

« Put this there! » : modeling deictic gestures for a humanoid robot

Context

We aim here at providing a humanoid robot with skills for conducting a situated interaction with a human partner. For this it should be able to "talk" about the world around, i.e. involve in the conversation objects of interest located in the common interaction space. The term deictic gesture refers here to index pointing.

As part of the proposed work, we focus here on providing the humanoid robot "Nina" of GIPSA-lab [1] with the ability to designate objects in the environment using its chest, its shoulder, arm, hand & index (see Figure 1). Here we are interested in learning such gestures by demonstration: the robot will mimic the movements previously performed by a human tutor.

The ultimate goal is to integrate this pointing capability into a multimodal deictic behavior controller (speech, gaze, facial movements, head and arm) so that the robot can use it in an interactive task.



Figure 1: Example of a pointing gesture performed by the iCub robot Nina at GIPSA-Lab.

Proposed work

A first work of collection and cinematic inversion of deictic movements performed by a human tutor was performed by F. Mercier as part of his master thesis in 2015. So we have a set of one hundred pointing trajectories and a first inversion system of the kinematic chain of Nina to scale and reproduce these movements under constraints.

The proposed work has four major tasks:

1. *Safe trajectories.* You will develop a self-collision detection module that guarantees safety of gestures executed at high speed [2]. This module will be integrated into the existing kinematic inversion system.
2. *Modeling brachiomanual gestures.* You will develop a statistical mapping between the target sequence to achieve and articulatory commands. The challenge is to best reproduce the demonstrated samples while generalizing, i.e. checking the model's ability to generate plausible unseen trajectories
3. *Evaluation of gestures.* Finally, we will evaluate the intelligibility of generated gestures by asking human partners to estimate objects and places of the referents of "it" and "there" that the robot was instructed to indicate randomly.
4. *Multimodal deixis.* You will integrate this gestural controller into the multimodal behavior controller developed by A. Mihoub during his thesis [3], [4]. It will be applied to a game that consists in moving a set of cubes to replicate a pattern on a chessboard. We do have human-human interaction data for this game.

Topics covered by the internship / Desired skills

- Robotics, automatic control (direct and inverse kinematics, position vs. velocity control)
- Statistical modeling
- Matlab programming, middleware for robots (Yarp, ROS)

Contacts

Gérard Bailly	04 76 57 47 11	Gerard.Bailly@gipsa-lab.fr
Frédéric Elisei	04 76 57 45 39	Frederic.Elisei@gipsa-lab.fr
Pierre-Brice Wieber	04 76 61 53 92	Pierre-Brice.Wieber@inria.fr

Allowance

The internship is granted by the RHUM project. Its amount of the allowance is set yearly by decree ($\approx 500\text{€}/\text{month}$).

References

- [1] A. Parmiggiani, M. Randazzo, M. Maggiali, G. Metta, F. Elisei, and G. Bailly, "Design and Validation of a Talking Face for the iCub," *Int. J. Human. Robot.*, pp. 1550026:1–20, Jul. 2015.
- [2] J. Kuffner, K. Nishiwaki, S. Kagami, Y. Kuniyoshi, M. Inaba, and H. Inoue, "Self-collision detection and prevention for humanoid robots," in *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Washington, DC, 2002, vol. 3, pp. 2265–2270.
- [3] A. Mihoub, G. Bailly, C. Wolf, and F. Elisei, "Learning multimodal behavioral models for face-to-face social interaction," *J Multimodal User Interfaces*, pp. 1–16, Jul. 2015.
- [4] A. Mihoub, G. Bailly, C. Wolf, and F. Elisei, "Graphical models for social behavior modeling in face-to face interaction," *Pattern Recognition Letters*, in revision.

« Mets ça là ! » : Modélisation de gestes brachio-manuels déictiques pour un robot humanoïde

Contexte

On cherche ici à doter un robot humanoïde de la capacité à engager une interaction située avec un partenaire humain. Il lui faut pour ceci « parler » du monde qui l’entoure, « engager » dans la conversation des objets d’intérêt situés dans l’espace d’interaction commun. Le terme de *deixis* désigne ainsi tout recours dans la conversation à la situation de communication.

