

Vers une navigation confortable d'une flotte de fauteuils roulants intelligents

Gilles TAGNE, Yehia CHARIF , Rochdi Merzouki

Gilles TAGNE

Enseignant Chercheur en Robotique

Responsable du domaine Robotique JUNIA

Laboratoire CRISTAL équipe SoftE



RITMEA workshop Axe 5 du 17 juin 2025

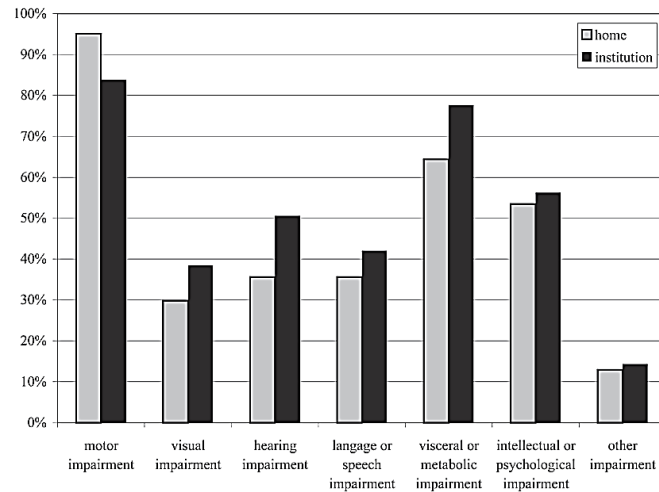
Contexte

- Selon l'OMS, environ 15 % des habitants de la planète vivent avec une forme de handicap.
- Les progrès technologiques ont favorisé le développement de technologies visant à améliorer l'autonomie des personnes.
- Une petite partie des technologies développées est réellement utilisée par les utilisateurs finaux.
- Les besoins réels de l'utilisateur final n'ont pas été au centre du processus de conception [1].



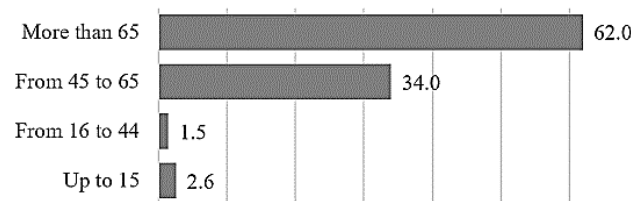
Contexte - Flotte de fauteuils roulants

Distribution of wheelchair users in Home and institution



Based on the disability types

Mean age = 70 years old



Based on the age category

62 % More than 65 years old

Enhancing the **autonomy and mobility** of **elderly** especially in **assisted living facilities**



Ref: Vignier N. et al. 2008, Rodriguez-Pereira et al. 2020

Flotte de fauteuils roulants connectés

Comment concevoir des modules technologiques qui répondent aux besoins des utilisateurs finaux tout en étant modulaires et capables de fonctionner avec autres systèmes, afin d'améliorer l'autonomie des personnes à mobilité réduite [3] ?

