



# Introduction à la robotique

## Licence 1ère année - 2011/2012

Laëtitia Matignon

GREYC-CNRS  
Université de Caen, France

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Définitions

## Origine des termes

- “Robot” a été utilisé pour la première fois en 1921 par Karel Capek dans sa pièce R.U.R. : Rossums Universal Robots.
- Il provient du tchèque “robota” qui signifie corvée, travail obligatoire.
- Le terme robotique a été employé pour la première fois par Asimov en 1941.



# Définitions

## Définition d'un automate

Un automate est une machine programmée pour effectuer une tâche précise dans un environnement donné.

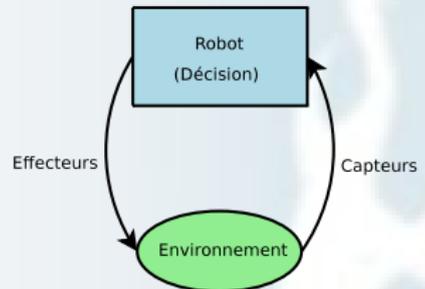
## Définition d'un robot

Un robot est un automate doté de capteurs et d'effecteurs lui donnant une capacité d'adaptation et de déplacement proche de l'autonomie.  
Un robot est un **agent physique** réalisant des **tâches** dans l'**environnement** dans lequel il évolue.

# Définitions

## Boucle de décision

Un robot est capable d'extraire de l'information à partir de son environnement et d'utiliser ses connaissances pour décider comment agir. Un robot est équipé de capteurs et d'effecteurs.



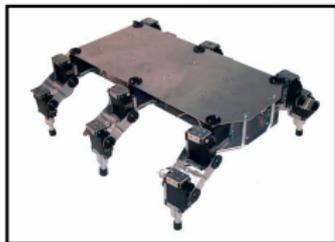
# Composantes d'un robot

## Effecteurs

Les robots sont équipés d'**effecteurs** leur permettant d'agir dans l'environnement :

- roue
- bras
- jambes
- pinces
- ...

# Composantes d'un robot



Robot hexapode



Bras de robot industriel



Robot humanoïde  
HRP2

# Composantes d'un robot

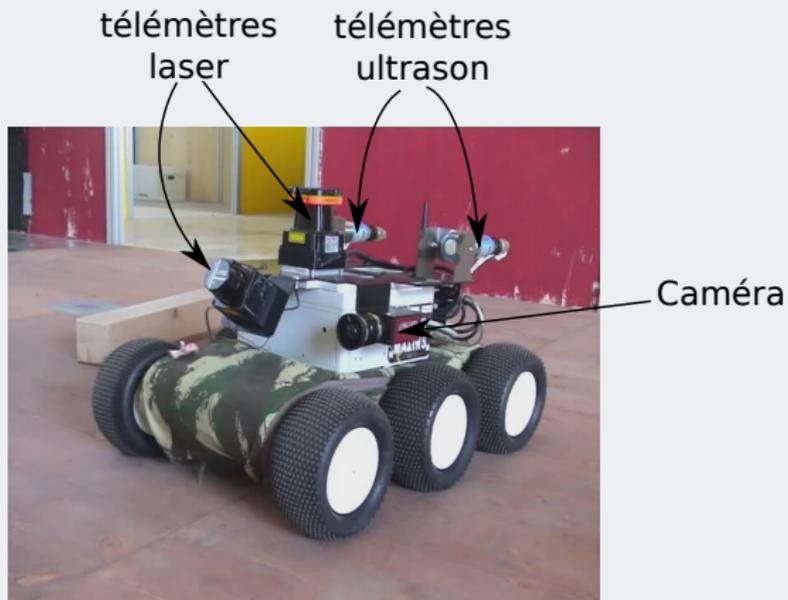
## Capteurs

Les robots sont équipés de **capteurs** leur permettant de percevoir l'environnement dans lequel ils évoluent :

- proprioceptifs : mesurent l'état du robot lui-même (capteur de position (GPS), capteur de vitesse, capteur de charge de batteries, ...)
- extéroceptifs : renseignent sur l'état de l'environnement (capteur de température, télémètre (RADAR, LIDAR), boussole, détecteur de chaleur/lumière, ...)

# Composantes d'un robot

## Capteurs



# Composantes d'un robot

## Capteurs

Les capteurs peuvent être plus ou moins précis.

