



Rapport d'activité

Plate-forme Technologique

Robotique Médicale

Avril 2008

Responsable scientifique et technique

Philippe POIGNET

Université Montpellier 2
LIRMM



SIXTH FRAMEWORK
PROGRAMME
PRIORITY FP6-2005-IST-6
Information Society Technologies



Laboratoire
d'Informatique
de Robotique
et de Microélectronique
de Montpellier

LIRMM

Rapport de la Plate-forme Technologique de Robotique Médicale

Responsable : Philippe Poignet

Adresse : LIRMM, UMR CNRS/UM2 5506
161 rue Ada
34392 Montpellier Cédex 5

Site Web : <http://www.lirmm.fr>

Résumé des objectifs de la plate-forme technologique (PFT)

La PFT a des missions aux niveaux régional et national. Régionalement, elle doit permettre à notre équipe 1) de continuer à développer son activité en robotique médicale en concevant et en réalisant des systèmes intégrant de nouvelles technologies pour l'assistance aux gestes médico-chirurgicaux et 2) de renforcer notre partenariat avec les praticiens hospitaliers. Sur le plan national, cette plate-forme a plusieurs objectifs : 1) compléter et étendre l'utilisation d'une plate-forme financée par le CNRS dont le LIRMM est coordinateur, 2) permettre à nos partenaires médicaux en région (CHU Montpellier, CHU Nîmes) et hors région (Hôpital La Pitié Paris, CHU Grenoble) d'avoir accès à un plateau technique ouvert, modulaire et surtout évolutif pour s'initier aux nouvelles technologies, se former et spécifier de nouveaux besoins qui permettront d'améliorer considérablement les systèmes existants au bénéfice tout d'abord des patients et ensuite des personnels médicaux impliqués et enfin 3) augmenter la visibilité de nos actions dans ce domaine.

Activité de la plate-forme

La plate-forme est maintenant constituée de deux robots manipulateurs ADEPT VIPER650 (cf annexe) et deux interfaces haptiques. Elle est localisée dans la halle de Mécatronique. Les premiers travaux sur la plate-forme sont en cours (cf paragraphe sur les activités scientifiques). Un localisateur (dont l'appel d'offre n'a pas abouti en décembre 2007) doit encore être acquis ainsi qu'un échographe.

Gouvernance

Responsable scientifique : Philippe Poignet (Professeur Université Montpellier 2)

Comité de pilotage

Philippe Poignet (PR UM2-LIRMM)
Etienne Dombre (DR CNRS, LIRMM)
Olivier Tempier (IE UM2-LIRMM)

Objectif : le comité de pilotage discute régulièrement de la gestion quotidienne de la plate-forme qui comprend l'achat, l'utilisation et l'entretien du nouveau matériel, la formation du personnel, le suivi des projets en cours. Il s'assure du bon état de la plate-forme ainsi que du bon usage. L'usage de la plate-forme sera défini par une charte dont le comité devra assurer le respect.

Comité scientifique

Philippe Poignet (PR UM2-LIRMM)
Etienne Dombre (DR CNRS, LIRMM)
Jacques Gangloff (PR Université Louis Pasteur, Strasbourg)
Philippe Cinquin (PUPH Université Joseph Fourier, Grenoble)
Roland Demaria (Chirurgien, MCUPH, Service de chirurgie cardio-thoracique, Hôp. A. de Villeneuve)
Michel Dautat (PUPH Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes, CHU de Nîmes)
Bertin Nahum (Société MedTech)

Objectif : le comité scientifique a pour objectif de valider les projets scientifiques qui voudront faire usage de tout ou partie de la plate-forme. Il aura également pour mission d'évaluer les résultats scientifiques et expérimentaux obtenus dans le cadre de l'utilisation de la plate-forme.

Activité scientifique

L'activité scientifique de la plate-forme, débutée en octobre 2006 par les travaux préliminaires de M. Sauvée sur l'échographie, s'est poursuivie plus récemment par les travaux, réalisés par O. Cartiaux, doctorant à l'Université Catholique de Louvain, qui portaient sur une étude de faisabilité sur la découpe osseuse robotisée dans le contexte de la résection de tumeur en chirurgie du bassin. Un rapport technique sur ce travail est joint à ce document.

Depuis mars 2008, A. Hably, ATER¹ au LIRMM, et M. Dominici, doctorant, travaillent sur l'identification des paramètres des modèles des robots. Ce travail doit se poursuivre par les premières implémentations de lois de commande avancées en particulier pour la compensation de mouvements physiologiques dans le contexte de l'assistance aux gestes de chirurgie cardiaque à cœur battant. R. Richa, également doctorant (01/2007-12/2009)), prépare parallèlement un travail sur la synthèse d'une commande hybride vision/effort qui sera validée sur la plate-forme.

