



اصول علم ربات – جلسه سوم

Fundamentals of Robotics

دکتر جوانمردی

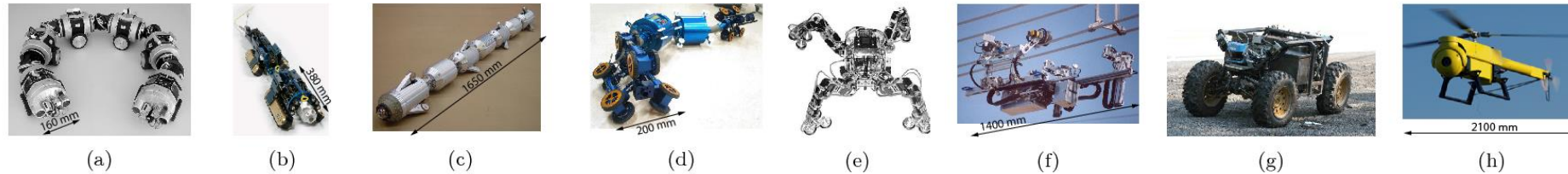
زمستان ۹۹

حرکت (locomotion) و جابجایی اشیاء (manipulation)

- ربات‌ها: sense, actuate, compute, communicate
- **راه اندازی (actuation):** توانایی ربات برای حرکت کردن در و جابجا کردن دنیای اطرافش
- **حرکت ربات:** بکارگیری موتورهای برای وارد کردن نیرو به محیط اطرافش برای حرکت خودش
- **جابجایی اشیاء توسط ربات:** بکارگیری موتورهای برای وارد کردن نیرو به اشیاء و جابجایی آنها
- بعضا حتی نیاز به موتورهای مستقل برای دو عمل حرکت و جابجایی اشیاء نیست ← حشرات!

حرکت ربات

- انواع حرکت: غلتیدن، راه رفتن، دویدن، جهیدن، خزیدن، شنا کردن، پرواز و ... رایج‌ترین؟
- تفاوت‌ها: مصرف انرژی، سینماتیک، پایداری و نیازمندی‌های پیاده‌سازی



- سینماتیک ربات (kinematics): توانایی حرکت تک تک اجزاء ربات نسبت یکدیگر و محیط



انواع مکانیزم حرکت

- مصرف انرژی / جابجایی

- تعداد عملگرها

- پیچیدگی ساختاری

- هزینه کنترل

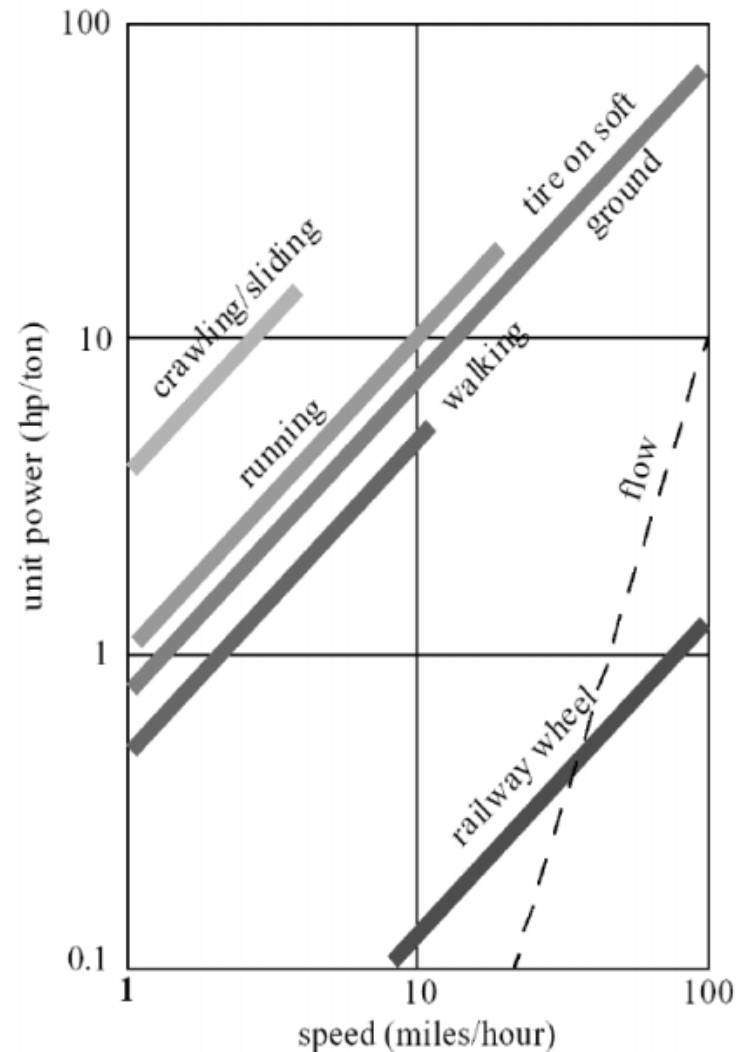
- نوع سطح محیط (زمین مسطح، زمین نرم، بالارفتن...)