- Portée des capteurs
- Précision des mesures
- Perception de bruit

L'espace de perception constitue la partie de l'environnement qu'un robot peut percevoir grâce à ses capteurs.

# Composantes d'un robot

## Effecteurs

Les effecteurs peuvent également être plus ou moins précis.

- Exactitude des déplacements
- Déviations dues à l'environnement
- Evènements externes imprévus

Exemple : BigDog, la “mule” de l'armée américaine (lien vidéo).

# Composantes d'un robot

## Autres composantes

De nombreuses autres composantes peuvent être présentes, selon le type de robot considéré :

- périphériques de stockage (stocker des programmes, des informations sur l'environnement, ...),
- interfaces de communication (écran, wifi, ...),
- unité d'alimentation (batterie, panneaux solaire, ...),
- ...

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique**
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Historique

## Avant 1950

- XVIII<sup>ème</sup> siècle : création d'automates. En 1738, Jacques Vaucanson crée un canard articulé en cuivre capable de boire, manger, cancaner et digérer comme un véritable animal.
- 1921 : Karel Capek , RUR (Rossum's Universal Robots).
- 1940 : Isaac Asimov écrit un ensemble de nouvelles sur les robots. Trois lois de la robotique.

# Historique



## 1950-1960

- 1948 : Grey Walter invente le premier robot mobile autonome, une tortue se dirigeant vers les sources de lumière qu'elle perçoit. Cependant, ce robot n'est pas programmable.
- La mise en place de robots n'a été possible que dans les années 50 avec la création des transistors et circuits intégrés.

# Historique

## 1950-1970 : Robotique industrielle

- 1961 : Premier robot industriel mis en place dans une usine de General Motors : UNIMATE (tubes cathodiques de télévision).
- 1972 : Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée.
- 1978 : PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly) développé par General Motors (toujours utilisé).

# Historique

## 1950-1970 : Robotique industrielle



Unimate



Puma

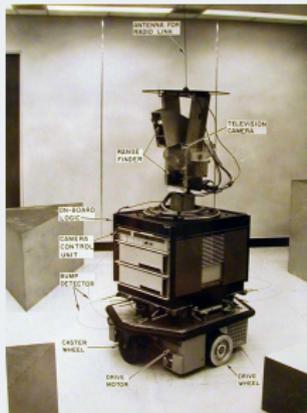
# Historique

## 1960-80 : Premiers robots mobiles

- 1960-64 : Ouverture des laboratoires d'Intelligence Artificielle au M.I.T., Stanford Research Institute (SRI), Stanford University, University of Edinburgh.
- Fin des années 60 : Mise en place de "Shakey" premier robot mobile intégrant perception, planification et exécution.
- 1970 : Standford Cart
- 1977 : premier robot mobile français HILARE au LAAS (CNRS Toulouse)

# Historique

## 1960-80 : Premiers robots mobiles



Shakey



Stanford cart



Hilare

# Historique

1980-1990 :

Développement important de l'intelligence artificielle et de la robotique : de nouveaux robots apparaissent constamment.

# Historique



Sojourner



robocup



aibo

## 1990-2000 : Essor de la robotique mobile

- 1992 : Mise en place de la compétition annuelle AAAI sur la robotique mobile.
- 1995 : Mise en place de la RoboCup (lien vidéo).
- 1997 : premier robot mobile extraplanétaire sur Mars.
- 1999 : Lancement de Aibo.

# Historique



Spirit



Curiosity

## Depuis 2000 : Exploration.

- 2003 : Projet "Mars Exploration Rover" (Spirit & Opportunity).
- 2009 : projet "Mars Science Laboratory" succédant au projet Rover, envoi prévu de Curiosity fin 2011.

# Historique



## Depuis 2000 : Démocratisation des robots.

- 2000 : Lancement d'Asimo
- Diversification des compétitions de robotique.
- Utilisation de drones en situation réelle (Irak...).
- 2006 : le projet Aibo n'est plus assez rentable, fin de la production.
- 2009 : robot Nao utilisé à la RobocupSoccer (lien video)

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots**
  - Types de robots**
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Types de robots

Les deux grandes catégories de robots sont :

- **robots manipulateurs** : robots ancrés physiquement à leur place de travail et généralement mis en place pour réaliser une tâche précise ou répétitive.
- **robots mobiles** : robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipés ou non de manipulateurs suivant leur utilisation.

