extrémités de l'association reliant les classes Opération d'assemblage et Type de module indique que chaque opération

d'assemblage est réalisée par un seul type de module.

Figure 1: Diagramme de classe UML du modèle de reconfiguration

Ensuite, pour implémenter le modèle conceptuel et le rendre opérable dans un outil pertinent, nous avons construit un modèle avec le formalisme CSP (Constraint Satisfaction Programming). Ce formalisme est l'un des plus utilisés pour la configuration de produits. Il exprime un problème de configuration avec trois éléments : des variables qui représentent les éléments à choisir, un domaine fini pour chaque variable représentant l'ensemble des choix possibles, et des contraintes qui définissent différentes relations entre les variables. Pour des questions de clarté, nous présentons ici un petit modèle très simple et très partiel. Il représente deux opérations (OP1 et OP2). Chaque opération nécessite un module pour être réalisée : Ref1 pour OP1 et Ref2 pour OP2. La réalisation de chaque opération est caractérisée par un indicateur appelé Assembly time (5 min pour Ref1-OP1 et 2 min pour Ref2-OP2). Cette relation de réalisation est définie grâce à une contrainte de compatibilité cc1. Ce petit exemple montre qu'un modèle CSP peut être utilisé pour identifier rapidement le module nécessaire pour chaque opération et d'évaluer les indicateurs de performances associés.

Figure 2: Modèle illustratif du CSP

Pour vérifier l'applicabilité et l'efficacité du modèle générique de reconfiguration des RAS proposé dans ce travail, nous sommes actuellement en phase d'implémentation avec un outil de formalisation et de propagation de contraintes. Des petits exemples ont été développés et sont en train d'être implémentés et testés.

KADDOURI SOUFIANE

Etudiant

Nom : KADDOURI
Prénom : SOUFIANE
Email : Soufiane.Kaddouri@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 15:30
Lieu : C101

Tuteur

CUNG Van dat

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Felix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Scenarisation of a serious game in the transition to circular supply chains

RESUME DU STAGE

Soufiane KADDOURI Gestion des opérations

Développement d'un jeu sérieux dans la transition vers l'économie circulaire

Laboratoire G-SCOP

Encadrants : Van-Dat CUNG
Fabien MANGIONE
Asiye KURT

Mots clés. Jeu sérieux, économie circulaire, chaîne logistique en boucles fermées, chaîne logistique en boucles ouvertes.

Résumé

L'objectif de l'économie circulaire est principalement de réduire les déchets, de préserver les ressources naturelles de l'épuisement et d'atteindre une plus grande efficacité et efficience des ressources. Ces dernières années, le concept de l'économie circulaire a pris de l'ampleur car il propose une alternative pertinente au modèle linéaire traditionnel. Ce dernier s'est avéré non durable car sa conception basée sur l'inexploitation des produits fabriqués par une chaîne d'entreprises après leur utilisation par le consommateur final contredit les principes du développement durable. En effet, les chaînes logistiques jouent un rôle essentiel dans la transition vers l'économie circulaire.

Dans une chaîne logistique linéaire, le flux de matériaux est unidirectionnel jusqu'au consommateur final, puis les produits mis au rebut sont inexploités. En revanche, dans une chaîne logistique circulaire un deuxième flux de matières retourne du flux de déchets aux fabricants grâce à la logistique inverse. Cette dernière est connue comme le processus qui sert à ramener les produits en fin de vie aux acteurs de la chaîne logistique afin de récupérer la valeur résiduelle par le biais d'activités circulaires telles que le recycling (recyclage), le remanufacturing (refabrication), le refurbishment (la remise à neuf), le repurposing et le reuse (réutilisation). L'intention principale est de prolonger autant que possible l'utilisation des produits mis à rebut d'une chaîne logistique dans une chaîne différente, sont deux options possibles pour récupérer la valeur résiduelle des matériaux.

La transition vers l'économie circulaire est un grand défi et n'est pas une décision facile à prendre pour les entreprises. Il existe de nombreux obstacles qui peuvent empêcher les entreprises d'adopter des modèles d'affaires circulaires. Les obstacles à l'économie circulaire trouvés dans la littérature peuvent être classés en quatre catégories : obstacles culturels, réglementaires, commerciaux et technologiques. Les barrières culturelles concernent le manque de sensibilisation à l'économie circulaire et le manque de volonté de s'y engager de la part des entreprises et des consommateurs. Alors, comment peut-on surmonter le manque de connaissance et conscience sur les chaînes logistiques circulaires ?

D'autre part, les jeux sérieux sont utilisés depuis longtemps dans le domaine militaire pour la formation, ils aident les participants à acquérir des connaissances et des compétences en matière de prise de décision et de planification stratégique. Les jeux sérieux éducatifs sont considérés comme un outil puissant pour enseigner des sujets importants et générer de nouvelles idées. Par conséquent, le jeu sérieux peut être une méthode importante pour surmonter les obstacles culturels à la transition vers l'économie circulaire.

Dans ce travail nous avons développé Green&Circular qui est un jeu sérieux de plateau conçu pour aider à surmonter les barrières culturelles. Green&Circular est une extension du jeu sérieux « Beer Game » créé en 1960 qui traite les chaînes logistiques linéaires. Pour concevoir le jeu, nous avons utilisé un cadre conceptuel nommé « Les six facettes » développé par Marne Bertrand. C'est un cadre qui permet de combiner les aspects pédagogiques et ludiques dans le jeu. Le test du jeu a été fait en utilisant la méthode Thedre qui permet de mener une expérimentation pour des participants.

Le jeu est joué par une équipe de cinq joueurs, chacun d'entre eux représente un acteur de la supply chain. Cette dernière est composée de cinq entreprises, à savoir l'extracteur des matières premières, le producteur des composants, le fabricant des modules, le producteur du produit principal et le distributeur. L'équipe essaie de gérer leur supply chain pendant trois années, chaque année contient six tours représentant une période de deux mois. Les joueurs commencent le jeu avec une supply chain linéaire et une quantité limitée de matière première à extraire durant tout le jeu. Cette quantité est déterminée par un jet de dé au début de chaque période et les produits sont représentés par des jetons. À la fin de la première année, des cartes de stratégie sont distribuées puis l'équipe est invitée à adopter une activité circulaire parmi recyclage (recycling), refabrication (remanufacturing), remise à neuf (refurbishment) et réutilisation (reuse). De la même manière, à la fin de la deuxième année, l'équipe investit dans une deuxième activité circulaire en boucles fermées ou en boucles ouvertes, par conséquent le plateau modulaire se transforme en plateau de supply chain circulaire avec l'activité de collecte. L'objectif global de l'équipe est de répondre à la demande du client final en utilisant un minimum de ressources au moment que chaque joueur essaie de gérer son stock et minimiser ses coûts. Les émissions CO² et les commandes perdues sont également comptabilisées, des pénalités sont appliquées sur chaque commande perdue et au cas où le seuil d'émission est dépassé.

En effet, les commandes du client final sont aléatoires et inconnues auprès des joueurs qui commencent le jeu avec un capital initial et doivent le gérer correctement pour réaliser des revenus. Alors que les recettes sont déterminées par la quantité de produits vendus, les dépenses dépendent du volume de production, du stockage et du transport. Pour cela, les coûts de production, de stockage et de transport sont appliqués en fonction de la quantité produite, stockée ou transportée.

Le jeu sérieux a été testé par les étudiants de la deuxième année du génie industriel. Trois séances de test ont été organisées avec cinq équipes par séance. Pour cette première expérimentation, nous n'avons pas considéré les boucles ouvertes, les joueurs investissent seulement en des activités circulaires en boucles fermées. L'objectif de cette expérimentation était d'évaluer la jouabilité du jeu et de tester sa capacité d'atteindre les objectifs pédagogiques. Pour cet effet, on a élaboré un pré-questionnaire et un post-questionnaire pour mesurer la connaissance et la conscience des élèves sur les supply chains circulaires avant et après le jeu.

