

UPMC
PARISUNIVERSITAS

www.isir.fr

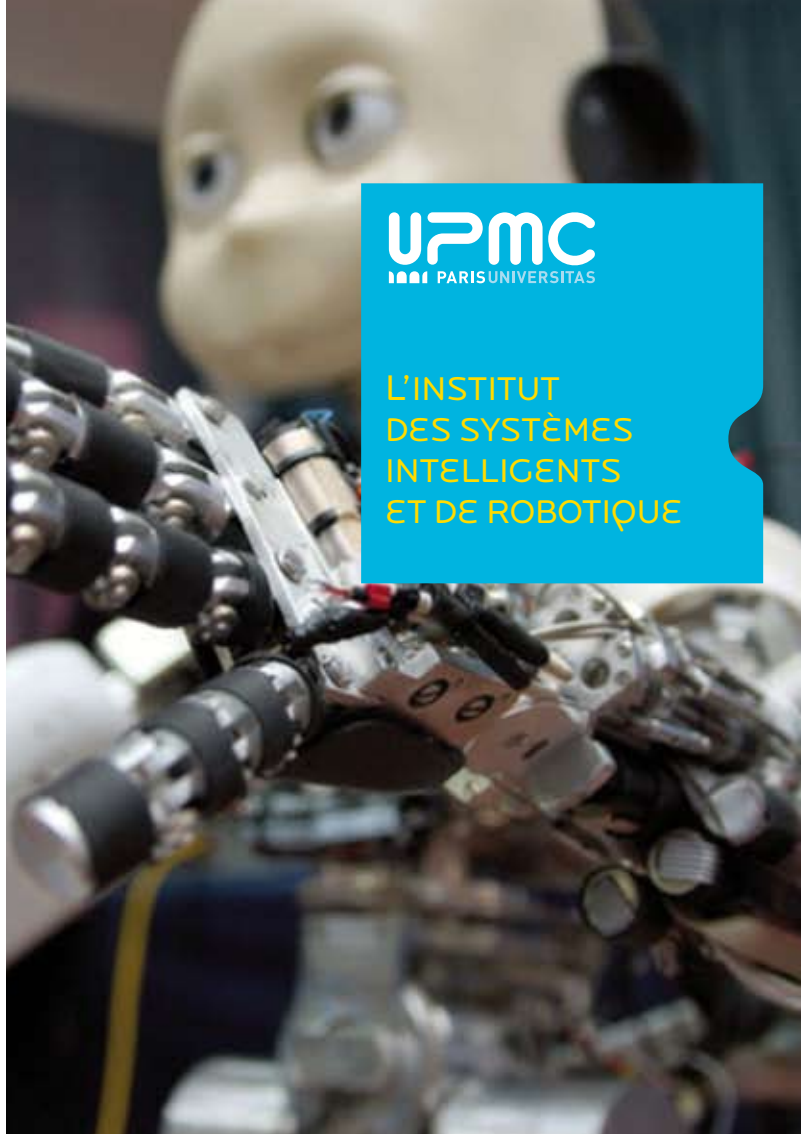
ISIR (Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique)
Pyramide Tour 55 - Boîte Courrier 173
4, Place Jussieu - 75252 Paris Cedex 05



UPMC - Direction de la communication - © ISIR/Grand, Nguyen & Meyer, Robatecub, T. Shibata - ENSTA/Filiist - Götter design

UPMC
PARISUNIVERSITAS

L'INSTITUT
DES SYSTÈMES
INTELLIGENTS
ET DE ROBOTIQUE





7^e UNIVERSITÉ EUROPÉENNE AU CLASSEMENT DE SHANGHAI
ET 42^e RANG MONDIAL. L'UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE
EST UN ACTEUR MAJEUR DE L'ÉCONOMIE MONDIALE DE LA
CONNAISSANCE ET DE L'INNOVATION.

Première université scientifique et médicale française,

l'UPMC incarne aujourd'hui l'excellence française en sciences et en médecine et entretient dans tous les domaines de la recherche un rayonnement intellectuel au plus haut niveau, comme en témoignent les nombreux prix et médailles de ses chercheurs et les nombreuses collaborations internationales engagées avec les universités du monde entier.

