

آنالیز مکانیزم‌ها و ربات‌ها با

MATLAB

تألیف: Dan B. Marghitu

ترجمه: مهندس محسن حاجی زین العابدینی

مهندس سجاد شاه‌حسینی

انتشارات
ماهور

Marghitu, Dan B

سرشناسه : مارگیتو، دن بی.
عنوان و نام پدیدآور : آنالیز مکانیزم‌ها و ربات‌ها با MATLAB/تألیف دن بی مارگیتو؛ ترجمه محسن حاجی‌زین‌العابدینی، سجاد شاه‌حسینی.
مشخصات نشر : تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری : ۲۲۲ ص: مصور+ یک لوح فشرده.
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۴۳۰-۱ بها: ۱۰۰۰۰۰ ریال به همراه CD
وضعیت فهرست‌نویسی : فیا
یادداشت : عنوان اصلی: Mechanisms and robots analysis with matlab, 2009.
یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۲۲.
موضوع : مطلب (برنامه کامپیوتر)
موضوع : رباتیک -- شبیه‌سازی کامپیوتری
موضوع : ربات‌ها -- حرکت‌شناسی.
شناسه افزوده : شاه‌حسینی، سجاد، ۱۳۶۳- مترجم
شناسه افزوده : حاجی‌زین‌العابدینی، محسن، ۱۳۶۳- مترجم
رده بندی کنگره : TJ۲۱۱/۳۷ ۱۳۸۹ TJ۲۱۱/۳۷
رده بندی دیویی : ۶۲۹/۸۹۲
شماره کتابشناسی ملی : ۲۰۷۶۷۰۹



www.naghonspress.ir



چاپ اول

نام کتاب : آنالیز مکانیزم‌ها و ربات‌ها با MATLAB
ناشر : انتشارات ناقوس
ناشر همکار : انتشارات الیاس
تألیف : دن بی مارگیتو
ترجمه : مهندس محسن حاجی‌زین‌العابدینی، مهندس سجاد شاه‌حسینی
چاپ اول : ۱۳۸۹
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
لیتوگرافی : فراز نکر
چاپ : علامه
صحافی : علامه
حروف‌نگار و صفحه‌آرا : مریم رضانی
قیمت به همراه CD : ۱۰۰۰۰۰ ریال
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۴۳۰-۱
ISBN : 978-964-377-430-1

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است. تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر به صورت حروفچینی یا چاپ مجدد، چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است و بیکرد قانونی دارد.

مراکز پخش:

۱- انتشارات ناقوس: میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، خیابان روانمهر، کوچه دولتشاهی، پلاک ۲

تلفن و فاکس: ۶۶۲۰۸۵۲۰ - ۶۶۲۰۱۷۹۸ - ۶۶۲۱۷۰۷۲ - ۶۶۴۶۶۷۹۳

۲- کتابفروشی الیاس: خیابان انقلاب، نیش فروردین تلفن: ۶۶۲۰۵۰۸۳

فهرست مطالب

۷.....	پیش‌گفتار
۱۳.....	مقدمه مترجمین
۱۵.....	فصل اول: مقدمه
۱۱.....	۱-۱ درجه آزادی و قابلیت حرکت
۱۴.....	۲-۱ اتصالات سینماتیکی
۲۰.....	۳-۱ دیاد
۲۲.....	۴-۱ حلقه‌های مستقل
۲۲.....	۵-۱ تجزیه مکانیزمهای صفحه‌ای
۳۱.....	فصل دوم: آنالیز مکان
۳۷.....	۱-۲ روش کارتزین مطلق
۲۸.....	۲-۲ مکانیزم لنگ لغزنده (RRRT)
۳۲.....	۳-۲ مکانیزم چهار میله‌ای (RRRR)
۳۷.....	۴-۲ مکانیزم (R-RRT-RRT)
۴۱.....	۵-۲ مکانیزم (R-RRT-RRT): دوران کامل
۴۱.....	۱-۵-۲ روش ۱: شرایط قیدی
۴۶.....	۲-۵-۲ روش ۲: تابع فاصله اقلیدسی
۴۸.....	۶-۲ مسیر حرکت یک نقطه‌ای از اهرم در حرکت کلی صفحه‌ای
۵۰.....	۷-۲ ایجاد یک فیلم
۵۷.....	فصل سوم: آنالیز سرعت و شتاب
۵۷.....	۱-۳ مقدمه
۵۴.....	۲-۳ میدان سرعت جسم صلب
۵۶.....	۳-۳ میدان شتاب جسم صلب
۵۹.....	۴-۳ حرکت نسبی یک نقطه نسبت به جسم صلب
۶۲.....	۵-۳ مکانیزم لنگ لغزنده (RRRT)
۶۹.....	۶-۳ مکانیزم چهار میله‌ای (RRRR)
۷۳.....	۷-۳ معکوس مکانیزم لنگ لغزنده (RRRT)
۸۰.....	۸-۳ مکانیزم (R-RRT-RRT)
۸۶.....	۹-۳ روش مشتق‌گیری
۱۰۱.....	۱۰-۳ معادلات حلقه‌های مستقل
۱۱۷.....	فصل چهارم: آنالیز نیروهای دینامیکی