MECHERI CHAKIB

Etudiant

Nom : MECHERI
Prénom : CHAKIB
Email : Chakib.Mecheri@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 29/06/2021
Heure : 16:30
Lieu : C101

Tuteur

BOUJUT Jean-francois

Entreprise

LISTIC/LAMIH
LISTIC, Polytech Annecy-Chambéry, 5 chemin de bellevue - Annecy-le-vieux - 74 940 ANNECY - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Démarche d'amélioration et Indicateurs de performance pour la prise en compte de l'éthique dans un contexte 4.0

RESUME DU STAGE

Ethique et Industrie 4.0 : définition et proposition d'une démarche d'identification des risques éthiques dans le contexte 4.0
Laboratoire /Entreprise d'accueil de stage : LISTIC

Encadrant(s) : Lamia Berrah, Vincent Cliville, LISTIC
Damien Trentesaux, LAMIH

Mots clés. Ethique, Industrie 4.0, Témoignage Industriel, Déontologie, Conséquentialisme, Outil de déploiement.

Résumé

La quatrième révolution industrielle « Industrie 4.0 » est caractérisée par le développement croissant des technologies de l'information, le changement dans la conception des systèmes de production et la structure des processus. Ces changements induisent davantage d'autonomie et d'intelligence pour les systèmes de production qui doivent coexister avec la prise de décision opérée par l'Homme. Cette systématisation de la digitalisation entraîne des changements importants sur la sécurité, la traçabilité et la confidentialité des données d'une part, la sécurité, les conditions de travail de l'utilisateur, de son entourage et de son environnement d'autre part. Ces évolutions de l'entreprise la conduisent aujourd'hui à envisager les risques éthiques de cette digitalisation pour les collaborateurs, la société et l'environnement et à reconsidérer son système de mesure de la performance.

Dans ce sens, le sujet initialement retenu pour ce master était de définir la démarche d'amélioration et Indicateurs de performance pour la prise en compte de l'éthique dans un contexte 4.0. Une première tentative pour répondre à cette question a été proposée au travers d'un questionnaire structuré autour de la perception de l'éthique dans les entreprises, de leur maturité dans l'Industrie 4.0 et leur pratique de la mesure de performance. Devant les difficultés à recueillir les réponses à ce questionnaire sur le sujet de l'éthique en particulier, il a été décidé de traiter d'une étape préliminaire à cette étude initiale, et qui peut être résumée en les questions suivantes :

- Quelle peut être la définition de l'éthique dans l'industrie 4.0 ?
- Quel(s) paradigme(s) de l'éthique retenir ?
- Comment l'éthique peut-elle s'intégrer dans le modèle de performance de l'entreprise ?

L'approche retenue s'est articulée d'une part sur une étude bibliographique autour des mots clés relatifs aux questions posées soient l'éthique, l'Industrie 4.0 et la performance, d'autre part sur une enquête menée auprès d'une entreprise partenaire du LISTIC, le fabricant de roulements NTN-SNR engagée dans la digitalisation de son système de production. Plus précisément, pour répondre aux questions de recherche posées, l'étude bibliographique se focalise sur l'éthique (ses définitions, ses paradigmes et ses différentes formes) et l'Industrie 4.0 (sa définition, ses piliers technologiques et ses niveaux de maturité). Par ailleurs, l'étude de terrain consiste en une succession d'entretiens avec quatre managers en charge des technologies de l'information et de l'excellence opérationnelle autour des mots clés : Ethique, Industrie 4.0 et Performance. Chaque entretien donne lieu à une restitution du premier entretien complétée par un éclairage venant de l'état de l'art préparant l'entretien suivant. Inspiré d'un prototype existant [Trentesaux, 2021], un guide d'entretien qualifié de guideline, adapté à partir des résultats de l'état de l'art et de l'enquête terrain vient conclure ce travail permettant d'identifier les risques éthiques sur la base d'un questionnaire standardisé. Suite à ces travaux, le besoin de développer un exemple industriel de prise en considération du risque éthique a été ressenti afin d'illustrer les paradigmes identifiés dans l'état de l'art et rechercher le plus adapté à une situation donnée.

Ce travail a permis d'aboutir à trois résultats principaux. Le premier résultat consiste à faire une première proposition sur la définition de l'éthique dans le contexte industrie 4.0 inspirée de celle de P. Ricoeur : ensemble de pratiques et comportements de l'Homme et des moyens mis à sa disposition dans un système de production digitalisé qui ont pour but d'assurer une vie bonne avec et pour autrui (les acteurs participants directement ou indirectement au fonctionnement de ce système). Le deuxième résultat est l'identification des paradigmes les plus adéquats pour considérer l'éthique dans le contexte de l'Industrie 4.0 et leur illustration par le développement d'exemples ancrés dans la pratique industrielle. Ces

exemples sont structurés en cinq parties : choix d'une situation particulière, identification des actions possibles par l'acteur, analyse des conséquences sur les acteurs de chaque action, évaluation et mesure des risques éthiques identifiés suivant les quatre paradigmes éthiques, déduction de l'action la plus adéquate selon chaque paradigme. Le troisième résultat est l'identification des risques éthiques résultants de la mise en place du MES (Manufacturing Execution System) chez NTN-SNR en utilisant le guideline. Ce guideline est organisé autour de quatre « tamis » (l'utilisateur, les futurs systèmes industriels (robots), l'environnement et la société) qui sont considérés comme des filtres concernés par la dimension éthique du système étudié. Pour chaque tamis un ensemble de questions imbriquées permet l'identification des risques associés, les réponses étant oui ou non. Le guideline est supporté par un fichier Excel qui peut être utilisé en autonomie grâce au guide d'emploi intégré. Son exploitation est en cours avec les managers de NTN-SNR. Les résultats attendus sont l'identification des risques éthiques liés à la mise en place du MES ainsi qu'une quantification de la gravité de chaque risque.

Pour conclure, ce travail a permis de répondre à la question de départ en proposant une définition de l'éthique dans le contexte 4.0. En outre, ce travail a conduit à suggérer les paradigmes les plus adéquats au contexte 4.0, qui sont la déontologie dans la standardisation des pratiques routinières, le conséquentialisme et la vertu pour les événements non routiniers. De plus, l'opérationnalisation du guideline a permis d'identifier les risques éthiques dans la mise en œuvre du MES. Néanmoins la question de l'intégration de l'éthique comme un critère dans un modèle de performance n'a pour l'heure aucune réponse. Ce sera la perspective principale à ce travail qui aurait pour objet de répondre à la question : comment la mesure de la performance dans l'entreprise industrielle doit-elle évoluer à l'ère de l'Industrie 4.0 ?

MENAI SALMA

Etudiant

Nom : MENAI
Prénom : SALMA
Email : Salma.Menai@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 14:30
Lieu : C101

Tuteur

SYLLA Abdourahim

Entreprise

UNIVERSITE GRENOBLE ALPES - UGA
Avenue Centrale 38058 - 38400 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Caractérisation des problèmes dans la gestion de la production et les chaînes logistiques: vers une boîte à outils Intelligence Artificielle.

RESUME DU STAGE

Salma MENAI
Master 2 en innovation industrielle

Caractérisation des problèmes dans la gestion de la production et les chaînes logistiques: vers une boîte à outils Intelligence Artificielle
Laboratoire G-SCOP

Encadrant(s) : Abdourahim Sylla (Abdourahim,Sylla@grenoble-inp.fr)
Gülgün Alpan (gulgun.alpan@grenoble-inp.fr)

Mots clés. Industrie 4.0 ; Chaînes logistiques ; Gestion de production ; Intelligence Artificielle ; Entreposage.

Résumé

L'industrie étant en constante évolution, connaît actuellement sa quatrième révolution. Cette révolution nommée Industrie 4.0 a été introduite publiquement en 2011 au Hannover Fair et faisait partie d'un projet du gouvernement Allemand qui visait la digitalisation de l'industrie. Elle est basée sur nombreuses techniques et avancements scientifiques tels: les systèmes cyber-physiques, l'internet des objets, big data et l'avancement de la robotique. Ces techniques permettent non seulement de faire des découvertes innovantes dans l'industrie mais aussi de revisiter des concepts passés afin de les redéfinir et élargir leurs sens et possibilités. Leur application aux problèmes classiques de l'industrie permet souvent d'améliorer la performance industrielle.