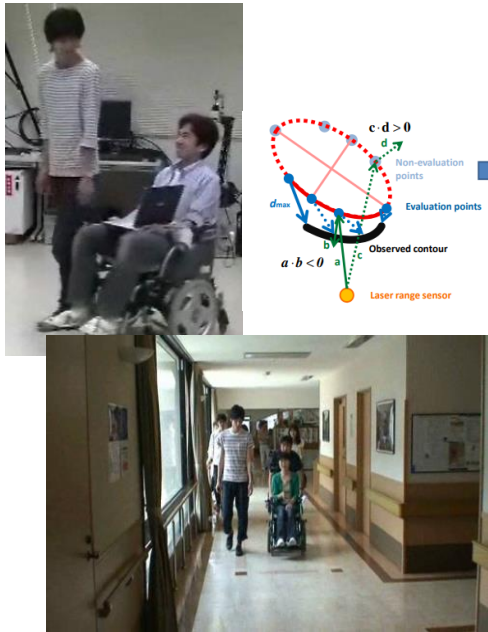
Fleet of wheelchairs



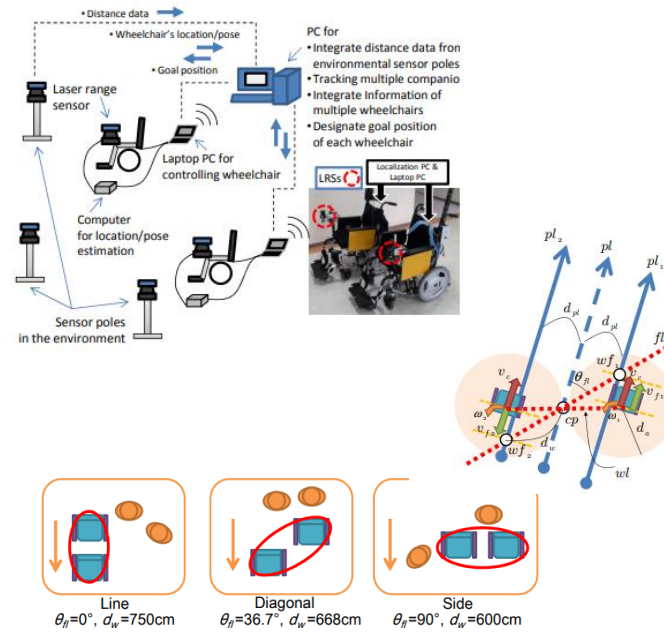
- **Reduce** the **physical charge** on caregivers
- **Facilitate** the **mobility of residents** in different zones (*meals, social and leisure activities...*)
- **Reduce** the **risk of injuries** and physical strains

