

SUJET DE THÈSE G-SCOP 2023

Titre de la thèse : Analyse ergonomique de l'activité de collaboration entre un ingénieur et un agent conversationnel : Application à l'ingénierie de systèmes spatiaux

Directeur(s) de thèse : Romain Pingué, Cédric Masclat

Ecole doctorale : IMEP 2

Date de début (souhaitée) : dernier trimestre 2023

Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels : La thèse de doctorat décrite ci-après se déroulera dans le cadre du projet AIDEAS en lice pour un financement de la Fondation de Recherche pour l'Aéronautique et l'Espace.

Mots clés : collaboration humain-machine, agent conversationnel, analyse de l'activité, I.A. générative, CSCW, interactions en langage naturel

Localisation : Laboratoire G-SCOP (Grenoble) et partenaires du consortium (Toulouse)

Description du sujet :

La prolifération des données – structurées ou non – et la démocratisation des moyens permettant d'entraîner des algorithmes d'apprentissage statistique ont permis de développer des assistants cognitifs, parfois qualifiés « d'intelligents », en particulier des agents conversationnels dont les récentes performances (e.g. ChatGPT) ont séduit bon nombre d'utilisateurs jusqu'au particuliers. Dans l'industrie, l'usage de ces agents conversationnels engendre de nombreuses questions sur leurs limites et leurs risques pour la co-réalisation de tâches d'ingénierie.

Les questions de recherche relatives à cette nouvelle forme de collaboration et qui seront adressées dans le projet sont :

- Q1. Comment s'opère la collaboration entre un ingénieur et un agent conversationnel ?
- Q2. Contribue-t-elle à l'amélioration de la qualité des solutions produites et de l'activité et selon quels critères (mesures de performance, indice de confiance) ?
- Q3. Cela concoure-t-il à un et à un allègement de la charge cognitive de l'ingénieur et une éventuelle redistribution vers d'autres tâches ?
- Q4. Quelles sont les recommandations ergonomiques pour spécifier, concevoir et évaluer une activité de collaboration entre un ingénieur et un agent conversationnel ?
- Q5. Quelles dispositions permettraient à l'ingénieur d'assurer la co-supervision de la tâche et, *in fine*, d'en endosser la responsabilité ?

Afin de répondre à ces questions, plusieurs démarches scientifiques pourront être mises en œuvre telles que la

recherche-action avec nos partenaires industriels pour analyser l'activité de collaboration entre un ingénieur et un agent conversationnel.

Proposition de plan de travail :

Le doctorant sera complètement intégré dans le projet de recherche AIDEAS et interviendra sur les différentes tâches du projet.

Il contribuera à un état de l'art des travaux sur la collaboration entre un humain et un assistant intelligent, en particulier un agent conversationnel. Cette première étape de revue de littérature aura pour objectif de définir l'espace du discours en clarifiant des termes clés (e.g., collaboration, coopération, coordination, médiation, assistance, etc.) du Computer-Supported Cooperative Work. Il en sera de même pour la notion d'assistant intelligent (assistant cognitif, agent conversationnel, assistant IA, etc.) et le concept de collaboration humain-agent (human-agent collaboration, man-machine symbiosis, symbiotic interaction, human-agent collectives, human-computer integration, cooperative intelligence, cooperative AI, human-AI teaming, collaborative control, mixed-initiative interaction, etc.). A l'issue de cette première étape, le doctorant sera en mesure de dire si la médiation via un agent intelligent remet en cause les définitions existantes de la collaboration et si un nouveau cadre doit être précisé.

L'étape suivante consistera en une analyse préalable de l'activité d'ingénierie pour recenser et analyser les tâches (travail prescrit) et les activités (travail réalisé) en configuration classique, i.e. sans assistance d'un agent conversationnel, pour des scénarios d'utilisation appliqués à l'ingénierie système. Des techniques d'observation et de collecte de données seront mises en œuvre. On s'intéressera en particulier aux outils d'analyse de *Shared Cooperative Activity* [1] et on privilégiera les techniques d'analyse in-vivo chez un leader mondial dans le secteur du spatial. Les résultats de cette tâche seront une description des tâches et une analyse des activités de l'ingénieur sans agent conversationnel.

Elle se poursuivra par une analyse similaire dans un contexte changé par l'introduction d'un agent conversationnel grand public en usage libre non spécifiquement dédié aux activités d'ingénierie. L'objectif sera alors de recenser et d'analyser les nouvelles tâches et activités, en particulier celles qui s'apparentent à une collaboration spontanée (i.e., non protocolée) entre l'ingénieur et l'agent conversationnel [2,3,4,5] afin d'aboutir à une analyse de protocole. On s'interrogera sur le rôle des interactions langagières dans la création d'un référentiel (opératif) commun (common ground) [6], c'est à dire l'environnement cognitif partagé entre un humain et un agent conversationnel et le processus de "grounding" associé. On cherchera à mieux comprendre la relation de confiance entre l'ingénieur (système) et l'agent conversationnel [7].

