

ED SMAER

Sujet de thèses 2013

Laboratoire : Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)

Etablissement de rattachement : Université Pierre et Marie Curie

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : Bruno GAS, 61^{ème} section

Codirection et section CNU et CNRS : Sylvain ARGENTIERI, 61^{ème} section

Titre de la thèse : **Méthodes actives de perception multimodale pour la robotique mobile autonome**

Collaborations dans le cadre de la thèse : LPP-Paris5-CNRS (Paris), LAAS-CNRS (Toulouse)

Rattachement à un programme : Consortium européen « *Aural Assessment By Means of Binaural Algorithms (AABBA)* »

Résumé du sujet :

La perception et l'action sont deux tâches fondamentales en robotique. Traditionnellement, ces 2 modalités sont reliées l'une à l'autre à l'aide d'une modélisation du robot effectuée par l'ingénieur. Mais est-il possible, pour un robot/agent naïf, de découvrir et apprendre par lui-même la structure de son interaction avec l'environnement sans aucune connaissance a priori ? Sur ce sujet, nous avons récemment démontré que l'étude formelle du flux sensori-moteur permettait d'estimer des propriétés de l'environnement ou du robot lui-même. Cette thèse a pour objectif de continuer ces travaux, tout d'abord en s'appuyant sur des données perceptives auditives et/ou visuelles, puis en étendant les résultats au cas multimodal.

Sujet développé

Les approches classiques de la perception en robotique mobile nécessitent de modéliser l'environnement, en même temps que l'agent robotique et les différents capteurs qui l'équipent. Ces modèles considèrent l'action comme la conséquence logique de la perception, relativement à une fonction de but posée « a priori ». Ce point de vue, appelé « approche passive de la perception » a été remis en cause dans les années 60-70 par le résultat d'expériences dites de « substitution sensorielle » qui ont montré le rôle central et le caractère indispensable de l'action lors de l'apprentissage ou de l'adaptation des facultés perceptives. Plus récemment, K. O'Regan a proposé une théorie appelée « théorie des contingences sensorimotrices » fondée sur le principe qu'un agent peut apprendre à percevoir le monde dans lequel il évolue uniquement à partir des signaux sensorimoteur, c'est à dire sans disposer de connaissances « a priori » portant sur son environnement. Philipona a proposé en 2005 une formalisation mathématique de cette idée, directement inspirée des intuitions de Poincaré

publiées au début du 20^{ème} siècle et permettant l'estimation de la dimension de l'espace géométrique dans lequel navigue un agent simulé.

Un axe scientifique du groupe Perception Active Multimodale consiste à reprendre ces théories nouvelles pour les valider expérimentalement sur des systèmes robotiques, puis les utiliser comme telles pour obtenir des avancées notoires dans l'autonomie des systèmes, leurs capacités d'interaction avec le monde et leur intelligence.

D'importants résultats ont récemment été obtenus en partenariat avec le groupe PAP de l'équipe Interaction de l'ISIR et le laboratoire LPP (K. O'Regan) de Paris 5 autour des travaux portant sur la perception de l'espace géométrique externe à l'aide d'un bras articulé à quatre degrés de liberté et doté d'un capteur extéroceptif élémentaire à son extrémité.

L'objectif de cette thèse est de reprendre ces travaux pour les étendre et les valider en contexte multicapteur. Il s'agira de montrer qu'il est possible d'obtenir des capacités de perception sensorimotrice de l'espace à partir de capteurs sophistiqués comme ceux que l'on utilise dans la vie courante (visuels et auditifs). L'équipe dispose pour cela d'une plateforme de perception multimodale dotée de capteurs visuels (stéréovision active par caméras miniatures mobiles), de capteurs auditifs (audition binaurale), de capteurs proprioceptifs (centrale inertielle) et des outils logiciels appropriés. Le doctorant structurera son travail de recherche autour des points suivants :

- recherche bibliographique centrée sur les méthodes de perception active multimodale ;
- reprise et formalisation mathématique du problème en contexte visuel et auditif ;
- mise en œuvre expérimentale sur un bras robotique puis sur la plateforme de perception multimodale.

Ce travail se fera en partenariat avec l'équipe de K. O'Regan du LPP (Laboratoire de Psychologie de la Perception, Paris 5) et l'équipe de Patrick Danès du LAAS (Toulouse) pour les aspects auditifs. Le candidat devra avoir des connaissances portant sur le traitement du signal, les méthodes d'apprentissage de type connexionnistes et la programmation (Matlab, C, C++).