



دانش طراحی و ساخت روبات های پایه متحرک پیشرفته

تألیف:

مهندس پویا منصورنیا



Email : simaye.danesh@yahoo.com

Telegram : [telegram.me/simayedaneshpub](https://t.me/simayedaneshpub)

سرشناسه	منصورتیا، پویا، ۱۳۷۲ -
عنوان و نام پدیدآور	دانش طراحی و ساخت روبات‌های پایه متحرک پیشرفته / تألیف پویا منصورنیا.
مشخصات نشر	تهران: سیمای دانش: آذر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۳۴۲ ص.
شابک	978-600-120-312-1
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
موضوع	روباتیک-- راهنمای آموزشی
موضوع	Robotics-- Study and teaching
موضوع	روبات‌های سیار
موضوع	Mobile robots
ده بندی کنگره	TJ۲۱۱/م۸د۲۳ ۱۳۹۵
ده بندی دیویی	۶۲۹/۸۹۲-۷۶
شماره کتابشناسی ملی	۴۴۱۸۴۲۰

دانش طراحی و ساخت روبات‌های پایه متحرک پیشرفته

تألیف	پویا منصورنیا
ناشر	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار	انتشارات آذر
طراحی جلد	اسید پاشی
ویراستار علمی	بهزاد پیکری
ویراستار ادبی	روشنک غفاری
ویراستار فنی	مونا یگانه درست
نوبت چاپ	اول/ ۱۳۹۵
تیراژ	۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی	باختر
چاپخانه	فرشیوه
مصافی	روشنک
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۳۱۲-۱
قیمت	۲۵۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

پیشگفتار

"نامه را با نام پروردگاری آغاز می‌کنیم که روحش را به انسان هدیه کرد و انسان با این روح بزرگ مانعی جز خویش نیافت. بزرگترین مانع پیش روی هر فرد، افکار و باورهای نادرست، محدود و ناامید کننده است. انسان‌های مترقی، افکار بزرگ را به خدمت می‌گیرند و با امید، صبر و تلاش به هدف خویش دست می‌یابند.

انسان ماشینی پیچیده و قدرتمند است که تلفیق چند عامل می‌تواند به تجلی قدرت او بینجامد. نخست آنکه فرد خصوصیات خود را بشناسد، باید بدانیم که راه ارتقای روحیه ما چیست، می‌بایست خلاءهای شخصیتی خود را بشناسیم، در رفع آنها بکوشیم و به طور خلاصه در تمام عمر هم بیش از هر چیز خود را بکاویم و بیاراییم.

عامل دیگر معجون نلاقه، استعداد و توانایی است که دو عامل اول در بیشتر موارد عامل سوم را حذف می‌کنند. عامل دیگر، مسائل اهداف بزرگ و برنامه‌ریزی برای سیر به آنهاست. انسان‌هایی که اهداف کوچکی دارند، خود را به اسارت کشیده‌اند، زلالتی یک‌فرجانی را نخواهند چشید. آیا انسان می‌تواند از خالق لایتنانه‌ای خواسته‌هایی محدود داشته باشد، هدف و برنامه‌های خود را با دقت تدوین کنید و به صورت راز نگاه دارید، اهداف را به اجزایی کوچک شکسته و تمام توان در اجرای آنها بکوشید.

موضوع نهایی، حرکت در مسیر پایدار بشریت است. به پایدار رویکردهای مثبت بشری می‌باشد. انسان‌هایی که در تمام مخاصمات تاریخ جان باخته‌اند، در مقابل شمار انسان‌هایی که پنسیلین در هفت دهه نجات داده، شمار اندکی بیش نیستند. جریانات مثبت، پیروز نهایی ما خواهند شد. سعی کنید در زندگی در یک موج مثبت قرار بگیرید. روند مثبتی که این حقیر به باور خویش شناسانده، علم است. دانش بزرگترین ناجی بشر بوده و تقریباً تمام پیکره آن نیک می‌باشد."

