

Testi del Syllabus

Resp. Did.	LODI RIZZINI Dario	Matricola: 206099
Anno offerta:	2016/2017	
Insegnamento:	07233 - ROBOTICA	
Corso di studio:	5015 - INGEGNERIA INFORMATICA	
Anno regolamento:	2015	
CFU:	6	
Settore:	ING-INF/05	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	2	
Periodo:	II° semestre	
Sede:	PARMA	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	Italiano
Contenuti	Terminologia e classificazione dei sistemi robotici Sensorialità e percezione Estrazione di features Metodi avanzati di percezione tridimensionale Architetture di controllo dei robot Spazio delle configurazioni e pianificazione del moto Teleoperazione robotica Interazione uomo-robot Sistemi aptici Sistemi di presa robotici, grasping e manipolazione Tecniche di programmazione mediante dimostrazione Apprendimento induttivo o con rinforzo dei compiti Navigazione di robot mobili Comportamenti robotici Metodi probabilistici per la stima dello stato del sistema robot-ambiente Problemi di Localizzazione, Mapping e SLAM
Testi di riferimento	* H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki and S. Thrun, "Principles of Robot Motion", The MIT Press, 2005. * R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, "Autonomous Mobile Robots", MIT Press. * R. Murphy: "Introduction to AI Robotics", MIT press, 2000. * R. Arkin, "Behavior-Based Robotics", MIT Press, 1998. * H.R. Everett, "Sensors for mobile Robots", A.K. Peters, 1995. * S. Thrun, W. Burgard and D. Fox, "Probabilistic Robotics", MIT press 2005. * J.-C. Latombe, "Robot Motion Planning", Kluwer Academic Pub., 1991. * S.M. LaValle, "Planning Algorithms", Cambridge University Press, 2006, http://planning.cs.uiuc.edu/ .
Obiettivi formativi	Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi teorici ed i metodi per la progettazione di sistemi robotici ed in particolare: -le principali tecnologie di sensori ed i principali metodi per l'elaborazione dei dati sensoriali; -l'architettura di controllo e l'organizzazione dei sistemi robotici; -i metodi e le tecniche per l'esecuzione da parte di sistemi autonomi e teleoperati di compiti come la navigazione, la manipolazione e presa di oggetti, l'interazione con l'uomo.

Le conoscenze elencate permettono di sviluppare capacità operative ed in particolare:

- impiegare sensori (laser, telecamere, sensori di percezione 3D) ed elaborare i dati acquisiti per ottenere rappresentazioni dell'ambiente adatte allo svolgimento di compiti;
- progettare e sviluppare il software di controllo di un robot mobile in grado di navigare e svolgere compiti complessi;
- utilizzare alcuni strumenti software e librerie per la pianificazione del moto e la presa di oggetti.

Prerequisiti

Robotica Industriale. Fondamenti di programmazione e sviluppo software in ambiente C/C++/Unix.
Nozioni relative al progetto logico ed alle metodologie di controllo.

Metodi didattici

Il corso viene svolto alternando lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio. Nelle lezioni in aula vengono presentati i concetti e le metodologie specifiche della disciplina. Le esercitazioni in laboratorio permettono di verificare alcuni dei metodi e degli argomenti del corso.

Altre informazioni

Il materiale didattico e di supporto alle lezioni ed alle esercitazioni è disponibile sul sito <http://elly.dii.unipr.it/>.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta, valutazione di assegnamenti svolti durante il corso e progetto finale.