Par ailleurs, deux thèses ont été soutenues récemment. W. Zarrad dont le travail portait sur la télé-opération à retour d'effort a terminé au mois de décembre 2007. Les algorithmes développés sur une ancienne plate-forme devraient être portés prochainement sur la nouvelle plate-forme. A. Noce, dont le travail portait sur l'analyse de texture, a soutenu au mois de mars 2008. Ce travail à plus long terme devrait également être implémenté sur la PFT pour la compensation de mouvements physiologiques.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Vérone dans le projet européen AccuRobAs, un doctorant italien sera présent au LIRMM à partir du mois de septembre 2008. L'objet de son séjour est d'interfacer les interfaces haptiques de la plate-forme avec un logiciel de simulation permettant à des chirurgiens de pratiquer des séances d'entraînement en simulation.

Enfin, un ingénieur doit être recruté pour la plate-forme à partir du mois de mai 2008. Il sera financé sur quatre ans par un nouveau projet européen (cf paragraphe sur les projets). Il aura pour mission d'assurer les développements techniques et la maintenance de la plate-forme.

Activités économiques ou entreprises créées grâce à la contribution de la plate-forme

Sans objet à ce jour

Action de partenariat

Le partenariat avec les entreprises n'a pas encore débuté. Nous attendons que les premiers équipements de la plate-forme soient opérationnels avant de la promouvoir au niveau industriel. Cependant B. Nahum PDG de la société MedTech et la société Fatronik se sont déjà montrés intéressés par ses potentialités.

Action de communication

Action nationale : La plate-forme a été présentée lors de la journée de présentation des plates-formes technologiques aux entreprises de la santé organisée par HolobioSud et qui s'est déroulée le 22 janvier 2008.

Action internationale : nous avons organisé avec le Pôle Universitaire Européen du LR la 3^{ième} édition de l'Université d'été en Robotique Médicale qui s'est déroulée à Montpellier du 5 au 12 septembre 2007. Lors de cette université d'été, une quarantaine de doctorants et de chercheurs ont eu l'occasion de visiter la halle de Mécatronique du LIRMM avec une présentation des fonctionnalités de la plate-forme de robotique médicale.

De même, la plate-forme sera présentée lors des journées de travail de la « Topical Team on Assisted Surgery for Human Exploration » financée par l'Agence Spatiale Européenne et coordonnée par P. Poignet. Ces journées regroupent une dizaine de personnes pour définir une feuille de route sur la chirurgie assistée pour les futures explorations spatiales.

¹ Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche

Le site web sera ouvert très prochainement à l'adresse <http://www.lirmm.fr/pftrobmed>

Contrats de recherche

Projet européen AccuRobAs labellisé par le FP6 (10/2006 – 10/2009) – La plate-forme est en partie co-financée par ce projet. Elle sera utilisée dans le projet pour le développement de fonctions d'assistance pour de l'ablation par laser et pour une étude sur la palpation. Les partenaires du projet sont l'Université de Karlsruhe, l'Université de Vérone, le DLR, la société BrainLAB, l'Université Pierre et Marie Curie (Paris) et l'Université Montpellier 2.

Projet européen ARAKNES labellisé par le FP7 (05/2008 – 04/2012) – Ce projet vient conforter nos activités en robotique médicale autour de la plate-forme. En effet, l'objectif du projet est de transférer les technologies bi-manuelles de la chirurgie laparoscopique vers une chirurgie endoluminale, c'est à dire avec un passage des instruments chirurgicaux par des voies naturelles telles que l'œsophage pour accéder à l'estomac par exemple. La solution sera basée sur une flotille de micro-robots ingurgitables et télé-opérés. Les lois de commande qui piloteront cette flotille de robot seront donc dans un premier temps validées sur la plate-forme. Le consortium est composé de partenaires académiques (Scuola Sant'Anna de Pise (coordinateur), Université de Pise, Imperial College de Londres, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Université de Barcelone, School of Physics and Astronomy de l'Université de St Andrews, LIRMM) et de partenaires industriels (MicroTech S.r.l. Italie, Karl Storz GmbH & Co. KG Allemagne, ST Microelectronics Italie, Novineon Healthcare Technology Partners GmbH Allemagne).

Soumission - Un projet a été soumis à l'appel d'offre ANR CONTINT au mois de mars 2008 en partenariat avec l'IRISA à Rennes et le LSIIT à Strasbourg. L'objectif est le développement d'algorithmes pour la compensation temps-réel du mouvement physiologique sous imagerie ultrasonore.

Compte-rendu sur les activités des personnels recrutés grâce au financement de la région

Post-doctorat

M. Sauvée a travaillé 2 mois (novembre et décembre 2006) après sa thèse pour la mise en œuvre d'algorithmes de commande sous échographie.

