



HAL
open science

Assistance d'un robot collaboratif pour le versement du thé à la menthe

Laurence Nouaille, Raphaël Gougeon, Léa Poisson, Lucas Gauthier, Pierre Vieyres

► **To cite this version:**

Laurence Nouaille, Raphaël Gougeon, Léa Poisson, Lucas Gauthier, Pierre Vieyres. Assistance d'un robot collaboratif pour le versement du thé à la menthe. CNRIUT 2023 Saint Pierre - La Réunion, IUT de Saint Pierre, Jun 2023, Saint Pierre (La Réunion), La Réunion. hal-04326663

HAL Id: hal-04326663

<https://hal.science/hal-04326663v1>

Submitted on 6 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Assistance d'un robot collaboratif pour le versement du thé à la menthe

Laurence Nouaille¹

Raphaël Gougeon¹

Léa Poisson¹

Lucas Gauthier¹ Pierre Vieyres¹

laurence.nouaille@univ-orleans.fr raphael.gougeon@etu.univ-orleans.fr lea.poisson@etu.univ-orleans.fr
Lucas.gauthier@etu.univ-orleans.fr pierre.vieyres@univ-orleans.fr

¹ IUT de Bourges, Orléans Université
Laboratoire PRISME,

Thèmes – Robotique, Imagerie.

Résumé – L'article présente la démarche suivie pour robotiser une tâche de versement du thé avec la présence d'un opérateur dans l'espace de travail. Cette tâche de collaboration homme-robot demande de respecter de la précision et de la sécurité. La première étape de ce travail pour reproduire fidèlement le geste de versement a été l'analyse du geste expert en s'appuyant sur un système de caméras Vicon. Cette étude a permis de déterminer une trajectoire de référence à suivre par le bec de la théière. La deuxième phase de ce travail a consisté à robotiser cette opération de service à l'aide d'un robot collaboratif UR5 et d'un système de vision pour détecter la cible (ici la tasse). Une expérimentation respectant le geste de versement en évitant les positions de singularité dans l'espace de travail a permis de valider le concept de versement robotisé du thé suivant la tradition marocaine.

Mots-Clés – analyse de geste, espace de travail, interaction humain-robot, robotique collaborative.

1 Introduction

Les robots ont été largement adoptés dans de nombreuses industries, et maintenant, ils s'installent dans la maison. Ces robots de service sont de plus en plus avancés dans la complexité des tâches réalisées. La préparation de boissons ou de recettes alimentaires passe par l'étude du geste de l'expert. La présence de personne dans l'espace de travail du robot nécessite l'utilisation d'un système robotisé collaboratif afin de réagir à un environnement inconnu et dynamique. Des projets industriels de robots de service existent dans ce domaine : le robot KNEXT qui manipule et sert les tasses de café ou de thé, le Robotic Coffee Master de la société OrionStar [1] est un robot humanoïde qui a appris le mouvement de préparation du café sur la base de 3000 heures d'apprentissage et des outils de l'intelligence artificielle. Deux robots collaboratifs, ABB Yumi et Adam de Richetech Robotics [2], utilisent deux bras manipulateurs pour la manipulation d'objets (tasses et capsules) pour préparer des boissons sans présence d'humain dans leur espace de travail. Nous présentons ici, un système robotisé, qui à partir d'une analyse de geste expert est capable de verser un thé selon différents scénarios où l'humain et le robot peuvent collaborer dans un même espace.

2 Analyse du geste expert

2.1 Observation du versement du thé par l'expert.

La première analyse du geste de versement du thé a été réalisée par l'observation de l'opération effectuée par l'expert de la société Maison Nana1807. Elle a pour objet de déterminer les étapes associées à la préparation de la boisson. Le dispositif de préparation est constitué d'un plateau circulaire de diamètre 50 cm où sont disposés des tasses d'un diamètre de 5cm et d'une hauteur de 8.5cm. Le serveur procède à deux actions simultanées, l'une correspond à la rotation de la théière pour le versement de la boisson et l'autre à une translation verticale tout en s'éloignant de la tasse posée sur le plateau. Ce dernier mouvement typique de la préparation du thé vert à la marocaine sert à oxygéner le thé. Ce geste peut être répété à volonté par l'expert afin de s'assurer d'une oxygénation parfaite.

2.2 Analyse du versement du thé

Afin de déterminer la trajectoire précise de la théière lors de l'opération de versement, nous avons utilisé le système de capture de mouvements Vicon équipé de 8 caméras. L'expert effectue trois services dans trois tasses (Figure 2) ce qui permet d'identifier l'adaptation de son

geste par rapport à la position de chaque tasse. Pour le suivi du geste par les caméras, l'expert est équipé de 4 marqueurs disposés sur son épaule, son bras, son coude et sa main et un marqueur sur la table officiant comme référence. Nous avons considéré que le marqueur positionné sur la main caractérisait le mouvement de la théière.

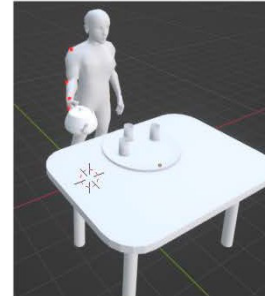


Figure 2 – Positionnement des marqueurs pour le suivi du geste expert

2.3 Trajectoire de la théière

L'analyse de mouvements du professionnel montre une trajectoire du poignet et de la main en 3 dimensions (Figure 3). On observe deux phases combinées : l'une observée dans le plan transversal (x,y) correspondant à la distance entre la main et le centre de la tasse et la seconde identifiant la phase de montée z(t).