Programma esteso

1. Introduzione e classificazione dei sistemi robotici (2 ore)
 - 1.1 Storia della Robotica.
 - 1.2 Classificazione dei sistemi robotici.
2. Sensorialità e percezione (2 ore)
 - 2.1 Caratterizzazione e tassonomia dei sensori.
 - 2.2 Percezione.
 - 2.3 Algoritmi di estrazione di caratteristiche.
3. Architetture di controllo dei robot (4 ore)
 - 3.1 Paradigmi nelle architetture robotiche.
 - 3.2 Paradigma gerarchico o deliberativo.
 - 3.2.1 Pianificazione logica (STRIPS).
 - 3.3 Paradigma reattivo.
 - 3.3.1 Architettura Subsumption.
 - 3.3.2 Architettura Motor Schema.
 - 3.4 Paradigma ibrido.
 4. Pianificazione del moto (8 ore)
 - 4.1 Richiami sulle trasformazioni geometriche. Quaternioni.
 - 4.2 Introduzione agli algoritmi di pianificazione del moto. Algoritmi Bug.
 - 4.3 Algoritmi basati sulla scomposizione in celle.
 - 4.4 Algoritmi basati su campi di potenziale.
 - 4.5 Algoritmi basati su Roadmap.
 - 4.6 Algoritmi probabilistici (PRM, RRT)
 5. Teleoperazione robotica. Interazione uomo-robot. (2 ore)
 6. Interfacce aptiche. Manipolazione e grasping. (2 ore)
 7. Apprendimento (4 ore)
 - 7.1 Apprendimento con rinforzo.
 - 7.2 Apprendimento per imitazione.
 - 7.2.1 Tecniche basate su grafo di precedenza.
 - 7.2.2 Tecniche basate su Modelli di Markov Nascosti (HMM)
 8. Navigazione. (2 ore)
 - 8.1 Modello uniciclo e cenni alla pianificazione.
 - 8.2 Navigazione e architetture.
 - 8.3 Algoritmi di navigazione (VFH, Dynamic Window).
 9. Paradigma probabilistico e problemi di localizzazione e mapping (6 ore)
 - 9.1 Paradigma probabilistico nella Robotica.
 - 9.2 Richiami di teoria della probabilità. Criteri ML e MAP.
 - 9.3 Filtri bayesiani. Metodi Montecarlo.
 - 9.4 Filtro di Kalman. Derivazione. Extended Kalman Filter (EKF).
 - 9.5 Problemi di localizzazione, mapping, SLAM.
 - 9.5.1 EKF localization and EKF SLAM

- 9.5.2 Classificazione delle mappe.
- 9.5.3 Associazione di dati basata su validation gate.
- 9.6 Cenni ai metodi di GraphSLAM.

Esercitazioni

1. Introduzione a ROS. Acquisizione da sensore laser scanner e videocamera di profondità. Caratterizzazione statistica dei sensori.
2. Introduzione all'ambiente di programmazione OpenRAVE (Open Robotics Automation Virtual Environment).
3. Programmazione physics-based. Introduzione alla libreria ODE (Open Dynamics Engine).
4. Utilizzo della piattaforma robotica Pioneer 3DX. Controllo del robot con ROS. Realizzazione di comportamenti robotici.
5. Elaborazione di point cloud tramite Point Cloud Library (PCL).



Testi in inglese

Lingua insegnamento

Italian

Contenuti

- Introduction and classification of robotic systems
- Sensors and perception
- Sensor data and feature extraction
- Object recognition and environment modeling
- Robot control architectures
- Configuration space and motion planning
- Robot teleoperation
- Human-Robot interaction
- Haptics
- Robot manipulation and grasping
- Imitation and robot programming by demonstration
- Reinforcement Learning
- Mobile robot navigation
- Behavior-based Robotics
- Probabilistic robotics for robot-environment state estimation
- Localization, Mapping and SLAM

Testi di riferimento

- * H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki and S. Thrun, "Principles of Robot Motion", The MIT Press, 2005.
- * R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, "Autonomous Mobile Robots", MIT Press.
- * R. Murphy: "Introduction to AI Robotics", MIT press, 2000.
- * R. Arkin, "Behavior-Based Robotics", MIT Press, 1998.
- * H.R. Everett, "Sensors for mobile Robots", A.K. Peters, 1995.
- * S. Thrun, W. Burgard and D. Fox, "Probabilistic Robotics", MIT press 2005.
- * J.-C. Latombe, "Robot Motion Planning", Kluwer Academic Pub., 1991.
- * S.M. LaValle, "Planning Algorithms", Cambridge University Press, 2006, <http://planning.cs.uiuc.edu/>.