Parmi les fondements de l'industrie 4.0, on retrouve l'intelligence artificielle qui a été créée par John McCarthy en 1956. L'intelligence artificielle vise à rendre les systèmes artificiels, le plus souvent des systèmes informatiques, intelligents et ainsi leur permet d'interagir avec leur environnement. En effet, " tout système qui pourrait s'adapter pour donner une réponse adéquate à son environnement pourrait être considéré comme intelligent"[1].

Ce stage s'insère donc dans le cadre de l'industrie 4.0 et s'intéresse à l'application de l'intelligence artificielle aux problèmes industriels et plus précisément ceux relevant de la gestion de production et les chaînes logistiques. Le stage intervient pour répondre aux nombreuses questions que se posent les industriels et chercheurs intéressés par le potentiel offert par cette révolution. Pour les aider à avoir une idée plus claire sur le sujet, le stage doit essayer de répondre aux questions suivantes:

*Quels sont les fonctions et les processus de l'entreprise concernés par les travaux de recherche actuels ?

*Quels sont les outils et techniques d'intelligence artificielle utilisés et pourquoi ? Le choix dépend-il de la quantité et/ou la nature des données disponibles ?

*Quelle est l'efficacité de ces applications (retour des auteurs)?

L'objectif est de réaliser une caractérisation des problèmes industriels dans le périmètre d'étude par l'établissement d'un état d'art étendu. L'état de l'art nous permettra de caractériser le périmètre d'étude et le diviser en catégories. Par la suite, nous pourrons associer aux problèmes appartenant aux catégories déduites, les techniques d'intelligence artificielle utilisées pour les traiter.

L'étude de l'état d'art étendu réalisée s'est intéressée d'abord aux articles traitant la taxonomie des chaînes logistiques et de production. Dans ce volet, on revoit plusieurs représentations scientifiques des chaînes logistiques comme la représentation par flux, la représentation par niveau de décision, la représentation ERP (planification des ressources d'entreprise) et la représentation SCOR (modèle de référence des opérations des chaînes logistiques). A l'issue de l'étude de ces représentations, nous avons proposé plusieurs caractérisations de la chaîne logistique afin de convenir sur une caractérisation propre inspirée du modèle proposé par Croxton & Lambert [2]. Suivant cette caractérisation, nous avons réalisé une

étude bibliographique préliminaire pour quantifier l'intérêt porté par les recherches actuelles aux différentes catégories de problèmes proposées dans la caractérisation. Pour cela, on a collecté les articles de deux sources différentes: Science direct et Web of science. Les articles étaient basés sur le résultat d'une recherche portant sur les différents mots-clés appartenant aux catégories en conjonction avec les outils et techniques de l'intelligence artificielle. Ces articles sont traités par la suite afin d'établir une base bibliographique adéquate répondant à plusieurs critères : article de journal, sujet ingénierie et science de décision, publiés après l'année 2011 et dans des journaux du champ industriel. Cette analyse nous a permis de retrouver les résultats suivants :

*15 catégories structurant le périmètre d'étude.

*Les catégories furent déduites à partir d'environ 70 mots-clés.

*La base bibliographique établie comporte 7838 articles toutes catégories confondues.

Vu la grandeur de la base, nous sommes convenus de traiter la catégorie d'entreposage pour le reste de l'étude, avant de s'étaler aux autres catégories. Nous avons classé la base d'articles relatifs à l'entreposage par type d'outils et techniques d'intelligence artificielle utilisés et type de problèmes traités. Cela nous a permis de conclure sur les applications d'intelligence artificielle fréquemment utilisées en entreposage à savoir: les métaheuristiques et les algorithmes d'apprentissage (Machine learning, Reinforcement learning et Deep learning). Pour les algorithmes d'apprentissage; nombre d'articles sont sélectionnés pour étude afin d'établir une synthèse sur l'utilisation de ces derniers dans la résolution des problèmes d'entreposage.

Cette étude peut être couplée avec deux autres études: une étude de terrain pour collecter le retour des industriels sur l'utilisation des outils d'intelligence artificielle en entreprise avec une étude comparative des résultats obtenus (en recherche et en terrain). Cela nous permettra de mener une réflexion sur les possibilités de la mise en place des outils et techniques d'intelligence artificielle en entreprise et les pistes de recherche à explorer par la suite afin de permettre une digitalisation plus approfondie de l'entreprise.

[1] Mathivet Virginie. (2014). L'intelligence artificielle pour les développeurs : concepts et implémentations en C#. Éditions ENI.

[2] Croxton, K. L., Garcia-Dastugue, S. J., Lambert, D. M., & Rogers, D. S. (2001). The supply chain management processes. The international journal of logistics management, 12(2), 13-36.

MERMOZ SÉBASTIEN

Etudiant

Nom : MERMOZ
Prénom : SÉBASTIEN
Email : Sebastien.Mermoz1@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 14:30
Lieu : C101

Tuteur

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Felix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Analyse de la soutenabilité des modes de conception dans les lieux alternatifs : Fablabs, repair-café, recyderies de Grenoble

RESUME DU STAGE

La convivialité est une notion créée en s'appuyant sur les pensées du philosophe Ivan Illich, en 1973. Selon lui, l'industrialisation menace les libertés de l'humain et son environnement biologique. La convivialité et les outils qui y sont liés permettent de trouver des solutions qui parviennent à réunir les humains et l'environnement et les moyens de production, et les faire fonctionner en synergie.

Les initiatives locales de concepteurs (tiers-lieux, recyderies, FabLabs) sont des actions créées par des communautés qui cherchent à se réapproprier les moyens de production et à véhiculer des valeurs qui leur sont chères. Ces valeurs sont très proches de celles explicitées par la convivialité. Cependant, les membres des initiatives locales maîtrisent très peu la notion de convivialité et les outils, développées par des chercheurs, qui y sont liés.

Le but de ce stage est de trouver une méthode d'interaction entre membres d'initiatives locales et outils de la convivialité, afin que ces concepteurs puissent aisément implémenter les méthodes conviviales dans leur environnement et leur façon de travailler.

Pour cela, je me suis rendu sur le terrain de plusieurs initiatives locales de Grenoble, afin de les interroger, et de déterminer avec elles quelle serait la meilleure méthode d'interaction avec les outils de la convivialité.

MOHAMADOU OUMAROU

Etudiant

Nom : MOHAMADOU OUMAROU
Prénom :
Email : Mohamadou-Oumarou@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 01/07/2021
Heure : 09:30
Lieu : C101

Tuteur

BOUJUT Jean-francois

Entreprise

Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance (LISTIC)
5, chemin de bellevue - 5, chemin de bellevue - 74940 ANNECY-LE-VIEUX - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Pilotage, Performance, objectifs et démarches d'amélioration industrielles: une approche ontologique

RESUME DU STAGE

MOHAMADOU OUMAROU Parcours Gestion des Opérations

Pilotage, Performance, objectifs et démarches d'amélioration industrielles :Une approche ontologique

Laboratoire /Entreprise d'accueil de stage: LISTIC

Encadrant(s): Lamia BERRAH.

Mots clés. Performance industrielle, modèle conceptuel, approche ontologique, industrie 4.0.

Résumé

Aujourd'hui, les entreprises sont confrontées à des nombreux défis tels que la concurrence intensive, la mondialisation des marchés, les turbulences de l'environnement économique et numérique...auxquels leur performance est sensible. Par conséquent, pour réaliser leur potentiel et suivre l'évolution de l'environnement, les entreprises doivent en permanence améliorer leur performance et concrétiser leurs projets et objectifs quels que soient les changements qui affectent leur environnement. Dans le contexte actuel, fortement caractérisé notamment par la numérisation des processus de production, le développement des technologies autonomes et intelligentes ainsi que l'exploitation des données surabondantes, il semble pertinent et nécessaire de s'intéresser au sens commun, que l'on peut donner aux différentes notions autour de la performance, afin d'en extraire un sens universel. Dans ce cadre du travail, une question de recherche se pose : quels sont les éléments préexistants et innovants du concept performance en vue de sa définition dans le cadre de l'Industrie 4,0 ? Comment les définir de manière universelle ? Sachant l'évolution sémantique qu'a connu le concept de performance au fur du temps, l'idée de cette étude est de chercher à positionner les notions et les termes qui caractérisent cette notion. La finalité en sera de définir le réseau d'ontologies associé.

