

# Robotique Cognitive & Bioinspirée

Benoît Girard

benoit.girard@isir.upmc.fr  
Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)

Octobre 2011



# Plan

- PIRSTEC (2009)
  - ▶ bottom-up
  - ▶ top-down
- GDR



Prospective Interdisciplinaire en Réseau pour les Sciences  
et TEchnologies Cognitives

[http ://pirstec.risc.cnrs.fr/](http://pirstec.risc.cnrs.fr/)

- Atelier de prospective financé par l'ANR (STIC, Biologie Santé, SHS)
- oct. 2008 – dec. 2009
- 40 ateliers et réunions thématiques
  - ▶ **Synthèse du GDR robotique**
- Colloque de restitution : 22 & 23 octobre 2009
  - ▶ 6 thématiques
  - ▶ défis scientifiques majeurs

# Cognition

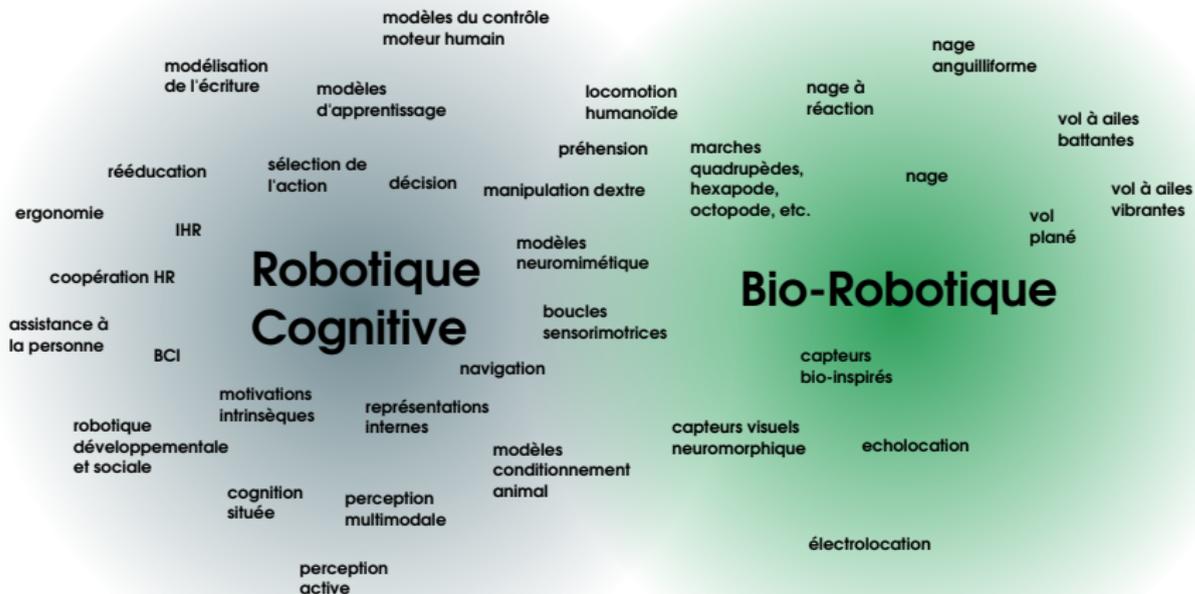
Un ensemble de processus mentaux :

- perception
- motricité
- attention
- mémoires
- raisonnement
- langage
- sélection de l'action
- décision
- émotions
- apprentissages
- anticipation
- planification



- volition
- contrôle cognitif
- pensée abstraite
- conscience
- etc.

