



Robotique autonome

Introduction à la robotique

Francis Colas

Présentation

Francis Colas

- chercheur en robotique ;
- Inria Nancy Grand-Est – Loria ;
- équipe Larsen¹ : autonomie et interaction à long terme ;
- mots clés : estimation d'état, cartographie, navigation ;
- responsable du cours.

Jérémy Fix et Hervé Frezza-Buet

- enseignants-chercheurs ;
- CentraleSupélec ;
- équipe Biscuit du Loria : modèles de calculs non-conventionnels ;
- responsables du BE.

¹ <http://team.inria.fr/larsen>

Objectifs du cours

Introduction à la robotique autonome

- présentation de la robotique ;
- différentes facettes de l'autonomie ;
- présenter des exemples de techniques et de réalisations.

Objectifs du cours

Introduction à la robotique autonome

- présentation de la robotique ;
- différentes facettes de l'autonomie ;
- présenter des exemples de techniques et de réalisations.

Objectifs de la séance

- définition de la robotique ;
- présenter une vue d'ensemble sur l'autonomie.

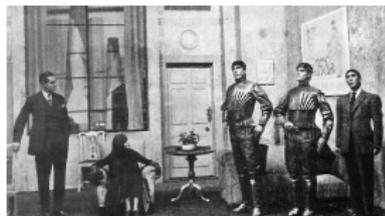
1

Robots et robotique

Qu'est-ce qu'un robot ?

Étymologie

- Josef Čapek pour la pièce R.U.R. de son frère Karel en 1920 ;
- humanoïdes produits en usine ;
- du tchèque « robota » : corvée.

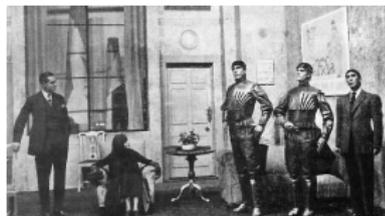


une scène de R.U.R.

Qu'est-ce qu'un robot ?

Étymologie

- Josef Čapek pour la pièce R.U.R. de son frère Karel en 1920 ;
- humanoïdes produits en usine ;
- du tchèque « robota » : corvée.



une scène de R.U.R.

Automate

- dispositif mécanique qui bouge tout seul ;
- actionné par l'eau, le vent, des ressorts ou des pendules (ou à la main) ;
- capables de faire des séquences de mouvements.



Léonard de Vinci

Qu'est-ce qu'un robot ?

Définitions (atilf.atilf.fr)

- « [fiction] Machine, automate à l'aspect humain capable d'agir et de parler comme un être humain. »



i, Robot
(2004)

Qu'est-ce qu'un robot ?

Définitions (atilf.atilf.fr)

- « [fiction] Machine, automate à l'aspect humain capable d'agir et de parler comme un être humain. »
- « Appareil effectuant [...] une tâche précise pour laquelle il a été conçu »



i, Robot
(2004)



Robots de
soudage FANUC

Qu'est-ce qu'un robot ?

Définitions (atilf.atilf.fr)

- « [fiction] Machine, automate à l'aspect humain capable d'agir et de parler comme un être humain. »
- « Appareil effectuant [...] une tâche précise pour laquelle il a été conçu »
- « Appareil électro-ménager à fonctions multiples, destiné à réaliser diverses préparations de cuisine. »



i, Robot
(2004)



Robots de
soudage FANUC



Robot ménager KitchenAid

Qu'est-ce qu'un robot autonome ?

Robot autonome, pour nous :

- dispositif mécatronique (mécanique, électronique et informatique),
- qui effectue une tâche par lui-même,
- dans un environnement non dédié,
- par l'interaction de sa perception et de son action,
- avec une certaine autonomie de décision.

Qu'est-ce qu'un robot autonome ?

Robot autonome, pour nous :

- dispositif mécatronique (mécanique, électronique et informatique),
- qui effectue une tâche par lui-même,
- dans un environnement non dédié,
- par l'interaction de sa perception et de son action,
- avec une certaine autonomie de décision.