L'UPMC consacre 400 M€ aux activités de recherche scientifique. Le développement de ces recherches constitue le socle d'avancées scientifiques remarquables.

Adossé à la recherche, l'enseignement au sein de 7 UFR (Unité de Formation et de Recherche) couvre les grands champs disciplinaires de la chimie, de l'ingénierie, des mathématiques, de la médecine, de la physique, des sciences de la vie, des sciences de la Terre, environnement et biodiversité.

L'UPMC réunit également 2 instituts et une école interne : l'Institut d'astrophysique de Paris, l'Institut Henri Poincaré et l'École polytechnique universitaire - Polytech Paris-UPMC.

Enfin, ouverte sur les besoins de la société et les attentes des entreprises, l'UPMC poursuit une politique d'innovation au quotidien, par le biais de ses 130 laboratoires qui mènent des projets et développent des partenariats en collaboration étroite avec des PME, de grands groupes, des start-up ou de grands organismes de recherche publics ou privés tels que le CNRS, l'INSERM, l'INRA, l'IRD, l'IFREMER, le CEA ou encore le CNES.

www.upmc.fr

UN FORT POTENTIEL

700 millions d'euros de budget global consolidé

475 000 m² de locaux sur toute la France

30 sites en Île-de-France et en région
dont 3 observatoires océanologiques : Roscoff, Banyuls, Villefranche-sur-Mer

Partenariats avec l'AP-HP du GHU Est :
Pitié Salpêtrière, Saint-Antoine, Tenon, Trousseau
Charles Foix - Ivry-sur-Seine, Rothschild, Quinze-vingts

10 000 personnels dont 5 600 enseignants-chercheurs et chercheurs

+ de 1 000 sportifs de haut niveau en 20 ans

4 musées et des milliers d'œuvres d'art

1^{er} réseau documentaire universitaire français

31 000 étudiants
dont 21 000 en sciences et 10 000 en médecine et formations paramédicales

130 laboratoires

20 écoles doctorales

700 doctorats délivrés chaque année

4 000 publications par an

ISIR, DES ROBOTS ET DES HOMMES

Les techniques de la robotique suscitent un intérêt grandissant pour les importantes perspectives qu'elles offrent, notamment dans le domaine médical en développant des systèmes innovants pour des interventions chirurgicales non invasives, la suppléance fonctionnelle, la rééducation, les aides pour diverses formes de handicap moteur et cognitif, ou plus simplement pour les personnes âgées (géronotechnologies).

Ces technologies reposent sur des architectures souvent complexes intégrant des systèmes mécaniques, électroniques, et les logiciels associés, mais aussi des « contenus » adaptés à la réalisation de fonctions thérapeutiques, de diagnostic comme à la rééducation.

L'Institut des systèmes intelligents et de robotique (ISIR) développe des travaux de recherche de haut niveau dans ce domaine en s'appuyant sur des équipes pluridisciplinaires regroupant des spécialistes de divers domaines scientifiques des sciences de l'ingénieur et des sciences et techniques de l'Information et des neurosciences.

Les chercheurs de l'ISIR sont plus particulièrement mobilisés autour de grands projets rapprochant robotique et vivant. L'ISIR place notamment la robotique d'assistance aux personnes au cœur de son projet scientifique.

Les domaines de recherche couverts par l'ISIR :

- **L'assistance aux gestes médicaux et thérapeutiques**
Conception et commande de systèmes interactifs pour la chirurgie et la ré-éducation fonctionnelle
- **La micro / nano-manipulation**
Interfaces et techniques de manipulation et de caractérisation d'objets (biologiques) dans le micro-monde.
- **Les interactions multi-modales (geste/visage/parole/haptique)**
Interactions naturelles homme-robot et objectivation de troubles liés au handicap
- **La simulation et la commande des fonctions motrices**
Commande de mannequins virtuels ou d'humanoïdes, l'analyse et la compensation des fonctions motrices
- **La perception / locomotion multi-modale**
Perception visuo/acoustique et locomotion à haute mobilité pour l'autonomie en milieux ouverts
- **L'adaptation du comportement**
Systèmes bio-inspirés pour la synthèse de fonctions perceptivo-motrices et cognitives