۱-۴	معادلات حرکت برای حرکت کلی صفحه‌ای	۱۱۳
۲-۴	روش دالامبر	۱۱۸
۳-۴	دیاگرام جسم آزاد	۱۱۹
۴-۴	آنالیز نیرو با استفاده از دیاگرام	۱۲۰
۱-۴-۴	دیاگرام RRR	۱۲۰
۲-۴-۴	دیاگرام RRT	۱۲۲
۳-۴-۴	دیاگرام RTR	۱۲۳
۵-۴	آنالیز نیرو به روش حلقه	۱۲۴
۶-۴	مکانیزم لنگ لغزنده (RRRT)	۱۲۵
۱-۶-۴	نیروها و گشتاورهای اینرسی	۱۲۸
۲-۶-۴	نیرو اتصالات و گشتاور محرک	۱۳۰
۷-۴	مکانیزم (R-RRT-RRT)	۱۴۹
۱-۷-۴	نیروها و گشتاورهای اینرسی	۱۵۳
۲-۷-۴	نیرو اتصالات و گشتاور محرک	۱۵۶
	فصل پنجم: دینامیک مستقیم: معادلات حرکت اولر-نیوتن	۱۸۳
۱-۵	آونگ	۱۷۹
۲-۵	آونگ دو درجه آزادی	۱۸۷
۳-۵	بازوی مکانیکی یک درجه آزادی صفحه‌ای (بدون درجه آزادی مجری نهایی)	۱۹۴
۴-۵	بازوی مکانیکی دو درجه آزادی صفحه‌ای (بدون درجه آزادی مجری نهایی)	۱۹۷
	فصل ششم: دینامیک تحلیلی مکانیزم‌های زنجیره باز	۲۰۵
۱-۶	مختصات عمومی و قیود سینماتیکی	۲۰۳
۲-۶	قوانین حرکت	۲۰۵
۳-۶	معادلات لاگرانژ برای بازوی مکانیکی دو درجه آزادی	۲۰۷
۴-۶	ماتریس تبدیل دوران	۲۱۷
۵-۶	بازوی ربات RRT	۲۲۰
۱-۵-۶	دینامیک مستقیم	۲۲۲
۲-۵-۶	دینامیک معکوس	۲۳۷
۳-۵-۶	معادلات دینامیکی کین	۲۴۰
۶-۶	بازوی ربات RRTR	۲۴۶
	فصل هفتم: مسائل	۲۶۵
۱-۷	مجموعه مسائل مکانیزم‌ها	۲۶۳
۲-۷	مجموعه مسائل ربات‌ها	۲۷۸
	پیوست: برنامه‌ها	۲۹۳