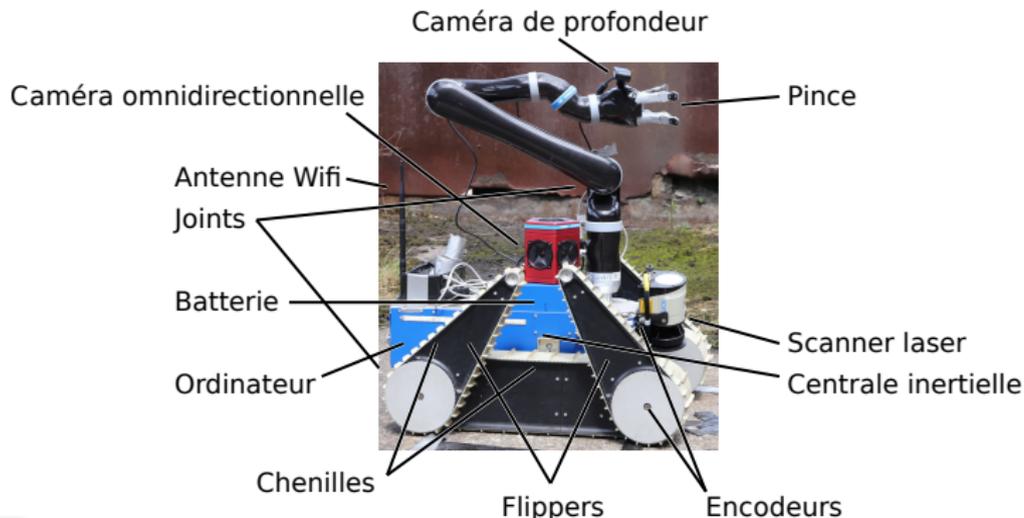
Exemples de tâches

- nettoyer le sol ;
- guider des personnes dans un musée ;
- déminer un champ ;
- dresser une carte d'un endroit ;
- ...

Anatomie d'un robot

Composants

- structure mécanique ;
- actuateurs (articulation, roues...) ;
- capteurs (sonar, encodeurs...) ;
- électronique (puissance, bus, ordinateurs) ;
- logiciel.



Exemples de robots autonomes

Industrie

- suppression des cages de sécurité ;
- coopération avec un opérateur humain ;
- règlement rapide et local de problèmes ;
- apprentissage rapide de nouvelles tâches...



Universal Robot UR5 chez Atria



Baxter de Rethink Robotics

Exemples de robots autonomes

Services

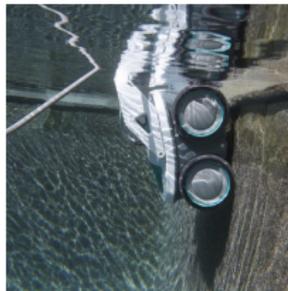
- nettoyage (sol, piscine) ;
- entrepôt ;
- accueil, guide...



Rhino (1997)



iRobot Roomba



iRobot Mirra



Kiva Systems
(Amazon)



Softbank Pepper

Autres exemples dans les services



Lely Astronaut



AscTec Falcon 8



Packbot



Giraff

Robots de recherche – Locomotion

Locomotion au sol

- marche bipède ;
- marche quadrupède ;
- course ;
- roues sur terrain accidenté...



HRP-4 (Kawada)



Bigdog (Boston Dynamics)



Absalom/Nifti (Bluebotics)

Robots de recherche – Locomotion

Locomotion hors sol

- sous-marins ;
- bateaux ;
- avions...



LAUV (LSTS, Porto)



Kingfisher (Clearpath robotics)

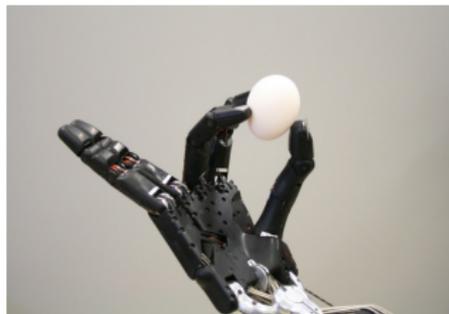


Atlantik Solar (ASL, ETHZ)

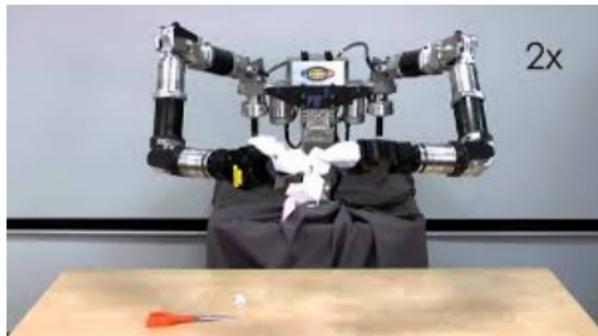
Robots de recherche – Manipulation

Manipulation

- manipulation dextre ;
- manipulation avec deux bras ;
- objets non rigides ;
- dynamique...



