

Capteur de Force et Moment 6D

Architecture Stewart Platform

Réalisé par :

YARGUI Meriem

ZAHRAOUI Oussama

Encadrant :

M. Halim Djerroud

LISV
Laboratoire d'ingénierie
des systèmes de Versailles

UVSQ 
université PARIS-SACLAY

Contexte et Objectif

Capteurs multi-axes

Mesure simultanée des composantes :

$$(F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z)$$

Domaines d'application

- Robotique
- Biomédical
- Automatisation industrielle
- Métrologie

Objectif du projet

Développer un capteur 6D basé sur une architecture :

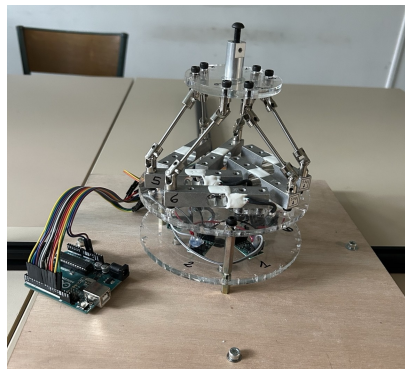


Figure – Architecture hexapode du capteur

Problématique

Limites du prototype initial

Le prototype présente plusieurs défauts mécaniques influençant la précision des mesures 6D.

Problèmes observés :

- Couplage entre les axes
- Désalignement mécanique
- Vibrations et jeux mécaniques
- Efforts parasites sur les cellules
- Difficulté de calibration

Amélioration proposée :

Nouvelle architecture

Conception d'une structure hexapode avec cellules inclinées et rotules mécaniques afin d'améliorer :

- la transmission des efforts,

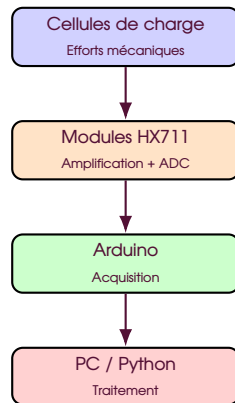
Architecture électronique

Chaîne d'acquisition

- 6 cellules de charge à jauges de contrainte
- Modules **HX711** pour l'amplification et la conversion
- Carte **Arduino** pour la lecture des données
- Transmission vers le PC pour traitement sous **Python**

Rôle des composants

Composant	Rôle
Cellule de charge	Conversion effort → signal électrique
HX711	Amplification + conversion analogique/numérique
Arduino	Lecture et envoi des données

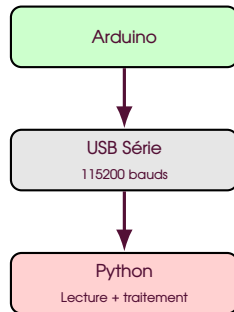


Chaîne électronique d'acquisition

Acquisition et communication série

Principe de fonctionnement

- 1 Les cellules détectent les efforts appliqués.
- 2 Les modules HX711 amplifient les faibles signaux.
- 3 Arduino lit les données numériques.
- 4 Les valeurs sont envoyées au PC.
- 5 Python réalise le traitement et la calibration.



Communication série

- Interface : USB série
- Vitesse : **115200 bauds**
- Acquisition en temps réel
- Exploitation des données sous Python

Paramètre	Valeur
Interface	USB série
Baudrate	115200
Carte	Arduino
Traitement	Python
Mode	Temps réel

Étude et conception mécanique

Principe de la plateforme Stewart

- Structure parallèle de type hexapode
- Deux plateaux reliés par six jambes
- Transmission des efforts vers les cellules de charge
- Mesure des forces et moments suivant 6 axes

Géométrie étudiée

- Plateau inférieur : base fixe
- Plateau supérieur : partie mobile
- Points d'attache répartis circulairement
- Décalage angulaire entre les deux plateaux

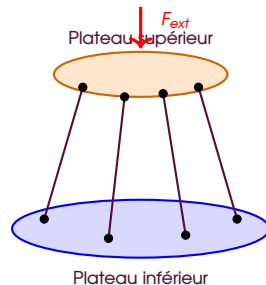


Schéma simplifié d'une plateforme Stewart

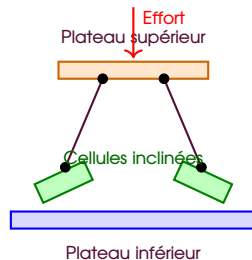
Nouvelle architecture proposée

Objectif de la nouvelle conception

- Réduire les erreurs de mesure
- Améliorer l'alignement des efforts
- Limiter les contraintes parasites
- Incliner les cellules de charge selon l'axe des jambes
- Faciliter la calibration du système