Dans le cadre de ce stage, on s’intéresse à doter le robot humanoïde « Nina » du GIPSA-lab [1] de la capacité à désigner des objets de son environnement à l’aide de la chaîne cinématique torse, épaule, bras, main & index (cf. Figure 1). On s’intéresse ici à un apprentissage de gestes par démonstration : le robot devra imiter des gestes effectués préalablement par un tuteur humain.

L’objectif final est d’intégrer ces capacités déictiques à un contrôleur de comportement multimodal (parole, regard, mouvements faciaux, de tête et de bras) de manière à ce que le robot puisse conduire une tâche interactive.



Figure 2 : Exemple de deixis brachio-manuelle effectuée par le robot Nina du GIPSA-Lab.

Sujet

Un premier travail de collection et d’inversion cinématique de mouvements déictiques exécutés par un tuteur humain a été effectué par F. Mercier dans le cadre de son master recherche en 2015. On dispose donc d’un ensemble d’une centaine de trajectoires de pointage de cibles et d’un premier système d’inversion permettant à Nina de les reproduire.

Le travail proposé comporte quatre tâches principales :

1. *Trajectoires sûres*. On développera un module de détection d’auto-collision qui garantisse la sûreté de fonctionnement des gestes exécutés à grande vitesse [2] et on l’intégrera au module d’inversion cinématique existant.
2. *Modélisation des gestes brachio-manuels*. On développera un modèle de mise en correspondance statistique entre séquence de cibles à atteindre et commandes articulaires. L’enjeu est ici d’apprendre au mieux les exemples démontrés tout en vérifiant la capacité du modèle à générer des trajectoires non démontrées plausibles.
3. *Evaluation des gestes brachio-manuels*. On évaluera enfin l’intelligibilité des gestes générés en demandant à des partenaires humains d’estimer les objets et lieux référents des « ça » et « là » que l’on aura instruit au robot d’indiquer à son partenaire humain de manière aléatoire.
4. *Contrôleur de deixis multimodale*. On intégrera ce contrôleur gestuel au contrôleur de comportement multimodal développé par A. Mihoub lors de sa thèse [3], [4]. Il sera appliqué à un jeu de cubes pour lequel on dispose de données d’interaction.

Thématiques abordées dans le stage

- Robotique, automatique (cinématique directe et inverse, contrôle en position)
- Modélisation statistique

Compétences requises

- Maîtrise de Matlab, familiarité avec les systèmes de programmation de robots (Yarp, ROS)

Contacts

Gérard Bailly	04 76 57 47 11	Gerard.Bailly@gipsa-lab.fr
Frédéric Elisei	04 76 57 45 39	Frederic.Elisei@gipsa-lab.fr
Pierre-Brice Wieber	04 76 61 53 92	Pierre-Brice.Wieber@inria.fr

Indemnités de stage

Ce stage fait l’objet d’une indemnité fixée annuellement par décret ministériel (environ 500€ mensuels).

Références

- [1] A. Parmiggiani, M. Randazzo, M. Maggiali, G. Metta, F. Elisei, and G. Bailly, “Design and Validation of a Talking Face for the iCub,” *Int. J. Human. Robot.*, pp. 1550026:1–20, Jul. 2015.
- [2] J. Kuffner, K. Nishiwaki, S. Kagami, Y. Kuniyoshi, M. Inaba, and H. Inoue, “Self-collision detection and prevention for humanoid robots,” in *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Washington, DC, 2002, vol. 3, pp. 2265–2270.
- [3] A. Mihoub, G. Bailly, C. Wolf, and F. Elisei, “Learning multimodal behavioral models for face-to-face social interaction,” *J Multimodal User Interfaces*, pp. 1–16, Jul. 2015.
- [4] A. Mihoub, G. Bailly, C. Wolf, and F. Elisei, “Graphical models for social behavior modeling in face-to face interaction,” *Pattern Recognition Letters*, in revision.