

اصول علم ربات – جلسه اول

Fundamentals of Robotics

دکتر جوانمردی

زمستان ۹۹



مدرس

مهدی جوانمردی

mjavan@aut.ac.ir



برنامه امروز

- معرفی درس
- کلیت درس
- منابع درس
- مباحث درس
- جزییات کلاس
 - نحوه برگزاری
 - نمره دهی
 - تمرینها
 - پروژه

معرفی درس اصول علم ربات

- **هدف درس:** معرفی اصول مربوط به مکانیزم، طراحی، برنامه‌ریزی و کنترل هوشمند سیستم‌های رباتیکی
- هدف مهم‌تر: تعریف پروژه‌های کارشناسی دانشجویان در حوزه‌های مرتبط...
- **تمرکز درس:**
 - ربات‌های سیار
 - سینماتیک
 - سنسورها
 - محرکه‌ها
 - ادراک
 - مکان‌یابی
 - برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری
- **فعالیت‌های آزمایشگاهی...**
 - ROS
 - GAZEBO

کاربردهای رباتیک... اتوماسیون صنعتی

Factory Automation

Autonomous warehouse robots at Amazon



Autonomous arms at Tesla

کاربردهای رباتیک... بازرسی لوله‌های انتقال

Pipe Inspection



Manually-controlled inspection robots

کاربردهای رباتیک... پاکسازی حوادث هسته‌ای

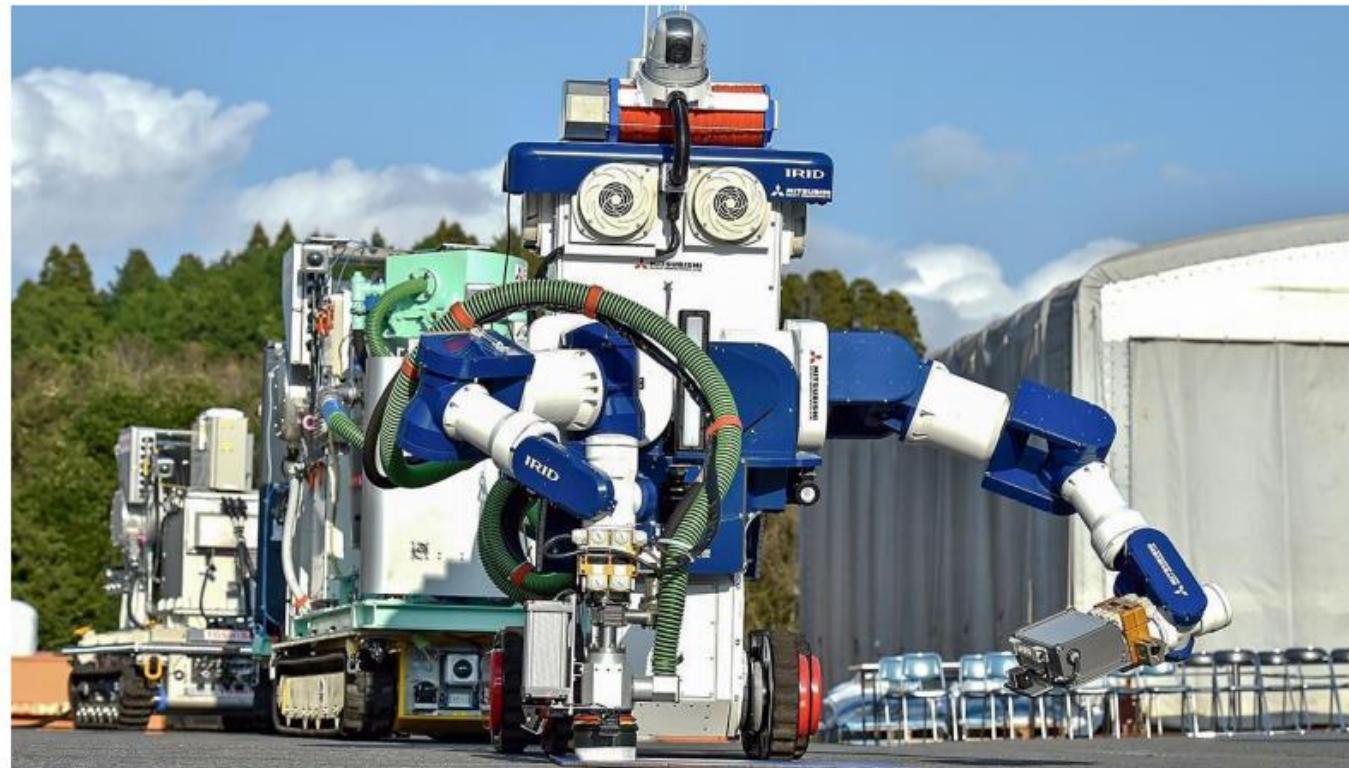
Nuclear Disaster Cleanup



Remote-controlled cleaning robot at Fukushima Daiichi, 2011

کاربردهای رباتیک... پاکسازی حوادث هسته‌ای

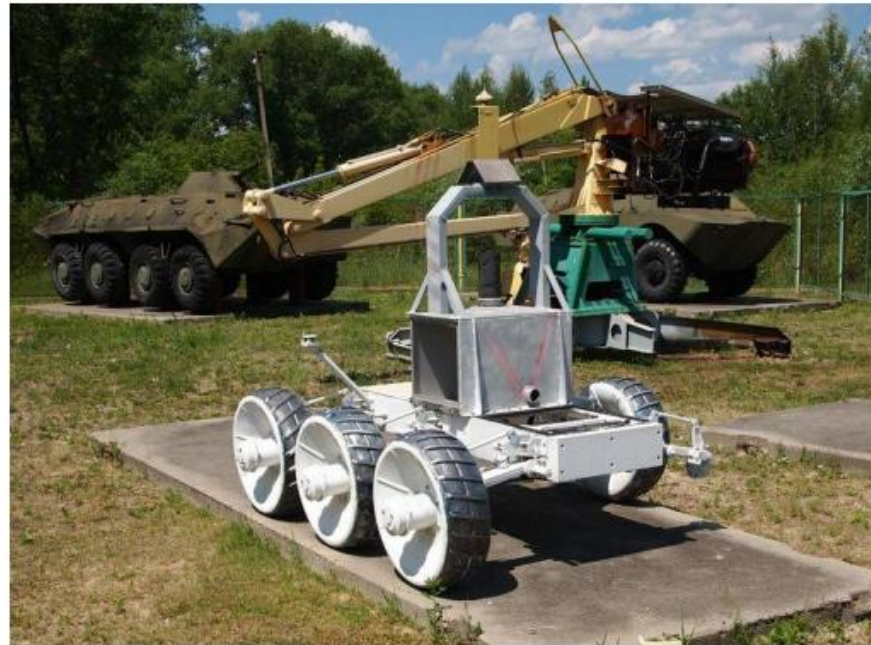
Nuclear
Disaster