HYFLAM (UHAM)



HDMS (Re²)



PR2 (Willow Garage)

Robots autonomes

Robots autonomes déployés

- industrie : cohabitation ou collaboration avec des humains ;
- service : entretien, manutention ou accueil.

Robots de recherche

- locomotion : au sol ou non ;
- manipulation.

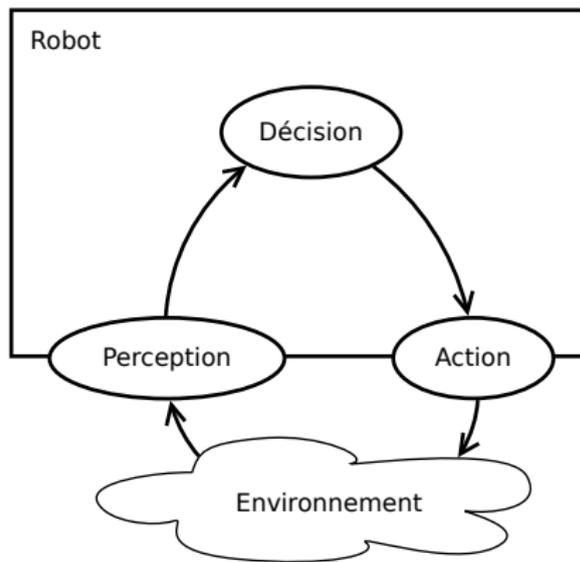
2

Autonomie

Fonctions d'un robot autonome

Fonctions principales

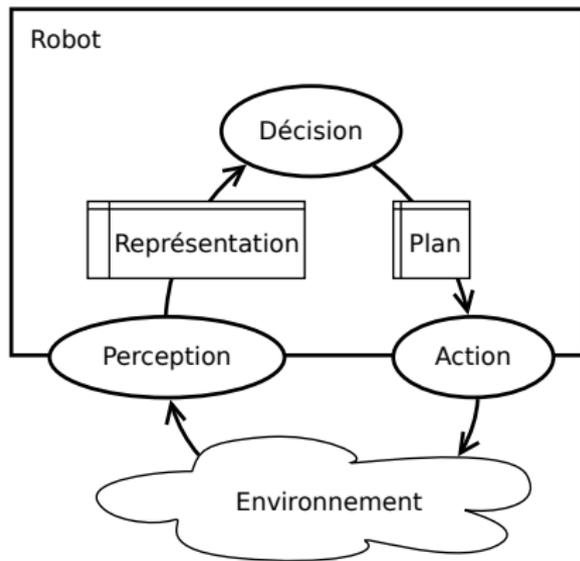
- percevoir et se représenter l'environnement ;
- se déplacer et agir ;
- décider et planifier ;



Fonctions d'un robot autonome

Fonctions principales

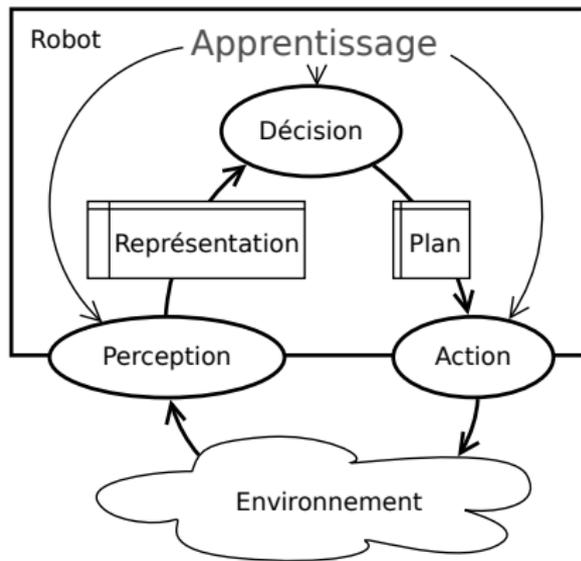
- percevoir et se représenter l'environnement ;
- se déplacer et agir ;
- décider et planifier ;



