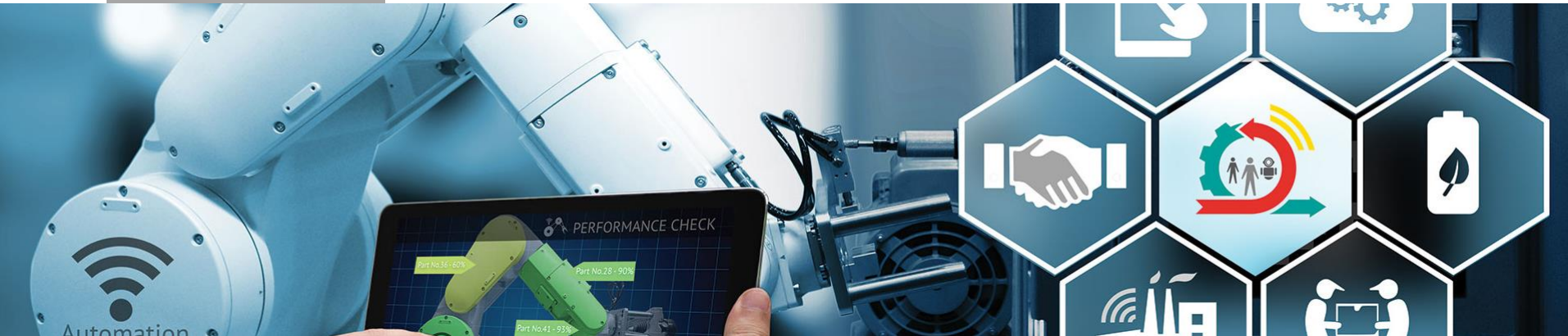




Circular
Univ. Grenoble Alpes



Sécurité de l'opérateur dans une interaction opérateur – robot en milieu industriel

Olivier Aycard, Pierre-Brice Wieber, Pu Zheng



financé par
IDEX Université Grenoble Alpes

Inria



SÉCURITÉ DE L'OPÉRATEUR EN COOPÉRATION OPERATEUR – ROBOT

- **Norme ISO/TS 15066 (2016): spécification des conditions de sécurité pour la collaboration entre un opérateur et un robot industriel;**

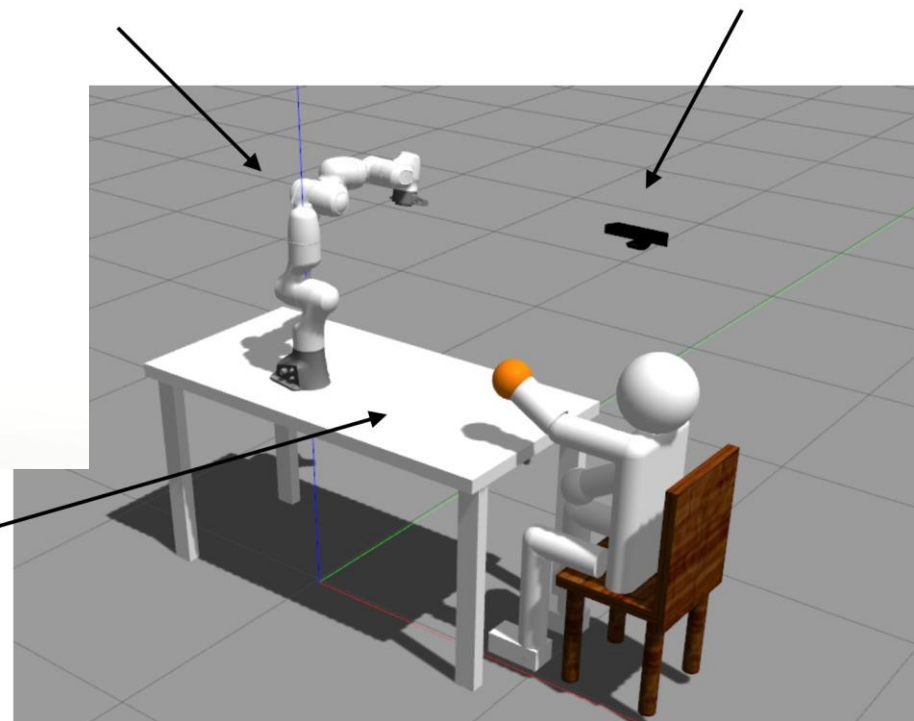
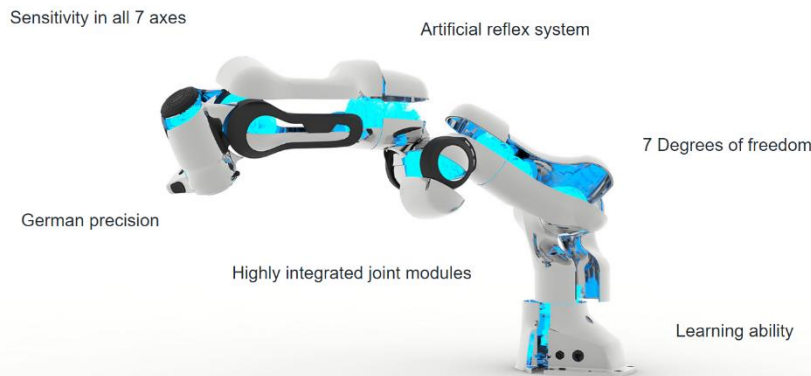