Cleanup



Remote-controlled cleaning robot at Fukushima Daiichi, 2011

کاربردهای رباتیک... پاکسازی حوادث هسته‌ای

Nuclear Disaster Cleanup



Remote-controlled cleaning robot at Chernobyl, 1986

کاربردهای رباتیک... ارسال بسته هوایی

Aerial
Package
Delivery



کاربردهای رباتیک... ویلچر هوشمند

Smart Wheelchairs



کاربردهای رباتیک... ربات جراحی

Robot Surgery



SURGICAL CONSOLE



PATIENT'S CART

daVinci robot-assisted surgery

INTUITIVE

کاربردهای رباتیک... ربات جراحی

Robot
Surgery



daVinci robot-assisted surgery

INTUITIVE

کاربردهای رباتیک... کشاورزی دقیق

Precision
Agriculture



farm.bot

کاربردهای رباتیک... خودروی خودران

Self-driving
Vehicles



کاربردهای رباتیک... کامیون خودران

Self-driving Trucks



کاربردهای رباتیک... عملیات در معدن

Mining Operations



کاربردهای رباتیک... پاکسازی آلودگی‌های نفتی

Oil Spill Containment



BP Deepwater Horizon Spill, Gulf of Mexico, 2010

کاربردهای رباتیک... باز هم Boston Dynamics



منابع درس (اختیاری)

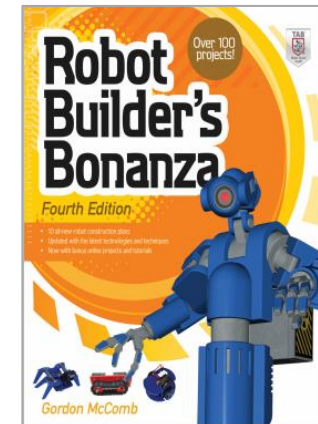
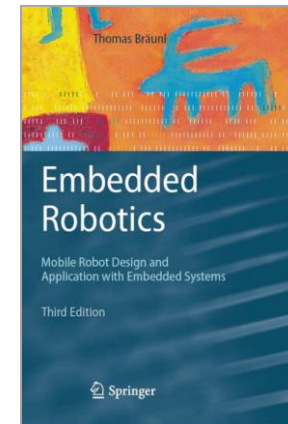
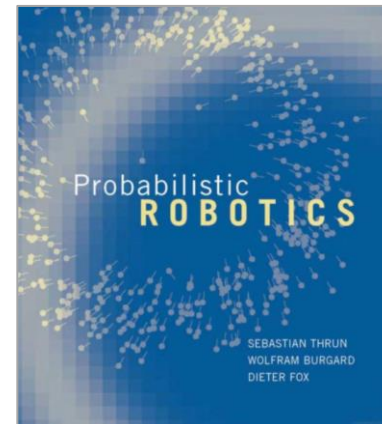
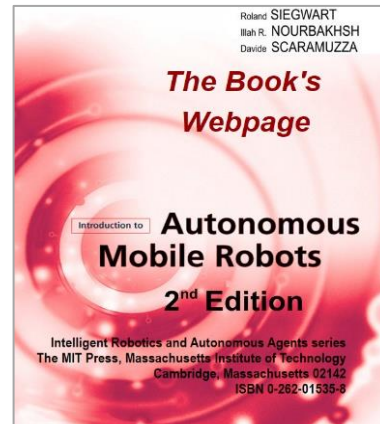
- اسلایدهای درس

- Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edt.*, Roland Siegwart and Illah R. Nourbakhsh, MIT Press

- Probabilistic Robotics*, Sebastian Thrun, Dieter Fox and Wolfram Burgard

- Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems, 3rd Edt.*, Bräunl, Thomas

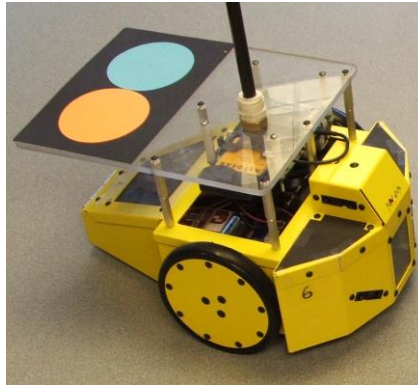
- Robot Builder's Bonanza, 4th Edt.*, Gordon McComb



مباحث و سرفصل مطالب

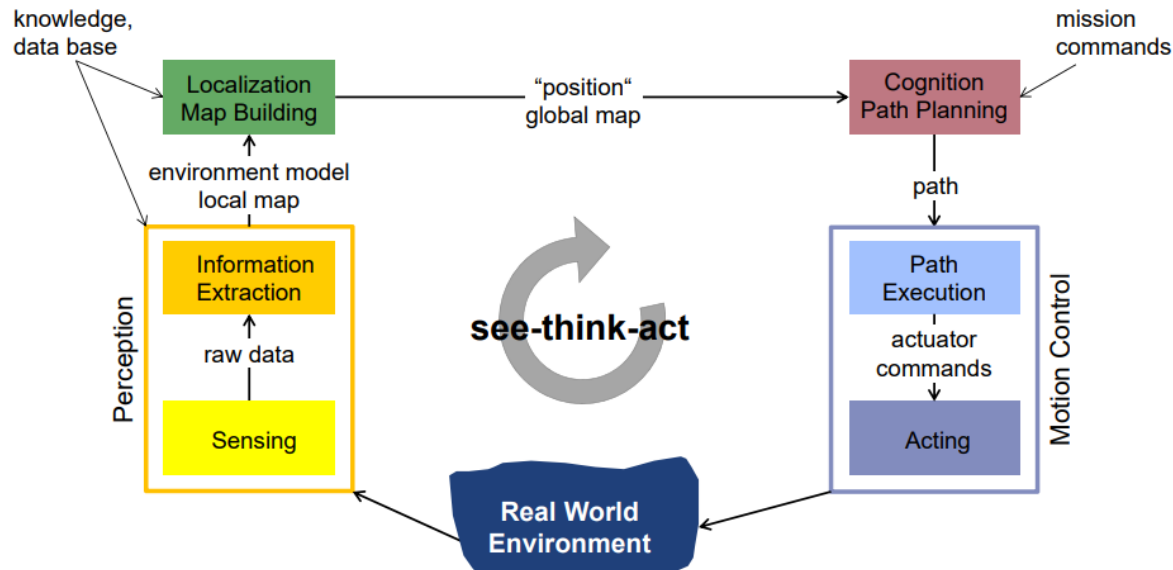
- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ‌دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

مباحث و سرفصل مطالب



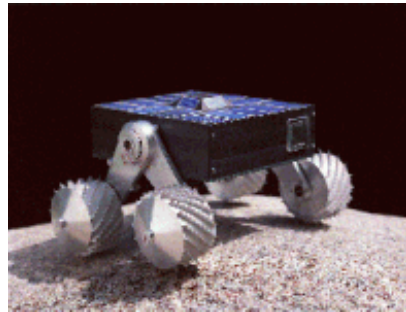
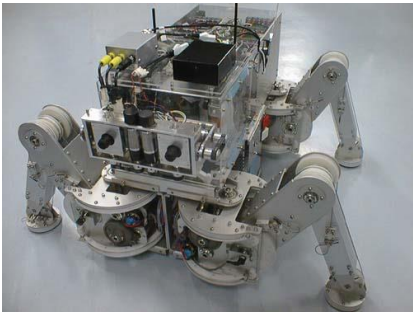
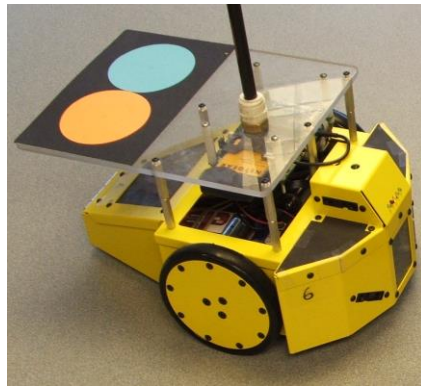
• مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)

- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها



- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه نویسی ربات

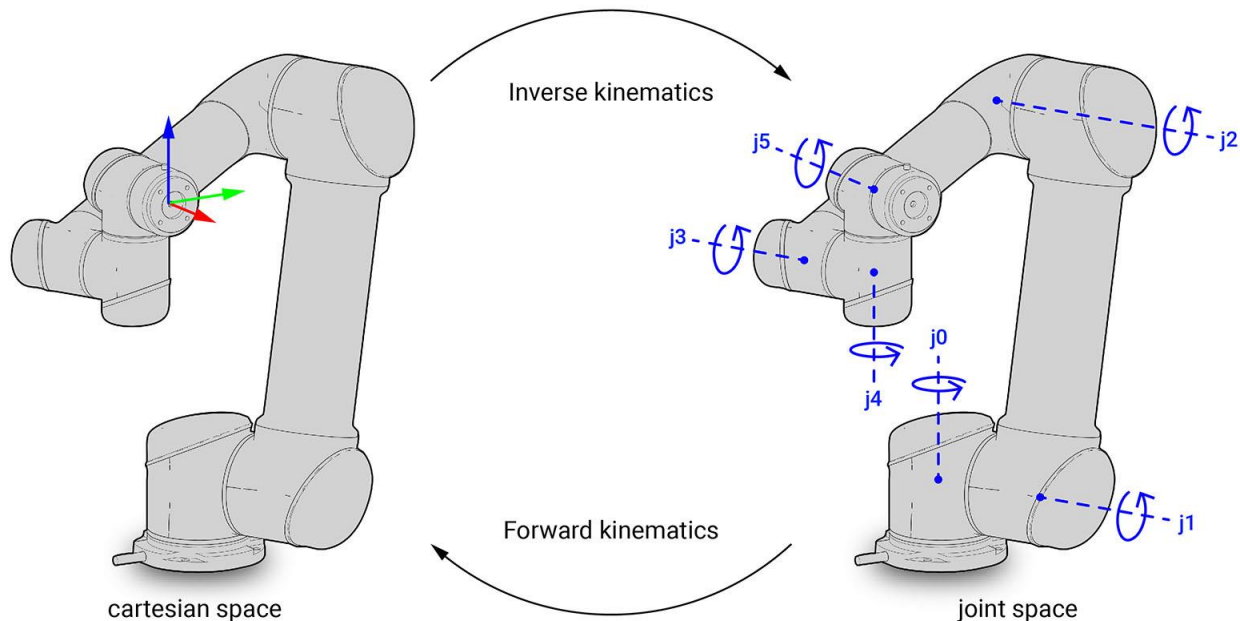
مباحث و سرفصل مطالب



- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

مباحث و سرفصل مطالب

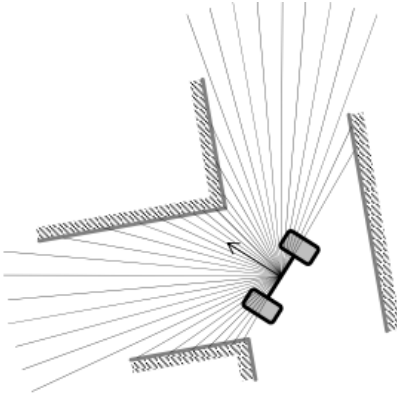
- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه نویسی ربات



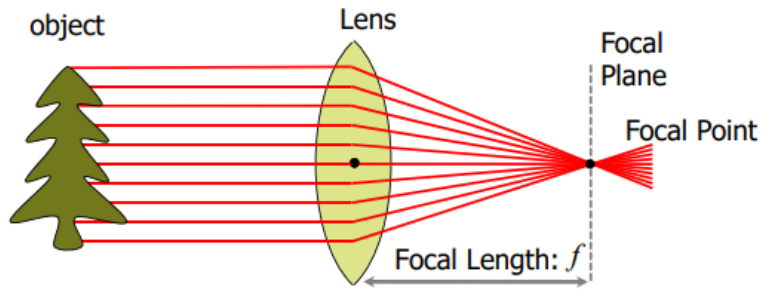
مباحث و سرفصل مطالب

■ Laser scanner

- time of flight



■ Camera



• مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)