# Robots manipulateurs

## Des robots de complexité variable

- **Automates** : le robot exécute une même série d'actions indéfiniment, sans aucune perception de son environnement,
- **robots réactifs** : le robot exécute une action selon l'état actuel de l'environnement dans lequel il évolue (le mapping état/action étant fixé initialement),
- **robots cognitifs** : le robot analyse son environnement et calcule la meilleure action à effectuer.

# Robots manipulateurs

## Robots manipulateurs

- Robots industriels : chaînes de montage, test qualité, manipulation de produits chimiques,...
- Robots pour l'assistance médicale



# Robots manipulateurs



# Robots mobiles : robots explorateurs

## Robots explorateurs

Ils sont destinés à explorer des environnements où l'homme ne peut pas se rendre :

- exploration d'autres planètes comme Mars : Sojourner, Spirit
- exploration d'épaves ou de débris : recherche de victimes aux World Trade Center ou lors de tremblements de terre
- déminage de terrains
- exploration de zones radioactives : entretien de réacteurs, de piscine de stockage, etc...



## Robots mobiles : robots explorateurs



Nomad pour l'exploration de l'antarctique



Packbot utilisé à Fukushima

## Robots mobiles : robots explorateurs



Rescue Robot - Ground zero



Mini Andross pour le déminage

# Robots mobiles : robots de Service

## Robots de service

Ils sont destinés à aider l'homme pour certaines tâches :

- robots agricoles
- robots de transport de marchandises : robots docker
- robots ménagers : aspirateur, tondeuse
- guide de musée : cité de l'espace à Toulouse
- aide aux personnes : personnes âgées ou ayant un handicap

## Robots mobiles : robots de service



Cycab : voiture autonome



Robot agricole

## Robots mobiles : robots de service



Robot tondeuse

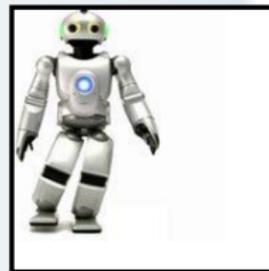


Guide musée à la cité de l'espace

# Robots mobiles : robots ludiques

## Exemples

- Aibo, Qrio, ...
- Mindstorm (lien video)
- ...



# Robots humanoïdes

## Exemples

- Asimo (lien video)
- HRP (lien video)
- Nao

## 1 Définitions

## 2 Historique

## 3 Les robots

Types de robots

Robots Manipulateurs

Robots Mobiles

**Caractéristiques des robots**

## 4 Domaines d'étude

Quelques challenges en robotique

Intelligence Artificielle et Robotique

## 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen

## 6 Conclusion

# Tâches

## Tâches

- Les robots ont un ensemble de tâches à réaliser.
- Leur exécution consomme du temps et des ressources.
- De plus, des contraintes (temporelles, spatiales, etc.) peuvent leur être associées.

# Autonomie des robots

## Niveaux d'autonomie

- Robots télé-commandés : aucune autonomie, les commandes sont envoyées au robot par l'utilisateur,
- robots semi-autonomes : l'utilisateur intervient en cas de panne ou de situations non-prévues,
- robots totalement autonomes : l'utilisateur n'intervient jamais.

# Environnement

Les agents évoluent généralement dans des environnements :

- dynamiques,
- incertains,
- partiellement observables,
- ...

# Environnement

Les robots n'ont qu'une observabilité limitée de l'environnement dans lequel ils évoluent :

- vision locale de l'environnement,
- information sur les autres robots,
- erreurs et imprécision sur les capteurs.

# Environnement

- Par ailleurs, les environnements peuvent être difficilement accessibles et les erreurs irrémédiables : nécessité d'avoir recours à la simulation avant l'exécution.
- La simulation offre la possibilité d'étudier et de tester les comportements des robots.

# Interactions

## Définition

Une interaction est une mise en relation dynamique de plusieurs individus (robots et/ou humains).

Certaines tâches impliquent qu'un groupe de robots travaille de concert, on fait alors appel à des méthodes de coordination.