W. Zarrad a été embauché après son doctorat, soutenu le 19 décembre 2007, pour une période de 3 mois pour finaliser les algorithmes de télé-opération à retour d'effort développés pendant sa thèse et qui seront implémentés sur la plate-forme.

C. Liu a été recruté le 15 janvier 2007 pour un séjour post-doctoral d'une durée de 18 mois. Il est co-financé par le projet européen AccuRobAs. L'objectif de son travail est la modélisation et l'estimation des mouvements physiologiques. Ces modèles devront permettre de compenser ces perturbations dans des opérations de chirurgie cardiaque assistées par robot. Le rapport final dans le cadre du projet AccuRobAs a été livré au 1^{er} avril 2008.

Mobilité

R. Cortesao, Maître de Conférences à l'Université de Coimbra au Portugal, est actuellement en séjour au LIRMM depuis le 1^{er} avril 2008 pour une durée de 3 mois. Il travaille sur la synthèse de lois de commande pour la compensation de mouvements physiologiques. Les algorithmes qui seront développés pendant son séjour seront ensuite implémentés et validés sur la plate-forme.

Collaborations inter-institutionnelles

Dans le cadre du projet européen AccuRobAs, la plate-forme doit être utilisée pour implémenter et valider des fonctions de compensation de mouvements physiologiques et de palpation nécessaires à l'assistance aux gestes chirurgicaux. Un doctorant de l'Université de Vérone en Italie séjournera au LIRMM à l'automne 2008 pour développer un environnement de simulation en chirurgie. Un échange d'étudiant est également prévu avec le DLR (Institut allemand pour la recherche aérospatiale).

Une collaboration avec l'Université Catholique de Louvain (UCL) est en cours. O. Cartiaux, doctorant à l'UCL a effectué des expérimentations sur la plate-forme pour une application en chirurgie du bassin. Le rapport technique de ces expérimentations est joint en annexe.

Formation des personnels

O. Tempier, ingénieur d'études UM2, sera en charge de la mise en œuvre technique de la plate-forme. Chargé du suivi technique, il a reçu une formation de 2 jours chez le fabricant de robot.

Deux journées supplémentaires sont encore prévues.

Charte d'utilisation de la plate-forme

La charte d'utilisation de la plate-forme est toujours en cours de définition. Elle définira les responsabilités technique et scientifique. Elle comprendra :

- 1) une description de la plate-forme avec le mode d'accès et un descriptif du plateau technique,
- 2) une définition des tâches incluant ce qui est à la charge du plateau technique et de l'utilisateur,
- 3) la prise en charge financière,
- 4) les règles de publications ou de brevets,
- 5) les bonnes pratiques d'utilisation du matériel,
- 6) les conditions d'hygiène et de sécurité.

Convention

L'utilisation de la plate-forme par un utilisateur extérieur au LIRMM fera l'objet d'une convention entre cet utilisateur et l'UM2. Une convention type est en cours d'élaboration au service des conventions de l'Université de Montpellier 2.

Annexe

La plate-forme actuelle de télé-opération constituée de deux bras manipulateurs ADEPT VIPER650 (en blanc) et des deux interfaces haptiques (en noir) :



Chaque robot manipulateur est un bras Adept Viper650 à 6 degrés de liberté et équipé d'un contrôleur Cerebellum dont l'architecture ouverte nous permet de développer des fonctions de commande du robot au niveau le plus bas. Ses performances nous permettront de l'utiliser dans des applications médicales exigeantes en termes de précision et de dynamique.



The Adept Viper 6-axis robot family is a high-performance line of robots designed specifically for assembly applications. The speed and precision of the Adept Viper robots make them ideal for material handling, packaging, machine tending, and many other operations requiring fast and precise automation. The Adept Viper robot family is being introduced with the Adept Viper s650 and Adept Viper s850 robots.

Adept Viper s650

Deux interfaces **omega.7** de la société **Force Dimension** ont été acquises et sont équipées pour être manipulées de façon simultanée avec une prise « main droite » et une prise « main gauche ». Chaque interface permettra d'une part de déplacer l'extrémité d'un robot ou d'un instrument de chirurgie fixé sur l'effecteur du robot et d'autre part de restituer les efforts d'interaction entre l'outil et un environnement déformable. Elles sont modulaires et possèdent 3 degrés de liberté en translation et 3

degrés de liberté en rotation, les 3 degrés de liberté en translation offrant un retour d'effort. Enfin, chaque interface est équipée à son extrémité d'une prise de type pince avec retour d'effort également.



Interface Omega.3

Deux capteurs d'effort ATI Automation ont été acquis. Ils permettront la mesure des interactions entre l'outil et l'environnement selon les 3 composantes de forces et les 3 composantes de moments. Ils seront pour l'un monté en bout de bras du robot et pour l'autre intégré sur un trocart.



Mini45 ATI Automation