



RAINBOW group

Sensor-based and interactive robotics

Nouvelle plateforme M4

Manipulateur Mobile Multi-bras Multi-capteurs

Fabien Spindler

16 mai 2023

La plateforme de robotique actuelle

VISION ROBOTICS



gantry robot
+ RGB-D cameras

1992 – Retrofit 2007

INDOOR MOBILE ROBOTICS



2012



2012



2016



2018

Pioneer + wheelchairs +
Pepper + sensors

MANIPULATION ROBOTICS



2018



2018



2019



2022

two 7-dof torque-
controlled Panda
robots + 2 robotic
hands + UR5

UNMANED AERIAL VEHICLES



2015



2021



2022

several drones +
onboard sensing +
vision, computing
and
communication

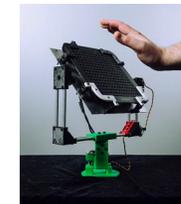
HAPTICS INTERFACES



2016



2018



2018

6-dof Virtuose, 6-
dof Omega 6,
Ultrahaptics device



2009



2010



2012

two 6-dof Viper
robots and
ultrasound
probes

TIRREX

Nouvelle infrastructure nationale organisée en 6 axes dont 2 axes transverses

Axe transverse Manipulation

- Responsables scientifiques :

François Chaumette (Inria, Rainbow @ Irisa)

Andrea Cherubini (Université de Montpellier @ Lirmm)

- Responsables techniques :

Fabien Spindler (Inria, Rainbow @ Irisa)

Robin Passama (CNRS @ Lirmm)

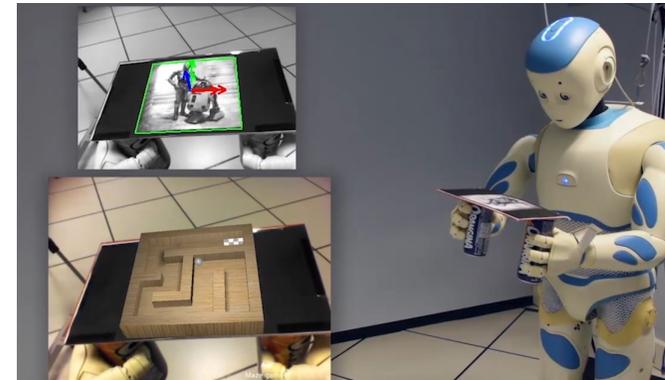
Nouveaux équipements ouverts à la communauté dans deux laboratoires : Irisa & Lirmm

A l'Irisa projet d'acquisition d'une nouvelle plateforme M4 : « **Manipulateur Mobile Multi-bras Multi-capteurs** »

La manipulation

Thématique centrale en robotique

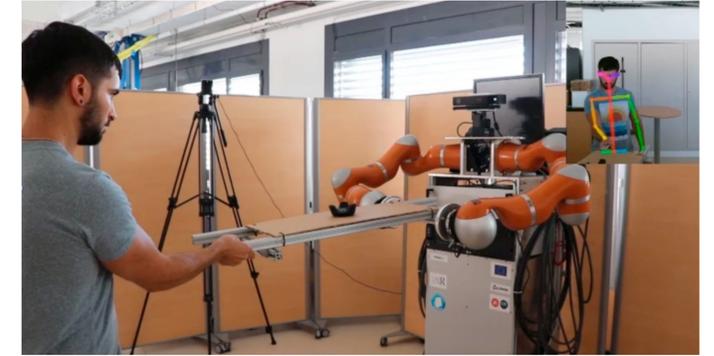
- Transverse à tous les axes de TIRREX :
 - Robotique humanoïde
 - Robotique aérienne
 - Robotique mobile terrestre (milieu agricole)
 - Robotique XXL
 - Robotique médicale
 - Micro-nano robotique
 - Conception et prototypage
- Et aussi présente en
 - Robotique sous-marine
 - Robotique spatiale (débris, ISS)
 - ...



