

AIST-CNRS Joint Robotics Laboratory (JRL)

Appel à projets 2008

La Robotique Humanoïde : un objet de recherche pluri-disciplinaire

Contexte

La robotique, comme science de la conception d'artefacts par excellence, s'est toujours articulée, de manière duale et simultanée, autour de thématiques de recherche propres à l'étude formelle de l'autonomie des machines (étude de la boucle fondamentale « perception-décision-action ») et autour de plates-formes intégrées fédérant ces thématiques. C'est dans cette logique que le CNRS a acquis en 2006 la plate-forme de robot humanoïde HRP-2 localisée au LAAS à Toulouse, et plus récemment en 2007 la plate-forme Hoap3 localisée au LIRMM à Montpellier, actions conduites dans le cadre du laboratoire franco-japonais JRL.

Ces plates-formes sont ouvertes à la communauté scientifique française.

Après l'appel à projets 2006 destiné en priorité aux équipes de robotique, l'appel à projets 2008 s'ouvre dans une perspective pluri-disciplinaire aux sciences du vivant.

Cette ouverture est rendue possible grâce aux progrès réalisés en 2006-2007 en matière de développement logiciel. Le descriptif des fonctionnalités aujourd'hui disponibles sur les plate-formes est détaillé en annexes. Leur accès se fait de manière transparente ou avec l'aide des ingénieurs et techniciens affectés aux plate-formes, ce qui permet à l'utilisateur de se concentrer sur ses développements propres.

Thèmes de recherche

L'appel reste destiné aux équipes de *recherche en robotique* pour lesquelles le robot humanoïde est un objet de recherche privilégié pour les développements des thématiques fondamentales de la robotique telles que la vision et la perception, la commande des systèmes, la planification de mouvements, la manipulation, la décision, l'apprentissage ou l'interaction homme-robot. Cet appel s'intègre en particulier dans l'activité du Groupe de Travail « Humanoïdes » du GdR CNRS Robotique.

L'appel s'ouvre en outre aux équipes engagées dans des *recherches en sciences du vivant* et leurs interfaces avec les sciences de l'ingénieur. Par sa forme anthropomorphe et sa proximité avec l'homme, le robot humanoïde constitue un objet de recherche privilégié pour concevoir et évaluer de nouveaux modèles de calcul inspirés du vivant, qu'il s'agisse de modèles issus de la biomécanique pour la commande des systèmes, de la neurophysiologie du mouvement pour le contrôle sensori-moteur ou de la neuropsychologie du comportement pour l'apprentissage et l'interaction homme-robot.

Calendrier

La date limite de dépôt des projets est fixée au 18 décembre 2007.

Les réponses seront données le 1^{er} février 2008. Les projets seront sélectionnés par le Conseil du JRL-France (voir <http://www.laas.fr/JRL-France>).

Modalités de soumission

Les critères de sélection se feront sur la base :

- de la qualité scientifique des projets, et
- d'une définition claire des besoins d'accès aux ressources présentées en annexe.

Le descriptif du projet (deux pages environ) suivra la fiche présentée en annexe.

Pour tout complément d'information préalable au dépôt du projet, contacter E. Yoshida pour les projets concernant HRP-2 et les licences de logiciels, et P. Fraisse pour les projets concernant HOAP3.

Descriptif des moyens

Les moyens offerts dans le cadre de cet appel concernent :

- l'accès à la plate-forme de robot humanoïde HRP-2 localisée au LAAS,
- l'accès à la plate-forme de robot humanoïde HOAP3 localisé au LIRMM
- des licences du simulateur dynamique OpenHRP de la société General Robotics,
- des licences de la librairie de calcul géométrique KineoWorks de la société Kineo CAM,
- l'outil d'intégration logicielle GenoM développé au LAAS en open-source.

En fonction des demandes émanant des projets, des formations à ces moyens seront organisées dans le courant du 2^{ème} trimestre 2008.

L'accès aux ressources et à la formation est gratuit. Le JRL ne finance pas les projets et ne prend pas en charge les frais de missions.

Annexe 1 : Présentation de la plateforme HRP-2 (LAAS, Toulouse)

La plateforme HRP-2 se compose d'une partie matérielle, des logiciels de base, d'une architecture d'intégration et de diverses fonctionnalités.