Obiettivi formativi

The aim of this course is to introduce the theoretical concepts and techniques for developing autonomous robot systems and in particular:

- the main sensor technologies and the techniques for processing sensor measurements;
- the robot control architectures and organization;
- the methods and techniques for the execution of complex tasks like navigation, manipulation and grasping, human-robot interaction by autonomous systems.

The course promotes acquisition of design skills like:

- to use different sensors (laser scanners, cameras, 3D perception systems) and to achieve a suitable representation of the environment from sensor measurements;
- to design and develop the control software of a mobile robot that is able to execute complex tasks;
- to use software tools and libraries to perform motion planning, manipulation and grasping.

Prerequisiti	Adequate knowledge of architecture and programming of computer systems is recommended. Software design, dynamic systems, and control techniques notions are occasionally referenced.
Metodi didattici	The course consists of lectures and practicals in the laboratory.
Altre informazioni	Lecture notes are available on web page http://elly.dii.unipr.it/
Modalità di verifica dell'apprendimento	Written test, evaluation of assignments and final project.
Programma esteso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction and classification of robotic systems (2 h) <ol style="list-style-type: none"> 1.1 History and development of robots 1.2 Classification of robotic systems 2. Sensors and perception (2 h) <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Sensor types and overview 2.2 Perception and feature extraction 3. Robotic control architectures (4 h) <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Paradigms in robotic control architectures 3.2 Hierarchical paradigm <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1 Logic planners (STRIPS) 3.3 Reactive paradigm <ol style="list-style-type: none"> 3.3.1 Subsumption architecture 3.3.2 Motor Schema 3.4 Hybrid paradigm 4. Motion planning (8 h) <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Geometric transformations and quaternions 4.2 Introduction to motion planning algorithms. Bug algorithms. 4.3 Cell decomposition algorithms 4.4 Potential field algorithms 4.5 Algorithms based on roadmaps 4.6 Probabilistic algorithms (PRM, RRT) 5. Robot teleoperation. Human-Robot interaction. (2 h) 6. Haptics. Robot manipulation and grasping. (2 h) 7. Robot Learning (4 h) <ol style="list-style-type: none"> 7.1 Reinforcement learning 7.2 Imitation Learning <ol style="list-style-type: none"> 7.2.1 Techniques based on precedence graph 7.2.2 Techniques based on Hidden Markov Models (HMM) 8. Navigation (2 h) <ol style="list-style-type: none"> 8.1 Unicycle cart and motion planning 8.2 Navigation in robotic architectures 8.3 Local navigation algorithms (VFH, Dynamic Window). 9. Probabilistic Robotics in Robot Localization and Mapping (6 h) <ol style="list-style-type: none"> 9.1 Probabilistic robotics. 9.2 Probability. ML and MAP criteria. 9.3 Bayesian filters. Montecarlo Methods 9.4 Kalman Filter. Extended Kalman Filter (EKF). 9.5 Localization, mapping and SLAM. <ol style="list-style-type: none"> 9.5.1 EKF localization and EKF SLAM 9.5.2 Classification of Maps. 9.5.3 Data association methods. 9.6 GraphSLAM methods. <p>Laboratory exercises:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to ROS framework and acquisition of data from laser scanners and RGB-D sensors. 2. Introduction to OpenRAVE (Open Robotics Automation Virtual Environment). 3. Physics-based programming using ODE (Open Dynamics Engine) library. 4. Programming the mobile robot Pioneer 3DX and development of robotic behaviors. 5. Point cloud processing using Point Cloud Library (PCL).