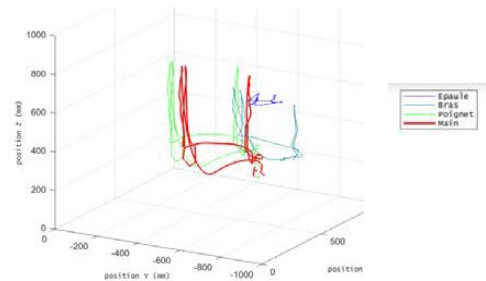


Figure 3 – Trajectoires des 4 marqueurs positionnés sur l'expert.

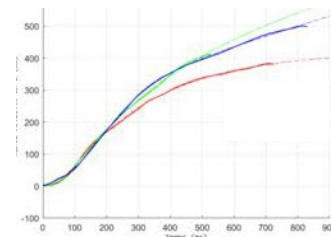


Figure 4 – Translation selon z du bec de la théière en fonction du temps.

La Figure 4 montre le déplacement suivant z de la théière pour trois versements différents. La Figure 5 donne la distance d'éloignement dans le plan (x,y) du bec verseur au centre de la tasse. On a un déplacement maximum de 55 mm dans le plan (x,y) pour un déplacement vertical de 400 mm.

Sur l'ensemble des trois gestes répétés, on observe une variation de 150mm selon $z(t)$ et une variation de 20 mm de décalage dans le plan (x,y) .

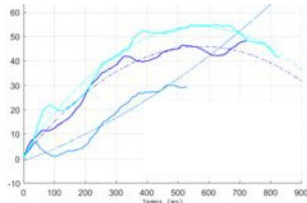


Figure 5 – Variation de la distance entre le bec de la théière et le centre de la tasse observée dans le plan (x,y) en fonction du temps.

2.4 Angle de rotation de la théière

Une autre analyse du geste nous a permis d'identifier l'angle d'inclinaison de la théière (Figure 6-a) qui correspond à l'angle entre le marqueur sur le poignet et celui sur la main dans le plan (x,z) . Il varie également pour les trois versements entre 30 et 38 degrés ce qui signifie que l'expert adapte son geste en fonction de la disposition du verre sur le plateau.

3 Robotisation du versement du thé

3.1 Dispositif robotique

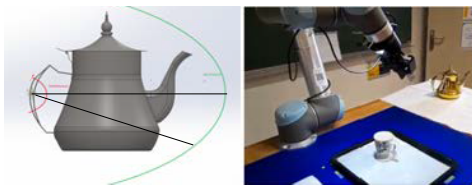


Figure 6 – a) Angle d'inclinaison de la théière et b) dispositif robotique expérimental.

Afin de réaliser le versement robotisé, nous avons utilisé un cobot UR5 [3], muni d'une caméra embarquée autorisant la visualisation de l'espace de travail et d'une pince parallèle Robotnic pour la préhension de l'anse de la théière (Figure 6 b). Ce robot collaboratif peut supporter une charge de 5 kg et a une portée de 850 mm. Nous avons utilisé une théière de masse 433g à vide et une tasse de 67 mm de diamètre et de hauteur 85 mm.

3.2 Description des étapes du geste robotisé

Les observations et analyses du geste, nous ont permis de définir un scénario pour l'assistance robotique en quatre phases. Après une étape de calibration de la caméra, la première phase consiste à la détection de la position du centre de la tasse sur le plateau. La deuxième phase correspond à la préhension de la théière disposée à un endroit prédéfini de l'espace de travail du robot. Lors de la troisième phase (Figure 7), le robot déplace la théière pour que le bec verseur soit positionné, relativement au centre du cercle de la tasse, au point zéro

de la trajectoire de versement. Pour la quatrième phase, le robot suit la trajectoire optimale identifiée lors de l'étude du geste de l'expert (Figure 4). Pour éviter le passage par des singularités, la théière a été alignée avec la base du robot et décalée sur l'axe x de 700 mm.



Figure 7 – Préhension (gauche) et versement du thé (droite)

Les points de passage de la trajectoire modélisée ont été implémentés en programmation directe sur le robot UR5. La courbe suivie par la théière est proche de celle générée par l'expert. La caméra identifie le centre de la tasse et le robot remplit celle-ci quelle que soit sa position initiale sur le plateau.

4 Conclusions

Après avoir analysé le geste expert à l'aide d'un système de capture de mouvements, la trajectoire caractéristique de l'extrémité de la théière a été déterminée. Celle-ci a plus être implémenté sur un robot collaboratif équipé d'une caméra visualisant l'espace de travail. Le concept de versement du thé dans la tasse a été validé, celle-ci étant posée aléatoirement sur un plateau.

Les prochaines étapes de notre étude vont porter sur la précision et la répétabilité du geste tout en prenant en compte la sécurité des personnes pouvant entrer dans l'espace de travail du robot.

5 Remerciements

Les auteurs remercient la société Maison-Nana1807 spécialiste du thé à la menthe, pour le financement de cette recherche.

Références

- [1] H. Sung, H. Jeon, 'Untact: Customer's acceptance intention toward robot barista in coffee shop', Sustainability 12, 8598, 2020.
- [2] ADAM | Robot Bartender | The Exciting Robotic Worker (www.richtechrobotics.com) 23/01/2022.
- [3] K. P. Hawkins, 'Analytic inverse kinematics for the universal robots', 2013.
- [4] J. Diab., Commande robotique hybride par téléopération et co-manipulation : Application au positionnement d'une sonde échographique en milieu contraint, thèse université d'Orléans, déc. 2021.