Avec des profils de sujets variés (experts et novices), on analysera la formulation des requêtes, les sujets abordés, les phases du processus ou les activités concernées, pourquoi ils reformulent, ce qu'ils exploitent de la réponse, le vocabulaire qu'ils emploient, la confiance qu'ils portent aux réponses fournies, etc.

Les résultats seront un protocole expérimental et un rapport d'analyse des tâches et des activités de l'ingénieur qui utilise spontanément un agent conversationnel grand public. A cela s'ajouteront des éléments de méthode tels que la typologie des questionnements d'ingénierie, l'évaluation par les utilisateurs des assistances fournies, des recommandations sur le type d'interaction attendues.

Le doctorant proposera alors des recommandations afin de spécifier, concevoir et évaluer une collaboration ingénieur-agent conversationnel. Ces préconisations serviront de base au développement d'un agent conversationnel dédié à l'activité d'ingénierie. Elles s'appuieront sur des critères de performance de la collaboration entre un humain et un agent intelligent — un agent conversationnel en particulier — identifiées dans l'état de l'art et, d'autre part, sur les résultats de l'analyse des tâches et activités d'une collaboration libre entre un ingénieur et un agent conversationnel. Cette première définition des recommandations et d'analyse de l'activité de collaboration ingénieur-agent s'inscrit dans un processus itératif. Ainsi, une nouvelle phase d'analyse sera menée suite à l'introduction de l'agent conversationnel dédié (LLMs, interfaces, prompt engineering, etc.), développé par le consortium du projet, et déployé chez les partenaires sur la base de cas d'études sélectionnés par le consortium.

Enfin, une nouvelle campagne d'observations et d'analyse permettra d'évaluer l'apport de la collaboration ingénieur-agent dédié auprès d'utilisateurs cibles. On prêtera une attention particulière à l'impact de l'activité de collaboration médiée sur les critères de performance associés aux activités d'ingénierie des cas d'études (e.g., ingénierie des exigences, conception d'architectures, recherche et gestion d'informations, etc.).

Références bibliographiques

- [1] Bratman, Michael E. "Shared Cooperative Activity." *The Philosophical Review*, vol. 101, no. 2, 1992, pp. 327–41. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/2185537>.

- [2] Ahmad, A., Waseem, M., Liang, P., Fehmideh, M., Aktar, M. S., & Mikkonen, T. (2023). Towards human-bot collaborative software architecting with ChatGPT. arXiv preprint arXiv:2302.14600. doi : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.14600>
- [3] Nazli Cila. 2022. Designing Human-Agent Collaborations: Commitment, responsiveness, and support. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 420, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517500>
- [4] Cañas JJ (2022) AI and Ethics When Human Beings Collaborate With AI Agents. Front. Psychol. 13:836650. doi: 10.3389/fpsyg.2022.836650. doi : <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.836650>
- D'Avella, S., Camacho-Gonzalez, G., & Tripicchio, P. (2022). On multi-agent cognitive cooperation: Can virtual agents behave like humans?. Neurocomputing, 480, 27-38. doi : <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.01.025>
- [5] Luo, X., Lin, Z., Wang, Y., & Nie, Z. (2018, April). CoChat: Enabling bot and human collaboration for task completion. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (Vol. 32, No. 1). doi: <https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.11980>
- [6] Giboin, Alain. « Chapitre 6. La construction de référentiels communs dans le travail coopératif », Jean-Michel Hoc éd., Psychologie ergonomique : tendances actuelles. Presses Universitaires de France, 2004, pp. 119-139.
- [7] Chong, L., Zhang, G., Goucher-Lambert, K., Kotovsky, K., & Cagan, J. (2022). Human confidence in artificial intelligence and in themselves: The evolution and impact of confidence on adoption of AI advice. *Computers in Human Behavior*, 127, 107018. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107018>

Profils recherchés :

Vous êtes diplômé de master ou ingénieur et possédez des compétences en interactions humain-machine, en ergonomie, ou en psycho-ergonomie que vous souhaitez développer dans le cadre d'interactions humain-machine pour des activités d'ingénieries systèmes. Les domaines de la conception de systèmes spatiaux et aéronautiques et, d'autre part, des assistants intelligents, en particulier les agents conversationnels, ne vous sont pas inconnus ou, à minima, vous y portez un intérêt accru. Enfin, vous disposez d'excellentes compétences en communication orale et écrite, tant en français qu'en anglais, et avez le goût du travail en équipe avec des partenaires scientifiques et économiques.

Contact(s) : romain.pinquié@grenoble-inp.fr, cedric.mascllet@g-scop.fr