

Sujet de Thèse :

Concept intégrée dans la robotisation de fauteuils roulants communicants

Concept integrated in the robotization of communicating wheelchairs

Le présent projet de thèse portera sur la robotisation de fauteuils roulants (FR) par une approche intégrée de visant à améliorer l'autonomie des personnes à mobilité réduite ou des personnes âgées ayant des troubles cognitifs.

La start-up SOLMOB, marque «Autonomad Mobility» (www.autonomad-mobility.com) commercialise des fauteuils motorisés. Ses principales activités sont la conception, la fabrication et la vente de kits de motorisation adaptables à la plupart des Fauteuils Roulants Manuels (FRM), et comportant des fonctionnalités innovantes. La problématique industrielle à élucider est de savoir comment partant d'un FR motorisé existant, le robotiser et développer des applications modulaires fiables en vue d'améliorer l'autonomie de la PMR dans un environnement structuré de type EHPAD.

Les problématiques scientifiques découlant de ce sujet de thèse sont :

- L'élaboration d'une architecture optimale de robotisation, sûr de fonctionnement de fauteuil roulant conventionnel
- La gestion collaborative d'un système de fauteuils roulants robotisés opérant dans environnement réel de type EPHAD.

a) Architecture optimale de robotisation

Au travers du projet EDUCAT (www.educat2seas.eu), qui a visé à développer des briques technologiques pour améliorer l'autonomie des personnes en situation d'handicap, partant d'un fauteuil motorisé (FRE), nous avons développé des applications en vue de le robotiser. Plus précisément, nous avons développé un système de collecte et d'enregistrement de données hétérogènes, qui permet de sauvegarder dans le cloud et visualiser les données en temps réel [1]. Après installation de capteurs infrarouges et ultrasons, nous avons mis en place un système d'alerte sur obstacle [2].

L'installation des capteurs tels que les lidars et caméra 3D, nous ont permis de développer des applications de navigation autonome. Les modules développés s'adaptent sur les fauteuils roulants électriques existants du marché et ont un niveau de maturation TRL6 ou plus. Malheureusement, la plupart des solutions d'applications d'assistance présentées dans la littérature ainsi que la nôtre ont été développées sur des fauteuils électriques du marché, **très encombrant, lourds et très coûteux** [3], ce qui limite grandement leur utilisation.

Dans cette thèse, il sera alors question de poursuivre les travaux antérieurs, dans un premier temps, de s'intéresser à la problématique scientifique d'une architecture optimale de robotisation et de sûreté de fonctionnement des fauteuils roulants conventionnels.

b) Vers une collaboration de de système de systèmes

Dans cette partie de thèse, un outil d'aide à la décision pour la gestion collaborative d'un système de fauteuils roulants robotisés dans un environnement confiné de type EHPAD. Il s'agit de gérer des composants systèmes collaboratifs [4] évoluant à grande échelle et disposant des propriétés organisationnelles suivantes : indépendance opérationnelle, indépendance managériale, coopération, dispersion géographique et développement évolutif [5].

Dans le cadre de ces travaux de thèse, compte tenu de la complexité des problématiques posées, nous nous intéresserons sur l'évaluation des niveaux de fonctionnement d'un tel système de systèmes, par rapport à la robustesse, la tolérance et la résilience.

Références bibliographique:

Références bibliographies :

- [1] A. Kokosy, P. Saey, G. Tagne et al., Open and configurable heterogeneous data recording device for clinical trials, AMSE-IIETA, pp. 62-66, 2020.
- [2] G. Tagne, A. Kokosy, P. Saey, et al., Système d'alerte sur obstacles pour améliorer l'autonomie des personnes utilisant un fauteuil roulant, Conférence Handicap, pp. 67-72, 2022.
- [3] Leaman, Jesse, and Hung Manh La. "A comprehensive review of smart wheelchairs: past, present, and future." IEEE Transactions on Human-Machine Systems 47.4 (2017): 486-499.
- [4] V. Kotov, "Systems of systems as communicating structures," p.141–154, 1999.
- [5] M. W. Maier, "Architecting principles for systems-of-systems," Systems Engineering: The Journal of the International Council on Systems Engineering, vol. 1, no. 4, pp. 267–284, 1998.
- [6] M. Jamshidi, "System of systems engineering-new challenges for the 21st century," IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 23, no. 5, pp. 4–19, 2008.
- [7] P. Kumar, R. Merzouki, and B. O. Bouamama, "Multilevel modeling of system of systems," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 48, no. 8, pp. 1309–1320, 2017
- [8] O. Lakhal, A. Koubeissi, A. Aitouche, C. Sueur, and R. Merzouki, "Autonomous navigation through a system of systems cooperation," in 2021 16th International Conference of System of Systems Engineering (SoSE). IEEE, 2021, pp. 49–54.

Contacts :

Christophe Sueur (christophe.sueur@centralelille.fr)

Rochdi Merzouki (rochdi.merzouki@polytech-lille.fr)

Giles Tagne (Giles.Tagne@univ-lille.fr)