• طراحی ربات‌ها

• توصیف موقعیت و تبدیلات همگن

• سینماتیک ربات

• **سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)**

• محرک‌ها، درایوها و موتورها

• موتورهای DC

• موتورهای پله‌ای

• سرو موتورها

• چرخ دنده‌ها

• مدولاسیون PWM

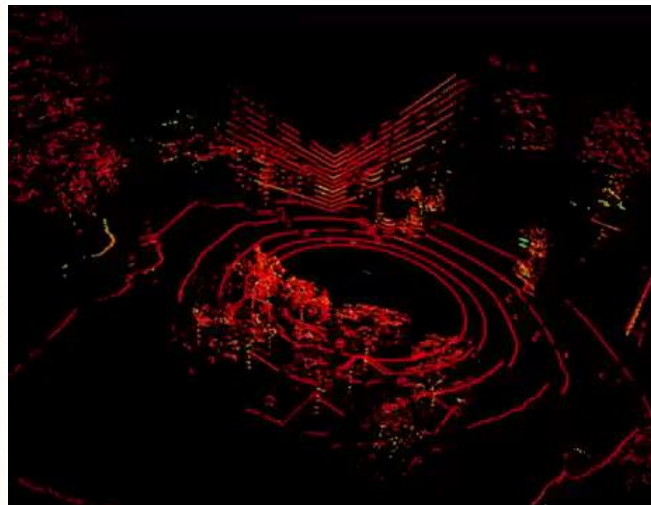
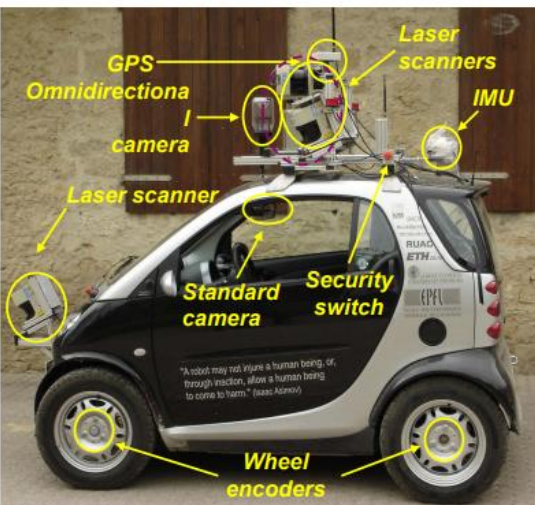
• اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID

• ادراک ربات

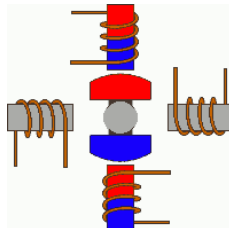
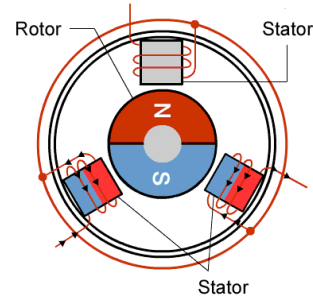
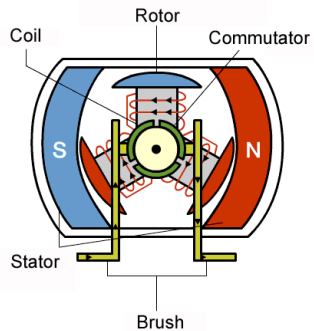
• مکان‌یابی و نقشه‌برداری

• برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات

• شبیه‌سازی و برنامه نویسی ربات



مباحث و سرفصل مطالب



- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها

• چرخ دنده‌ها

• مدولاسیون PWM

• اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID

• ادراک ربات

• مکان‌یابی و نقشه‌برداری

• برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات

• شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات



DC Motors

Stepper Motors

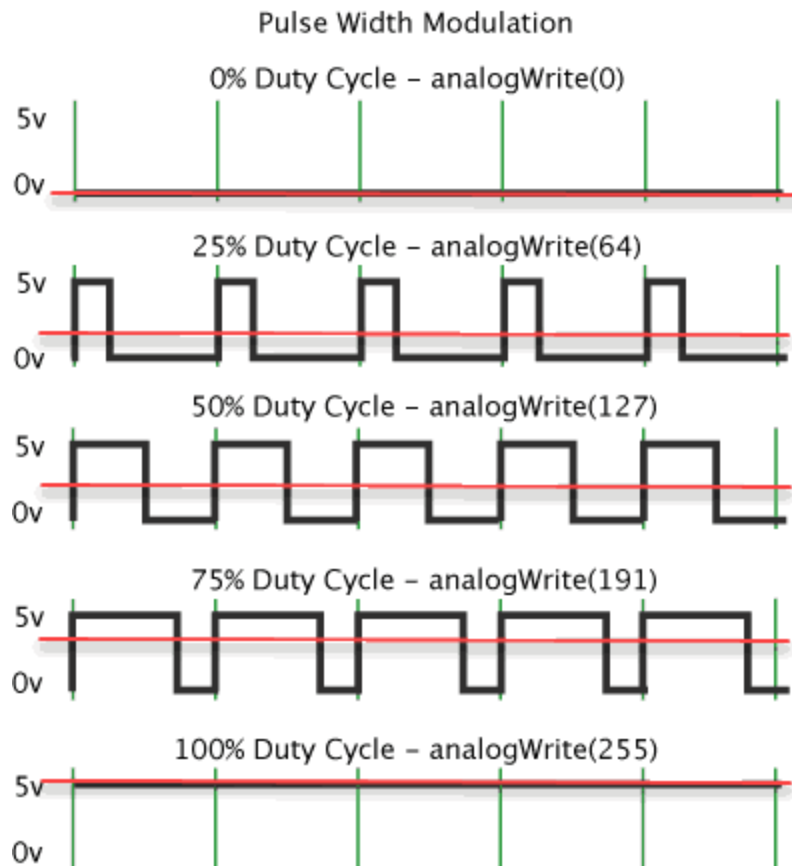
Servo Motors

مباحث و سرفصل مطالب



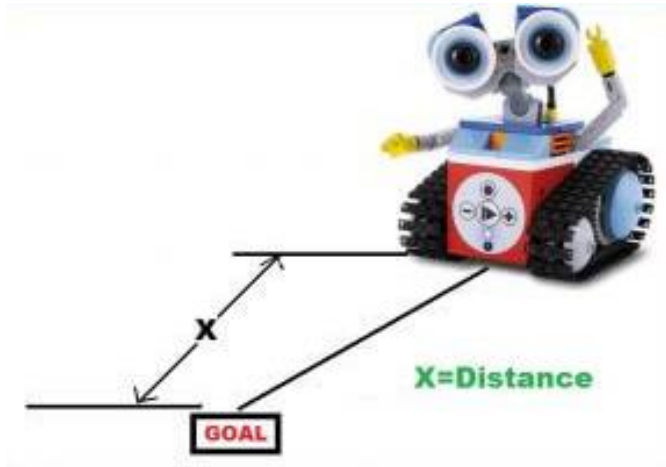
- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

مباحث و سرفصل مطالب

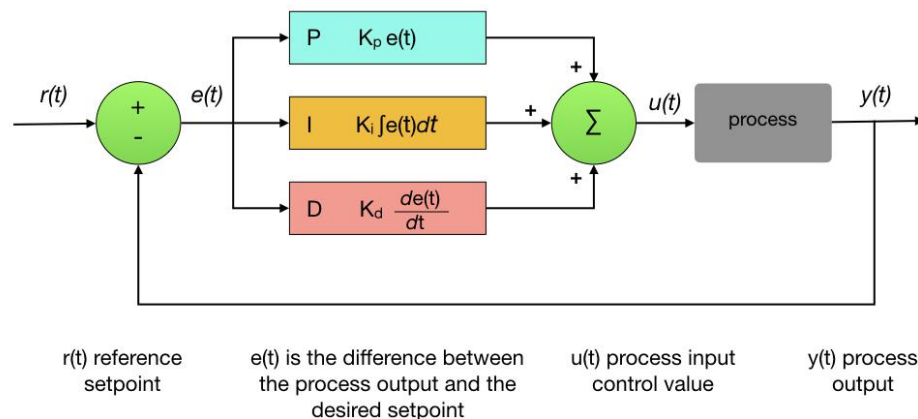


- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

مباحث و سرفصل مطالب



PID Controller



- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ‌دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

مباحث و سرفصل مطالب



Filtering / Edge Detection

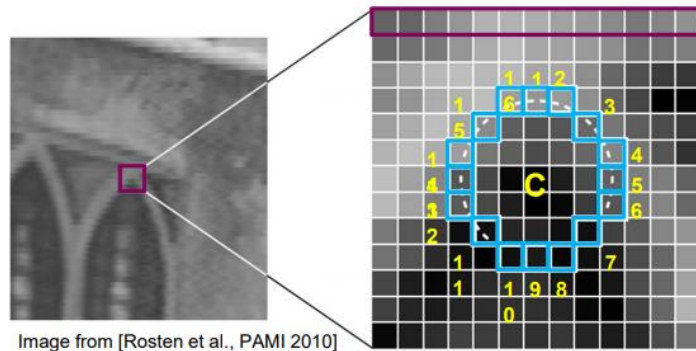


Image from [Rosten et al., PAMI 2010]