Modélisation sous CATIA

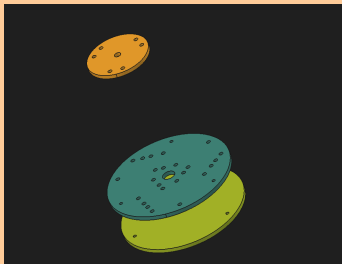
- Conception des supports inclinés
- Positionnement des rotules
- Vérification des interférences
- Assemblage mécanique complet



Principe de la nouvelle conception

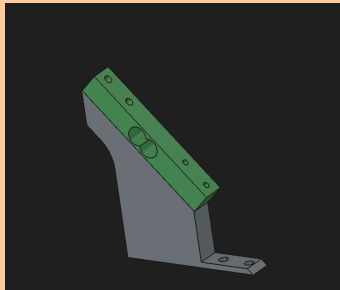
Conception des composants mécaniques sous CATIA

Plateaux



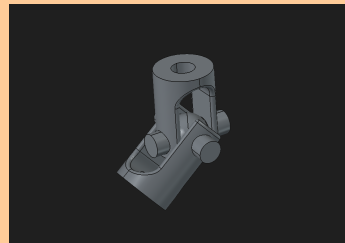
Plateaux inférieur et supérieur avec perçages de fixation et points d'attache.

Support incliné



Support mécanique permettant l'inclinaison des cellules de charge.

Rotule mécanique



Rotule assurant la liberté angulaire des jambes mécaniques.

Objectifs de la conception

- Améliorer la transmission des efforts

Limites et besoins évolutifs

Limites : (1)

- **Latence décisionnelle** : Chaque imprévu déclenche un calcul global, ce qui peut nuire à la fluidité du comportement.
- **Dépendance à la visibilité** : Si un cube est masqué (occlusion), le planificateur échoue au lieu de chercher à le retrouver.
- **Perte d'identité** : Si un marqueur ArUco disparaît, le cube est considéré comme supprimé du monde.

Le problème de l'incertitude sur la connaissance

Actuellement, le robot réagit aux changements d'état physique, mais il ne sait pas gérer le **manque d'information**.

Planification Épistémique (2)

Définition

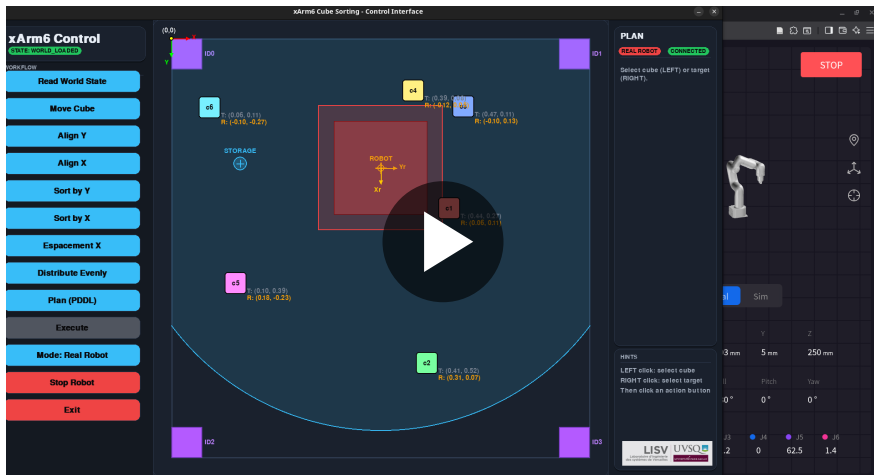
La planification épistémique permet au robot de raisonner non pas sur l'état du monde, mais sur son propre **état de connaissance** (Savoir que l'on ne sait pas).

Le besoin d'un planificateur "Sur mesure" :

- **Complexité des solveurs actuels** : Les planificateurs épistémiques généraux (ex : MEP) souffrent d'une explosion combinatoire.
- **Spécificité métier** : Notre robot n'a besoin que d'une sous-partie de la logique épistémique (gestion des occlusions et recherche d'objets).



Démon



Références I

- (1) M. Helmert, “The fast downward planning system,” in *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 26, 2006, pp. 191–246.
- (2) L. Dupont and T. C. Son, “Probabilistic epistemic planning for robotic manipulation,” in *Proceedings of the 37th International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS)*, 2026.