- Escorte de robots (lien video)
- Interaction Homme Robot (HRI) (lien video Jido)

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique**
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Quelques challenges en robotique

## Développement de colonies de robots autonomes

- Ensemble de **robots** (agents) devant agir de manière **autonome**.
- Ensemble de **tâches** à réaliser (mission) de façon **coopérative**.
- Ensemble de **contraintes** sur la réalisation des tâches.

# Quelques challenges en robotique

## Développement de colonies de robots autonomes

- Prise de décision autonome : quoi faire et quand,
- replanification en cas d'échecs,
- actuellement en robotique exploratoire : 1 seul robot (exemple des robots sur Mars).

# Quelques challenges en robotique

## Perception de l'environnement

- Analyse d'image : reconnaissance d'expressions faciales, localisation d'obstacles.
- Création d'une carte de l'environnement à partir des informations des différents capteurs.

# Quelques challenges en robotique

## Cinématique des robots

- Faire courir un robot bipède.
- Permettre à un robot de monter des marches ou de passer des obstacles.

## Quelques vidéos...

(lien) Dexter : la marche en déséquilibre.

(lien) HRP2 : montée de marches.

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique**
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Domaines d'étude

## Diversité des domaines

Un grand nombre de disciplines scientifiques sont concernées par la mise en place de robots :

- automatique : calibrage des capteurs, des effecteurs ...,
- électronique : mise en place de composants pour les robots,
- informatique : création de programmes destinés aux robots,
- mathématiques : modèles pour la prise de décision ou/et l'apprentissage, le calcul de trajectoires, la localisation ...,
- sciences cognitives : interactions homme-machine, machine-machine, prise de décision ...,
- physique : cinématique des robots, navigation, ...

# Intelligence Artificielle

## Programmation

L'intelligence Artificielle d'un robot se résume à un ensemble de programmes préalablement écrits avec un ordinateur :

- les programmes s'exécutant sur les robots sont écrits avec un langage de programmation (exemples : C++, Java, ...),
- ils s'exécutent grâce au contrôleur et à la mémoire du robot,
- ils prennent en entrée les informations obtenues par les capteurs et en sortie envoient des ordres aux effecteurs.

# Intelligence Artificielle

## Types de Programmes

L'intelligence Artificielle d'un robot permet par exemple :

- analyse d'images,
- localisation et navigation,
- gestion des interactions : interfaces, communication,
- planification et prise de décision,
- contrôle d'exécution des tâches.

(lien) RobotCup soccer.

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion

# Intelligence Artificielle et Unicaen

## Recherche

Laboratoire GREYC : Groupe de Recherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation.

Une équipe de recherche : MAD (Modèle, Agents et Décision).

- Spécialité : Intelligence Artificielle,
- compétences diverses (planification, raisonnement logique et temporel, web services, code mobile, etc...),
- accueil actuellement 21 personnes dont 11 étudiants (doctorants) et 7 permanents,
- possède actuellement 7 robots.

(lien) Interaction Homme-Robot - Exploration/Cartographie Multi-Robot

# Intelligence Artificielle et Unicaen

## Formation

Au département Informatique, le Master recherche AMI (Algorithmes et Modèles de l'Information) propose, entre autres, une spécialité IA :

- accessible après une Licence en informatique,
- qui propose une formation en adéquation avec les thèmes de recherche de l'équipe MAD,
- et qui peut déboucher sur la préparation d'un Doctorat (débouchés : enseignant/chercheur, chercheur dans un laboratoire privé, employé d'un département Recherche&Développement, ...).

# Plan

- 1 Définitions
- 2 Historique
- 3 Les robots
  - Types de robots
    - Robots Manipulateurs
    - Robots Mobiles
  - Caractéristiques des robots
- 4 Domaines d'étude
  - Quelques challenges en robotique
  - Intelligence Artificielle et Robotique
- 5 L'Intelligence Artificielle à l'université de Caen
- 6 Conclusion**

# Conclusion

- Robotique : un domaine récent,
- grande diversité de robots et des applications,
- diversité des disciplines concernées par la robotique,
- importance de l'informatique,
- encore bien loin de R2D2 et C3PO !

# Conclusion

Cours disponible à l'adresse suivante :

**<http://lmatigno.perso.info.unicaen.fr/L1robotique>**

Remerciements à Arnaud Canu et Nicolas Coté pour avoir fourni les documents à l'origine de ces transparents.