این متن برای اولین بار در دوران دانش آموزی، که برگرفته از سخنان دانش‌آموز ریا خیرتی بود زندگی من را متحول ساخت و امیدوارم بتوانم اصول فوق را پیش از توصیه به دیگران در حیات خویش به کار بندم.

علاقه‌مندان می‌توانند از طریق ایمیل p.mansournia@gmail.com به من ارتباط برقرار کرده و سوالات، ایده‌ها، پیشنهادات و انتقالات خود را مطرح نمایند.

۱.....	تاریخچه
۱.....	روبات چیست؟
۴.....	معنی واژه روبات
۴.....	تعریف روبات
۵.....	انجمن روباتیک آمریکا
۵.....	دیدگاه کلی
۶.....	ربات های امدادگر
۷.....	کاربردهای روبات در محیط های چهارگانه
۷.....	وظایف چهارگانه ربات
۸.....	مشکلات ربات

فصل اول: مبانی

۱۱.....	بررسی انواع مکانیزم ها حرکتی در ربات های پایه متحرک
۱۱.....	سیستم تسمه ای ساده
۱۲.....	روبات تسمه ای با دو بازو در یک سمت روبات
۱۵.....	سیستم تسمه ای دو طبقه
۱۶.....	روبات تسمه ای با چهار بازو در دو سمت روبات
۱۷.....	تسمه اصلی داخلی
۱۸.....	تسمه اصلی خارجی
۱۹.....	تسمه واحد
۱۹.....	تسمه های همسان

۲۰.....	روبات چهار بازوی تسمه‌ای.....
۲۲.....	تلفیق روبات چهار چرخ و چهار بازوی تسمه‌ای.....
۲۳.....	سیستم تسمه‌ای تا شونده.....
۲۵.....	سیستم تسمه‌ای با یک چرخ در هر سمت روبات.....
۲۶.....	مکانیسم چهار نعل.....
۲۷.....	روبات‌های شش پا.....
۳۰.....	روبات‌های هشت پا.....
۳۱.....	روبات با شش چرخ سلالی.....
۳۲.....	موتورها.....
۳۳.....	عملکرد یک موتور L.C.....
۳۴.....	اندازه یک موتور DC.....
۳۶.....	تهیه موتور DC.....
۳۷.....	تعیین توان مورد نیاز برای حرکت ربات.....
۳۸.....	انتخاب و خرید یک موتور.....
۳۹.....	آشنایی با برگه اطلاعات فنی موتور DC.....
۳۹.....	ولتاژ تغذیه موتور.....
۴۰.....	سرعت موتور.....
۴۱.....	گشتاور موتور.....
۴۱.....	جریان موتور.....
۴۲.....	کمیت‌های فیزیکی.....
۴۲.....	مطالعه دیتاشیت یک موتور DC گیربکس‌دار.....
۴۲.....	ولتاژ تغذیه نامی.....
۴۲.....	سرعت‌های بی‌باری.....

۴۲	گشتاور توقف
۴۳	تلفات گشتاور
۴۳	توان خروجی
۴۳	چریان بی‌باری
۴۳	ثابت EMF بازگشتی
۴۴	ثابت سرعت
۴۴	ثابت گشتاور
۴۴	مقاومت روتور
۴۴	اندوکتانس روتور
۴۵	بازده ماکسیمم (بیشینه)
۴۵	بیشترین بار شعاعی شفت
۴۵	بیشترین بار محوری شفت
۴۶	اندازه‌گیری گشتاور و جریان
۴۶	اندازه‌گیری جریان موتور
۴۶	جریان بی‌باری
۴۶	سرو موتورهای داینامیکسل
۴۸	گیربکس ها
۴۸	چرخ دنده های ساده
۴۹	چرخ دنده های مارپیچ
۴۹	چرخ دنده های مخروطی
۵۰	چرخ دنده های حلزونی
۵۱	چرخ دنده شانه ای