Dans le but donc de répondre à cette question, la méthodologie de recherche choisie consiste d'abord à faire un état de l'art sur les notions essentielles autour de la performance. Cet état de l'art permettra de faire ressortir les différents concepts inhérents à la performance ainsi qu'une définition qui puisse être unanimement acceptée. Par ailleurs, un bref état de l'art autour des ontologies permettra d'en apprendre l'utilisation en vue de proposer un modèle conceptuel structuré en réseau d'ontologies autour de la performance.

La performance de l'entreprise est une notion polysémique, complexe à définir tant les approches sont multiples, et son caractère multidimensionnel et multiniveau. En effet, depuis plusieurs décennies, l'expression de la performance industrielle c'est-à-dire des systèmes industriels était taylorienne, monocritère et uniquement rattachée aux résultats financiers de l'entreprise. Cette approche se focalisait sur la rentabilité financière. Cette performance était exprimée, en fin d'exercice comptable, à l'aide de ratios de volumes et de coûts de de production et par conséquent fondée sur le couple quantité réalisée - coût. S'il est évident que la notion de la performance de l'entreprise est liée au gain financier qu'elle réalise, le bien-fondé de cette approche purement financière rencontre certaines limites suites aux évolutions contextuelles, notamment : la pérennité de l'entreprise ne dépend plus de son seul résultat financier mais aussi de la valeur apportée au client en termes de Qualité et Délai par exemple et la vision court-termiste de maximisation de profit de cette approche ne suffit plus à l'expression de la performance. Pour prendre en compte les évolutions du contexte, cette expression a dépassé le cadre financier pour tout d'abord se fonder sur le triptyque Coût, Qualité et Délai. Par la suite, une entreprise a pu être analysée par un lieu de rencontre des motivations divergentes des acteurs qui contribuent à son développement. Dès lors, la conceptualisation de la performance a préconisé ainsi de prendre en considération ces différentes parties prenantes de l'entreprise, entre autres les actionnaires, les salariés, les clients, la communauté et les fournisseurs. Ainsi, la performance possède autant de significations qu'il existe d'individus ou de groupes qui l'utilisent. Pour un dirigeant, la performance pourra être la rentabilité ou la

compétitivité de son entreprise ; pour le salarié, elle pourra être le climat de travail ; et pour le client, la qualité des services rendus. Dans ces conditions on parle désormais de performance multicritère et multi points de vue, que nous appréhendons en sa signification la plus simple : une performance sur plusieurs critères et plusieurs points de vue. Aujourd'hui encore, les dimensions de la performance ne cessent d'évoluer, en plus des critères triptyque industriel, des critères en lien avec l'écologie et d'une manière globale le développement durable, l'innovation sont intégrés. Ainsi, En synthèse, nous retenons qu'aujourd'hui la performance industrielle se définit selon de multiples critères répondant à des exigences internes et externes à l'entreprise, implique l'ensemble des parties prenantes de l'entreprise.

Sachant toutes ces visions complémentaires de la notion de la performance, les ontologies apparaissent comme un paradigme clé pour la manipulation de la connaissance. Dans cette vision, une information est vue comme une entité associée par des liens sémantiques à tout un réseau qui permet de définir et de préciser le sens de celle-ci. Par leurs caractéristiques, les ontologies permettent d'aboutir à une interopérabilité sémantique des concepts. En cela, elles offrent les éléments nécessaires à la modélisation des connaissances. Ces éléments sont composés de classes et d'instances pouvant être reliées par des liens, définis ou précisés par des contraintes et enrichis par des attributs. Ainsi, l'objet ontologique est en fait une composition entre un modèle, une conceptualisation, un langage de modélisation.

Finalement, comme résultat de ce travail, une synthèse de la littérature sur les différentes approches de la performance qui ont évolué depuis les débuts de taylorisme nous a permis d'identifier les éléments clés de la performance en vue, dans un deuxième temps, de sa redéfinition dans le contexte de l'Industrie 4.0. De plus, une proposition d'un modèle, offrant une structuration des définitions successives de la performance est établi. Un tel modèle doit montrer les relations entre les notions et aussi de comprendre leurs évolutions structurelles. Pour ce faire, nous avons formalisé notre modèle sur le logiciel protégé qui utilise le langage d'ontologie web (OWL). Ce travail suggère d'intégrer ultérieurement plus en profondeur les concepts de l'objectif et indicateurs de performance dans le modèle ontologique et de le confronter aux pratiques industrielles pour plus d'enrichissements.

MRAYEH YOUSSEF

Etudiant

Nom : MRAYEH
Prénom : YOUSSEF
Email : Youssef.Mrayeh@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 08:30
Lieu : C101

Tuteur

MASCLET Cedric

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Felix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Concevoir Low-tech. Quels indicateurs pour le concepteur ?

RESUME DU STAGE

• Contexte générale

Le modèle économique et le modèle d'innovation actuels, ont pu apporter des changements majeurs à notre vie quotidienne, comme le confort grâce aux électroménagers et les moyens de transports, la sécurité grâce aux équipements de surveillance, la santé grâce aux innovations dans la médecine...etc. Mais ce même modèle impose aussi l'obsolescence programmée des produits, qui a conduit à une hausse de la consommation, ce qui a induit par la suite une hausse de la consommation des ressources et de la quantité de déchets générée. Sans oublier les difficultés économiques et matérielles auxquelles font face les pays du sud et les régions isolées du monde pour s'adapter et survivre dans ce monde, le monde des high-techs. Mais il y a bien eu des tentatives pour intégrer cette population, en leur apportant des nouvelles technologies. Cependant elles sont très vite devenues obsolètes faute de savoir-faire et de moyens. Mais pendant ces dernières décennies, certains ingénieurs et associations ont commencé à s'intéresser à un nouveau concept de penser et d'innovation basé sur l'ingéniosité et le bricolage, que l'on a appelé low-tech (basse technologie).

Ces low-techs qui sont faciles à mettre en place, à fabriquer localement et répondent aux besoins essentiels de notre société. Elles sont vues par certains penseurs et innovateurs comme un moyen pour ralentir la consommation des ressources et la pollution environnementale. En plus, pour l'ingénieur Philippe Bihouix, les low-techs ne sont pas seulement utiles pour les pays pauvres, mais peuvent aussi s'avérer être un modèle à suivre pour les pays riches. Vu la diversité des acteurs de la low-tech (des amateurs, des ONG, des ingénieurs et des penseurs, etc..), leurs produits sont difficilement jugeables.

• Question de recherche

Le concept des low-techs est relativement ancien, il est présent dans une variété de travaux de recherche et de conception qui présentent les low-techs comme étant une alternative technologique pour une civilisation techniquement soutenable. Mais à ce jour, vu les différentes définitions du concept et les différents points de vue du comment doivent être les produits low-techs, il n'existe pas de moyens qui permettent aux concepteurs d'évaluer leurs nouveaux produits et de les comparer à ceux qui sont déjà existants. Par conséquent, ce travail vise à établir des indicateurs techniques pour les low-tech. La question centrale de ce travail sera comme suit : Quelles sont les indicateurs qui doivent être adoptés par les concepteurs pour pouvoir évaluer un produit low-tech ? La réponse à cette question sera apportée à travers une analyse de la littérature portant sur les low-techs d'un point de vue technique.

• Méthodologie

Dans un premier temps, une lecture exploratoire sur les low-techs a été faite pour identifier le concept général et de quelques mots clés et du champ lexical. Par la suite, une recherche a été menée sur Web of Science afin d'identifier toute la littérature abordant les low-techs. Cela étant, on a effectué une filtration grâce au champ lexical identifié au début. Puis on a analysé la littérature identifiée pour constater les caractéristiques explicites et implicites évoquées par les auteurs. Enfin, on a recherché des sous-caractéristiques pour les caractéristiques trouvées afin d'en faire des indicateurs pour les low-techs.