Keypoint Features

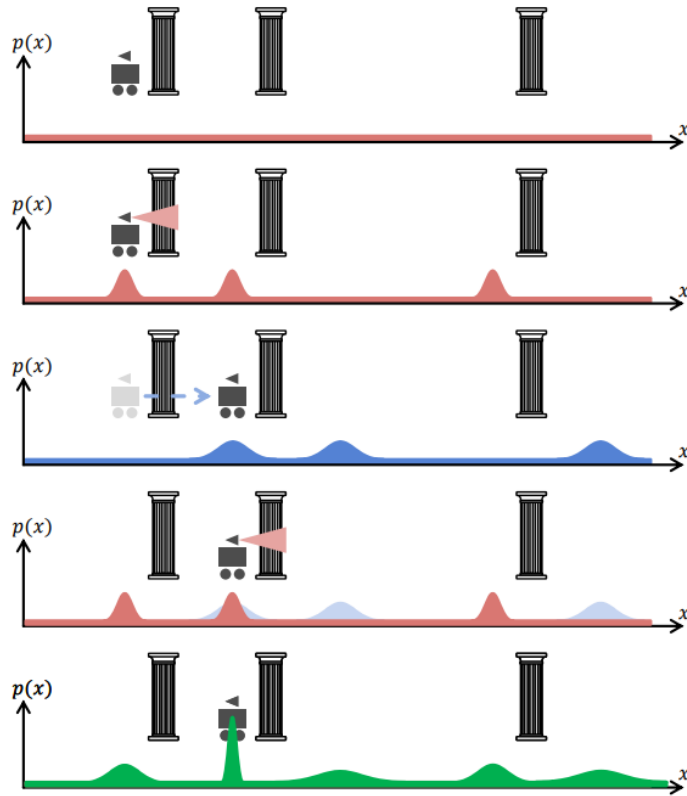
features that are reasonably invariant to rotation, scaling, viewpoint, illumination
FAST, SURF, SIFT, BRISK, ...



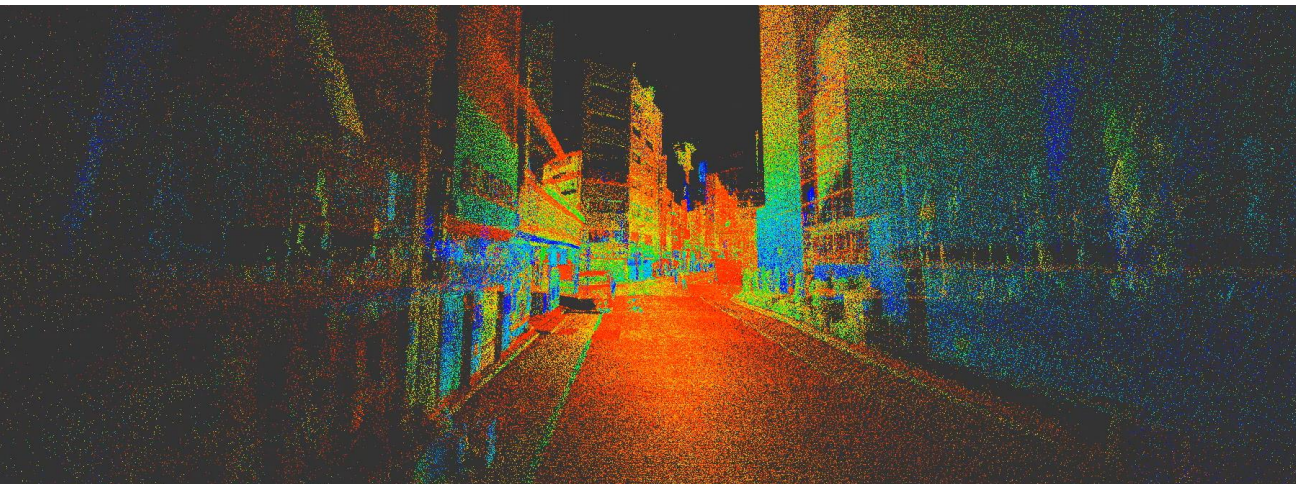
Keypoint matching

- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ‌دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ربات