پیوست A: برنامه‌های فصل 2: آنالیز مکان.....	۲۹۱
پیوست A.1: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT).....	۲۹۱
پیوست A.2: مکانیزم چهار میله‌ای (R-RRR).....	۲۹۲
پیوست A.3: مکانیزم (R-RTR-RTR).....	۲۹۴
پیوست A.4: مکانیزم (R-RTR-RTR) دوران کامل.....	۲۹۷
پیوست A.5: مکانیزم (R-RTR-RTR) دوران کامل با استفاده از تابع فاصله اقلیدسی.....	۲۹۹
پیوست A.6: مسیر یک نقطه بر روی میله رابط مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT) در حرکت صفحه‌ای.....	۳۰۲
پیوست A.7: مسیر یک نقطه بر روی میله رابط مکانیزم چهار میله‌ای (R-RRR) در حرکت صفحه‌ای.....	۳۰۳
پیوست B.1: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT).....	۳۰۴
پیوست B.2: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT).....	۳۰۷
پیوست B.3: مکانیزم لنگ لغزنده معکوس (R-RRT).....	۳۱۱
پیوست B.4: مکانیزم (R-RTR-RTR).....	۳۱۵
پیوست B.5: مکانیزم (R-RTR-RTR) از روش مشتقگیری.....	۳۲۱
پیوست B.6: مکانیزم لنگ‌لغزنده معکوس از روش مشتقگیری.....	۳۲۴
پیوست B.7: مکانیزم (R-RTR) از روش مشتقگیری.....	۳۲۶
پیوست B.8: مکانیزم (R-RRR) از روش مشتقگیری.....	۳۲۸
پیوست B.9: مکانیزم (R-RTR-RTR) از روش حلقه.....	۳۳۲
پیوست C: برنامه‌های فصل ۴: آنالیز نیروهای دینامیکی.....	۳۳۷
پیوست C.1: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT) به روش نیوتن-اولر.....	۳۳۷
پیوست C.2: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT) به روش دالامبر.....	۳۴۲
پیوست C.3: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT) به روش دیاد.....	۳۴۵
پیوست C.4: مکانیزم لنگ لغزنده (R-RRT) به روش حلقه.....	۳۴۹
پیوست C.5: مکانیزم (R-RTR-RTR) به روش نیوتن-اولر.....	۳۵۳
پیوست C.6: مکانیزم (R-RTR-RTR) به روش دیاد.....	۳۶۴
پیوست C.7: مکانیزم (R-RTR-RTR) به روش حلقه.....	۳۷۴
پیوست D.1: آونگ.....	۳۸۴
پیوست D.2: آونگ با استفاده از m-file $(R(t,x))$	۳۸۶
پیوست D.3: آونگ دو درجه آزادی.....	۳۸۷
پیوست D.4: آونگ دو درجه آزادی با استفاده از m-file $(RR.m)$	۳۸۸
پیوست D.5: بازوی ربات تک لینکی صفحه‌ای.....	۳۹۰
پیوست D.6: بازوی ربات تک لینکی صفحه‌ای با استفاده از m-file $(Rrobot.m)$	۳۹۱
پیوست D.7: بازوی ربات دو لینکی با استفاده از m-file $(RRrobot.m)$	۳۹۲
پیوست E: معادلات لاگرانژ برای بازوی ربات دو لینکی.....	۳۹۴

پیوست E.2: دینامیک معکوس بازوی ربات دو لینکی.....	۳۹۷
پیوست E.3: بازوی ربات RRT.....	۳۹۹
پیوست E.4: دینامیک معکوس بازوی ربات RRT.....	۴۰۵
پیوست E.5: معادلات دینامیک کین برای بازوی ربات RRT.....	۴۰۸
پیوست E.6: بازوی ربات RRTR.....	۴۱۲
مراجع	۴۲۳

پیش‌گفتار

مکانیزم‌ها و ربات‌ها اجزای ضروری سیستم‌های مکانیکی بوده و می‌باشند. مکانیزم‌ها و ربات‌ها برای انتقال نیرو، گشتاور و انجام دقیق حرکت و کار استفاده می‌شوند. دانش سینماتیک و دینامیک زنجیره‌های سینماتیکی (یعنی مکانیزم‌ها و ربات‌ها) برای طراحی و کنترل آنها از اهمیت بسیاری برخوردار است. MATLAB ابزار مدرنی است که روش‌های محاسبات ریاضی را دگرگون ساخته، زیرا MATLAB فقط امکان محاسبات عددی را فراهم نمی‌کند بلکه محاسبات تحلیلی را با بکارگیری کامپیوتر آسان کرده است. کتاب موجود MATLAB را به عنوان ابزاری برای حل مسائل مکانیزم‌ها و ربات‌ها معرفی می‌نماید و هدف آن نشان دادن راحتی کار با MATLAB برای آنالیز مکانیزم‌ها و ربات‌ها و حل مسائل نمونه با دستورات MATLAB می‌باشد. MATLAB در بدست آوردن حل هر مسئله در مکانیزم‌ها یا ربات‌ها بسیار مفید می‌باشد. این کتاب شامل تعداد زیادی از مسائلی است که با بکارگیری MATLAB حل می‌شوند. برنامه‌های جامعی در پیوست انتهایی کتاب موجود می‌باشد.