- اتلاف انرژی

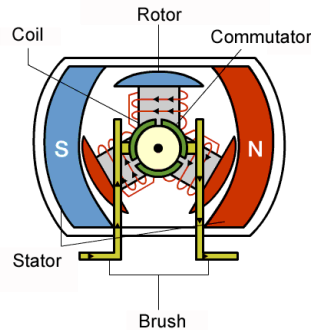
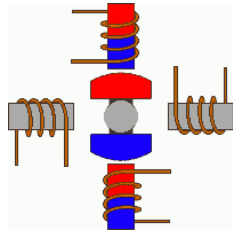
- اختراع چرخ: کاهش اصطلاک و تسهیل حرکت

- غلتیدن: رایج‌ترین نوع حرکت تجاری شده

- موتور الکتریکی: رایج‌ترین نوع عملگر

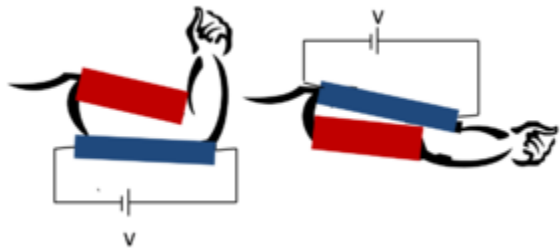


انواع عملگرها

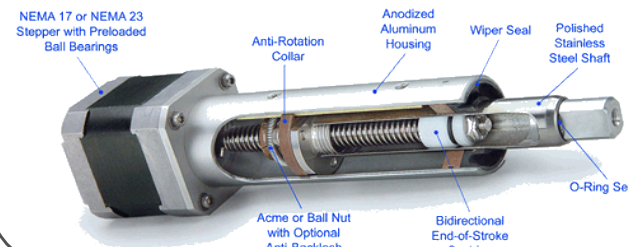


- **موتورهای الکتریکی:** ماهیت فیزیکی در چرخش با سرعت بالا.. چند هزار دور بر دقیقه
- در نتیجه معمولاً با چرخ دنده سرعت آن را کاهش میدهیم و گشتاور را افزایش میدهیم
- گشتاور نیرویی که موتور برای جابجایی زاویه اعمال کند
- اندازه‌گیری محل قرارگیری موتور و تعداد دورها با انکودر دوار

- **سروو موتورها:** موتورهای الکتریکی که با ترکیب چرخنده و انکودر و کنترلر



- **عملگرهای خطی یا Linear actuator**

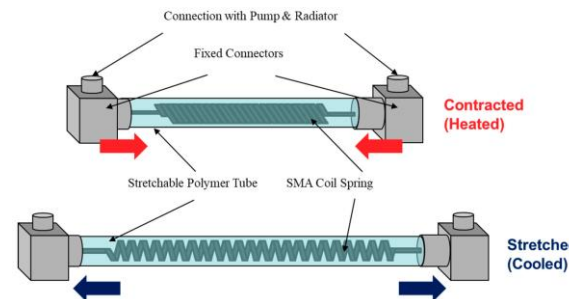
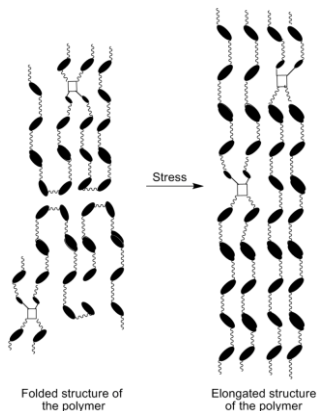