Challenges et objectifs

Challenges scientifiques en manipulation

- Perception multi-modale : vision, force, tactile
- Modélisation : objets complexes, déformables et/ou fragiles
- Commande (asservissement visuel, multi-capteurs, ...)
- Interaction homme-robot (co-manipulation, haptique)



Objectifs de l'axe transverse

- Résoudre les challenges
- Mutualiser les travaux de recherche dans les différents domaines
- Proposer aux autres axes des plateformes « simples »
 - Découpler locomotion et manipulation pour robotique humanoïde
 - Découpler navigation et manipulation pour robotique aérienne et agricole



Définition des besoins de la plateforme M4

- 3 bras à 7 ddl (2 latéraux, 1 central)
- Modularité des effecteurs via changeurs d'outils pour plusieurs configurations
 - 2 mains + 1 tête
 - 1 main + 2 têtes
- Main à plusieurs doigts montée sur un capteur d'effort et équipée de capteurs tactiles
- Tête équipée d'une caméra RGB-D, d'un télémètre...
- Base mobile équipée de télémètres laser
- Capacités d'autonomie
- Jumeau numérique

Similitudes avec la plateforme Bazar du LIRMM et celle de l'Institut Pascal

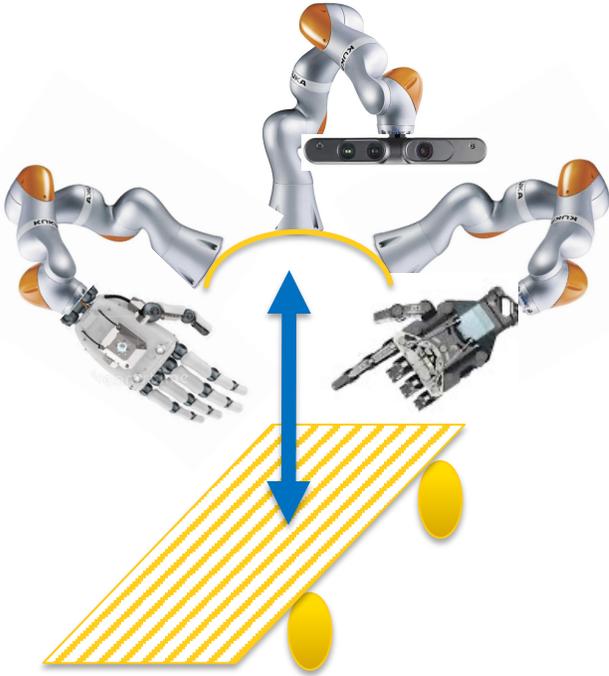
Originalités :

- 3^e bras pour plus de modularité et d'agilité de la ou des « têtes » (perception active)
- Système reconfigurable et évolutif au niveau des effecteurs pour varier préhenseurs et capteurs



Plateforme M4

Cette plateforme pourrait ressembler à :



Identification de 3 parties constituantes :

1. Torse avec 3 bras
 - 7 ddl, espace de travail commun, charge de 10kg
 - Axe vertical
2. Deux mains robotisées
 - Manipulation d'un objet de 1 kg max
3. Base mobile omnidirectionnelle
 - Autonomie énergétique
 - Capteurs pour la navigation

Evaluation budgétaire gros grain :

- 3 bras à 7-ddl : 3x80K€
- 2 mains avec capteurs tactiles : 2x150K€
- base mobile : 50K€
- capteurs : 30K€
- Intégration : 80K€

Total estimé : 700 k€

Démarche

Rédaction d'un cahier des charges décrivant les besoins et les fonctionnalités attendues

Beaucoup de questionnements

- Existe-t-il des industriels capable de concevoir la plateforme ?
- Quel.s bras à 7 ddl serai.en.t le.s plus adaptés.s ?
- Quelle.s main.s ?
- Quelle.s contrainte.s d'encombrement ? Typiquement passage de portes...
- Quelle solution optimale pour synchroniser temporellement tous les éléments ?
- Quel type d'appel d'offre ?
- 1 (totalité de la plateforme) appel d'offre ou 3 (torse, 2 mains, base mobile) appels d'offre ?

Plus d'un an de questionnement, d'échanges avec des collègues, de prospective...

