

Projet du module Interactions Hommes Robots

Jean-Marc Salotti

Formez des groupes de 4 ou 5 élèves et répondez aux questions ci-dessous. Un rapport par groupe. Date limite de rendu : le vendredi 17 décembre 2021.

Rapport à rendre par mail : jean-marc.salotti@ensc.fr

Indiquez dans le rapport la répartition des tâches entre les élèves.

1. UR3



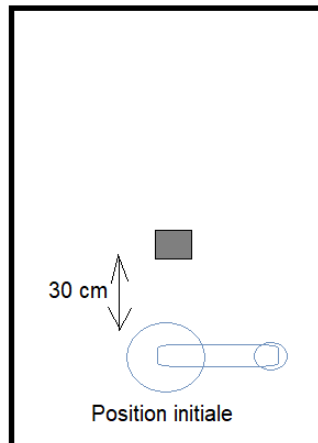
Le robot UR3 est un bras robotique de la société Universal Robot pouvant supporter une charge de 3 kg. Il a 6 degrés de liberté. C'est un « cobot », car il comporte des systèmes de sécurité permettant la collaboration humain robot dans le même espace de travail.

Question 1.1 : Description du robot

Faire un schéma d'un bras UR3 en indiquant les différents axes de rotation.

Alignez le coude et le poignet. Démontrez qu'en bougeant uniquement les articulations de la base, de l'épaule et du coude, il est possible d'atteindre avec l'effecteur n'importe quel point de la table situé à l'intérieur d'une couronne centrée sur le robot.

Question 1.2 : Simplicité de programmation



Placez un cube en papier au milieu de la table devant le bras à environ 30 cm. Programmez le robot pour que :

1. l'effecteur soit positionné initialement environ à 20 cm au-dessus de la table et à droite de la table comme indiqué sur le schéma
2. affiche un message et un bouton OK à l'utilisateur sur la tablette
3. au clic sur le bouton, vient placer l'effecteur à **gauche** du cube et effectue un balayage de gauche à droite afin de pousser le cube hors de la table
4. revient au 2.

Ce programme est-il simple à développer en exploitant la tablette de l'UR3 ? Indiquez les avantages et inconvénients de programmation avec cette tablette et ce robot, par rapport à une programmation du mouvement à partir de mesures précises et de calculs de cinématique inverse avec un robot classique opérant dans une cage sécurisée.

Question 1.3 : Sécurité du robot

Programmez le robot pour qu'il effectue en boucle, d'abord un dépliement horizontal du bras, puis un retour en position repliée avec l'effecteur relativement proche de la base. Puis testez l'arrêt automatique à l'aide de pressions (modérées) de la main sur les différents axes et selon différentes situations.

La sensibilité est-elle homogène ?

Adaptez les paramètres de sécurité du robot pour qu'il ne franchisse pas un plan situé à mi-parcours de l'allongement maximal et orthogonal à cette direction d'allongement (voir la documentation).

De manière générale, quels sont les systèmes de sécurité qui réduisent la dangerosité de ce robot ? (aidez-vous de la documentation et d'Internet)

Question 1.4 : Limites d'usage

Sans tenir compte de la problématique des effecteurs, quelles sont les principales limites de ce robot et de la programmation avec ce type d'interface ?

Paramètres à considérer : vitesse, force, trajectoire, précision, capteurs, adaptabilité

2. NAO

Objectif général : Réalisez un programme avec le logiciel Chorégraphe pour que Nao soit capable d'aller chercher un objet en obéissant à des ordres vocaux.

Conditions initiales :

Plusieurs petits objets sont placés sur le sol les uns à côté des autres. Le robot est face à l'opérateur. Les petits objets sont placés à au moins trois mètres derrière le robot.

Liste des tâches à accomplir avec le robot :

1. L'opérateur indique oralement quel est l'objet à aller chercher.
2. L'opérateur donne au fur et à mesure des ordres de déplacement pour que le robot tourne sur lui-même, puis avance vers les objets.
3. Le robot identifie l'objet qu'il doit récupérer grâce à son système de vision.
4. Le robot se positionne précisément devant l'objet.
5. Le robot saisit l'objet avec sa main.
6. Le robot ramène l'objet à l'opérateur à l'aide du guidage vocal.

Ces tâches ne sont pas simples à réaliser avec un robot. Pour y parvenir, il est proposé de décomposer le problème en sous-problèmes.

Question 2.1 : Reconnaissance des formes

Programmez le robot pour qu'il reconnaisse au moins 3 objets simples de votre choix et testez le système de reconnaissance de ces objets dans différents contextes (positionnement relatif de la caméra, luminosité, objet caché partiellement). Indiquez les résultats obtenus et discutez de la performance de ce système de reconnaissance.

Question 2.2 : Reconnaissance vocale

Programmez le robot pour qu'il reconnaisse des ordres vocaux (à vous de choisir le vocabulaire) afin qu'il puisse comprendre quel objet il doit aller chercher, et comment se déplacer pour l'atteindre.

Signification des mots :

- Nom objet 1
- Nom objet 2
- Nom objet 3
- Retournement du robot de 180°.
- Avancer.
- S'arrêter.
- Se tourner d'environ 20° vers la droite.
- Se tourner d'environ 20° vers la gauche.

Testez la reconnaissance du vocabulaire dans différents contextes, mots prononcés

par différentes personnes, avec ou sans bruit, à une certaine distance, etc. Indiquez les résultats obtenus et commentez les.

Question 2.3 : Déplacement

On s'intéresse ici à la sensibilité du déplacement relativement à la pente, le type de surface et les irrégularités du terrain. Programmez le robot pour qu'il se retourne (rotation de 180°), puis qu'il se déplace de 1 mètre, se retourne à nouveau, et revient à sa position initiale. Testez :

- Un terrain plat horizontal.
- Un terrain en pente.
- Un terrain avec une feuille placée sur le sol à l'endroit du retournement.

Indiquez les résultats obtenus.

Question 2.4 : Habileté à prendre un objet

Il est difficile de programmer le positionnement du robot pour la prise d'un objet au sol. Pour tester cette partie, il est proposé de simplifier en plaçant l'objet devant lui à hauteur du bras et de tester le système de prise.

Testez la prise des 3 objets en faisant varier d'une part la hauteur et la position de l'objet par rapport au robot (prenable avec le bras, mais nécessitant un allongement plus ou moins important de celui-ci), et d'autre part l'orientation de l'objet par rapport au robot.

Analysez les résultats obtenus.

Question 2.5 : Intégration

Essayez d'intégrer les différents modules afin de répondre à la demande initiale, qui est d'aller chercher un objet nommé par l'opérateur.

Proposez un scénario de test, éventuellement en simplifiant le problème, par exemple en tendant manuellement l'objet au robot si la prise s'avère trop complexe. Comment jugez-vous la performance globale de votre programme relativement aux conditions expérimentales ?

3. Ergosquelette (2 heures)

Des électriciens doivent souvent passer plusieurs dizaines de minutes d'affilées les bras et mains en l'air pour accrocher des faisceaux de fils électriques dans les plafonds et les murs.

Quels sont les avantages et inconvénients de l'ergosquelette vu en TP pour ce type d'activité ? Discutez de l'adaptation au profil de chaque personne, que ce soit du point de vue physique ou psychologique.