Fonctions d'un robot autonome

Fonctions principales

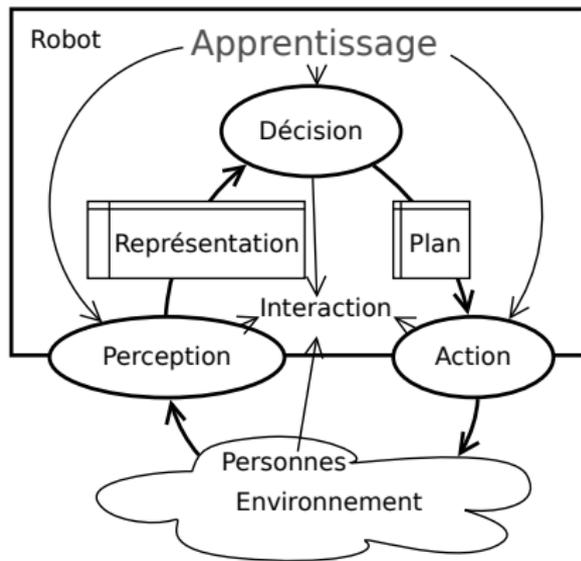
- percevoir et se représenter l'environnement ;
- se déplacer et agir ;
- décider et planifier ;
- apprendre ;



Fonctions d'un robot autonome

Fonctions principales

- percevoir et se représenter l'environnement ;
- se déplacer et agir ;
- décider et planifier ;
- apprendre ;
- communiquer et interagir.



Perception

Perception

- interprétation des valeurs des capteurs ;
- inférence sur l'environnement ;
- inférence sur l'état du robot ;
- construction d'une représentation interne.

Mise en œuvre

- capteurs ;
- espace de représentation ;
- modèle des capteurs.

Mouvement

Action

- réalisation d'un mouvement donné ;
- contrôle d'un actionneur.

Mise en œuvre

- actionneurs ;
- espace de contrôle ;
- modèle de l'actionneur ;
- fermeture de boucle avec capteur.

Décision

Décision et planification

- choix des actions pour atteindre un objectif ;
- définition d'un plan ;
- simulation des conséquences des actions.

Mise en œuvre

- représentation courante ;
- espace de planification ;
- modèle d'action.

Apprentissage

Apprentissage automatique

- amélioration de modèle existants ;
- définition de nouveaux modèles ;
- pour la perception, la décision ou l'action.

Mise en œuvre

- données d'apprentissage ;
- modèle générique.

Interaction

Communication et interaction

- partager de l'information ;
- réaliser une tâche en commun ;
- avec des personnes ou d'autres robots.

Mise en œuvre

- modèle de l'autre ;
- modèle d'interaction.

Conclusion

Robotique autonome

- diversité de robots, d'environnements et de tâches ;
- plusieurs fonctions :
 - perception,
 - mouvement,
 - décision,
 - apprentissage,
 - interaction.

Programme

Prochaines séances

- séance 2 : capteurs, estimation d'état, localisation ;
- séance 3 : modélisation de l'espace, cartographie, SLAM ;
- séance 4 : espace de configuration, algorithmes de planification ;
- séance 5 : navigation, suivi de trajectoire, exploration ;
- séance 6 : représentation et raisonnement, planification de tâches ;
- séance 7 : architectures de contrôle ;
- séance 8 : coopération/coordination multi-robots, interaction homme-robot.

BE : cartographie autonome

- contrôleur et exploration ;
- utilisation de `gmapping` et `move_base` ;
- simulateur V-REP et intergiciel ROS.

Bibliographie

Livres de support

- Latombe, *Robot Motion Planning*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Lavelle, *Planning Algorithms*, Cambridge University Press, 2006.
- Siegwart *et al.*, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press, 2011.
- Siciliano *et al.*, *Springer Handbook of Robotics*, Springer, 2016.

Bibliographie

Livres de support

- Latombe, *Robot Motion Planning*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Lavelle, *Planning Algorithms*, Cambridge University Press, 2006.
- Siegwart *et al.*, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press, 2011.
- Siciliano *et al.*, *Springer Handbook of Robotics*, Springer, 2016.

Autres ouvrages

- Russel et Norvig, *Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Pearson, 2009.
- Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2007.
- Thrun *et al.*, *Probabilistic Robotics*, MIT Press, 2005.

Merci de votre attention.
Des questions ?