Démarche adoptée

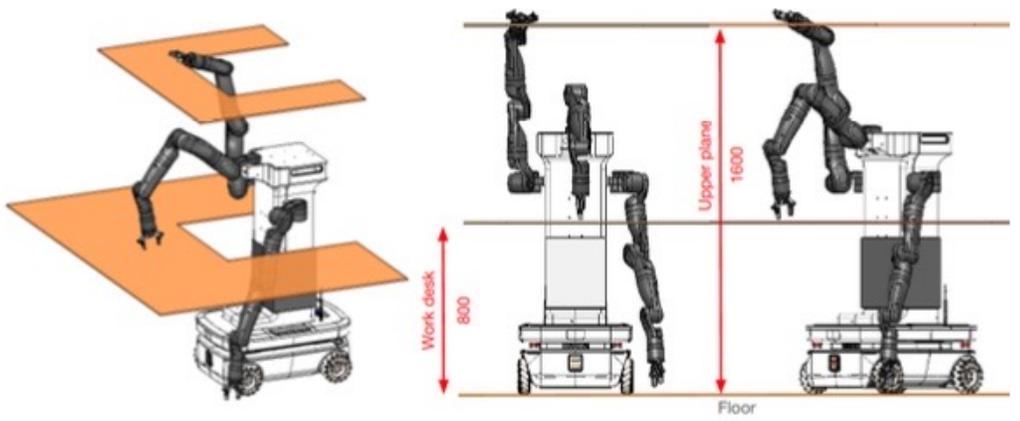
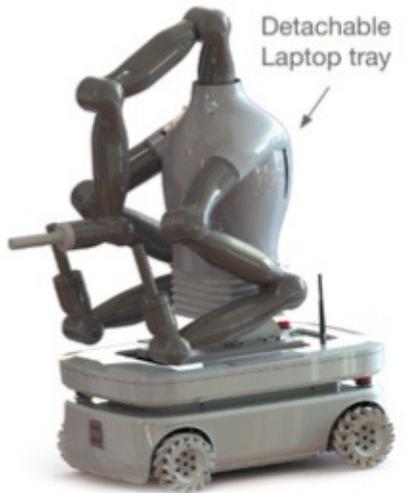
Lancement d'un seul appel d'offre au lieu de 3

Choix d'une procédure de marché négocié pour pouvoir faire évoluer le cahier des charges