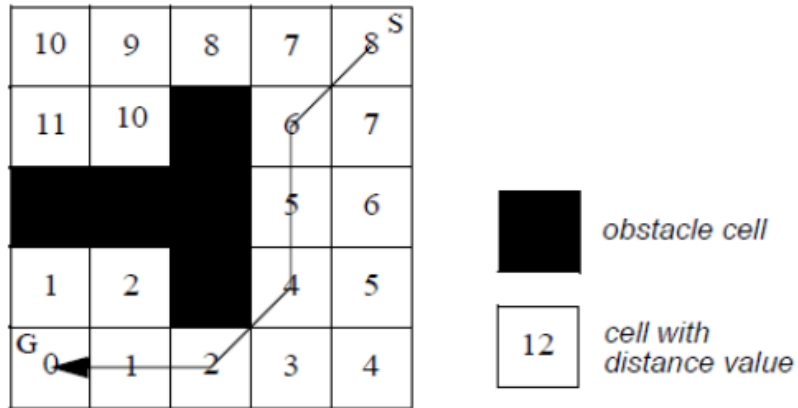
مباحث و سرفصل مطالب



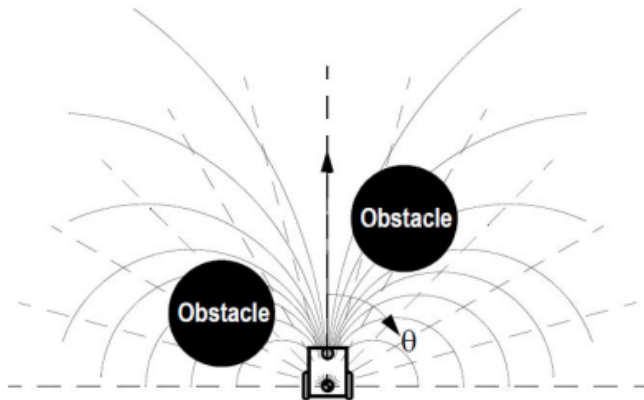
- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه نویسی ربات



مباحث و سرفصل مطالب

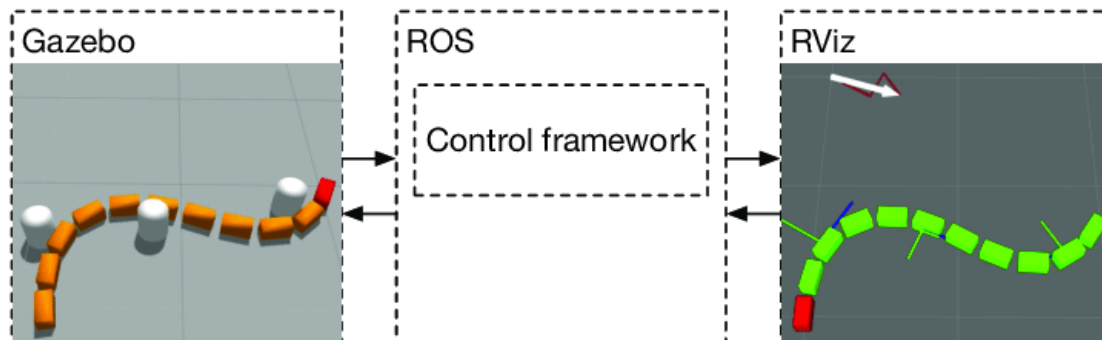


- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- شبیه‌سازی و برنامه نویسی ربات



مباحث و سرفصل مطالب

- مقدمه (بازوهای رباتیک ربات‌های سیار)
- طراحی ربات‌ها
- توصیف موقعیت و تبدیلات همگن
- سینماتیک ربات
- سنسورهای ربات (انواع سنسورها، اندازه‌گیری و کالیبراسیون)
- محرک‌ها، درایوها و موتورها
 - موتورهای DC
 - موتورهای پله‌ای
 - سرو موتورها
- چرخ‌دنده‌ها
- مدولاسیون PWM
- اصول و مبانی کنترل ربات، کنترل‌کننده‌های PID
- ادراک ربات
- مکان‌یابی و نقشه‌برداری
- برنامه‌ریزی حرکت و ناوبری ربات
- **شییه‌سازی و برنامه نویسی ربات**



نحوه نمره دهی

- حضور در کلاس
- تعداد غیبت مجاز: سه جلسه
- تمرین‌ها ۸ نمره ----- ۴ سری تمرین شامل بخش تئوری (۲۰ درصد) و عملی (۸۰ درصد)
- کوئیز سر کلاس ۲ نمره ----- ۶ سری کوئیز سر کلاسی، نمره ۴ کوئیز بهتر (هر کدام ۰.۵ نمره)
- امتحان پایان ترم ۴ نمره ----- از مباحث تئوری، مفهومی و محاسباتی
- پروژه ۶ نمره ----- بصورت گروه دو نفره شامل پیاده‌سازی - گزارش - فیلم
- در صورت عدم وجود حل تمرین تالار گفتگو بین دانشجویان برای هم‌افزایی ایجاد میشود
- میزان مشارکت و آموزش به دیگر دانشجویان نمره مثبت خواهد داشت

حل تمرین و اطلاع رسانی

- حل تمرین در هفته‌های آینده تعیین خواهد شد - احتمال زیاد نخواهیم داشت

سوالات ضروری: mjavan@aut.ac.ir

کانال تلگرام برای اطلاع رسانی‌ها: t.me/aut_ce_robotics