- الکتریکی
- پنوماتیکی
- هیدرولیکی

- عملگرهای خاص:

- **آلیاژ حافظه دار یا Shape-memory alloy**

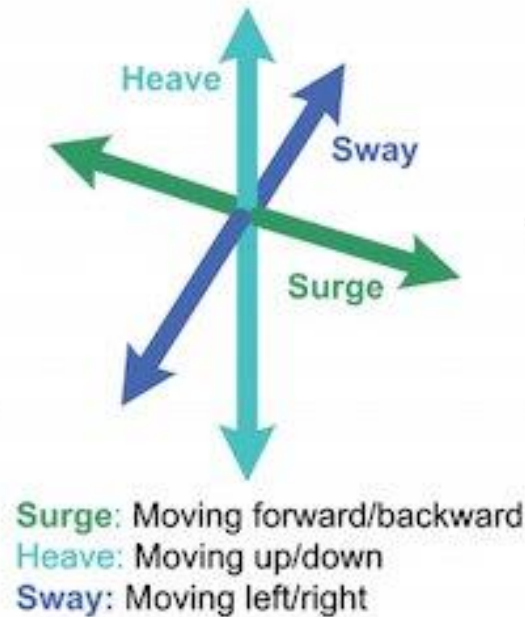
- **پولیمرهای الکترو اکتیو Electroactive polymers**



درجات آزادی Degrees-of-Freedom

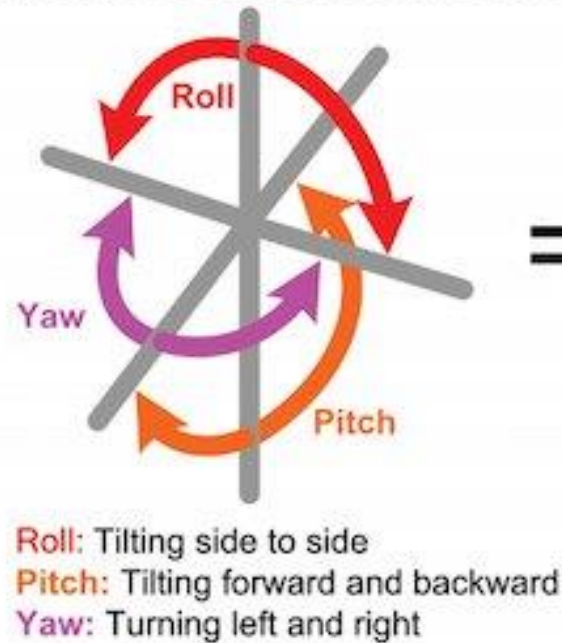
هر شی در دنیای فیزیکی می‌تواند تا ۶ درجه آزادی داشته باشد