• Résultats

Dans la première partie de la recherche bibliographique sur les low-techs, on a pu déduire que les low-techs sont des technologies simples car elles doivent être fabriquées et maintenues localement. Elles doivent aussi être réparables pour assurer une longue durée de vie pour le produit, et respectueuses de l'environnement en émettant le moins possible de déchets pendant ces trois phases de vie (fabrication, utilisation, fin de vie), afin de limiter la quantité des déchets elles être entièrement ou partiellement réutilisable et être construites à partir de composants réutilisés (le principe du recyclage de fonction ou de détournement de fonction). Elles doivent être orientées utilisateur en lui permettant de s'approprier la technologie pour laquelle puisse mieux répondre à ses besoins. En plus se type d'innovation permet de respecter l'environnement socio-économique de l'utilisateur. Dans la deuxième partie, on a cherché à déterminer des sous-caractéristiques afin d'établir des indicateurs, nos découvertes sont comme suit :

- La simplicité : on a découvert que la simplicité d'un produit dépend du nombre de pièces et de fonctions, mais aussi de la complexité des pièces

utilisées et cette complexité est caractérisée par le nombre de spécifications utilisées sur le dessin de définition et le processus nécessaire pour sa fabrication.

- La réparabilité : cette caractéristique dépend de la démontrabilité du produit et par suite du nombre et du type d'attaches utilisées, ce qui permet à l'utilisateur de la modifier à sa guise.

- Respect de l'environnement : cette caractéristique dépend du type des matériaux utilisés et leur provenance (pour les low-techs ils préférable qu'elles soit locale), la quantité d'énergie consommée et de déchets émis pendant les trois phases de vie.

- Réutilisation des composants : cette caractéristique dépend du nombre des composants réutilisé, le nombre des composants usables et qui finiront leurs vies dans ce système.

- L'orientation utilisateur : cette caractéristique dépend de la compatibilité du système aux besoins de l'utilisateur, la simplicité a utilisé le produit, la modifiabilité et l'accessibilité du produit en termes de prix.

Vers la fin de ce travail on développe un outil qui permet de comparer la low-technicité entre produit afin de permettre au concepteur d'évaluer sa conception par rapport aux produits existants sur le marché.

ORNILO CORREIA SARA VIRGINIA

Etudiant

Nom : ORNILO CORREIA
Prénom : SARA VIRGINIA
Email : Sara-Virginia.Ornilo-Correia@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 29/06/2021
Heure : 14:30
Lieu : C101

Tuteur

MANGIONE Fabien

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Félix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Déploiement d'un protocole pour l'expérimentation des enjeux décisionnels dans collaboration homme/cobo

RESUME DU STAGE

Mots clés. Travail collaborative, variabilité, mouvement, ergonomie, robotique, protocole expérimental

Résumé

Les évolutions technologiques ont changé énormément le quotidien des personnes au fil des années. A partir des révolutions industrielles, il y a eu l'émergence de nouveaux produits innovants qui se distinguent par l'amélioration des processus et des services en général pour les personnes et les entreprises. L'industrie 4.0 se caractérise par l'utilisation de la technologie et par l'interconnexion des machines et des processus grâce à des outils tels que l'Internet des objets, l'intelligence artificielle, les usines intelligentes, le stockage et le partage de données. Avec les progrès des entreprises intelligentes, comme sont appelées les entreprises qui mettent en place l'industrie 4.0, le monde est devenu extrêmement globalisé et dynamique. L'utilisation de ces nouvelles technologies permet l'optimisation des processus dans différents contextes, que ce soit à destination des entreprises, des travailleurs ou des clients.

Dans ce contexte, il y a eu la croissance de la robotique. Vers 1960, les robots ont commencé à travailler dans l'industrie et se développent fortement, vu qu'ils montrent de plus en plus de progrès et commencent à être plus autonomes en milieu industriel. Au fil des années, les robots ont été utilisés principalement dans des tâches répétitives, dans celles qui nécessitent une plus grande précision, dans des environnements dangereux ou dans des volumes de production élevés. Cependant, le travail humain est toujours irremplaçable surtout dans des situations où l'adaptation aux aléas et la prise de décision sont nécessaires. Il est constamment importante d'être attentif à l'ergonomie vu qu'elle permet l'efficacité, la sécurité et le confort des humains pendant la réalisation des activités, promouvoir une bonne interaction dans l'ambiance de travail, bien que d'améliorer la performance globale.

Actuellement, la robotique collaborative est un marché de la robotique qui a un grand potentiel de croissance dans l'industrie. Dans ce marché, les cobots sont les robots qui interagissent avec les humains et sont capables de détecter leur présence dans un environnement physique partagé. Il existe différents niveaux de décision qui peuvent être pris par l'humain dans des situations de travail collaboratif, bien que des différentes catégories de ce travail en fonction de l'espace partagé.

Il y a nombreux facteurs qui influencent la variabilité du mouvement, et par conséquent, le travail collaboratif. La variabilité est une caractéristique fondamentale du mouvement et comprend les variations qui peuvent survenir lors de l'exécution d'une tâche donnée, que ces variations soient dues au travailleur, au robot, à l'activité elle-même ou à l'organisation du travail. Ainsi, il est possible de constater qu'il existe des variables individuelles et industrielles qui peuvent impacter les mouvements et l'exécution des tâches.

De cette façon, l'objectif de cette recherche est de répondre à la question suivante : Comment évaluer expérimentalement la significativité des variabilités individuelles et industrielles dans une activité de collaboration homme/robot ? Pour répondre à cette question, la recherche s'est basée sur trois phases : une revue de la littérature, la catégorisation de la variabilité et des niveaux de décision qui peuvent être pris et, finalement, la conception d'un protocole expérimentale en définissant un cas d'étude collaboratif.

Les recherches et les références scientifiques ont donné la base théorique nécessaire pour la mise en place des expérimentations. Dans cet étape, c'était nécessaire définir l'activité à être simulée, l'organisation du travail, la position des pièces, l'existence de temps de pause, les contextes simulés, bien que réaliser la programmation du robot. L'activité choisi c'était la manipulation et l'assemblage d'un petit camion, qui a été manipulé par le robot et assemblé par l'humain dans un système collaboratif séquentiel et de façon dépendante, c'est à dire, il y a eu une interaction entre les deux. Ces activités ont été choisi en fonction des études trouvés qui indiquent les avantages d'utiliser un système collaboratif dans ces cas, vu la liaison entre les capacités du robot et la précision et la dextérité des humains.

Lors des expérimentations, quatre personnes différentes ont été choisi comme les opérateurs, dans l'objectif de pouvoir bien analyser la variabilité dans chaque scénario. De plus, il a été défini trois contextes différents dans le but de considérer et vérifier la présence de la fatigue des opérateurs, l'expérience dans la tâche, les postures adoptées, le confort et la sensation de sécurité des opérateurs pendant la réalisation du travail collaboratif.

Pour chaque opérateur, l'analyse ergonomique Reba a été réalisée et considérée également vu qu'il faudrait tenir en compte le bien-être des personnes et que l'ergonomie est aussi un facteur d'efficacité qu'impacte la performance globale. En outre, après les expérimentations, chaque opérateur a répondu quelques questions pour mesurer le niveau de confiance qu'ils ont senti pendant la réalisation des tâches.

Les résultats attendus comprennent l'évaluation des données obtenues pendant les expérimentations et l'analyse de temps de cycle dans chaque

simulation et dans chaque contexte dans le but de voir la pertinence et l'impact des diverses formes de variabilités, qu'elles soient individuelles ou industrielles, lors de la réalisation du travail collaboratif.