فصل اول توضیح اصول زنجیره‌های سینماتیکی حلقه باز و بسته، درجه آزادی، اتصالات، دیادها، حلقه‌های مستقل می‌باشد. در فصل دوم استفاده از MATLAB برای یافتن موقعیت مکانیزم‌های صفحه‌ای با روش کارتزین مطلق تشریح می‌شود. موقعیت اتصالات برای محاسبه یک زاویه ورودی و برای یک چرخش کامل لینک ورودی محاسبه می‌شوند. یک تابع m-file خارجی می‌تواند جهت محاسبه موقعیت‌ها ارائه شود. سپس خط سیر یک نقطه روی یک لینک با حرکت کلی صفحه‌ای با بکارگیری MATLAB ترسیم می‌گردد. در فصل سوم سرعت‌ها و شتاب‌ها بررسی می‌شوند. MATLAB ابزاری مناسبی برای توسعه حل تحلیلی و نتایج عددی برای سینماتیک با بکارگیری روش‌های کلاسیک، روش دیفرانسیلی و دستگاه حاصل از معادلات حلقه‌های مستقل می‌باشد. در فصل چهارم، نیروی اتصالات در سه روش با بکارگیری دیاگرام آزاد هر لینک، دیاگرام آزاد دیادها و روش حلقه محاسبه می‌شوند. توابع MATLAB همچنین برای یافتن و حل معادلات جبری حرکت به کار گرفته می‌شوند. مسائل دینامیک با روش نیوتن-اولر در فصل پنجم ارائه می‌شود. معادلات حرکت استنتاج شده با محاسبات پارامتری و دستگاه معادلات دیفرانسیلی با روش‌های عددی حل می‌شوند. سرانجام، در فصل آخر کامپیوتر برای یافتن معادله لاگرانژ و معادلات دینامیکی کین برای ربات‌های خاص به کار می‌رود.

مقدمه مترجمین

با توجه به روند رو به رشد محاسبات با رایانه و وجود نرم افزار قدرتمندی مانند MATLAB که علاوه بر فراهم آوردن محاسبات عددی امکان محاسبات پارامتری را نیز فراهم آورده است. اساتید و متخصصین هر یک از شاخه های علوم و مهندسی سعی در به کارگیری این نرم افزار قدرتمند به طور تخصصی در رشته ی خود را دارند. کتابی که پیش رو دارید تلاشی است در زمینه آموزش نرم افزار matlab در آنالیز مکانیزم ها و ربات ها (آنالیز سینماتیک و دینامیک)، این کتاب می تواند به عنوان مکمل مراجع دروس دینامیک، دینامیک ماشین و طراحی مکانیزم ها دوره کارشناسی مهندسی مکانیک و همچنین راهنمایی برای انجام پایان نامه های دوره کارشناسی و پروژه های درسی دروس رباتیک پیشرفته و طراحی مکانیزم های پیشرفته دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک قرار گیرد. به طوری که علاوه بر مرور سرفصل های اصلی این دروس امکان حل مسائل، تمرین ها و پروژه های تعریف شده در این دروس را به سادگی به کمک MATLAB فراهم می آورد به طوری که از گرفتار آمدن در کار طاقت فرسای انجام حجم زیادی از عملیات و محاسبات ریاضی اجتناب می شود که این امر موجب صرف زمان بسیار کمتر و پرهیز از خطاهای محاسباتی در حل مسائل و انجام پروژه ها می شود.

لوح فشرده همراه کتاب حاوی برنامه های موجود در ضمیمه کتاب و یک سری m-file مورد نیاز برای اجرای این برنامه ها می باشد که محتویات این m-file ها در متن کتاب به طور مبسوط توضیح داده شده است. خواننده محترم می تواند علاوه بر رجوع به جزئیات برنامه ها در ضمیمه آنها را به سادگی از روی لوح فشرده اجرا و با تغییر جزئی در داده های ورودی و ساختارشان برای حل مسائل خود از آنها سود جوید.

برای ایجاد تعامل دو سویه با خوانندگان محترم وبلاگی به آدرس mechanismandrobot.blogfa.com ایجاد شده است تا اصلاحات و تغییرات و همچنین مطالب جدید و تکمیلی در مورد این کتاب از این طریق به اطلاع خوانندگان عزیز رسانده شود. این کوشش بدون شک خالی از اشکال و نقص نمی باشد از این رو از خوانندگان عزیز تقاضا داریم که با ارسال انتقادات و اصلاحات خود و هر آنچه که فکر می کنند منجر به بهبود و ارتقاء این اثر می شود، به پست الکترونیکی naghoos_andisheh@yahoo.com ما را در اصلاح چاپ های بعدی این اثر یاری نمایند.

در پایان بر خود می دانیم از همگی دست اندرکاران انتشارات ناقوس که زمینه چاپ و طبع این کتاب را فراهم آوردند تشکر کنیم و نیز از آقایان مهندس مرتضی سلیمی بحری، مهندس علی افشار که در بازخوانی و اصلاح این کتاب ما را یاری کرده اند قدردانی می نمائیم و در انتها از مهندس ایمان حاجی زین العابدینی که در مراحل مختلف ترجمه و آماده سازی این کتاب همراه ما بودند سپاسگزاریم.