Le robot et ses moyens de calculs

Sur le plan matériel, le robot HRP-2 dispose de :

- 30 moteurs (7 par jambe, 6 par bras, 2 pour le torse et 2 pour la tête),
- 1 centrale inertielle 6D située dans le torse,
- 4 capteurs d'effort 6D situés dans les poignets et les chevilles,
- 1 pince de type parallèle pour chaque poignet, et
- 4 cameras CCD couleur (2 focales courtes, 2 focales longues) situées dans la tête.

Pour le calcul, la plateforme dispose de :

- un PC/linux temps-réel pour le développement de boucles de contrôle, et
- un PC/linux standard pour le développement de fonctionnalités avancées.

Accès temps-réel au matériel.

Le contrôle du robot HRP-2 est basé sur l'outil OpenHRP, développé par la société General Robotics (Japon) et fourni en standard avec le robot. Cet outil donne un accès direct au matériel et permet de :

- contrôler individuellement chaque moteur en position,
- lire les capteurs inertiels (6D), et
- lire les capteurs d'efforts (6D).

Un stabilisateur dynamique (désactivable) permet de garantir en permanence la stabilité du robot à proximité de configurations statiquement stables.

Sur le robot, le logiciel est exécuté dans un environnement temps-réel (Art-Linux) qui autorise l'implémentation de boucles de contrôle allant jusqu'à 5ms. La communication avec le matériel est réalisée au moyen de serveurs CORBA (omniORB ou ORBIX/E) et les logiciels doivent être écrits en C++.

Enfin, OpenHRP fournit un simulateur dynamique qui autorise l'exécution d'un même logiciel sur le robot réel ou dans un environnement de simulation. Des objets (décrits en VRML97) peuvent être ajoutés dans l'environnement simulé.

Une programmation simple.

OpenHRP fournit un langage de script, basé sur Python. Chaque requête CORBA permettant d'accéder au matériel est disponible dans l'interpréteur. Il est ainsi possible de contrôler le robot au moyen de scripts qui permettent par exemple de :

- connaître la position ou commander les mains en coordonnées cartésiennes,
- exécuter une trajectoire préalablement calculée en rejouant une séquence de configurations,
- enchaîner des séquences de mouvements.

Il est à noter que les caméras du robot ne sont pas accessibles dans ce langage.

Intégrations avancées.

Afin de réaliser des intégrations plus complexes, les logiciels disponibles sur HRP-2 sont organisés selon une architecture programmable, modulaire et évolutive. Le principal outil d'intégration est GenoM, développé au LAAS sous une licence open-source.

L'architecture est basée sur un modèle de composants qu'il est possible de configurer ou d'interconnecter dynamiquement. Ces composants sont engendrés automatiquement par GenoM à partir de bibliothèques contenant les algorithmes à intégrer, écrites en C ou C++. La communication inter-composants est gérée par GenoM. Elle est transparente du point de vue des bibliothèques algorithmiques.

Les composants aujourd'hui disponibles sont :

- Commandes bas-niveau :
 - contrôle de chaque moteur en position,
 - contrôle de la configuration des mains en coordonnées cartésiennes,
 - lecture de configuration courante,
 - lecture des informations inertielles,
 - lecture des capteurs d'effort.
- Vision :
 - acquisition d'images couleur,
 - traitements d'images simples (correction des distorsion, rectification pour la stéréo-vision)
- Vision 3D : calcul d'images 3D denses par stéréo-vision et corrélation de pixels.
- Détection d'objets :
 - détection d'objets par segmentation couleur sur la base de modèles d'histogrammes (CAMSHIFT),
 - localisation approximative (~2cm à une distance de 1.5m) des objets.
- Localisation : l'utilisateur a accès à la position de tous les capteurs par rapport au robot. A noter que la plateforme ne dispose pas de localisation globale.
- Mouvement :
 - marche sur sol plan, horizontal pour atteindre un but défini et position et orientation, avec évitement d'obstacles dans un environnement connu *a priori* (modèles VRML97),
 - mouvements "whole-body" par description de tâches élémentaires telles que position de la tête ou trajectoire des mains, ...) stabilisés dynamiquement.
- Parole : la plateforme dispose d'un système de Synthèse vocale (text to speech) en anglais.

Toutes ces fonctionnalités peuvent être utilisées et enchaînées entre elles grâce à un langage de script basé sur TCL.

Par ailleurs, un environnement de développement de planification de mouvement pour robots humanoïdes (HPP) est disponible. Développé sur le moteur de calcul KineoWorks, il raisonne sur des modèles polyédriques du monde, totalement connus. Cet environnement propose une interface C++ et fournit :

- un modèle dynamique de robot,

- la résolution problèmes de planification de mouvements par accès aux méthodes probabilistes de KineoWorks,
- une interface Python pour invoquer les différentes méthodes de façon interactive

Pour tout complément d'information technique contacter A. Mallet.