PYSTINA XENIYA

Etudiant

Nom : PYSTINA
Prénom : XENIYA
Email : Xeniya.Pystina@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 29/06/2021
Heure : 09:30
Lieu : C101

Tuteur

BOUJUT Jean-francois

Entreprise

DISP
Bâtiment Léonard de Vinci, 21 Avenue Jean Capelle O, 69100 Villeurbanne - 69100 Lyon - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Gestion de configuration sur un Jumeau Numérique d'un produit : une approche couplée systémique et PLM

RESUME DU STAGE

Développement d'un jumeau numérique pour les systèmes de production
Laboratoire DISP /INSA Lyon et Université Lumière Lyon 2:
Encadrant(s): Vincent CHEUTET, Lilia GZARA, Aicha SEKHARI
Mots clés. Jumeau numérique, digital thread, systèmes cyber-physiques, program lifecycle management, smart manufacturing, systèmes de production

Résumé

Depuis 2003 la définition d'un jumeau numérique (JN) a évolué de la simulation numérique de l'objet physique à une plateforme multi technologique pour représenter l'objet réel dans un environnement virtuel le plus précis possible en créant sa copie numérique (c'est-à-dire des modèles virtuels). Le but est de simuler et de refléter l'état et les comportements de l'entité physique et de prédire et de contrôler son état et comportement futurs.

Le JN est un concept systémique complexe qui se base sur les technologies de l'Industrie 4.0, comme l'IIoT, la Réalité Augmentée / Réalité Virtuelle, l'Intelligence Artificielle, la Simulation, le PLM etc. Couplé au développement d'analyse des données provenant de capteurs installés sur des objets réels et d'apprentissage automatique, le JN est un outil puissant pour la gestion d'un produit tout au long de son cycle de vie. Aujourd'hui c'est un champ de recherche prometteur en pleine croissance qui a pour le but de remplacer entièrement les maquettes physiques.

La littérature qui traite du JN, relève certaines questions scientifiques : Comment l'industrie peut bénéficier de cet outil et gagner dans la production en termes de qualité, délais, coût et quelles sont ces prémisses ? Comment l'implémentation d'un JN est déjà réalisée dans l'industrie 4.0 ? Quelle est la place d'un JN dans l'architecture de système d'information de l'entreprise ? Au niveau opérationnel, la littérature identifie aussi des questions pratiques liées aux modalités des systèmes de productions ou d'un produit.

Nous pouvons statuer que le JN est un outil opérationnel se basant sur les modèles, les données et les simulations de comportement de son objet physique. Les systèmes cyber-physiques (CPS) avec ses capacités d'échange informationnel bidirectionnel, qui sont évolués de systèmes de supervision traditionnels, font partie de JN pour les systèmes de production. D'ici le JN peut réunir les différents CPS, améliore sa qualité de conception, production, opération et maintenance et rend le comportement et relations entre des objets de smart factory plus transparent et cohérent.

D'après plusieurs sources scientifiques, le JN a toutes les caractéristiques d'un système et peut grandir en fonction de complexité et de quantité d'autres JN. L'approche d'ingénierie de système est intensément appliquée pour le déploiement de JN pour les systèmes de productions, les procédés d'usines de l'Industrie 4.0. Les industriels distinguent les JN pour le produit, pour les systèmes de production et pour le produit ensemble qui sont incorporés dans le JN de niveau élevé représentant l'état d'un produit pendant sa fabrication, mise en service et opération chez le client. Ils utilisent le concept de JN en se basant sur les systèmes de gestion de cycle de vie d'un produit permettant de maintenir le flux de données (digital thread) sur l'ensemble de son cycle de vie. D'un point de vue systémique le JN d'un système de production peut contenir les JN des produits et les JN des composants de produits, augmentant ainsi le niveau de complexité. On parle alors de système de JN de certains niveaux : unité, système et système de système. En pratique il n'existe pas d'architecture universelle pour le JN. Les développeurs de logiciel distinguent trois types de JN par la nature de l'objet et l'étape du cycle de vie du produit qui est modélisé : Produit, Production et Performance.

L'objectif d'aujourd'hui pour les industriels est de développer les architectures intégrant plusieurs JN représentant l'objet dans la phase de cycle de vie concrète (conception, production ou opération) qui sont connecté en système de systèmes de JN, forment et gèrent le digital thread de données collectées. Différentes méthodologies pour déployer le JN ont été proposées par des scientifiques, des industriels et des développeurs de logiciel de conception. Parmi ces architectures conventionnelles, nous identifions dans cette étude l'architecture holonique ARTI (Activity Resource Type Instance) proposée par Paul Valckenaers en 2018, qui est un ensemble de cubes de fonctions. Elle permet d'identifier globalement le système de JN et son objet physique quel que soit l'environnement ou ses applications. Cette architecture référentielle autorise à tous outils informatiques de connecter au JN pour accéder à l'image actuelle de l'objet physique.

Après avoir travaillé sur la définition du concept de JN, nous nous sommes focalisés dans ce travail de recherche sur la définition d'une architecture de JN pour le système de production de plateforme SMART de l'AIP en mettant en œuvre une approche systémique afin de piloter le cycle de vie de ce modèle au cours du temps. Pour cela, le JN s'appuie sur les technologies déployées en état existant qui doit répondre aux besoins quotidiens de personnel et permettre d'améliorer le fonctionnement. L'architecture d'un JN varie toujours selon les applications et répond à des besoins spécifiques. Néanmoins, dans cette étude nous proposons un méta modèle multicouche qui intègre l'ensemble des éléments discutés ci-dessus : la couche de la communication, la couche de la données, la couche des modèles et des configurations, la couche de simulation et finalement la couche de la prise de décisions (figure 1).

Figure 1 : L'architecture de JN d'un système de production

La plateforme Smart de l'AIP est construite pour les objectifs pédagogiques et représente la ligne de production automatisé et robotisé permettant à l'opérateur d'intervenir en cas de nécessité.

L'architecture de JN pour cette ligne de production peut être implémenté avec le niveau d'automatisation existant (technologie RFID) en ajoutant les capteurs requis pour les fonctionnalités avancées. Ainsi les scénarios de comportement de JN vont être proposés pour les différents niveaux de maturité du système. Il s'agit du niveau d'automatisation quand le JN gère les fonctionnalités opérationnelles du système ; le niveau où le JN joue le rôle d'un outil de l'aide à la décision pour l'opérateur ; et le niveau d'autonomie quand le JN prend les décisions indépendamment.

Le présent travail s'appuie sur des articles scientifiques récents de même sujet d'où l'architecture d'un JN en état « as build » est développé et vis à déterminer la partie décisionnaire pour simuler les différents scénarios du fonctionnement. Cette approche devra définir l'ensemble des modèles et des données qui sont au cœur du JN. Le rôle d'un JN pour ce système est d'assurer les simulations de scénarios de fonctionnement du système dans les conditions spécifiées. Par exemple, il peut servir dans le contrôle de l'approvisionnement des jetons pour les palettes, indiquer la réduction du stock des jetons sur le post 6 et pour envoyer la palette sur la boucle centrale rendant ainsi le cycle de production plus flexible et l'optimiser les ressources. Intervenant automatiquement, JN collecte information et statistique de ruptures ce qui munit la réduction du temps de passage de chaque opération au long terme. En particulier, pour maîtriser la diversité des décisions qu'il faut prendre tout au long du cycle de vie d'un système de production, la gestion de configuration et la gestion des exigences permettent d'optimiser le cycle de production et faciliter l'interventions techniques en utilisant les données stockées sur le PLM.

RABOUDI HOUDA

Etudiant

Nom : RABOUDI
Prénom : HOUDA
Email : Houda.Raboudi@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 30/06/2021
Heure : 13:30
Lieu : C101

Tuteur

MANGIONE Fabien

Entreprise

LABORATOIRE G-SCOP
46 avenue Felix Viallet - 38000 GRENOBLE - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Simulation et optimisation pour la gestion de la production : vers des jumeaux numériques

RESUME DU STAGE

Mots clés

Ordonnancement, machines en parallèles, changement de séries, temps de réglage.

Résumé

Ce stage s'intègre dans le cadre du projet Optiproduct qui a pour but de fournir un outil automatisé aux petites et moyennes entreprises (PME) afin de leur permettre d'améliorer leurs performances et de faire face à la concurrence et à des clients de plus en plus exigeants. Cet outil représente une solution informatique que l'on dénommera « Jumeau Numérique » et qui est fondée sur la réalisation d'un modèle numérique reproduisant le comportement d'un système de production.

En effet, ce jumeau numérique se compose de deux parties qui sont l'espace physique et l'espace virtuel. Les deux parties communiquent l'une avec l'autre par le biais de la couche de base des données. Dans l'espace virtuel, les données d'ordonnancement peuvent être obtenues à partir des ressources contrôlées dans l'espace physique, telles que l'équipement, les employés, les informations sur les tâches, etc. Les stratégies d'ordonnancement sont obtenues par la simulation des algorithmes d'ordonnancement utilisant les données captées du système physique en temps réelles. Le plan d'ordonnancement final vérifié est ensuite renvoyé à l'espace physique pour l'exécution.

Dans le but de mettre en place cette solution, une équipe interdisciplinaire a été formée. Cette équipe se compose de la société Inoproduct qui a une maîtrise des outils de simulation numérique, de la société ZYLIA TECH qui est une société de service spécialisée dans l'exploitation des données collectées au fil de la production afin de les transformer en informations pertinentes pour l'aide à la décision et enfin du laboratoire G-SCOP qui a pour rôle de développer le module d'optimisation qui contient les algorithmes d'ordonnements et les heuristiques à intégrer dans le jumeau numérique. Ainsi, ce stage a été proposé ayant pour finalité le développement des algorithmes d'ordonnement qui vont être utilisés dans le module d'optimisation du jumeau numérique.

Afin de démontrer l'adéquation du modèle d'optimisation de la production basé sur le jumeau numérique, nous nous intéressons particulièrement à une étude de cas réel correspondant à une société de fabrication des pièces mécaniques. Pour réduire le périmètre de notre étude, deux lignes de production ont été choisies. Ces deux lignes sont caractérisées par un grand nombre de changements de séries et des lots de fabrication de petites et moyennes tailles.

Actuellement, l'ordonnement des ordres de fabrication dans cette entreprise est effectué manuellement en utilisant un fichier Excel. L'objectif de ce travail est d'établir un algorithme qui prend en compte toutes les contraintes du terrain et les facteurs qui ont une influence sur la production sur ces lignes.

Dans cette optique, nous avons commencé par l'identification des spécificités de ces deux lignes de production pour mieux caractériser le problème. Cela nous a permis de déterminer que notre étude de cas présente un problème d'ordonnement sur des machines parallèles. Puis, une revue de littérature a été faite pour vérifier si ce problème a été abordé avant dans les articles scientifiques. Après ces deux étapes on a pu aboutir au type de problème exact. En effet, notre cas d'étude présente un problème d'ordonnement des tâches sur des machines parallèles qui exécutent la même opération « le tournage » mais qui sont différentes en ce qui concerne le temps d'exécution des tâches. De plus, certaines machines sont qualifiées pour la réalisation d'une tâche alors que d'autres non. D'autres contraintes identifiées dans la littérature sont présentes dans notre cas aussi telles que :

- L'existence d'un temps de réglage qui dépend de l'enchaînement des tâches programmé sur une même machine.
- L'existence d'un seul régleur pour chaque lot de machines parallèles.
- Le réglage d'une machine ne peut pas être fait tant qu'il y a une tâche en cours d'exécution sur cette même machine.

Mais, ce qui complexifie notre étude de cas et la rendre originale c'est l'existence des périodes de non disponibilité de régleur qui n'était pas abordé dans la littérature à notre connaissance. En effet, le régleur n'est disponible que 8h/jour alors que les machines travaillent 16h/jour. Par conséquent, il faut programmer les réglages selon la disponibilité de ce dernier.

Après avoir précisé le type de problème d'ordonnement qu'on étudie, nous avons formulé l'objectif visé est les contraintes rencontrées en un programme linéaire mixte en nombre entiers (MILP) dont l'objectif est la minimisation de la somme pondérée des dates de fin d'exécution.

En effectuant différents test avec des données générées aléatoirement et des données réelles extraites de l'historique de production de l'entreprise, nous avons obtenus des résultats qui montrent l'efficacité de MILP établie. En revanche il présente des limites en ce qui concerne le temps de résolution ainsi que la taille des instances qui peuvent être résolu.

TAEI FATEMEH

Etudiant

Nom : TAEI
Prénom : FATEMEH
Email : Fatemeh.Taei@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 05/07/2021
Heure : 17:00
Lieu : salle du conseil

Tuteur

CAROLY Sandrine

Entreprise

laboratoire Pacte
Pacte/IEP - BP 48 - 38040 - 381040 Grenoble - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Opérateur et robot: comment penser la collaboration pour favoriser la variabilité des gestes

RESUME DU STAGE

Fatemeh TAEI Gestion Des Operation

Opérateur(S) et cobot : comment penser la collaboration pour favoriser la variabilité des gestes ?

Laboratoire /Entreprise d'accueil de stage : Laboratoire PACTE

Encadrant(s) : Sandrine Caroly

Mots dés. Robot et l'humain, Cobot et variabilités, L'ergonomie dans l'industrie, Interaction homme-robot. L'adaptabilité de robot, Collaboration homme-robot.

Résumé

Les robots sont très largement utilisés dans l'industrie ; une de leurs limites actuelles est celle de la complexité des tâches que l'on souhaite les voir accomplir. Celles-là ne peuvent être réalisées sans un haut pouvoir d'adaptation, autrement dit aujourd'hui sans la performance et la plasticité de la cognition humaine. La cobotique est récemment apparue comme « le domaine » de la collaboration homme-robot. Elle s'affirme comme perspective pour aider l'homme, l'augmenter, dans la réalisation de tâches complexes pour l'Industrie du Futur.

Les systèmes simples et les systèmes plus évolués tels que les robots aident l'humain à accomplir plusieurs tâches industrielles. Dans certains systèmes, les robots complètent les tâches sans l'humain, mais dans les autres cas les robots et l'humain travaillent ensemble pour accomplir une tâche. Comme les Troubles Musculo Squelettiques (TMS) sont en augmentation constante depuis 10 ans et représentent les trois-quarts des maladies professionnelles reconnues, les industries sont dirigées vers la robotique. La robotique collaborative (ou cobot) est présentée comme un des moyens pour accompagner la transition vers des « usines du futur ».

La cobotique est un domaine émergent qui offre de nouvelles perspectives pour améliorer la performance des entreprises et la santé des hommes au travail, en alliant l'expertise et les capacités cognitives des opérateurs aux atouts des robots. Dans cette étude, la cobotique est positionnée comme le domaine de la collaboration homme-robot. Nous définissons les systèmes cobotiques comme des systèmes au sein desquels l'homme et le robot interagissent pour réaliser une tâche commune.

Pour obtenir le meilleur système dans lequel les robots font les tâches répétitives et les opérateurs ont une certaine latitude dans le processus décisionnel de la tâche, le robot doit pouvoir s'adapter au système et l'opérateur, de sorte qu'il soit capable de comprendre l'intention d'opérateur et l'environnement. Il y a beaucoup de systèmes industriels qui bénéficient du robot travaillant à côté de l'humain mais c'est l'opérateur qui doit s'adapter au robot. C'est pourquoi il faut plus concentrée aux différentes variabilités auxquelles les robots doivent s'adapter afin d'obtenir synergie. Ce sont la raison pour laquelle nous avons fait la recherche de comment le cobot est capable d'adapter aux différentes variabilités.

Cette étude ergonomique d'une situation industrielle d'emballage de produits finis, plus exactement le remplissage d'éléments (produit, auxiliaires, notices, etc.) dans une valise avant expédition, a permis d'identifier les phases de travail où le robot peut venir en assistance aux tâches de l'opérateur.

L'objectif de cette recherche est de concevoir et d'évaluer différentes possibilités d'usage du cobot selon les besoins de l'opérateur (différences d'expérience, de stratégies gestuelles, posturales, de gestion de l'information). La collaboration homme-cobot doit pouvoir soutenir la variabilité humaine, c'est-à-dire les différentes façons de faire l'activité physique et cognitive.

Dans cette recherche, nous détaillons la conception d'un système cobotique pour améliorer la santé et la sécurité des opérateurs sur le poste de remplissage. Nous nous intéressons aux différentes variabilités qui ont un rôle important pour obtenir un meilleur système. Nous avons conduit ce projet, de l'analyse du besoin jusqu'à la réalisation d'un système dans lequel l'opérateur et le cobot travaillent ensemble. Pour analyser le travail des opérateurs et identifier comment ils réagissent face aux variabilités, nous avons fait l'observation systématique pour chaque opérateur pour chaque cycle. En comparant l'activité des opérateurs selon les temps de cycle, les variabilités industrielles, les manières de remplir, les stratégies

gestuelles, les postures et les déplacements. Nous avons analysé les facteurs ergonomiques ainsi que les tâches plus pénibles. Nous avons essayé de donner des tâches au cobot afin de soulager le travail de l'opérateur. Après avoir programmé le cobot d'accomplir les tâches attendues, nous avons simulé les travaux des opérateurs par rapport aux différents gestes et manières.

Le robot avec lequel nous travaillons est un bras robotique collaboratif, un équipement conçu pour exécuter des tâches proches de celles qui peuvent être exécutées par un bras humain. Ils peuvent avoir plusieurs axes de rotation et sont souvent utilisés pour aider l'utilisateur dans une tâche spécifique ou substituer l'utilisateur dans les tâches gênantes au niveau physique ou cognitif.

L'application de notre démarche d'ingénierie des systèmes cobotiques sur une variété de postes de travail et de besoins industriels nous a permis de l'enrichir avec des outils opérationnels pour guider la conception. Nous prévoyons que la cobotique soit une des clés pour replacer l'homme au cœur des moyens de production dans le cadre de l'Usine du futur. Réciproquement, l'intégration des opérateurs dans les projets de conception sera déterminante pour assurer la performance et l'acceptation des futurs systèmes cobotiques.

WANDJI WOUAPI CHRISTIAN

Etudiant

Nom : WANDJI WOUAPI
Prénom : CHRISTIAN
Email : Christian.Wandji-Wouapi@grenoble-inp.org

Soutenance

Date : 01/07/2021
Heure : 08:30
Lieu : C101

Tuteur

BEN REJEB Helmi

Entreprise

UNIVERSITE DE LORRAINE
34 cours Léopold - 54000 NANCY - FRANCE

DESCRIPTIF DE LA MISSION

Caractérisation de l'état de santé d'un système en fin d'usage pour le remanufacturing.

RESUME DU STAGE

Christian Berenger WANDJI WOUAPI Développement de produits

Caractérisation de l'état de santé d'un système complexe en fin d'usage pour le remanufacturing

Laboratoire /Entreprise d'accueil de stage : Laboratoire G-SCOP

Encadrants : Helmi Ben Rejeb et Peggy Zwolinski

Mots clés : Indicateur de santé, Etat de santé, Temps de vie utile restant, maintenance conditionnelle, pronostic et gestion de la santé.

Résumé

L'économie circulaire est un concept qui apporte une solution aux défis environnementaux liés à la production de déchets, l'utilisation excessive des ressources naturelles et au réchauffement climatique. Face à ces défis, les industriels et les scientifiques se sont davantage penchés sur ce concept et de nombreuses publications ont été faites à ce propos. Aujourd'hui, les publications sont orientées sur des questions d'optimisation des processus de l'économie circulaire.

L'état de santé d'un produit en fin de vie est l'un des leviers permettant d'optimiser le processus de l'économie circulaire lui permettant d'avoir une seconde vie. Ce travail vise à caractériser l'état de santé d'un produit pour l'économie circulaire, et a été mené dans le cadre du projet Smart 2020 intitulé : « Construction collaborative de l'état de santé d'un produit à régénérer tout au long du cycle de vie ». Ainsi, nous avons constitué l'état de l'art autour du mot clé « état de santé » en affinant la recherche dans des domaines du génie mécanique, du génie industriel, du génie chimique, robotique, électronique et environnement. En filtrant davantage avec les mots « fiabilité », « produits », « évaluation », « indicateurs » et en fonction du contenu des articles, nous avons retenu 14 articles pertinents. En nous basant sur la synthèse de l'état de l'art, nous nous sommes posé les questions suivantes :

- Comment évaluer l'état de santé d'un produit en fin de vie ?

- Comment optimiser l'orientation des composants d'un produit dans les différents processus de l'économie circulaire ?

Pour répondre à ces questions, nous avons procédé comme suite. Tout d'abord, l'état de santé d'un produit est un paramètre important au même titre que la performance ou la fiabilité. Ainsi, on prendra sa valeur comprise entre [0 ; 1] où 0 représente l'état médiocre et 1 le meilleur état de santé. De point de vue mathématique, il est le rapport entre la valeur d'un indicateur de santé du produit à l'instant t et la valeur de cet indicateur au début de cycle de vie du produit.

Pour estimer l'état de santé d'un produit, il faudrait identifier les paramètres du produit à observer. Le problème à ce niveau est de choisir les paramètres importants parmi tous ceux disponibles pour un système complexe. Pour ce faire, nous avons proposé une approche basée sur la maintenance conditionnelle (approche CBM) qui consiste à établir l'arbre de défaillance d'un produit. Cette approche englobe l'utilisation de plusieurs outils en fonction de la connaissance qu'on a d'un produit. Elle consiste à décomposer fonctionnellement un produit en ses différents composants et à identifier les principales défaillances pour chaque composant. Sur la base que la dégradation est fonction de la défaillance, celles identifiées peuvent être considérées comme des paramètres importants à observer.

Après l'identification des paramètres à surveiller, il faudrait en extraire des indicateurs de santé qui seront utilisés pour estimer l'état de santé. Nous avons ainsi proposé l'approche de pronostic et gestion de la santé, plus connue sous son appellation anglaise Prognostic and Health Management (PHM), pour l'estimation de l'état de santé. L'approche PHM repose sur trois principaux piliers : la détection, le diagnostic (ils sont utilisés en maintenance préventive conditionnelle et prévisionnelle), et le plus important le pronostic qui la rend plus efficace que les méthodes de maintenance préventive. L'application principale du PHM est en maintenance et ce, comme outil de prédiction de l'état de dégradation d'un équipement, et donc de son temps de vie utile restant afin de planifier les actions de maintenance juste à temps et avant que la panne ne survienne. Cette approche est composée de trois sous approches, à savoir une approche basée sur les données, une approche basée sur le model

et une approche hybride.

Dans notre vision de proposer une solution générale qui pourrait être utilisée pour l'estimation de l'état de santé de n'importe quel produit, nous avons proposé un cadre générique de l'approche PHM. Il sert de guide dans le choix de l'approche adéquate en fonction de la situation. Pour utiliser l'approche PHM, il est impératif de choisir un modèle qui peut être un modèle conventionnel comme Gamma, Wiener, Kalman ou bien un modèle d'apprentissage supervisé comme K-Nearest Neighbors (K-NN), Support Vector Machine (SVM), Support Vector Regression (SVR). En effet, l'apprentissage supervisé est très utilisé sur les problématiques de prédiction, en plus d'être compatible avec les technologies de l'industrie 4.0. Pour ces raisons, nous avons proposé des modèles d'apprentissage supervisés et par la même occasion une méthodologie générique de choix du modèle correspondant au regard de certains critères comme la quantité de données, la normalité des données, la structure des données, la quantité et le type de variable.

Etant en mesure d'estimer l'état de santé d'un produit, nous avons finalement proposé une stratégie d'aide à la décision pour optimiser le processus d'orientation des composants dans les boucles circulaires. Cette stratégie est basée sur le seul indicateur technico-fonctionnel qu'est l'état de santé du composant. Par ailleurs, cette proposition peut être complétée par d'autres indicateurs, tels que environnementaux (l'évaluation des impacts environnementaux), économiques (prix de revient), sociaux (possibilité de création d'emploi), marketing (besoins du marché), etc. La proposition faite dans ce travail pourrait être testée dans le cadre du projet Smart 2020, pour la régénération d'un moteur de trottinette électrique sur la plateforme Progress 4.0 de l'université de Lorraine.