Review

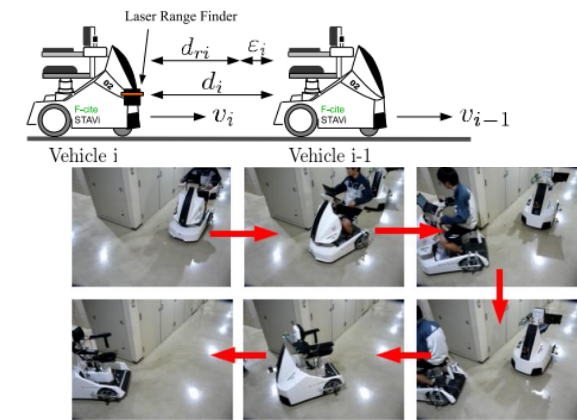
Single Companion Tracking



Multiple Wheelchair-Companion Tracking

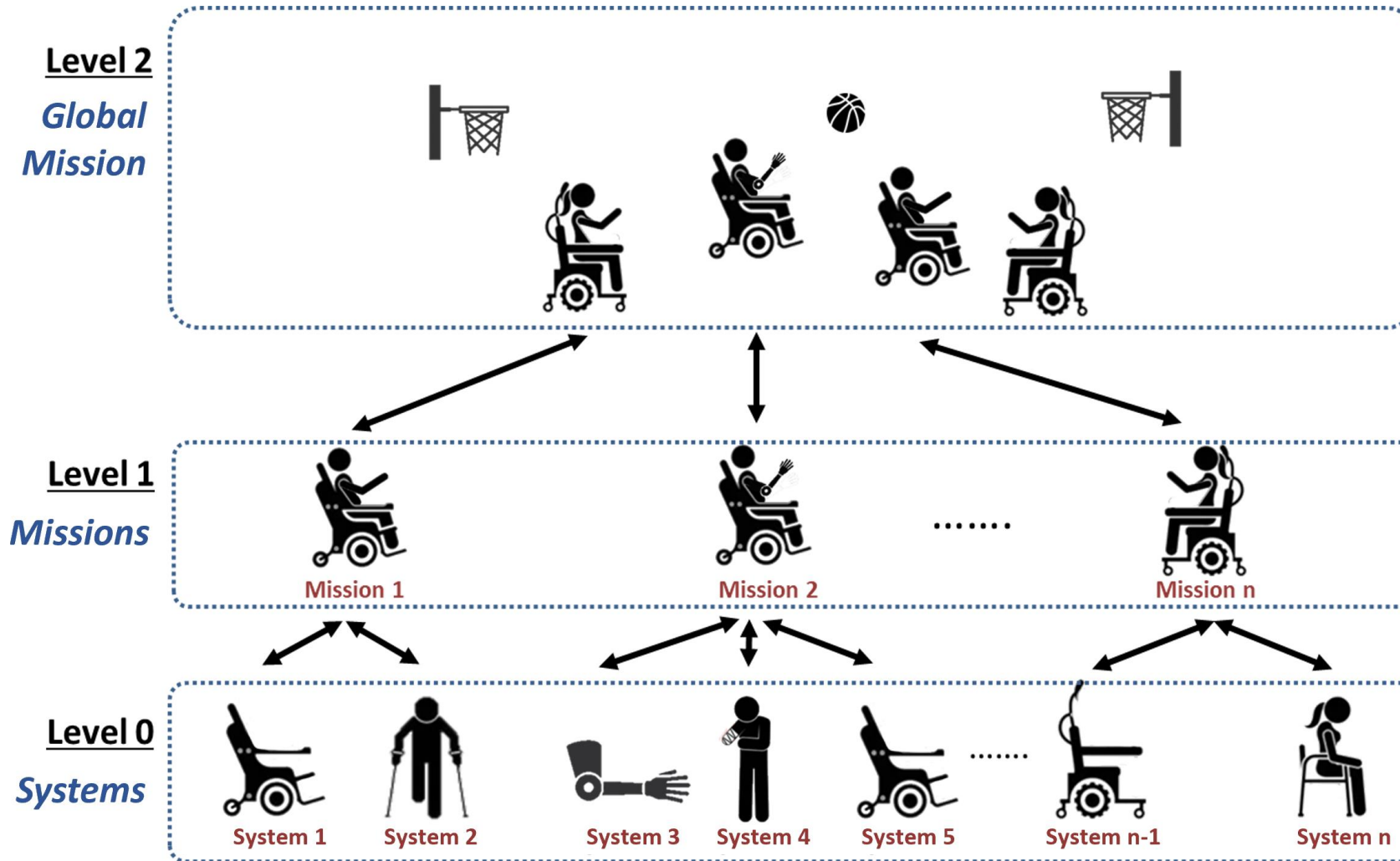


Platoon of wheelchairs



Ref. : Kobayashi et al. 2011, Suzuki et al. 2014, Sugano et al. 2014

CPER RITMEA PROJET WP5 -1 ; fauteuils roulants connectés

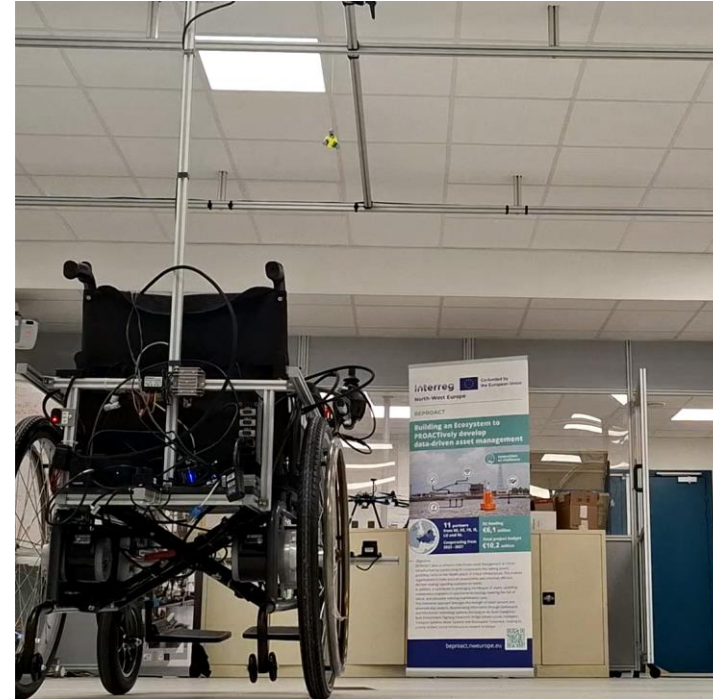


- Handisport, Flotte
- Environnement dynamique

- Applications de navigation autonome,
- Applications d'aide à la conduite

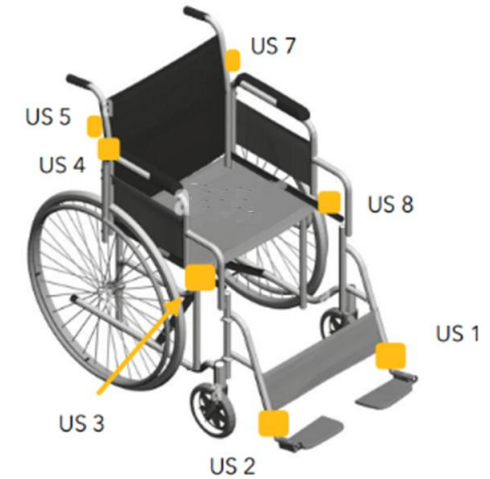
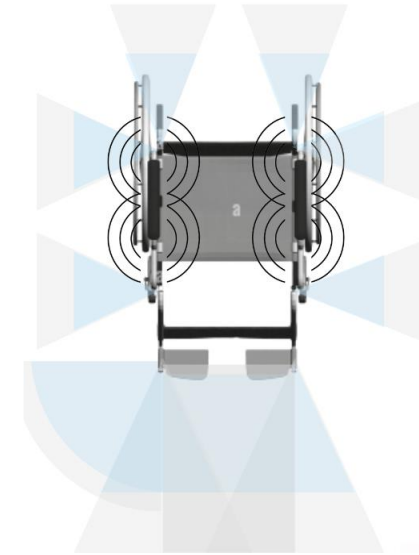
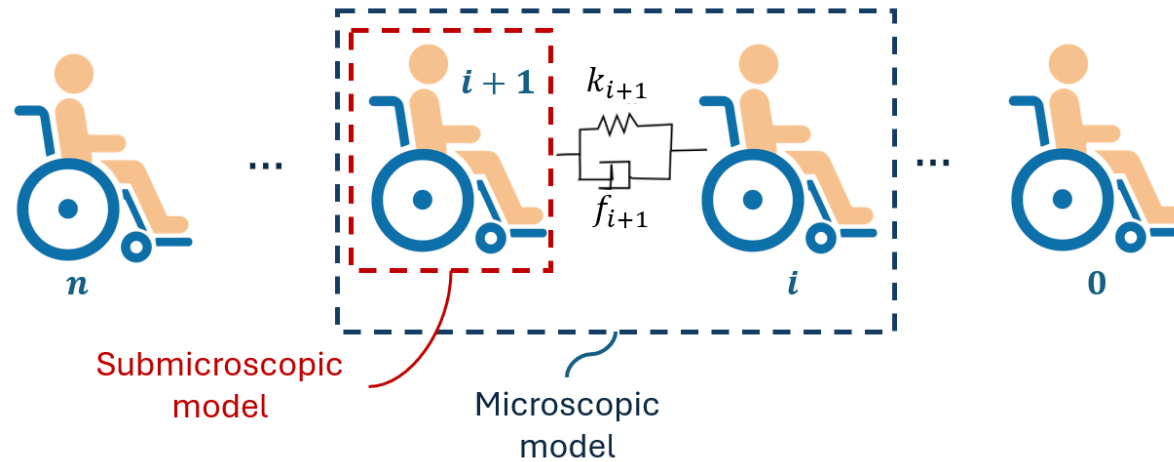
- Cadre de la CIF (catégories de besoins fonctionnels)