Note : le LAAS met également à disposition un système de capture mouvements par suivi visuel de marqueurs. Il est composé de dix caméras couvrant un volume de travail de 10m x 5m x 2m, et d'une fréquence d'acquisition supérieure à 75 Hz. La résolution en tout point du volume de travail de l'ordre du mm. Le système fonctionne en lumière naturelle. Pour tout complément d'information technique contacter M. Vaisset.

Annexe 2 : Présentation de la plateforme HOAP3 (LIRMM, Montpellier)

La plateforme HOAP3 se compose d'une partie matérielle, d'une architecture logicielle embarquée basée RT-Linux ainsi que d'un simulateur.

Le robot et ses moyens de calculs

Sur le plan matériel, le robot HOAP3 dispose de :

- 28 moteurs (6 par jambe, 6 par bras, 1 pour le torse et 3 pour la tête),
- 1 accéléromètre 3 axes ainsi qu'un gyroscope 3 axes (vitesse angulaire) située dans le torse,
- 2 capteurs d'efforts sur les pieds (4 mesures/pieds à chaque angle du pied) permettant de mesurer la force normale au sol.
- 1 pince pour chaque poignet incluant un capteur de saisie.
- 2 cameras CCD couleur (VGA, 30images/sec) situées dans la tête.
- Un télémètre IR situé dans la tête.
- Chaque actionneur et capteur sont reliés à la carte PC embarquée via à un réseau USB temps-réel.
- Des boucles de commandes articulaires (PID) sont présentes sur 21 moteurs

Pour le calcul, la plateforme dispose de :

- Un PC/linux temps-réel pour le développement de boucles de contrôle,
- Une carte PC embarquée RTLinux sur le robot (P4 1,5GHz) pour la commande autonome du robot.

Accès temps-réel au matériel.

Le contrôle temps-réel du robot est basé sur l'architecture logicielle RTLinux. L'environnement logiciel est uniquement basé sur le langage C. Il y a seulement deux programmes C indépendant permettant la commande du robot. L'un dans l'espace noyau (temps-réel) permettant une lecture des capteurs et une écriture sur les actionneurs toutes les 1ms et le second dans l'espace utilisateur permettant le lien avec le programme temp-réel et une interface utilisateur via une communication par RT-FIFO.

Il n'y a aucun stabilisateur dynamique disponible sur ce système.

Fujitsu Labs propose un simulateur dynamique simplifié qui autorise l'exécution d'un même logiciel sur le robot réel ou dans un environnement de simulation. En revanche la lecture de certains capteurs n'est pas accessible dans l'environnement de simulation.

Une programmation simple.

- La programmation est basée uniquement sur le langage C ce qui permet un développement rapide sans période d'apprentissage de l'environnement.

Les caméras (drivers pwc, pwcx) sont accessibles via la librairie logicielle OpenCV.

Intégrations avancées.

Les composants aujourd'hui disponibles sont :

- Commandes bas-niveau :
 - contrôle de chaque moteur en position,
 - lecture de configuration courante,
 - lecture des informations inertielles,
 - lecture des capteurs d'effort.
- Vision :
 - acquisition d'images couleur,
- Localisation : l'utilisateur a accès à la position de tous les capteurs par rapport au robot.
- Mouvement :
 - marche sur sol plan, horizontal pour atteindre un but défini et position et orientation.

Annexe 3 : Formulaire de soumission

Projet soumis au JRL

Formulaire à envoyer avant le 18 Décembre 2007 à J.P. Laumond

Nom du projet :

Responsable scientifique :

Laboratoire :

Composition de l'équipe (doctorants et chercheurs impliqués dans le projet) :

Durée du projet :

Objectifs scientifiques (environ 50 lignes) :

Publications de l'équipe liées au projet (environ 5) :

Descriptif détaillé des ressources nécessaires au projet (incluant éventuellement le scénario des expérimentations envisagées) :

Descriptif des besoins éventuels en formation, noms et fonctions des participants pressentis :

Contacts :

- P. Fraisse (fraise@lirmm.fr)
- J.P. Laumond (jpl@laas.fr)
- A. Mallet (mallet@laas.fr)
- M. Vaisset (vaisset@laas.fr)
- E. Yoshida (yoshida@laas.fr)