۵۲.....	پهنای شنی.....
۵۲.....	سیستم تعلیق.....
۵۴.....	نکات امینی در تسمه ها.....
۵۴.....	روش‌های طراحی و ساخت تسمه.....
۵۴.....	زنجیرهای غلطکی.....
۵۵.....	زنجیر نقاله.....
۵۶.....	تسمه‌های تارتی.....
۵۷.....	اورینگ.....
۵۸.....	تسمه و پولی خود.....
۵۸.....	تسمه تایمینگ (تسمه دنداندار سنکرون).....
۵۹.....	تسمه دابل.....
۶۰.....	تلفیق تسمه تایمینگ و تسمه‌های دیگر.....
۶۳.....	استفاده از تسمه‌های لاستیکی ساده.....
۶۳.....	ساخت تسمه تخصصی.....
۶۴.....	تسمه ضد سایش.....
۶۵.....	زنجیرهای غلتکی و چرخ زنجیر.....
۶۸.....	تسمه تایمینگ.....
۷۳.....	بلبرینگ.....
۷۵.....	یاتاقان‌های غلتشی.....
۷۶.....	یاتاقان‌های لغزشی.....
۷۶.....	پیچ و مهره.....
۷۹.....	کوپلینگ.....

۸۰.....	خار فنی
۸۱.....	معرفی برخی از تکنیک‌های ساخت قطعات
۸۲.....	ساده‌سازی
۸۲.....	کاهش تنوع قطعات
۸۳.....	گرد تراشی
۸۵.....	فرزکاری
۸۶.....	دستگاه‌ها
۸۶.....	CNC
۸۷.....	ماشین اسپارک
۸۸.....	وایرکات
۹۰.....	دستگاه چاپ ۳ بعدی
۹۱.....	معرفی چاپگرهای سه بعدی
۹۳.....	ارزش چاپگرهای سه بعدی
۹۳.....	کاربرد چاپگرهای سه بعدی
۹۴.....	سوپر دریل
۹۴.....	اره کاری
۹۵.....	اره آهن بر دستی
۹۵.....	اره آهن بر ماشینی
۹۵.....	اره مدور رومیزی
۹۶.....	اره مدور قابل حمل
۹۶.....	اره‌ای دستی چوب‌بر
۹۶.....	ساخت قطعات کامپوزیتی
۹۹.....	کولار یا آرامید

۱۰۰	سوراخ کاری به کمک دریل
۱۰۰	دریل دستی
۱۰۲	دریل ستونی یا کارگاهی
۱۰۳	مینی دریل
۱۰۳	دریل رادیال
۱۰۴	صفحه تراش
۱۰۴	سری تراشی
۱۰۵	مدل سازی باری و ریخته گری
۱۰۷	ساخت فنر
۱۰۷	فنر استوانه ای فشاری
۱۰۸	فنر استوانه ای کششی
۱۰۸	فنر تک حلقه
۱۰۸	سنگ زنی
۱۰۸	سنگ زنی سطح
۱۰۹	سنگ زنی استوانه ای
۱۰۹	سنگ رومیزی
۱۱۰	سنگ انگشتی
۱۱۰	رنگ آمیزی
۱۱۱	پاشش رنگ پودری و خشک کردن درون کوره
۱۱۱	رنگ اتومبیل
۱۱۱	رنگ با اسپری رنگ
۱۱۲	سیاه کاری فولاد

۱۱۳.....	جوش آرمکون و نقره
۱۱۴.....	چسب‌های قطره‌ای

فصل دوم: الکترونیک

۱۱۹.....	مقدمه ای بر اجزای الکترونیک.....
۱۱۹.....	جریان الکتریک
۱۱۹.....	جریان مستقیم و متناوب
۱۲۰.....	بسامد یا فرکانس جریان متناوب
۱۲۰.....	ولتاژ یا اختلاف پتانسیل
۱۲۰.....	مقاومت الکتریکی
۱۲۱.....	مشخصه‌های مقاومت
۱۲۱.....	تعیین مقدار مقاومت‌های ثابت
۱۲۱.....	رمزهای رنگی
۱۲۲.....	رمز چاپی
۱۲۲.....	مقاومت متغیر
۱۲۳.....	اتصال سری مقاومت‌ها
۱۲۴.....	اتصال موازی مقاومت‌ها
۱۲۴.....	تقسیم ولتاژ
۱۲۴.....	خازن
۱۲۵.....	ساختمان خازن
۱۲۵.....	خازن مسطح (خازن تخت)
۱۲۶.....	ظرفیت خازن (C)
۱۲۷.....	شارژ یا پر کردن یک خازن