# Cognition & Robotique



# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
- Motricité
- Apprentissage
- Bio-robotique
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
  - ▶ détection & interprétation de l'environnement, de l'utilisateur et du robot
  - ▶ multimodalité, fusion
  - ▶ perception active
  - ▶ *traitement du signal, des images, RF*
  - ▶ *psychologie, psychophysique*
  - ▶ *physiologie*
  - ▶ *physique*
- Interaction
- Motricité
- Apprentissage
- Bio-robotique
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
  - ▶ opération en environnement humain : communication avec l'homme
  - ▶ programmation par démonstration, enseignement par des non-roboticiens
  - ▶ langage
  - ▶ attention partagée, détermination des buts et intentions de l'humain
  - ▶ coopération, plan partagé
  - ▶ *psychologie*
  - ▶ *linguistique computationnelle*
  - ▶ *IA*
- Motricité
- Apprentissage
- Bio-robotique
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
- Motricité
  - ▶ préhension, manipulation dextre
  - ▶ modélisation de l'écriture
  - ▶ locomotion bipède
  - ▶ modèles du contrôle moteur humain
  - ▶ intégration des régulations locales et des approches globales
  - ▶ mécanique et actionnement bioinspiré
  - ▶ ergonomie du mouvement
  - ▶ *neurosciences*
  - ▶ *sciences du mouvement*
- Apprentissage
- Bio-robotique
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
- Motricité
- Apprentissage
  - ▶ robotique développementale / *psychologie*
  - ▶ apprentissage neuromimétique / *neurobiologie*
  - ▶ apprentissage automatique / *IA*
  - ▶ supervisé, non-supervisé, par renforcement, par imitation, par démonstration, social, exploration/curiosité/motivation intrinsèque, etc.
- Bio-robotique
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
- Motricité
- Apprentissage
- Bio-robotique
  - ▶ perception
    - ★ senseurs bio-inspirés
    - ★ économiques en énergie
    - ★ miniaturisés
  - ▶ locomotion
    - ★ marches
    - ★ nages
    - ★ vols
  - ▶ boucles sensorimotrices
    - ★ réflexes intelligents
  - ▶ *biologie (neuro, ethologie, etc.)*
  - ▶ *physique*
- Cognition spatiale

# Thématiques de recherche identifiées

- Perception
- Interaction
- Motricité
- Apprentissage
- Bio-robotique
- Cognition spatiale
  - ▶ intégration multimodale
  - ▶ représentations internes
  - ▶ apprentissage
  - ▶ stratégies : de S-R à planification
  - ▶ flexibilité comportementale
  - ▶ *neurosciences*

# Bilan

Trois grands types d'interactions avec les sciences cognitives :

- La robotique comme un outil pour modéliser la cognition :  
**Expliquer le vivant**
- Etude du couplage technologie/cognition, facteur humain :  
**Comprendre la cognition pour faciliter l'interaction**
- Autonomie & adaptation robotique :  
**Synthétiser la cognition**

La communauté :

- 23 équipes
- 110+ permanents
- 140+ temporaires

# Feedback PIRSTEC

3 thématiques  
fondamentales :

- ① fonctions cognitives  
fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et  
modélisation

3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Quels sont les mécanismes d'analyse et de segmentation des scènes perceptives, et les principes de contrôle des systèmes moteurs ?
  - ▶ segmentation des scènes naturelles, perception 3D
  - ▶ nature et émergence des invariants moteurs

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Comment se construisent les relations entre un organisme et son environnement ? Comment sont sélectionnées et contrôlées les interactions perceptuo-motrices dans la boucle intégration-décision-prédiction ? Comment sont-elles modulées par le contexte émotionnel, situationnel, motivationnel ? Comment sont-elles investies par les mécanismes d'interaction sociale ?
  - ▶ intégration, prédiction et décision
  - ▶ Relations perception-action et cognition sociale

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Quelles sont les bases génétiques, neurobiologiques, cognitives du langage humain ? Quelles sont les spécificités des mécanismes et des fonctions du langage ?
  - ▶ Génétique neuro(bio)logie, cognition, développement
- Comment utilisons-nous nos capacités cognitives et langagières pour communiquer et interagir, construire des systèmes interactifs adaptés ?
  - ▶ Relations entre langage et cognition en contexte naturel
  - ▶ Améliorer les interfaces des NTIC

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Peut-on faire dériver les capacités d'interaction sociales humaines de capacités cognitives individuelles ou de mécanismes d'interactions animales préexistants ? Peut-on définir les bases cognitives et génétiques des pathologies de la cognition sociale ?
- Comment intégrer mécanismes cognitifs individuels et mécanismes d'interaction collective au sein de principes d'interaction sociale réalistes et de systèmes socio-techniques efficaces ?