Translational Movement
in Three Perpendicular Axes



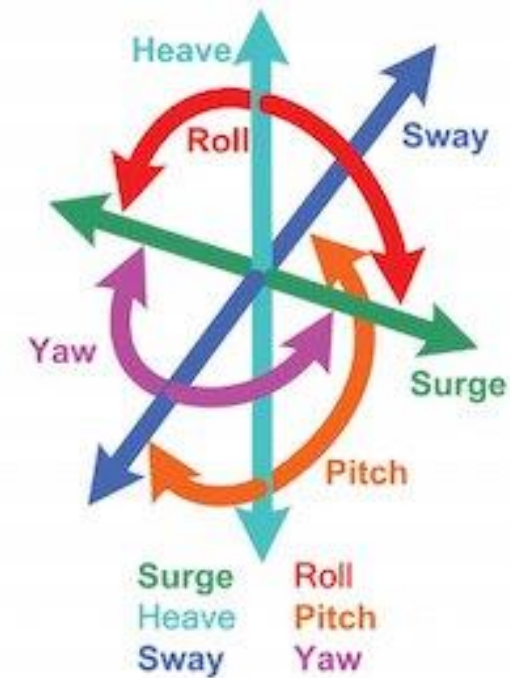
جابجایی در محور عمودی، عرضی، طولی

Rotational Movement
about Three Perpendicular Axes



چرخش در محور عمودی، عرضی، طولی

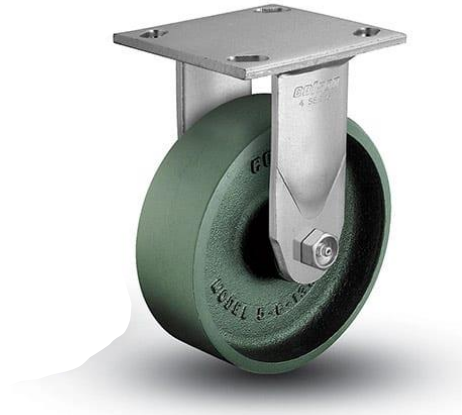
Six Degrees of Freedom



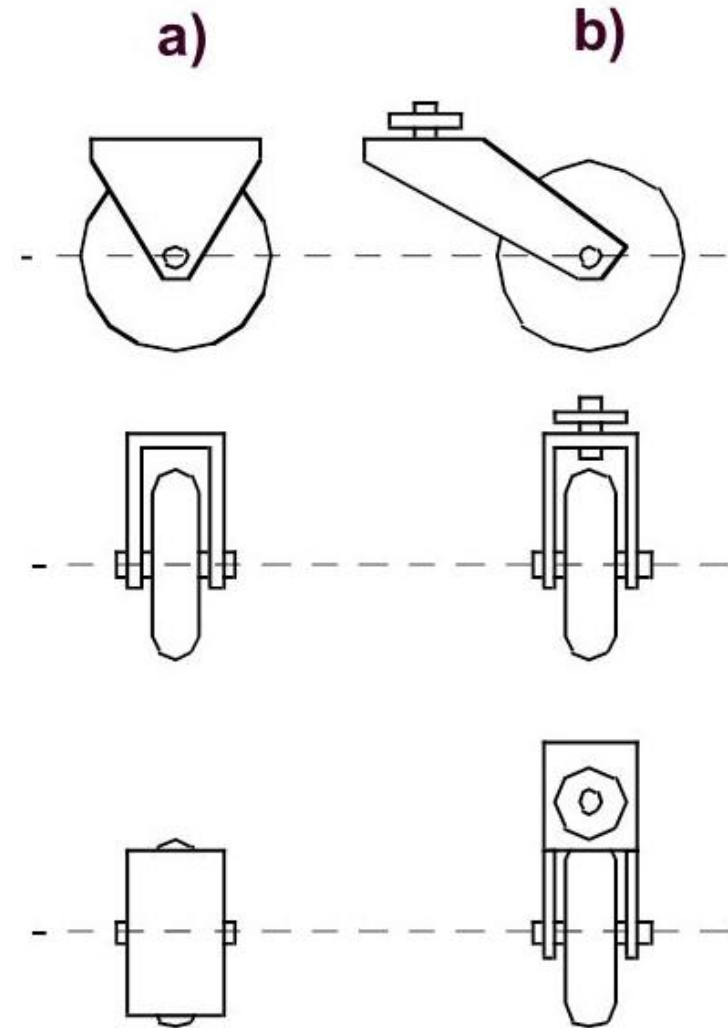
۶ درجه آزادی

انواع چرخ و درجات آزادی آنها

- a) Standard wheel: Two degrees of freedom; rotation around the (motorized) wheel axle and the contact point