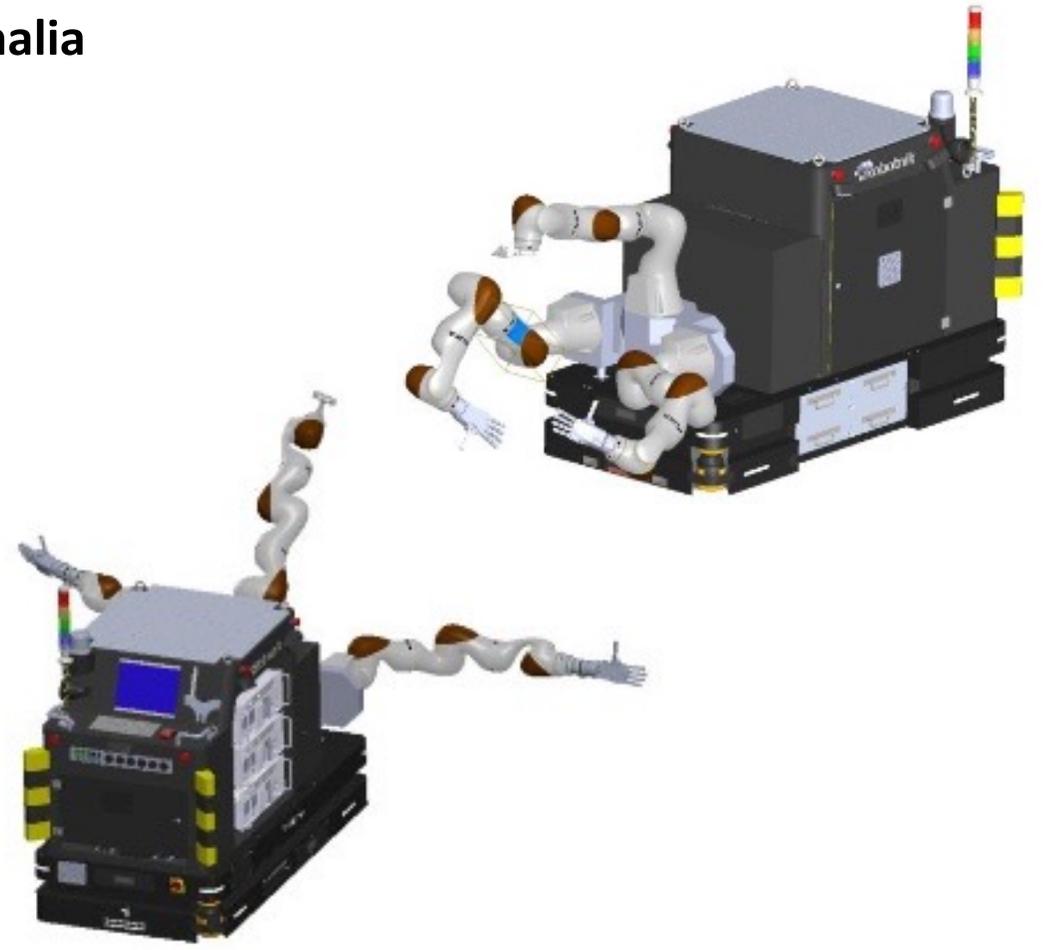
- Rédaction d'un CCTP « Cahier des Clauses Techniques Particulières » mars - sept 2022
- Rédaction d'un CCAP « Cahier des Clauses Administratives Particulières » avril 2022
- Publication de l'appel d'offre sept. 2022
- Remise de l'offre initiale déc. 2022
- Sélection des entreprises admises jan. 2023
- Phase de négociation jan. - mars 2023 (Q&A + audition), a permis d'affiner le CCTP jan – mars 2023
- Remise des offres finales avril 2023
- Sélection du candidat retenu mai 2023 (en cours)
- Livraison fin 2024

Deux offres

PAL Robotics

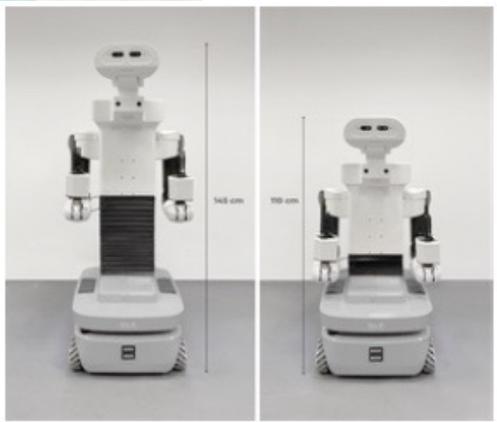


Tecnalia



Deux offres

PAL Robotics



- Evolution de TIAGo (ajout d'un 3eme bras)
- Synchronisation via EtherCAT

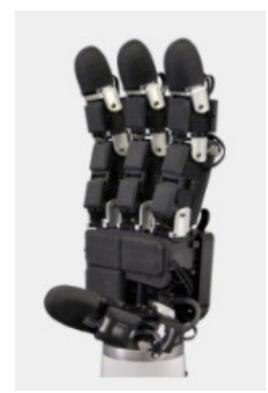
Similitudes

- Base omnidirectionnelle
- Changeurs d'outils
- 2 mains Allegro équipées de capteurs tactiles Xela uSkin
- 2 capteurs d'effort ATI mini45
- Jumeau numérique ROS2, Gazebo



Tecnalia

- Base mobile Robotnik RB-ROBOUT
- 3 bras Kuka iiwa 800 qui communiquent via l'interface FRI
- Colonne ONROBOT LIFT100



Conclusion

Prise de risque payante pour lancer un appel d'offre unique

Élément clé, un cahier des charges détaillé fourni dès le lancement de la procédure

Marché négocié:

- idéal pour faire évoluer le cahier des charges
- procédure longue mais payante pour converger vers une solution qui n'existe pas sur étagère

Deux très belles propositions

Choix final en cours