۱۲۷.....	دشارژ یا تخلیه یک خازن
۱۲۸.....	بستن خازن‌ها به روش موازی
۱۲۸.....	بستن خازن‌ها به صورت سری
۱۲۸.....	کاربرد خازن
۱۲۹.....	انواع خازن
۱۲۹.....	خازن‌های ثابت
۱۳۰.....	خازن‌های متغیر
۱۳۱.....	خازن‌های نیمه رسانا
۱۳۱.....	خازن‌های سرامیکی
۱۳۱.....	خازن‌های ورقه‌ای
۱۳۲.....	خازن‌های کاغذی
۱۳۲.....	خازن‌های پلاستیکی
۱۳۲.....	خازن‌های میکا
۱۳۳.....	خازن‌های الکترولیتی
۱۳۳.....	خازن آلومینیومی
۱۳۴.....	خازن تانتالیوم
۱۳۴.....	کلید (سوئیچ)
۱۳۵.....	دیود
۱۳۶.....	بایاس دیود
۱۳۷.....	انواع دیودها
۱۳۸.....	دیود نور دهنده LED
۱۳۹.....	فتو دیود

۱۳۹.....	ترانزیستور.....
۱۴۳.....	زوج دارلینگتون.....
۱۴۵.....	رله (relay).....
۱۴۷.....	مدارهای منبع تغذیه.....
۱۴۷.....	تغذیه سوئیچینگ.....
۱۴۹.....	تغذیه آنالوگ.....
۱۵۰.....	سنسور فاصله.....
۱۵۱.....	انتخاب سنسور.....
۱۵۲.....	اساس کار سنسورهای فشار.....
۱۵۲.....	درایورهای H-bridge.....
۱۵۳.....	نیروی محرکه القایی بازگشتی و دیرهای حفاظتی.....
۱۵۴.....	مشکل دیگر نیروی محرکه القایی بازگشتی.....
۱۵۵.....	یک مدار H-bridge ساده (با جریان پایین).....
۱۵۷.....	اسکنر لیزری.....
۱۵۸.....	سنسور دما آرایه ای.....
۱۵۹.....	سنسور حرارتی.....
۱۶۱.....	سنسورهای مادون قرمز پسیو.....
۱۶۲.....	کینکت.....
۱۶۳.....	کاربرد برای کینکت.....
۱۶۶.....	سیستم سنجش موقعیت بر پایه اینرسی (IMU).....
۱۶۷.....	شتاب سنج.....
۱۷۰.....	ژیروسکوپ.....
۱۷۲.....	تلفیق داده های خروجی شتاب سنج و ژيروسکوپ.....

۱۷۴.....	میکروکنترلر چیست؟
۱۷۴.....	تفاوت میکروپروسسور، میکرو کامپیوتر و میکرو کنترلر
۱۷۵.....	انواع میکرو کنترلرها
۱۷۶.....	انتخاب میکروکنترلر
۱۷۷.....	میکروکنترلرهای خانواده AVR
۱۷۸.....	کاربردهای میکروکنترلرهای AVR
۱۷۹.....	تقسیم‌بندی میکروکنترلرهای AVR
۱۷۹.....	میکروکنترلرهای AVR - ATmega
۱۸۰.....	نوسان‌ساز کریستالی فرکانس پایین
۱۸۱.....	کریستال فرکانس بالای کوآرتز یا ریزوناتور رامیکی