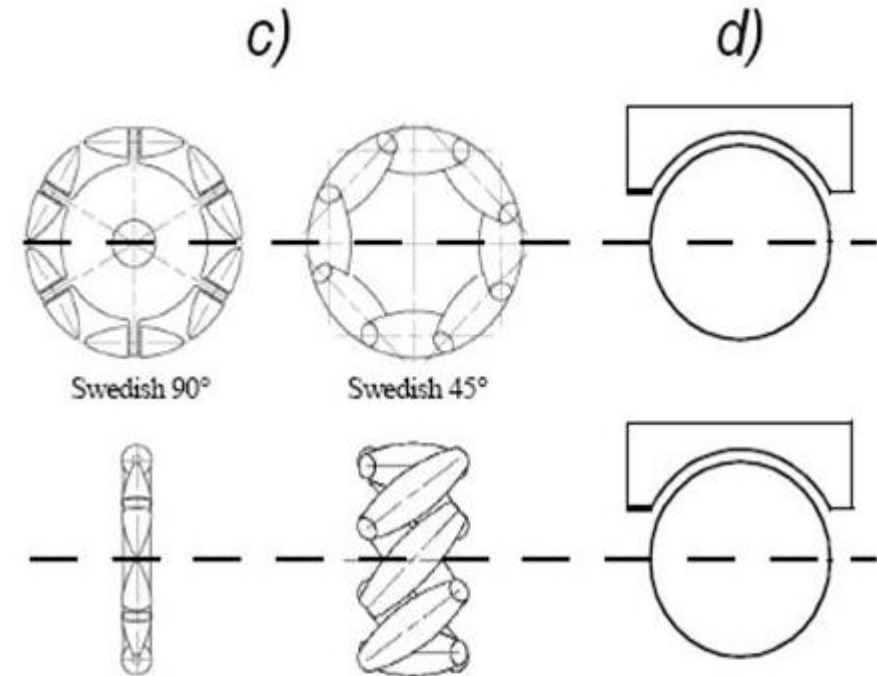


- b) Castor wheel: Three degrees of freedom; rotation around the wheel axle, the contact point and the castor axle