LES RECHERCHES DÉVELOPPÉES PAR ISIR

Les recherches sont organisés sur la base de projets à fort potentiel scientifique et d'application au sein des trois équipes :

- **Systèmes Interactifs (SI)**
- **Perception et Mouvement chez l'Homme (PM)**
- **Systèmes Intégrés Mobiles et Autonomes (SIMA)**



Équipe systèmes interactifs

L'équipe a pour objectif général de développer des méthodes et des systèmes pour l'assistance à la manipulation. Les travaux concernent plus spécifiquement la manipulation d'objets biologiques, dans le cadre de la caractérisation cellulaire ou de la chirurgie. Ils donnent tous lieu à des validations expérimentales, réalisées dans des conditions in-vivo ou ex-vivo.

Les actions de recherche développées par cette l'équipe sont regroupées selon deux grands axes : la robotique pour gestes médico-chirurgicaux assistés (groupe AGATHE) et la télé-micro/nano-manipulation (groupe MAP). En ce qui concerne la télé-micro/nano-manipulation, l'objectif est de proposer et de valider expérimentalement des techniques et des technologies nouvelles pour des manipulations

Équipe perception et mouvement chez l'homme

L'équipe s'intéresse à la représentation, la modélisation, la synthèse et l'assistance aux mouvements chez l'Homme. Un certain nombre de problèmes fondamentaux ou appliqués liés au mouvement et à la perception sont abordés par cette équipe. Le but est d'atteindre une compréhension globale permettant de concevoir des systèmes anthropocentrés allant de la capture des signaux et la reconnaissance des gestes, intentions ou paroles jusqu'au



contrôle actif et à la correction des fonctions motrices et sensori-motrices. Les applications de ces travaux concernent principalement la robotique d'assistance à la personne mais aussi l'analyse et le traitement thérapeutique de certaines pathologies du système sensori-moteur.

télé-opérées d'objets de dimensions submillimétriques. Il s'agit de concevoir des systèmes et des techniques de télé-micromanipulation à très haute sensibilité permettant de « ressentir » des interactions à l'échelle du micro-newton et « d'assister » les manipulations. Dans le domaine de l'assistance aux gestes et de ses applications thérapeutiques, en chirurgie notamment, les objectifs sont d'augmenter la qualité

de la manipulation et les performances des modes d'assistance robotisée. Les projets de recherche développés dans cet objectif suivent trois directions complémentaires que sont l'assistance au geste par retour d'effort, la conception et la commande d'instruments dextres et le guidage automatique des dispositifs robotiques à partir d'imageurs médicaux.



Équipe systèmes intégrés mobiles et autonomes

Les recherches portent sur l'étude des systèmes de locomotion (principalement terrestres et aériens), la perception visuelle et acoustique pour atteindre un haut degré d'autonomie et l'adaptation du comportement des systèmes à leur environnement. Une dimension particulière dans les travaux de cette équipe concerne le développement

de méthodes pour la conception et la commande de nouveaux systèmes de locomotion en passant notamment par des approches biomimétiques mais aussi par des approches plus classiques d'analyse et d'optimisation de systèmes. Un autre aspect concerne la perception de l'environnement et l'estimation d'état par la perception panoramique visuo-acoustique.



LES FORMATIONS

3 FORMATIONS EN ROBOTIQUE



Formations de Master

Une offre de formation spécifique à la robotique et aux systèmes Intelligents est proposée aux étudiants dans le cadre du LMD. Cette offre se décline selon 2 spécialités pluridisciplinaires différentes de la mention de Science de l'Ingénieur des Masters de l'UPMC.

La première est principalement encrée sur la mécanique. Elle propose quatre parcours-type (1) Robotique, (2) Productique, (3) Mécatronique et (4) Ingénierie pour le vivant qui accueillent tous les ans une quarantaine d'étudiants dans le cadre de sa co-habilitation avec l'ENS-Cachan et l'ENSAM-Paris.

