

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche



Rapport de Stage Master Recherche

Replanification en temps réel pour les robots humanoïdes

Léo BAUDOUIN

Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique
Image et Vision

25 août 2011

Entreprise :
CNRS-AIST, JRL

Tuteur entreprise :
Olivier STASSE

Tuteur double cursus IFMA :
Philippe MARTINET

Date : du 14 février au 15 août 2011

CNRS-AIST, JRL (Joint Robotics Laboratory), UMI 3218/CRT
AIST Central 2, Umezono 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8568 Japan

UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL
CAMPUS DE CLERMONT-FERRAND
24 AVENUE DES LANDAIS - BP 80026
63171 AUBIÈRE CEDEX - FRANCE
leo.baudouin@ifma.fr

TITRE DU RAPPORT :

Replanification en temps réel pour les robots humanoïdes

AUTEUR(S) : Léo BAUDOUIN

MSIR – IV

Date du document	Nb pages	Référence du document
25 août 2011	45	lbaudouin-master.pdf

RÉSUMÉ :

Rapport de stage de Master recherche. Il expose notamment les méthodes utilisées pour la planification de pas pour les robots humanoïdes. Il présente également les résultats des expériences menées dans les laboratoire du CNRS.

Mots-clé : Stage Master recherche, JRL, robotique humanoïde, replanification

ABSTRACT:

Master research report. It shows the methods used for the footstep planning for humanoid robots. It also presents the results of experiments made in CNRS laboratory.

KeyWords: Master research internship, JRL, humanoid robotic, replanning

Table des matières

Avant-propos	4
1 Introduction	5
1.1 Présentation des laboratoires	5
1.1.1 AIST-JRL	5
1.1.2 LAAS-CNRS	5
1.2 Robotique humanoïde	6
2 Planification	8
2.1 Recherche de chemin	8
2.2 Replanification	9
2.3 Détection de collision	11
2.4 Connection de trajectoire	12
3 Commande du robot	14
3.1 Informatique distribuée	14
3.2 Serveur de communication	14
3.3 Valeurs articulaires	15
3.4 Application des consignes	16
4 Expériences	18
4.1 Environnement	18
4.2 Cahier des charges	19
4.3 Résultats	20
5 Conclusion	22
5.1 Travaux réalisés	22
5.2 Travaux restants	22
5.3 Conclusion générale	22
A Publication Humanoids 2011	26
B Publication Transactions of Robotics 2011	33

Avant Propos

Ayant toujours été attiré par la robotique, j'ai décidé de choisir ce thème pour mon stage IFMA¹ en entreprise qui correspondait également à mon stage de Master recherche, effectué en double cursus. Après avoir discuté avec Olivier STASSE et Eiichi YOSHIDA nous avons défini un sujet : la replanification en temp-réel pour les robots humanoïdes.

J'ai travaillé au Japon, plus précisément au JRL² à Tsukuba. Après le tremblement de terre et l'incident nucléaire j'ai décidé, avec l'accord de mes tuteurs, de terminer mon stage en France au LAAS³ au sein duquel travaille Florent LAMIRAUX avec qui j'avais eu l'occasion de correspondre via des réunions Skype. Le changement de laboratoire n'a pas modifié le sujet du stage mais a apporté quelques changements au niveau de la réalisation des expériences comme vous pourrez le voir dans la partie 4.1.

1. Institut Français de Mécanique Avancée


2. Joint Robotics Laboratory, c.f. 1.1.1

3. Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes, c.f. 1.1.2

1 Introduction


1.1 Présentation des laboratoires

1.1.1 AIST-JRL

 L'AIST –*Advanced Industrial Science and Technology*– est un complexe scientifique de recherche situé à Tsukuba dans la préfecture d'Ibaraki au nord-est de Tokyo. Les thèmes de recherches sont variés : biologie, environnement, matériaux, santé, énergies mais également robotique. C'est le laboratoire franco-japonais du JRL –*Joint Robotics Laboratory*– qui s'occupe de cette branche. Il se spécialise dans la robotique humanoïde en utilisant principalement les robots du projet HRP⁴ comme le HRP-2 sur lequel j'ai travaillé, mais également les générations plus récentes, le HRP-3 et HRP-4.

La partie française du JRL est composée de trois membres permanents : Olivier STASSE, Eiichi YOSHIDA et Abderrahmane KHEDDAR le directeur. Ils sont responsables des différents stagiaires et doctorants qui viennent y réaliser leurs recherches. En comptant les stagiaires, le JRL regroupe donc une petite communauté d'une quinzaine de français.

1.1.2 LAAS-CNRS

 Le LAAS –*Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes*– est un laboratoire scientifique de recherche du CNRS créé en 1968. Environ 600 personnes y travaillent quotidiennement, réparti en différents groupes de recherche autour de quatre thèmes principaux (Micro et Nano-systèmes, Modélisation et Commande des Systèmes, Systèmes Informatiques Critiques, Robotique et Intelligence Artificielle). J'ai été affecté au groupe GEPETTO, constitué d'une quinzaine de personnes qui se concentre sur le mouvement humanoïde. Un robot humanoïde, le **HRP-2 Promet 14** (voir figure 1) est présent au sein du laboratoire, c'est sur celui-ci que j'ai réalisé la quasi-totalité des expériences.

Suite à mon retour en France, j'ai pu y travailler avec les étudiants en thèse dont Nicolas PERRIN et Thomas MOULARD qui m'ont énormément aidé et conseillé et avec qui j'ai écrit et soumis plusieurs articles.

4. Humanoid Robotics Project

1.2 Robotique humanoïde

La robotique humanoïde est un thème de recherche de plus en plus développé. En effet, les domaines d'applications ne sont pas encore nombreux, mais on y retrouve déjà les robots ludiques comme le robot NAO (voir figure 1) de la société française ALDEBARAN Robotics qui est un jouet de haute technologie. Il est également souvent utilisé pour la recherche dans les universités, car il est abordable financièrement et assez facilement utilisable. Un autre centre d'intérêt de la robotique humanoïde est l'assistance à domicile, comme le spécifie le projet ROMEO initié par la même entreprise : il sera destiné à l'assistance aux personnes en situation de perte d'autonomie due à leur âge ou à un handicap.



FIGURE 1 – Deux robots humanoïdes : HRP-2 (gauche) de KAWADA INDUSTRIES et NAO (droite) de ALDEBARAN ROBOTICS

Cependant la robotique humanoïde n'en est qu'à ses débuts. Effectivement, malgré les différents algorithmes proposés permettant à un robot de naviguer dans un espace donné, il est encore difficile de faire marcher correctement un robot dans un environnement adapté à l'être humain. Afin de