L'ESPACE DE TRAVAIL PARTAGÉ

- Un robot collaboratif : franka emika
- Un capteur qui observe la scène et fournit la position des différentes articulations de l'opérateur

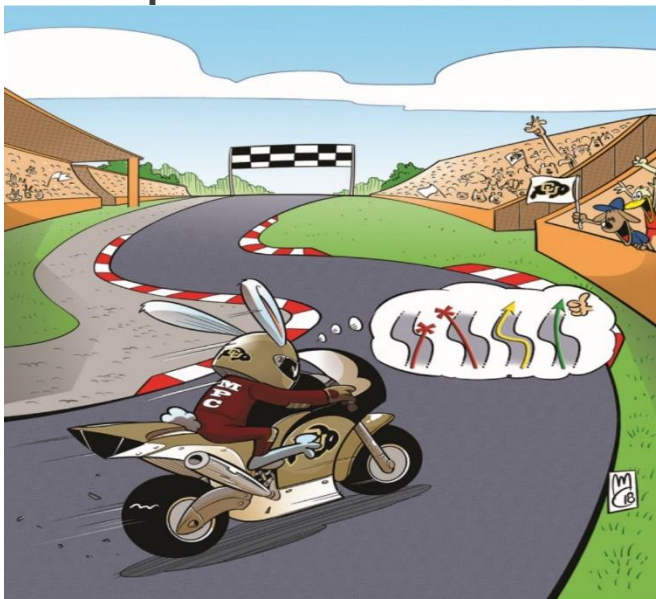
Robot with proprioceptive sensors

Exteroceptive Sensor

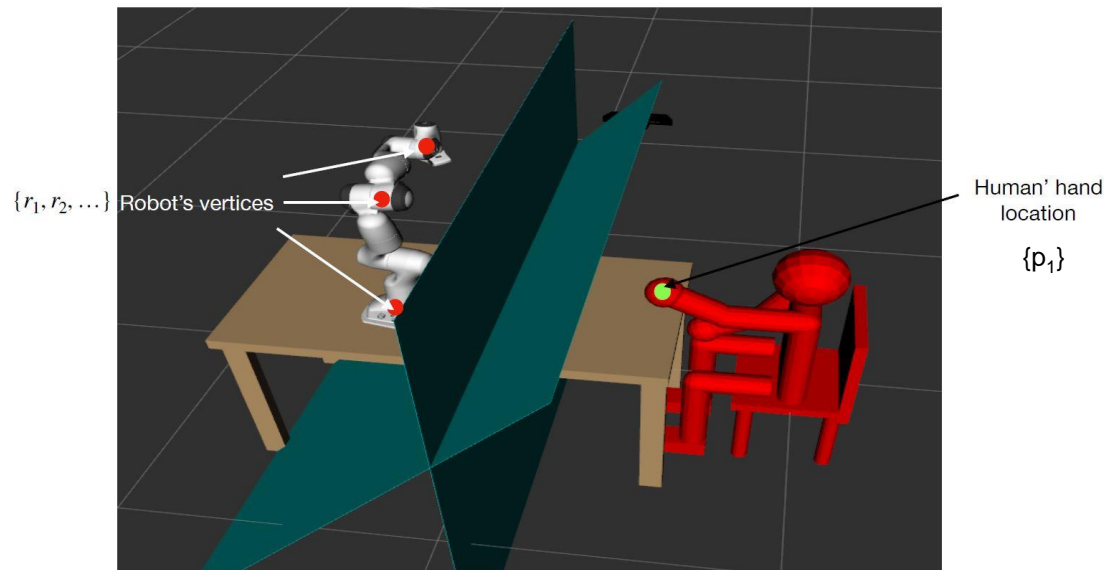


LE CADRE THÉORIQUE

- **Utilisation d'une méthode de contrôle pour planifier la trajectoire des 7 articulations du robot : MPC (model predictive control)**
 - ▶ MPC planifie une trajectoire optimale sur un horizon temporel pour atteindre un but
 - ▶ MPC replanifie sa trajectoire au fur et à mesure que le robot l'exécute
- **Ajout d'une contrainte pour assurer la sécurité de l'opérateur**
 - ▶ Sur une échelle de temps très courte (0,05s), il existe au moins un plan séparateur entre les articulations du robot et les articulations de l'opérateur

