

Offre de Post-Doctorat LAAS-CNRS, Groupe Robotique Action Perception

À pourvoir immédiatement – Durée : 18 mois

Rémunération : 2500EUR bruts mensuels

Contact : Patrick Danès

Maître de Conférence, LAAS-CNRS & Université Paul Sabatier

LAAS-CNRS ; 7, avenue du Colonel Roche ; 31077 Toulouse Cédex 4

Mél : `patrick[DOT]danes[AT]laas[DOT]fr`

CONCEPTION ET IMPLÉMENTATION D'UN CAPTEUR AUDITIF BIOINSPIRÉ RECONFIGURABLE POUR LE ROBOT HUMANOÏDE HRP2

L'Audition en Robotique ("Robot Audition") est une thématique relativement récente. La modalité auditive, quasi-omnidirectionnelle et insensible aux conditions d'illumination, constitue un complément idéal à la vision. Dans le contexte très actuel de l'Interaction Homme-Robot, l'audition peut permettre de localiser un locuteur se situant en dehors du champ de vision du robot, de le reconnaître, d'extraire son message de l'environnement, pour ensuite en interpréter les demandes, reproduisant ainsi certaines capacités perceptuelles humaines encore très peu transposées à la Robotique.

On distingue deux approches du problème. L'une est basée sur l'utilisation d'un réseau de microphones. La redondance d'information est alors exploitée de façon à améliorer les propriétés du capteur (résolution de la localisation de sources, potentialités en terme de filtrage spatial, robustesse au bruit,...). Dans cette veine, le LAAS-CNRS a développé un capteur auditif intégré sur la base d'une antenne linéaire de 8 microphones et d'une unité de traitement FPGA, ainsi que des primitives de localisation et de filtrage spatial. La seconde approche s'inscrit dans la problématique de l'audition binaurale. Plusieurs réalisations consistant à munir une tête de deux oreilles ont été proposées en Robotique, respectant à des degrés divers un certain biomimétisme. Néanmoins, l'exploitation actuelle d'indices bioinspirés peut nécessiter un modèle très précis de la propagation ou une identification soignée, généralement en chambre anéchoïque, des modifications induites par la présence de la tête. On relève par ailleurs une réelle difficulté d'adaptation de ces systèmes à des environnements réels inconnus a priori. En résumé, les performances des solutions biomimétiques actuelles pour localiser et extraire des sons de l'environnement d'un robot demeurent contrastées.

L'objectif de ce séjour post-doctoral est de concevoir et implémenter un capteur bioinspiré pour le robot humanoïde HRP2 hébergé par le LAAS-CNRS. Ce capteur fonctionnera selon les fondements géométriques et computationnels mis en jeu chez l'humain. Ainsi, la tête de HRP2 sera équipée de deux pavillons reproduisant le filtrage spatial effectué par nos oreilles. De même, la transduction physico-électrique effectuée dans l'oreille interne reproduira fidèlement certaines des fonctions réalisées chez l'humain (e.g. représentation tonotopique des fréquences dans la cochlée, réponse globale des cellules ciliées aux basses fréquences, etc.). Le capteur sera embarquable et reconfigurable, afin de permettre la réalisation d'expérimentations sur le robot ainsi que les itérations et ajustements nécessaires à la convergence vers une conception "optimale". Sur cette base sensorielle, des indices sonores bioinspirés (différences interaurales en amplitude et phase, indices spectraux monauraux, etc.) seront générés, sur lesquels reposera la localisation. Un objectif est bien sûr d'évaluer en quoi un biomimétisme important peut permettre la définition de stratégies de localisation et d'extraction précises et robustes aux environnements variables et évolutifs typiques de la Robotique.

Ces objectifs scientifiques recouvrent un volet logiciel important, mais aussi une composante matérielle significative (conception de l'usinage des pavillons, sélection des transducteurs, numérisation des signaux, éventuel câblage des traitements sur FPGA si leurs tests hors-ligne s'avèrent concluants, etc.). On s'appuiera en partie sur les réalisations déjà effectuées au LAAS, et sur le support du service Informatique et Instrumentation du laboratoire.

Le travail développé durant ce séjour post-doctoral s'inscrira dans un projet interne au LAAS-CNRS, mais aussi dans le projet ANR BINAAHR (BINaural Active Audition for Humanoid Robots), récemment accepté dans le cadre du programme blanc international franco-japonais.

(See English version overleaf)

Post-Doctoral position at LAAS-CNRS, Robotics Action Perception Group
18 months, starting immediately
Monthly gross salary: 2500EUR

Contact : Patrick Danès

Associate Professor, LAAS-CNRS & Université Paul Sabatier

LAAS-CNRS; 7, avenue du Colonel Roche; 31077 Toulouse Cédex 4

Mél : `patrick[DOT]danes[AT]laas[DOT]fr`

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A RECONFIGURABLE BIOINSPIRED AUDITORY SENSOR FOR THE HUMANOID ROBOT HRP2

Robot Audition is a fairly new research area. The auditory modality, which is near-omnidirectional and insensitive to illumination conditions, constitutes an ideal complement to vision. In the topical Human-Robot Interaction context, audition can enable the localization of a speaker located outside the robot viewfield, his/her recognition, the extraction of his/her utterance out of the environment, prior to the interpretation of his/her message.

Two approaches to robot audition can be envisioned. On the one hand, array processing methods exploit the redundancy of the data sensed by an array of microphones so as to improve the properties of auditory functions under design: resolution of source localization, spatial filtering efficiency, robustness to noise,... In this vein, the LAAS-CNRS has developed an integrated auditory sensor on the basis of a linear array of 8 microphones and a FPGA processing unit. On the other hand, binaural approaches consist in fitting two ears on a head, and mimic the human system to various extents. Yet, exploiting bioinspired cues may require a very accurate model of propagation, as well as a careful identification—generally in an anechoic room—of the scattering of the wavefield induced by the head. Such systems often lack adaptability when facing realistic, a priori unknown environments. On the whole, biomimetic approaches to source localization and extraction have so far led to mitigated results.

The proposed post-doctoral study aims at designing and implementing a bioinspired sensor for the HRP2 humanoid robot hosted by LAAS-CNRS. This sensor will comply with the geometrical and computational foundations involved in humans. So, the HRP2 head will be fitted with two pinnae which reproduce the spatial filtering performed by human ears. Similarly, the physico-electrical transduction will reflect the human operation, e.g. through the tonotopic frequency coding in the cochlea, the global response of the hair cells, etc. The sensor will have to be embeddable and reconfigurable, in order to enable experiments on the robot as well as iterations and adjustments necessary to an "optimal" design. On this sensory basis, bioinspired acoustic cues (interaural amplitude and phase differences, monaural spectral cues, etc.) will be generated and will serve as basis for localization. An evaluation will be conducted on how a strong biomimetism affects the accuracy and robustness of localization and extraction strategies in the changing and unpredictable environments typical of robotics.

These scientific objectives entail software development, but also hardware (design of the pinnae, selection of the transducers, signals digitization, hardcoding on FPGA of functions which have been successfully tested offline, etc.). The work will draw on past achievements at LAAS, with the support of the engineering and technical staff of the laboratory.

This post-doctoral study takes place within an internal research project at LAAS-CNRS, and within the BINAHR project (BINaural Active Audition for Humanoid Robots) recently accepted in the framework of a joint international program between the French National Research Agency (ANR) and the Japan Science and Technology Agency (JST).