- Modélisation et contrôle

Acquision de d'une Flotte de 4 Fauteuils connectés



Contributions

- ✓ ADAS
- ✓ Modélisation et contrôle de la flotte
- ✓ Evaluation du confort
- ✓ Estimation de posture



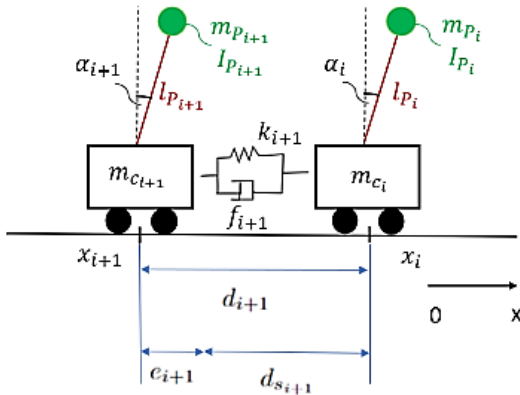
Contributions

Longitudinal model-based Control
 $\longleftrightarrow$ **Second-Order Sliding Mode Control (SOSMC)**

Maintain a **safe interdistance**

Minimize the **longitudinal acceleration variations**

Reduce the **pitch angle of the followers**



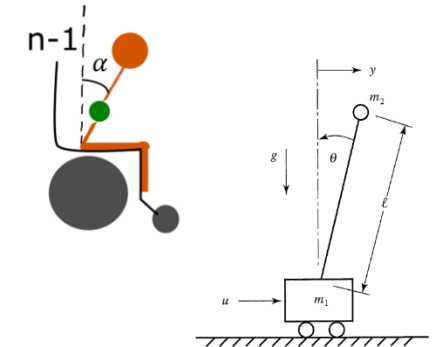
Comfort Evaluation Overview

Acceleration Effect (ISO2631-1)

Pitch angle estimation

Table 1: ISO 2631-1 Standard.

Overall Acceleration	Consequence
$a_w < 0.315m/s^2$	not uncomfortable
$0.315 < a_w < 0.63m/s^2$	a little uncomfortable
$0.5 < a_w < 1m/s^2$	fairly uncomfortable
$0.8 < a_w < 1.6m/s^2$	uncomfortable
$1.25 < a_w < 2.5m/s^2$	very uncomfortable
$a_w > 2.5m/s^2$	extremely uncomfortable

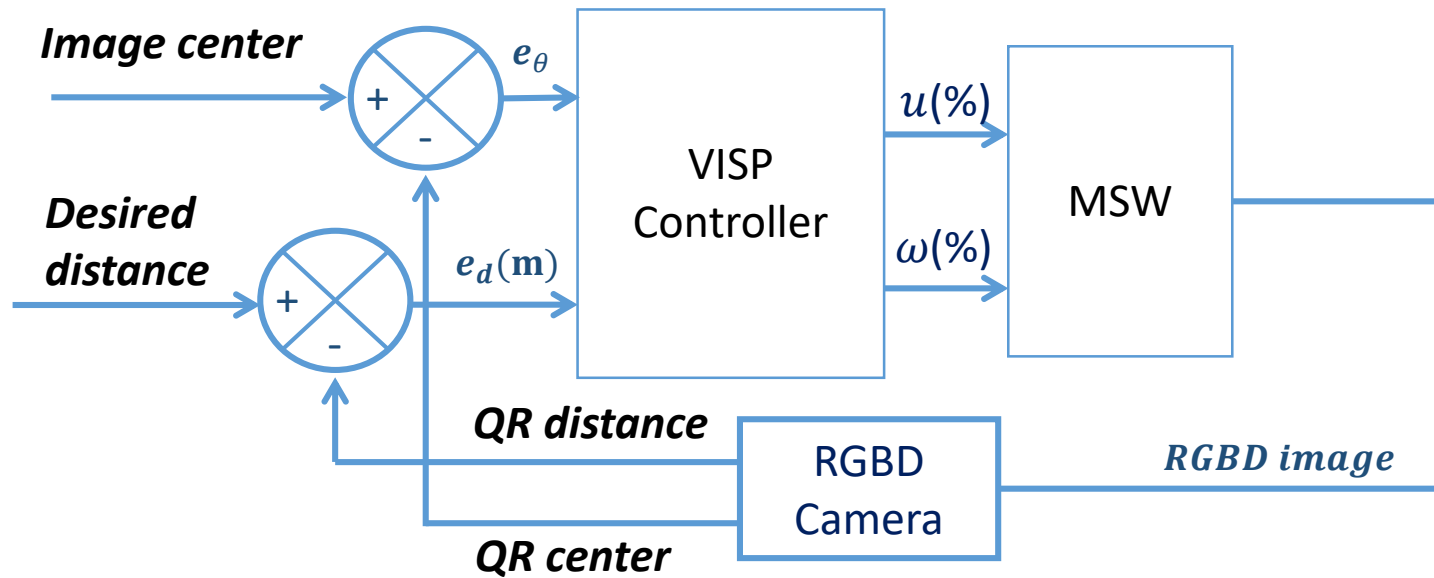


Based on the **cart-inverted pendulum fleet model**

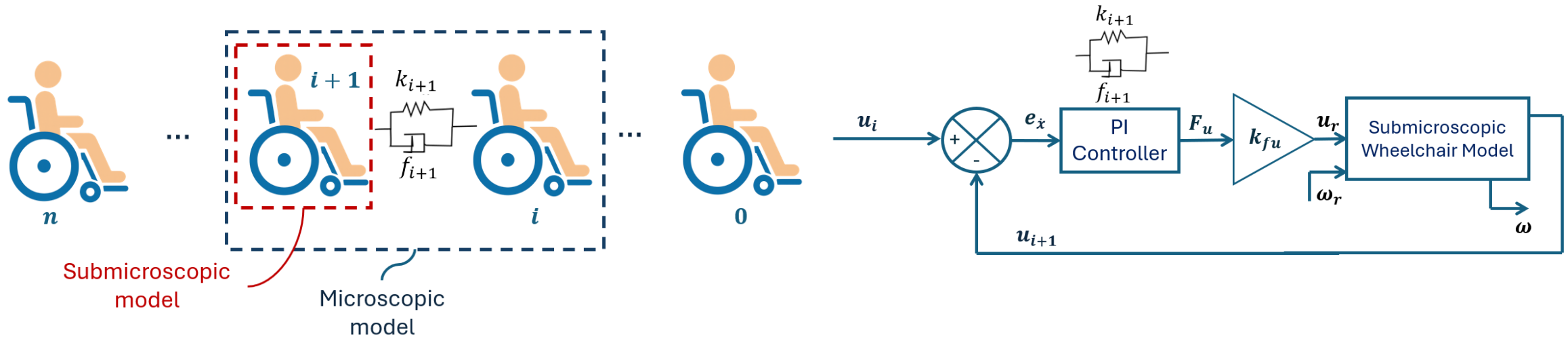
Application : ADAS



Application : suivi par reconnaissance visuelle

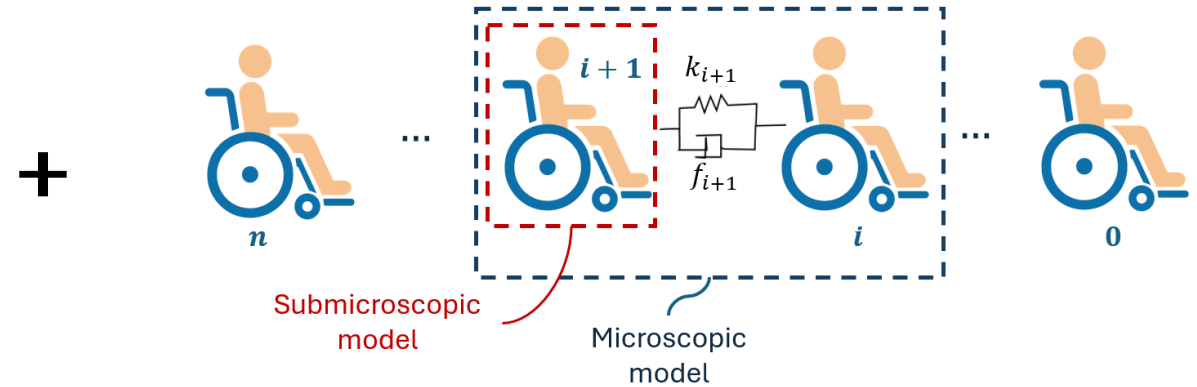


Application : suivi par modélisation dynamique de L'inter-distance



Application : suivi robuste (visuel – modélisation dynamique)

- Robust Tracking for a fleet of wheelchairs



- Comfortable navigation of the fleet

Conclusion et perspectives

- RITMEA - Acquisition de FR
- Collaboration renforcée du CRISAL / LAMIH / JUNIA
- Thèse sur la navigation confortable
- Nouvelle these – Projet EUROTOLL MobiPad

Publications

- A. Y. Sharif, G. Tagne, M. Larbi, G. Espindola, R. Merzouki and C. Sueur, "Towards a Comfortable Model-Based Control of a Fleet of Wheelchairs," *2025 11th International Conference on Mechatronics and Robotics Engineering (ICMRE)*, Lille, France, 2025, pp. 278-284, doi: 10.1109/ICMRE64970.2025.10976288.
- B. Tagne, G., Blandeau, M., Lakhal, O., Avril, E., Wallard, L., Mbakop, S., & Merzouki, R. (2023, June). System of systems approach and user-centered design to improve the autonomy of people with reduced mobility. In *IEEE 2023 18th Annual System of Systems Engineering Conference (SoSe)* (pp. 1-7).
- C. Mbakop, S., Tagne, G., & Merzouki, R. (2023, June). Integrated Design Method for Systems of Systems: Application to the Autonomous Management of an Industry 4.0 Supply chain. In *2023 IEEE 18th Annual System of Systems Engineering Conference (SoSe)* (pp. 1-6).
- D. 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.
- E. Kokosy, P. Saey, G. Tagne et al., Open and configurable heterogeneous data recording device for clinical trials, *AMSE-IIETA*, pp. 62-66, 2020.