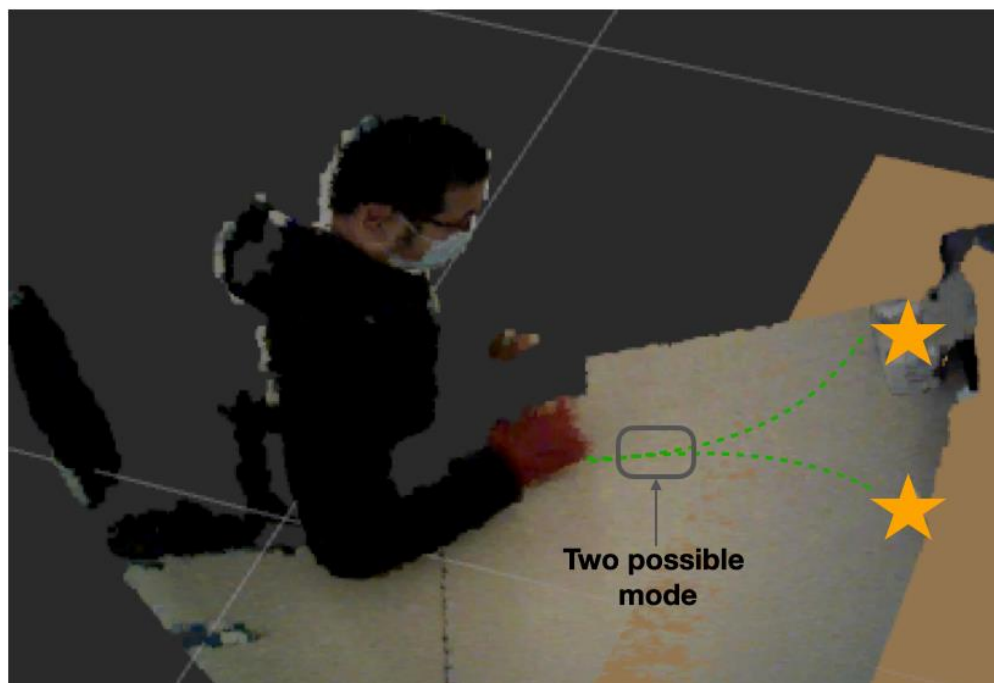


source: Marco M. Nicotra



AJOUT DE LA PERCEPTION

- **Utilisation d'une caméra 3D**
 - ▶ Faible coût, portée angle de vue et précision faible
- **Traitement pour obtenir la position de la main**
- **Prédiction du mouvement de la main pour des mouvements simples**



RÉSULTATS

- **Le cobot se déplace d'un point vert à l'autre**
 - ▶ Le robot est simulé
- **L'opérateur avance et recule son bras et alterne la trajectoire de gauche et de droite**
 - ▶ La main de l'opérateur est détectée par la caméra 3D
- **Distance de sécurité de 20 cms**
- **MPC planifie la trajectoire du cobot sur un horizon de 0.25s (5x0,05s)**
- **Le cobot exécute la trajectoire au fur et à mesure qu'elle est planifiée**

P. Zheng, P-B Wieber and O. Aycard.

Online optimal motion generation with guaranteed safety in shared workspace.

In proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA).

P. Zheng, P-B Wieber and O. Aycard.

Online collision-free trajectory generation in a shared workspace using mixture density RNN based humain motion prediction

In proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Intelligent Robots and System (IROS). **En soumission.**

CONCLUSION

- **Un cadre théorique pour la sécurité de l'opérateur**
 - ▶ Intégration de la perception de l'opérateur par une caméra 3d
 - ▶ Premiers résultats avec 1 robot simulé et 1 opérateur réel
 - ▶ 1 publication à IEEE ICRA + 1 soumission à IEEE IROS

- **A court terme**
 - ▶ Intégration, test & validation en cours sur robot réel avec caméra 3d
 - ▶ Rédaction de la thèse de Pu Zheng
 - ▶ Rédaction d'un article de revue sur le cadre théorique et son implémentation sur robot réel

- **Des résultats très intéressants mais de nombreux points sont encore à améliorer**



Merci de votre attention !

Contact : Olivier Aycard
olivier.aycard@imag.fr