La seconde est centrée sur l'étude des signaux et systèmes, des sciences de l'image et de la robotique. Elle accueille chaque année une quarantaine d'étudiants répartis dans trois parcours : (1) Robotique et Systèmes Intelligents, (2) Traitement du signal et (3) Imagerie Industrielle (formation par apprentissage en partenariat avec le CFA-UPMC). Les débouchés de ces spécialités se situent majoritairement dans les secteurs recherche et développement ou production de nombreuses entreprises concernées par les systèmes intelligents et les machines robotisées.



Formation d'Ingénieurs

Une formation d'ingénieurs spécialistes en Robotique habilitée par la commission des titres d'ingénieurs est ouverte depuis 2006 au sein de Polytech'UPMC.

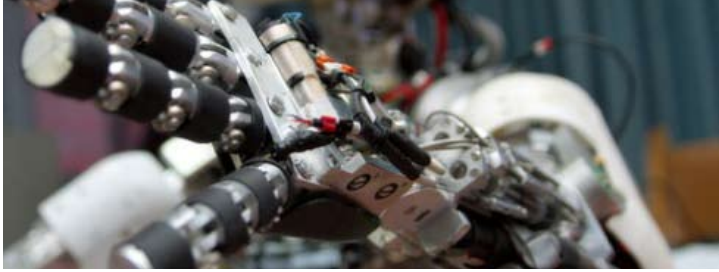
Cette spécialité constitue donc une offre originale dans le panorama des formations d'ingénieurs en France : assise principalement sur la mécanique, elle est située au carrefour de la modélisation des systèmes, de la simulation temps-réel, des systèmes mécatroniques, et de la commande. L'objectif affiché de la spécialité Robotique est de former des ingénieurs pluridisciplinaires, dont le profil est adapté

aux besoins spécifiques des entreprises en matière d'innovation, de développement et d'exploitation de systèmes mécaniques et robotiques.

L'originalité de la formation est accentuée par les enseignements des deux options :

→ L'option Systèmes Interactifs prépare à une insertion professionnelle dans le domaine des systèmes de simulation temps réel et de la réalité virtuelle.

→ L'option Systèmes Mécatroniques pour la Santé sensibilise les élèves ingénieurs aux spécificités techniques et légales de ce secteur d'activité.



Formation doctorale

Une cinquantaine de doctorants sont présents en moyenne chaque année dans l'unité et au-delà des doctorats CIFRE (une dizaine) sont également encadrés par les chercheurs de l'ISIR.

L'ISIR est rattaché à deux écoles doctorales de l'UPMC : SMAE (Système Mécanique Acoustique et Électronique) et EDITE (École Doctorale Informatique Télécommunications et Électronique). Les deux écoles sont fédérées au sein de l'Institut de Formation

doctorale de Paris 6 dont le rôle est entre autre d'offrir un complément de formation aux doctorants tout au long de leur cursus qui conduit à la thèse et de faciliter l'insertion professionnelle des docteurs en les aidant à bâtir leur projet personnel, à exposer et à valoriser les résultats de leurs recherches. L'ISIR forme annuellement une quinzaine de docteurs qui s'orientent dans des proportions équilibrées vers le milieu académique et le milieu industriel.



QUELQUES EXEMPLES DE PROJETS



PSIKHARPAX
ROBOT-RAT

**UN RAT ARTIFICIEL,
DONT LA MORPHOLOGIE
ET LE CONTRÔLE
SONT LARGEMENT
INSPIRÉS DU VIVANT**

Le rat est un animal extraordinairement adaptatif, capable de survivre dans un environnement inconnu en l'explorant, en recherchant les ressources dont il a besoin, en évitant les dangers qui s'y trouvent.

Les neurophysiologistes ont élucidé bon nombre des mécanismes nerveux qui le caractérisent, ce qui permet aux roboticiens de s'en inspirer pour augmenter l'autonomie des robots actuels. Pour exploiter les mécanismes adaptatifs qu'il emprunte au rat, Psikharpax est équipé de nombreux capteurs – visuels, auditifs, inertiels. Grâce à ses moustaches appelées « vibrisses », il développe un sens tactile qu'il peut utiliser pour s'orienter, même dans l'obscurité.