# Feedback PIRSTEC

3 thématiques  
fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

13 défis :

- Comment réaliser un système artificiel qui, à partir de compétences initiales simples, développe des capacités cognitives complexes en interagissant avec son environnement ?
  - ▶ Analyse émotionnelle et motivationnelle de l'environnement
  - ▶ Corporéité
  - ▶ Autonomie

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Le système nerveux étant un exemple réussi de substrat physique support de fonctions cognitives, comprendre ses constituants peut-il permettre de mieux comprendre les fondements de la cognition ou de développer d'autres systèmes physiques dont le fonctionnement soit compatible avec le substrat physiologique et sa cognition émergente ?
  - ▶ Acquisition et interprétation des mesures de fonctionnement du système nerveux
  - ▶ Interfaces cerveau-machine plus intelligentes, plus performantes, mieux adaptées à la physiologie
  - ▶ Nouvelles architectures de calcul

# Feedback PIRSTEC

3 thématiques  
fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

13 défis :

- Comment les technologies éclairent-elles et comment transforment-elles la cognition humaine ? Comment fonctionnent les co-adaptations entre cognition et technologies ?
- Comment développer une démarche bien fondée en ingénierie pour des IHM complexes, adaptées aux architectures cognitives humaines, dans ses principes ou dans ses usages ? Comment mieux cerner les voies que les technologies nous ont véritablement ouvertes ?

# Feedback PIRSTEC

## 3 thématiques

### fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

### 3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

## 13 défis :

- Comment développer de nouveaux outils technologiques pour assister, réparer, augmenter le fonctionnement du corps et du cerveau ?
- Comment définir des outils, des systèmes, des modèles pour accompagner les handicaps cognitifs, du pronostic au diagnostic, de la remédiation (rééducation) à l'évaluation ?

# Feedback PIRSTEC

3 thématiques  
fondamentales :

- ① fonctions cognitives fondamentales
- ② cognition sociale
- ③ formalisation et modélisation

3 secteurs d'interface :

- ① usages
- ② santé
- ③ éducation

13 défis :

- Comment définir des outils, des systèmes, des modèles pour apprendre autrement, pour apprendre mieux ?

# GDR Robotique

- GT5 : Interactions personnes / systèmes robotiques
  - ▶ les interactions homme-robot et robot-robot liées à l'opération, la coopération et la coordination de systèmes multi-robots ;
  - ▶ l'interaction du robot avec l'homme qu'il soit distant ou présent physiquement dans l'environnement du robot, qu'il partage la décision ou la tâche ;
  - ▶ les interactions avec les systèmes d'information existants, et notamment avec ceux qui renseignent sur l'environnement ;
  - ▶ les interactions dans d'autres domaines et que l'on peut étudier en utilisant les outils issus de la robotique et de la réalité virtuelle.
- GT7 : Robotique humanoïde
  - ▶ Thème 2 : Interaction robotique humanoïde et sciences du vivant
- GT8 : Robotique & Neurosciences
  - ▶ Contrôle moteur
  - ▶ Perception multimodale, intégration & représentations internes
  - ▶ Apprentissage

# GDR Robotique

- GT5 : Interactions personnes / systèmes robotiques
  - ▶ les interactions homme-robot et robot-robot liées à l'opération, la coopération et la coordination de systèmes multi-robots ;
  - ▶ l'interaction du robot avec l'homme qu'il soit distant ou présent physiquement dans l'environnement du robot, qu'il partage la décision ou la tâche ;
  - ▶ les interactions avec les systèmes d'information existants, et notamment avec ceux qui renseignent sur l'environnement ;
  - ▶ les interactions dans d'autres domaines et que l'on peut étudier en utilisant les outils issus de la robotique et de la réalité virtuelle.
- GT7 : Robotique humanoïde
  - ▶ Thème 2 : Interaction robotique humanoïde et sciences du vivant
- GT8 : Robotique & Neurosciences
  - ▶ Contrôle moteur
  - ▶ Perception multimodale, intégration & représentations internes
  - ▶ Apprentissage