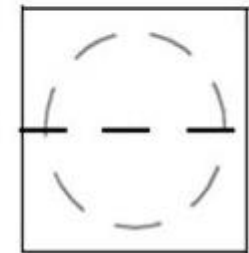


انواع چرخ و درجات آزادی آنها

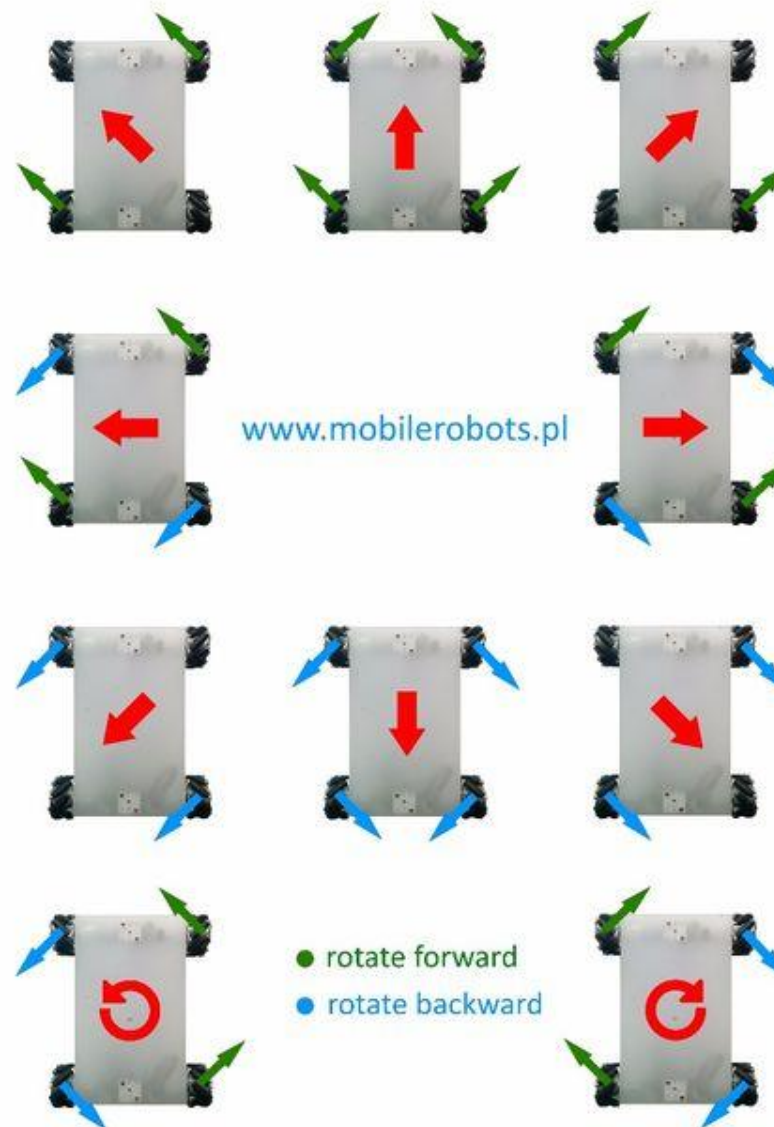
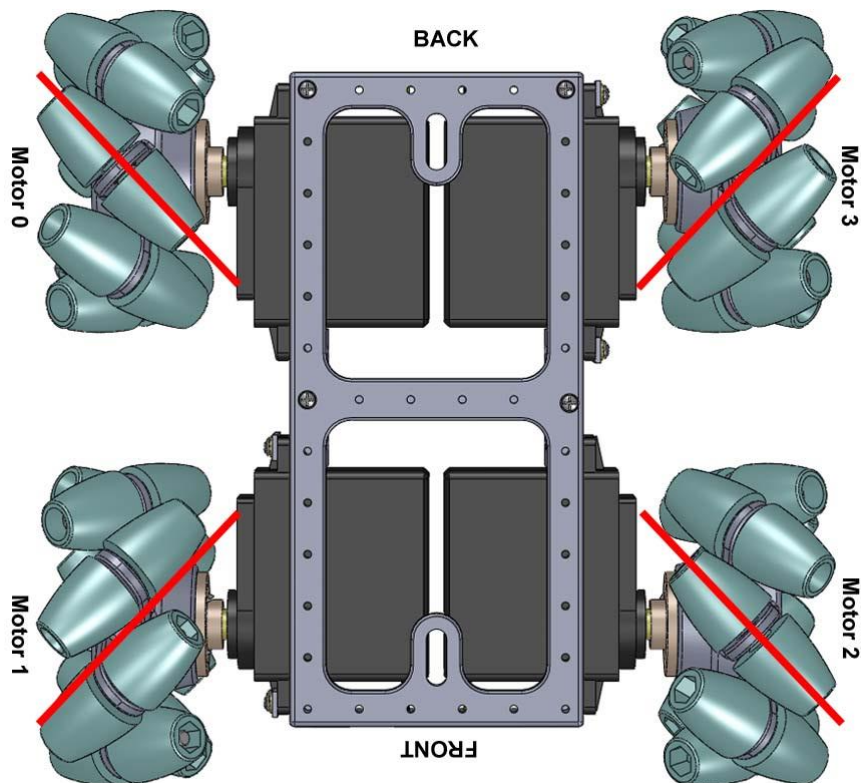
- c) Swedish wheel:
Three degrees of freedom; rotation around the (motorized) wheel axle, around the rollers and around the contact point