Psikharpax est développé à l'ISIR. Il a été subventionné par le CNRS et par le Projet Européen ICEA (Integrating Cognition, Emotion, and Autonomy), dans le cadre d'une collaboration avec des chercheurs suédois, italiens, anglais, hongrois et suisses.



iCUB
ROBOT
HUMANOÏDE

**UN ROBOT QUI PRÉSENTE
LES CARACTÉRISTIQUES
D'UN ENFANT DE TROIS ANS**

iCub est destiné à apprendre à agir et à communiquer, en explorant son environnement et en interagissant avec des humains.

Il soulève la question de l'apprentissage par un robot de nouvelles capacités sensori-motrices au travers d'explorations et d'interactions sociales avec des humains. L'approche retenue s'inspire des mécanismes liés au développement cognitif humain.

La contribution de l'ISIR à ce projet porte sur les aspects perceptifs ainsi que ceux liés au contrôle adaptatif de mouvements et à la sélection d'actions motrices.

iCub est développé par les équipes du Projet Européen RobotCub



EmotiRob



AIBO

METTRE DE L'ÉMOTION DANS LES MACHINES

Notre vie quotidienne nous amène de plus en plus à interagir avec des machines intelligentes (bornes interactives, téléphones ou ordinateurs).

Jugées impersonnelles, les machines peuvent déranger. Une machine sera d'autant plus acceptable qu'elle sera sympathique ou drôle : bref, qu'elle sera dotée de capacités d'expression des émotions. Dans le domaine de la robotique émotionnelle, le projet EmotiROB s'inscrit dans des programmes thérapeutiques destinés à reconforter des seniors ou des enfants fragilisés physiquement ou psychologiquement. Il pose des interrogations fondamentales pour la robotique personnelle : un robot peut-il générer des émotions ? Peut-il ressentir des émotions ? Mais aussi, qu'est-ce qu'une émotion ?

UN COMPAGNON DE JEU ET UN PARTENAIRE POUR DÉCOUVRIR LES SCIENCES ET LA TECHNIQUE

Le robot-chien Aibo de Sony est un exemple de robot de compagnie dont le but est d'interagir avec l'homme sans autre finalité que le divertissement.

Les robots de ce type ont souvent la forme d'animaux et sont capables d'exprimer des émotions, de jouer à différents jeux et d'apprendre. En les détournant de leur objectif premier, ils fournissent une excellente plate-forme d'apprentissage et de découverte des sciences. Ils permettent aux enfants de découvrir les concepts de base de l'informatique ou aux étudiants de mettre en pratique des algorithmes complexes.



DOMEO

**LE ROBOT D'ASSISTANCE
À DOMICILE**
ASSISTANCE COGNITIVE ET
TÉLÉ-SURVEILLANCE MÉDICALE

DOMEO est à la fois une aide
personnelle et un support
de télécommunication pour
les personnes âgées ou malades.

DOMEO peut être dirigé dans un appartement par téléphone portable et établir un contact visiophonique. Par ses capteurs visuels et sonores, il localise une personne, se rend vers elle, la suit en analysant son comportement.

Il s'appuie notamment pour cela sur des techniques avancées de détection et suivi de visages, de localisation des sources sonores, d'analyse des gestes et de postures, de construction de dialogues, de reconnaissance de l'environnement, de planification de mouvements.



MONIMAD

**AIDE À LA VERTICALISATION
ET À LA DÉAMBULATION
POUR ACCOMPAGNER
CEUX POUR QUI LA MARCHÉ
EST DEVENUE UNE ÉPREUVE,
NOTAMMENT
LES PERSONNES ÂGÉES**

Équipé de bras et de roues énergisés, ce déambulateur «intelligent» offre à la fois une aide à la verticalisation et à la compensation active de l'équilibre lors de la marche. Il peut contribuer également à un entraînement actif de renforcement musculaire et au bien-être en général. Il est en mesure de surveiller l'équilibre postural de l'utilisateur comme de certains de ses paramètres physiologiques pour sécuriser ses déplacements. Son interface interactive lui permet d'interpréter les intentions de l'utilisateur, de l'aider à retrouver son chemin, lui servir à communiquer, etc.