فصل ۴: برنامه نویسی

۱۸۵.....	مقدمه‌ای بر زبان برنامه نویسی C
۱۸۶.....	مرجع زبان C
۱۸۶.....	انواع داده
۱۸۶.....	متغیرها
۱۸۸.....	ثابت‌ها
۱۸۸.....	ثابت‌ها و متغیرهای آرایه‌ای
۱۸۹.....	عملگرها
۱۹۱.....	عبارات شرطی و کنترلی
۱۹۲.....	ساختار تصمیم‌گیری if
۱۹۳.....	ساختار تصمیم‌گیری else if

۱۹۴	 Switch	ساختار تصمیم‌گیری
۱۹۵	 for	حلقه تکرار
۱۹۶	 while	حلقه تکرار
۱۹۶	 break	فرمان
۱۹۶	 continue	فرمان
۱۹۷	 CodeVision	مقدمه‌ای بر
۱۹۷		انواع کامپایلرها
۱۹۷	 C	کامپایلرهای
۱۹۸	 CodevisionAVR	آشنایی با نرم‌افزار
۱۹۸	 CodevisionAVR	طریقه فعال‌سازی نرم‌افزار
۲۰۴		ایجاد یک پروژه جدید
۲۱۶	 C	ساختار برنامه‌ها در
۲۱۷	 C	توابع در زبان
۲۱۹	 (Fuse Bits)	فیوز بیت‌ها
۲۱۹	 CKSEL0...3	فیوز بیت‌های
۲۲۰	 SUT0 و SUT1	فیوز بیت‌های
۲۲۰	 BODLEVEL و BODEN	فیوز بیت‌های
۲۲۱	 BOOTRST	فیوز بیت
۲۲۲	 (Chip)	تنظیمات مربوط به نوع میکروکنترلر

۲۲۳.....	تنظیمات مربوط به ورودی و خروجی‌ها (Ports)
۲۲۴.....	تنظیمات مربوط به حافظه SRAM خارجی (External SRAM)
۲۲۴.....	تنظیمات مربوط به وقفه‌های خارجی (External IRQ)
۲۲۵.....	تنظیمات مربوط به مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)
۲۲۷.....	تایمرها و شمارنده‌ها
۲۲۷.....	تایمر/کانتر سفید
۲۲۷.....	تایمر/کانتر یک
۲۲۸.....	تایمر/کانتر دو
۲۲۹.....	حالت Normal Mode
۲۳۳.....	تایمر Watchdog
۲۳۴.....	دسترسی به EEPROM درونی
۲۳۵.....	تنظیمات LCD
۲۳۶.....	پروتکل I2C
۲۳۶.....	مقدمه‌ای بر ROS
۲۳۷.....	آشنایی با ROS
۲۳۹.....	آشنایی با Topic در ROS
۲۴۲.....	مقدمه‌ای بر OpenCV
۲۴۳.....	مقدمه‌ای بر مسئله SLAM

فصل چهارم: اصول کنترل

۲۶۹	 اصول کنترل
۲۶۹	 انواع سیستم‌های کنترلی
۲۷۱	 کنترل‌های دو وضعیتی
۲۷۳	 کنترل‌های تناسبی (P)
۲۷۴	 کنترل‌های انتگرالی (I)
۲۷۵	 کنترل مشتقی (D)
۲۷۶	 کنترل PID
۲۷۸	 تأثیر نویز بر کنترلر مشتقی
۲۷۸	 تأثیر تغییرات سیگنال مرجع
۲۷۹	 کوک شدگی کنترلر انتگرالی
۲۸۱	 تنظیم ضرایب کنترلر
۲۸۲	 پیاده سازی کامپیوتری

