

Appel à candidatures pour Stage M2R/Ingénieur

Conception et Développement d'un Chatbot Orienté Tâche pour le Rééquilibrage Dynamique des Lignes de Production

Encadrement :

Sara Bouguelia / M.-Lounes Bentaha

Etablissement : Université Lyon 2

Laboratoire : Laboratoire DISP

Profil recherché :

M2 : Informatique, Intelligence Artificielle, Systèmes d'Information, Génie Industriel ;

Ingénieur : Informatique, Génie Industriel

Financement : Laboratoire DISP

Période de stage : 5-6 mois

Compétences :

Requises : Traitement du langage naturel (NLP), ML, programmation, aptitude à faire des rapports écrits, lire et comprendre l'anglais-niveau basique.

Souhaitées : Développement de chatbots (Rasa, Dialogflow), Notions de systèmes de production, bases en optimisation des processus industriels.

Mots-clés : Rééquilibrage dynamique de charge, Affectation de ressources, Lignes de production, Chatbot orienté tâche, Interface homme-machine (HMI), Industrie 5.0

Description du sujet :

Les lignes de production sont les systèmes les plus largement utilisés pour la production industrielle de masse. Un objectif majeur dans la conception et l'exploitation de ces systèmes est de garantir un équilibrage de la charge entre les postes de travail qui les constituent. Cependant, cet équilibrage (issu de la conception ou de l'exploitation) d'une ligne de production est souvent perturbé par des aléas relatifs au processus ou à l'outil de production tels que des pannes machines, des retards ou des interruptions non planifiées des opérations, qui génèrent des coûts supplémentaires significatifs et détériorent les performances de la ligne de production. Afin de remédier aux conséquences de ces perturbations, des méthodes permettant un rééquilibrage en temps réel sont nécessaires. Ce problème est connu dans la littérature sous le nom de rééquilibrage dynamique des lignes de production [1].

Les auteurs dans [1] ont proposé une modélisation de ce problème sous forme d'un programme linéaire ainsi que des méthodes de résolution exacte et métaheuristiques pour un rééquilibrage dynamique d'une ligne de production. Ce rééquilibrage consiste principalement en la réaffectation des tâches non réalisées (et donc aussi des opérateurs) aux postes de travail tout en minimisant l'impact du temps d'arrêt et en maintenant la performance de la ligne de production. Bien que les méthodes proposées permettent d'optimiser la réaffectation des tâches après une perturbation, la mise en œuvre effective de ces solutions sur le terrain dépend encore de la capacité d'implémentation de ces techniques et de leur intégration dans les systèmes d'information déjà existants ainsi que de la capacité des opérateurs à comprendre rapidement et à agir sur les informations générées par ces techniques.

Plusieurs outils, tels que les systèmes de gestion de bases de données en temps réel et les logiciels de pilotage et de supervision des performances, peuvent assister dans le processus de rééquilibrage dynamique d'une ligne de production. Néanmoins, ces outils reposent largement sur la capacité des opérateurs à accéder rapidement aux informations, à les comprendre, et à prendre des décisions efficaces basées sur celles-ci. Dans ce cadre, les services conversationnels orientés tâches (ou simplement chatbots) ont émergé comme une solution prometteuse pour améliorer l'interaction homme-machine [2,4]. Ces assistants permettent de comprendre les besoins des utilisateurs, exprimés en langage naturel, et de répondre à ces besoins en invoquant les services backend appropriés.

L'objectif de ce sujet de Master est de développer un chatbot orienté tâche pour assister les opérateurs dans l'application des solutions nécessaires au rééquilibrage dynamique des lignes de production

après une perturbation. Ce chatbot servirait d'interface homme-machine (HMI) dans un contexte d'Industrie 5.0, où l'opérateur est placé au centre du système, assisté par un chatbot destiné à améliorer son efficacité et à réduire sa charge cognitive [5].

Concrètement, le chatbot devra :

- Recevoir les informations relatives à une perturbation, par exemple une panne à une station.
- Guider les opérateurs dans l'application d'une solution d'optimisation (prescriptions et recommandations de rééquilibrage) en temps réel, par exemple indiquer quelle tâche doit être réalisée, sur quel poste de travail, à quel moment, par qui et dans quel ordre.
- Offrir une interface utilisateur intuitive et claire, permettant aux opérateurs de demander des précisions sur les prescriptions et recommandations fournies, leur ordre et leurs durées.
- S'adapter aux besoins spécifiques des opérateurs, en personnalisant les instructions en fonction de l'environnement de production et du contexte opérationnel [3].

En résumé, ce projet ajoute une couche d'interaction pour aider les opérateurs à mettre en œuvre les prescriptions et recommandations après un rééquilibrage dynamique de la charge de travail restante, à la suite d'une perturbation. Le chatbot permettra de transmettre les informations nécessaires, tout en offrant une interface simple et personnalisée qui facilite la collaboration entre l'opérateur et la machine, améliorant ainsi l'efficacité de la production.

Cas d'application

Le cas d'application prévu pour ce projet consiste à utiliser un benchmark d'une trentaine d'instances de référence connues dans la littérature sur l'équilibrage des lignes d'assemblage (voir <https://assembly-line-balancing.de/>). La taille et la complexité de ces instances garantissent la couverture de presque toutes les situations qu'un industriel pourrait rencontrer. De plus, pour couvrir la plupart des situations de perturbations de ligne de production, un plan d'expériences est déjà défini. Pour générer un équilibrage initial pour chaque instance du dataset, l'algorithme SALOME sera utilisé [6]. Cela permettra de récupérer diverses informations telles que le temps d'inactivité total de l'équilibrage initial, le nombre de tâches et leurs affectations aux postes de travail, le nombre de postes de travail de la ligne et le temps de cycle initial. L'approche décrite dans [1] sera ensuite appliquée pour le rééquilibrage dynamique par suite de perturbations qui seront simulées sur les lignes de production afin d'évaluer la valeur ajoutée du chatbot à développer.

Références bibliographiques

- [1] Bentaha, M. L., & El Abdellaoui, S. (2021). Comparison of Metaheuristics and Exact Method for the Dynamic Line Rebalancing Problem. In *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2021, Nantes, France, September 5–9, 2021, Proceedings, Part I* (pp. 435-443). Springer International Publishing.
- [2] Bouguelia, S., Brabra, H., Benatallah, B., Baez, M., Zamanirad, S., & Kheddouci, H. (2022, June). Context knowledge-aware recognition of composite intents in task-oriented human-bot conversations. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 237-252). Cham: Springer International Publishing.
- [3] Behera, R. K., Bala, P. K., & Ray, A. (2024). Cognitive Chatbot for personalised contextual customer service: Behind the scene and beyond the hype. *Information Systems Frontiers*, 26(3), 899-919.
- [4] Brabra, H., Báez, M., Benatallah, B., Gaaloul, W., Bouguelia, S., & Zamanirad, S. (2021). Dialogue management in conversational systems: a review of approaches, challenges, and opportunities. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 14(3), 783-798.
- [5] Kiangala, K. S., & Wang, Z. (2024). An experimental hybrid customized AI and generative AI chatbot human machine interface to improve a factory troubleshooting downtime in the context of Industry 5.0. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 132(5), 2715-2733.
- [6] Scholl, A., Klein, R.: SALOME: A Bidirectional Branch-and-Bound Procedure for Assembly Line Balancing. *INFORMS J. Comput.* 9, 319-334 (1997).

Programme de travail proposé :

1. Revue documentaire et état de l'art des systèmes de dialogue et des approches de rééquilibrage dynamique des lignes de production.
2. Identification des types d'interaction opérateur-chatbot pour le rééquilibrage dynamique.
3. Identification des informations contextuelles : recensement des informations contextuelles clés pour fournir des instructions personnalisées aux opérateurs.
4. Conception et développement d'un prototype de chatbot.
5. Expérimentations.
6. Rédaction du mémoire de fin de stage.

Déposez votre candidature avant le **22/11/2024**, en remplissant ce formulaire :

<https://forms.gle/3Wa4dDnmeh5gEdpZA>