- d) Ball or spherical wheel: Suspension technically not solved



چرخ سوئدی و حرکت ربات



پایداری ایستا و پویای ربات

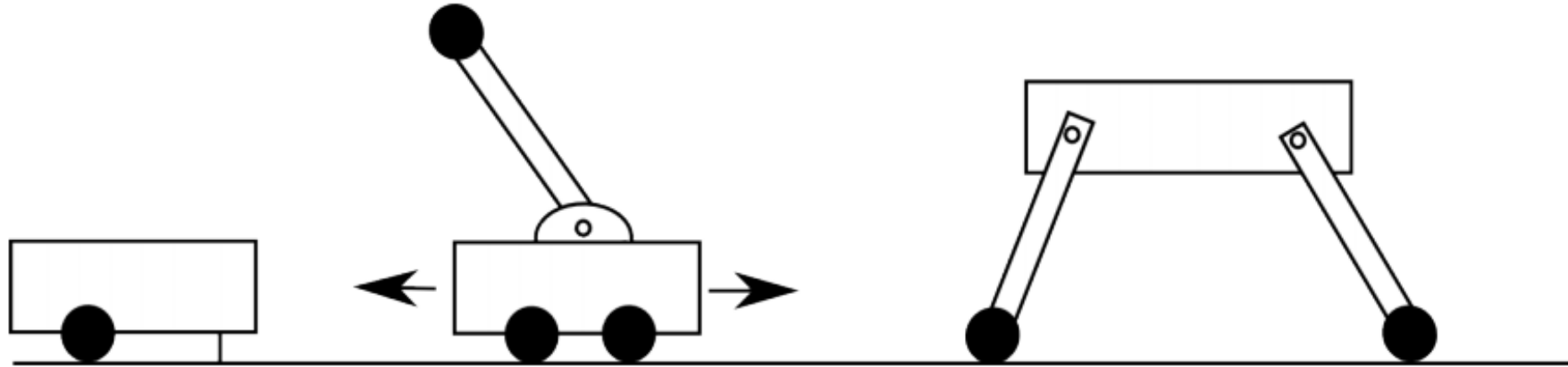


Figure 2.2.: *From left to right: statically stable robot. Dynamically stable inverted pendulum robot. Static and dynamically stable robot (depending on configuration).*

منابع درس (اختیاری)

- اسلایدهای درس

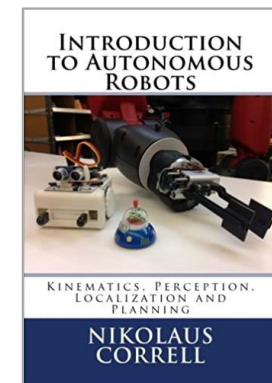
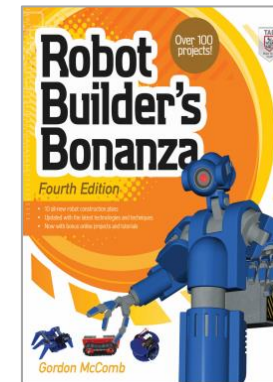
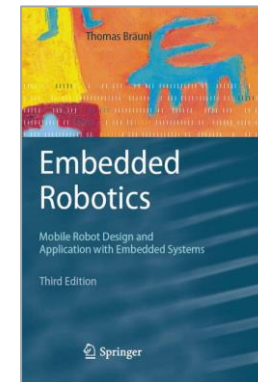
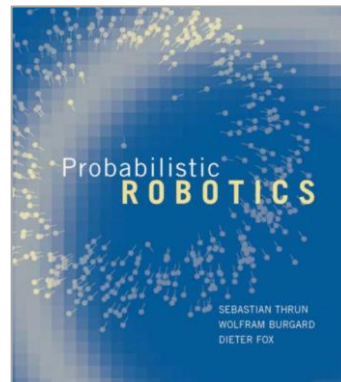
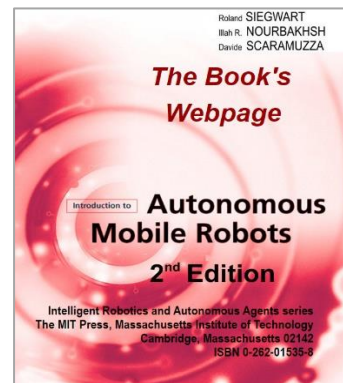
- Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edt.*, Roland Siegwart and Illah R. Nourbakhsh, MIT Press

- 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

- Introduction to Autonomous Robots, v1.9*, Nikolaus Correll



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

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