فصل پنجم: طراحی یک ربات

۲۸۷	 طراحی یک ربات پایه متحرک
۲۹۰	 محاسبه ابعاد روبات پایه متحرک
۲۹۱	 محاسبه نیروهای وارد بر بازوی روبات
۲۹۵	 محاسبه میزان قدرت موتورهای مورد استفاده در روبات
۲۹۶	 محاسبه نیروهای وارد بر روبات هنگام بالا رفتن از سطح شیبدار
۲۹۸	 تصاویر روبات طراحی شده بوسیله نرم افزار SOLIDWORKS
۳۰۱	 طراحی مدار راه انداز برای کنترل ربات
۳۰۱	 مدار منبع تغذیه ربات

۳۰۲.....	مدار درایور موتور برای سیستم های حرکتی DC
۳۰۴.....	مدار کنترلر ربات
۳۰۶.....	آشنایی و نحوه شرکت در مسابقات رباتیک
۳۰۷.....	خرید قطعات لازم برای ساخت ربات
۳۰۹.....	واژگان فارسی
۳۱۵.....	منابع و مآخذ
۳۱۶.....	منابع اینترنتی

www.ketab.ir

ربات ها مظهر مهیج ترین تکنولوژی پیشرفته در عصر حاضر هستند، مخصوصاً ربات هایی که می توانند از حرکات انسانی تقلید کنند. ربات های خزنده، دوده، پرنده و شناگر توجه هر کسی را به خود جلب می کنند. ربات ها به ویژه در میان جوانان و نوجوانان علاقمندان زیادی دارند، و هر روز شاهد رقابت های مهیجی بین تیم های رباتیک مدارس و دانشگاه های مختلف دنیا هستیم (که در میان آنها تیم های رباتیک دانش آموزان و دانشجویان ایرانی از اعتبار بالایی برخوردار هستند). همین توجه همگانی باعث شده تا اغلب پیشرفت های مهم در رباتیک توسط افراد غیر حرفه ای و پژوهشگران مستقل صورت گیرد. رباتیک یک تکنولوژی مستقل نیست، بلکه مجموعه ای از علوم و تکنولوژی های مختلفی مانند مکانیک، الکترونیک، سیستم های کنترل، برنامه نویسی و زیست شناسی. رویای خلق موجودات مصنوعی از زمان های قدیم با انسان ها بوده است؛ دانشمندانی مانند لئوناردو داوینچی، نیکولا تسلا نیز تلاش های زیادی در این زمینه به خرج دادند. جذابیت ربات ها در این است که شباهت زیادی به موجودات زنده (مخصوصاً انسان) دارند. امروزه شاهد ربات هایی هستیم که به خوبی می بینند، حس می کنند، راه می روند و کارهای پیچیده دیگر را انجام می دهند. علم رباتیک در اصل در صنعت کاربرد فروانی دارد و تأثیر آن را در محصولات و خدماتی که هر روزه استفاده می کنیم، می بینیم. ربات ها معمولاً در مواردی استفاده می شوند که کار را بهتر از یک انسان انجام دهند یا در محیط پرخطر فعالیت نمایند مانند اکتشافات در مکان های خطرناک، مانند آتشفشان ها که می توان بدون به خطر انداختن انسان ها انجام داد.

تاریخچه

روبات چیست؟

اولین نسل روبات ها در حوالی سال ۱۹۷۰ ساخته شد که قابلیت برنامه ریزی نداشته و روبات هایی ساکن بودند و دستگاه های الکترونیکی و مکانیکی بدون هیچگونه حسگری در آنها مورد استفاده قرار می گرفت. تقریباً ده سال بعد، نسل دوم روبات ها که هم حسگر (Sensor) داشتند و هم قابل برنامه ریزی بودند طراحی و ساخته شدند. نسل سوم روبات ها حدود سال ۱۹۹۰ ساخته شد و توانایی هایی از قبیل ساکن یا متحرک بودن، استقلال و خودمختاری و تشخیص گفتار در آنها به چشم می خورد. در نهایت آخرین نسل روبات ها که هم اکنون نیز در فاز تحقیق و توسعه می باشد مسائلی از قبیل هوش مصنوعی، خود نسخه برداری و در ابعاد نانو بودن را در بر می گیرد. جزئیات بیشتری از این سیر در زیر آورده شده است: