٤١١٤٩

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تاریخ بازدید

دانشگاه صنعتی اصفهان

۱۳۸۱ /۴/ ۳۰

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

گرایش طراحی کاربردی

طراحی بهینه رباتهای موازی

توسط: شهرام هادیان جزی

زیر نظر: دکتر عباس فتاح

زمستان ۱۳۷۹

۴۱۲۴۹

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، گرایش طراحی کاربردی آقای شهرام هادیان جزی

تحت عنوان

طراحی بهینه رباتهای موازی

در تاریخ ۱۳۷۹/۱۲/۱۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پروژه — دکتر عباس فتاح

۲- استاد مشاور پروژه — دکتر مصطفی غیور

۳- استاد مشاور پروژه — دکتر سید حسن موسوی

٤- استاد داور — دکتر حسن نحوی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده — دکتر حسن خادمی زاده

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

بارالها ! تو را سپاس می گویم که این فرصت را به من عطا فرمودی تا در مسیر علم و دانش که همانا راه توست، قدمی هرچند ناچیز بردارم و شیرینی آنرا که آمیخته با عشق تو است، در وجودم احساس کنم.

پروردگارا ! تو را شکر می گویم، به خاطر پدر و مادری مهربان، که هر چه داشتند به پای فرزندانشان ریختند، خود سوختند تا شمعی فروزان بر هر راه پر مخاطره زندگیمان باشند و به راستی چه سپاسی جز سپاس تو و چه پاداشی جز لطف و رضایت تو، شایسته عشق پاکشان است.

خداوندا ! تو را سپاس می گویم به خاطر خواهری فداکار و برادرانی مهربان، که در جاده پر فراز و نشیب زندگی ام، چونان ستونی استوار و دیواری سترگ پشتیبانم بودند.

بارالها ! تو را شکر می گویم که معلمان و دوستانی شایسته نصیبم نمودی، فرهیختگانی که بدون حضورشان، رسیدن به این مرحله برایم بسی دشوار و طاقت فرسا می نمود.

پروردگارا ! هر آنچه لازمه یک زندگی خوب و موفق است، به من بخشیدی و هر آنچه لطف است، شامل حالم نمودی. پس تو خود نیز توان و همتی شایسته به من عطا کن، باشد که گوشه ای را جبران نمایم.

بلبل از فیض گل آموخت سخن، ورنه نبود این همه قول و غزل تعبیه در منقارش

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نو آوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی
اصفهان است.

تقدیم به پدرم که مردانگی را به من آموخت و مادرم که از عشق و محبت سرشارم کرد.

تقدیم به خواهرم سیمین که چون کوه استوار بود و برادرم محسن که چون دریا بی کران.

و تقدیم به احسان که استوار و بی کران و مهربان است.

غلام همت آنم که زیر چرخ کبود از آنچه رنگ تعلق پذیرد آزاد است

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... شش
فهرست اشکال ..... هشت
چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱-مقدمه ای بر رباتهای موازی ۲
۱-۲-طراحی بهینه ۸
۱-۲-۱-بهینه سازی رباتهای موازی ۹
۱-۳-تحقیقات انجام شده در این زمینه ۱۰
۱-٤-اهداف تحقیق در این پروژه ۱۱
۱-۵-روند بحث ۱۳

فصل دوم: طراحی بهینه رباتهای موازی

۲-۱-بهینه سازی ۱٤
۲-۱-۱-بهینه سازی حجم فضای کار بدون در نظر گرفتن کیفیت و چگونگی آن ۱۵
۲-۱-۲-فضای کار ۱٦
۲-۱-۳-بهینه سازی فضای کار با کیفیت مناسب ۱۸
۲-۲-تعاریف اولیه ۲۲
۲-۲-۱-ربات موازی فضایی با سه درجه آزادی ۲۲
۲-۲-۲-ربات استوارت پلاتفرم(SPM) ۲٤
۲-۲-۳-مشخصات رباتهای موازی مورد بررسی ۲٤
۲-۳-تحلیل سینماتیکی رباتهای مورد بررسی ۲٦
۲-۳-۱-ربات موازی فضایی با سه درجه آزادی ۲۹
۲-۳-۲-ژاکوبین ربات موازی فضایی سه درجه آزادی ۳۰
۲-۳-۳-ربات موازی استوارت پلاتفرم ۳۱
۲-۳-٤-ژاکوبین ربات موازی استوارت پلاتفرم ۳۲
۲-٤-پارامترهای طراحی ۳۳

فصل سوم: طراحی بهینه رباتهای موازی با معیار بیشترین حجم فضای کار

۳-۱-بهینه سازی ربات موازی فضایی سه درجه آزادی ۳۵
۳-۱-۱-تحلیل نتایج ٤۱

۳-۲-بهینه سازی ربات موازی شش درجه آزادی استوارت پلاتفرم ۵۲
۳-۲-۱-تحلیل نتایج ۵۸

فصل چهارم: طراحی بهینه رباتهای موازی با معیار کیفیت فضای کار
٤-۱-بهینه سازی ربات موازی فضایی سه درجه آزادی ٦۹
٤-۱-۱-تحلیل نتایج ۷٤
٤-۱-۲-بهینه سازی حجم فضای کار با زوایای به دست آمده در بخش ٤-۱-۱ ..... ۸۵
٤-۲-بهینه سازی ربات شش درجه آزادی استوارت پلاتفرم ۸٦
٤-۲-۱-تحلیل نتایج ۹۲
٤-۲-۲-بهینه سازی حجم فضای کار با زوایای به دست آمده در بخش ٤-۲-۱ ..... ۱۰٤

فصل پنجم: مقایسه
۵-۱-ربات فضایی سه درجه آزادی ۱۰٦
۵-۲-ربات فضایی شش درجه آزادی استوارت پلاتفرم ۱۱۰

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهاد
٦-۱-نتیجه گیری ۱۱٤
٦-۲-پیشنهادات ۱۱۵
پیوست ها ۱۱۷
فهرست مراجع ۱۲۲
چکیده انگلیسی ۱۲۵

فهرست اشکال

شکل(۱-۱) نمونه ای از ربات انسان نما ساخت هوندا ۳
شکل(۱-۲) ربات انسان نما در حال راه رفتن ٤
شکل(۱-۳) ربات انسان نما در حال بالا رفتن از پله ٤
شکل(۱-٤) نمونه ای از ربات سری به نام پوما ٥٦٠ ..... ٤
شکل(۱-٥) یک نوع ربات موازی سکودار ٦
شکل(۱-٦) نمونه ای از رباتهای ترکیبی ٦
شکل(۱-۷) ربات هایوارد ۷
شکل(۱-۸) ربات UTIAS Trussarm ۷
شکل (۱-۹) ربات موازی دلتا ۸
شکل(۱-۱۰) تصویری از یک سیمولاتور پرواز با شش درجه آزادی ۸

شکل(۲-۱) نمایی شماتیک از حرکات کلی هواپیما در فضا ۲۳
شکل(۲-۲) مشخصات هندسی ربات موازی فضایی با سه درجه آزادی ۲۳
شکل(۲-۳) مشخصات هندسی ربات موازی استوارت پلاتفرم ۲٤
شکل (۲-٤) حلقه بسته i ام ۲٦

شکل (۳-۱) نمودار گردشی محاسبه حجم فضای کار ربات موازی فضایی سه درجه آزادی ٤۰
شکل (۳-۲) حجم فضای کار واقعی ربات ٤۲
شکل (۳-۳) حجم فضای کلی در نظر گرفته شده ٤۲
شکل(۳-٤) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 355^\circ$ بر حسب c ٤۳
شکل(۳-٥) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 355^\circ$ بر حسب r ٤۳
شکل(۳-٦) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 25^\circ$ و $\varphi_3 = 35^\circ$ بر حسب c ٤٤
شکل(۳-۷) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 25^\circ$ و $\varphi_3 = 35^\circ$ بر حسب r ٤٤
شکل(۳-۸) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 60^\circ$ و $\varphi_3 = 100^\circ$ بر حسب c ٤٥
شکل(۳-۹) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 60^\circ$ و $\varphi_3 = 100^\circ$ بر حسب r ٤٥
شکل(۳-۱۰) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب c ٤٦
شکل(۳-۱۱) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب r ٤٦
شکل(۳-۱۲) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 200^\circ$ و $\varphi_3 = 270^\circ$ بر حسب c ٤۷
شکل(۳-۱۳) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 200^\circ$ و $\varphi_3 = 270^\circ$ بر حسب r ٤۷
شکل(۳-۱٤) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 330^\circ$ و $\varphi_3 = 335^\circ$ بر حسب c ٤۸

شکل(۳-۱۵) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 330^\circ$ و $\varphi_3 = 335^\circ$ بر حسب r ٤٨
شکل(۳-۱٦) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 180^\circ$ بر حسب c ٥١
شکل(۳-۱۷) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 180^\circ$ بر حسب r ٥١
شکل (۳-۱۸) نمودار گردشی محاسبه حجم فضای کار ربات موازی استوارت پلاتفرم..... ٥٧
شکل (۳-۱۹) فضای کار ربات استوارت پلاتفرم برای هندسه محاسبه شده در عملیات بهینه سازی ٥٩
شکل (۳-۲۰) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦١
شکل (۳-۲۱) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦١
شکل (۳-۲۲) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 30^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٢
شکل (۳-۲۳) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 30^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٢
شکل (۳-۲٤) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 40^\circ$ ، $\varphi_5 = 100^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٣
شکل (۳-۲٥) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 40^\circ$ ، $\varphi_5 = 100^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٣
شکل (۳-۲٦) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 120^\circ$ ، $\varphi_5 = 240^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٤
شکل (۳-۲۷) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 120^\circ$ ، $\varphi_5 = 240^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٤
شکل (۳-۲۸) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 200^\circ$ ، $\varphi_5 = 270^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٥
شکل (۳-۲۹) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 200^\circ$ ، $\varphi_5 = 270^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٥
شکل (۳-۳۰) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 320^\circ$ ، $\varphi_5 = 340^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٦
شکل (۳-۳۱) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 320^\circ$ ، $\varphi_5 = 340^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٦
شکل (۳-۳۲) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 10^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٧
شکل (۳-۳۳) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 10^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٧
شکل (۳-۳٤) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 90^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٦٨
شکل (۳-۳٥) حجم فضای کار برای $\varphi_3 = 10^\circ$ ، $\varphi_5 = 350^\circ$ ، $\zeta_1 = 90^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٦٨

شکل (٤-۱) نمودار گردشی محاسبه شاخص شرط عمومی برای ربات موازی فضایی سه درجه آزادی ٧٣
شکل(٤-۲) شکل هندسی سکوی ثابت ٧٤
شکل(٤-۳) شکل هندسی سکوی متحرک ٧٤
شکل (٤-٤) نمودار $\frac{1}{k}$ در صفحه $\psi=0$ ٧٥
شکل (٤-٥) نمودار $\frac{1}{k}$ در صفحه $\varphi = 0$ ٧٥
شکل (٤-٦) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 355^\circ$ بر حسب c ٧٦
شکل (٤-۷) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 5^\circ$ و $\varphi_3 = 355^\circ$ بر حسب r ٧٦
شکل (٤-۸) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 40^\circ$ و $\varphi_3 = 60^\circ$ بر حسب c ٧٧

شکل (٤-٩) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 40^\circ$ و $\varphi_3 = 60^\circ$ بر حسب r ٧٧
شکل (٤-١٠) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 85^\circ$ و $\varphi_3 = 110^\circ$ بر حسب c ٧٨
شکل (٤-١١) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 85^\circ$ و $\varphi_3 = 110^\circ$ بر حسب r ٧٨
شکل (٤-١٢) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب c ٧٩
شکل (٤-١٣) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب r ٧٩
شکل (٤-١٤) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 220^\circ$ و $\varphi_3 = 270^\circ$ بر حسب c ٨٠
شکل (٤-١٥) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 220^\circ$ و $\varphi_3 = 270^\circ$ بر حسب r ٨٠
شکل (٤-١٦) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 320^\circ$ و $\varphi_3 = 345^\circ$ بر حسب c ٨١
شکل (٤-١٧) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 320^\circ$ و $\varphi_3 = 345^\circ$ بر حسب r ٨١
شکل (٤-١٨) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی بر حسب L ٨٣
شکل (٤-١٩) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی بر حسب L در rهای مختلف با $c = 0.7$ ٨٣
شکل (٤-٢٠) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی بر حسب r در Lهای مختلف با $c = 0.7$ ٨٣
شکل (٤-٢١) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی بر حسب L در cهای مختلف با $r = 0.1$ ٨٤
شکل (٤-٢٢) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی بر حسب c در Lهای مختلف با $r = 0.1$ ٨٤
شکل(٤-٢٣) خط برازش شده بر مقادیر جدول (٤-٢) ٨٥
شکل (٤-٢٤) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب c ٨٦
شکل (٤-٢٥) حجم فضای کار برای $\varphi_2 = 120^\circ$ و $\varphi_3 = 240^\circ$ بر حسب r ٨٦
شکل(٤-٢٦) شکل هندسی سکوی ثابت ٩٠
شکل(٤-٢٧) شکل هندسی سکوی متحرک ٩٠
شکل (٤-٢٨) نمودار گردشی محاسبه شاخص شرط عمومی برای ربات موازی استوارت پلاتفرم ٩١
شکل (٤-٢٩) نمودار $\frac{1}{k}$ برای حالت خاص $x = 0$، $y = 0$، $\psi = 0$ و $\varphi = 0$ ٩٢
شکل (٤-٣٠) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 10^\circ$، $\varphi_5 = 350^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٩٤
شکل (٤-٣١) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 10^\circ$، $\varphi_5 = 350^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٩٤
شکل (٤-٣٢) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 10^\circ$، $\varphi_5 = 350^\circ$، $\zeta_1 = 10^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٩٥
شکل (٤-٣٣) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 10^\circ$، $\varphi_5 = 350^\circ$، $\zeta_1 = 10^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٩٥
شکل (٤-٣٤) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 40^\circ$، $\varphi_5 = 100^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٩٦
شکل (٤-٣٥) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 40^\circ$، $\varphi_5 = 100^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٩٦
شکل (٤-٣٦) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 115^\circ$ بر حسب c ٩٧
شکل (٤-٣٧) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 115^\circ$ بر حسب r ٩٧
شکل (٤-٣٨) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ٩٨
شکل (٤-٣٩) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ٩٨

شکل (٤-٤٠) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 200^\circ$ ، $\varphi_5 = 270^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب c ۹۹
شکل (٤-٤١) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 200^\circ$ ، $\varphi_5 = 270^\circ$ ، $\zeta_1 = 5^\circ$ و $\zeta_2 = 5^\circ$ بر حسب r ۹۹
شکل(٤-٤٢) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$ ، $\varphi_5 = 240^\circ$ ، $\zeta_1 = 50^\circ$ و $\zeta_2 = 80^\circ$بر حسب c ۱۰۰
شکل (٤-٤٣) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$ ، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 50^\circ$ و $\zeta_2 = 80^\circ$ بر حسب r ۱۰۰
شکل (٤-٤٤) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 90^\circ$ و $\zeta_2 = 20^\circ$ برحسب c ۱۰۱
شکل (٤-٤٥) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 90^\circ$ و $\zeta_2 = 20^\circ$ برحسب r ۱۰۱
شکل (٤-٤٦) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 60^\circ$ و $\zeta_2 = 60^\circ$ برحسب c ۱۰۲
شکل (٤-٤٧) شاخص شرط عمومی برای $\varphi_3 = 120^\circ$، $\varphi_5 = 240^\circ$، $\zeta_1 = 60^\circ$ و $\zeta_2 = 60^\circ$ برحسب r ۱۰۲
شکل (٥-٤٨) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی برحسب L با $c = 0.5$ ۱۰۳
شکل (٤-٤٩) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی برحسب L با $r = 1$ ۱۰۳
شکل(٤-٥٠) نمودار تغییرات شاخص شرط عمومی برحسب L با $c = 0.3$ ۱۰٤

شکل(٥-١) فضای کار ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول(تئوری)..... ۱۰۸
شکل(٥-٢) فضای کار ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول(عملی)..... ۱۰۸
شکل(٥-٣) فضای کار ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش دوم ۱۰۸
شکل(٥-٤)نمودار $\frac{1}{k}$ در صفحه $\psi = 0$ در ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول(تئوری) ۱۰۹
شکل(٥-٥)نمودار $\frac{1}{k}$ در صفحه $\psi = 0$ در ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول(عملی) ۱۰۹
شکل(٥-٦)نمودار $\frac{1}{k}$ در صفحه $\psi = 0$ در ربات سه درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش دوم..... ۱۰۹
شکل(٥-٧) فضای کار ربات شش درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول ۱۱۲
شکل(٥-٨) فضای کار ربات شش درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش دوم..... ۱۱۲
شکل(٥-٩) نمودار $\frac{1}{k}$ برای حالت $\psi = 0$ ، $\varphi = 0$ و $x = y = 0$ درربات شش درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش اول..... ۱۱۳
شکل(٥-١٠) نمودار $\frac{1}{k}$ برای حالت $\psi = 0$ ، $\varphi = 0$، $x = y = 0$ در ربات شش درجه آزادی برای هندسه حاصل از روش دوم ۱۱۳

شکل(الف-١) نمایش هندسی I ۱۱۸
شکل(الف-٢) انتخاب تصادفی نقاط ۱۲۰
شکل(الف-٣) نمایش قلمرو V ۱۲۱

جدول (٣-١) اندازه اضلاع سکوهای ثابت و متحرک ٤١

جدول (۳-۲) اضلاع سکوهای ثابت ومتحرک برای $\varphi_2 = 5^\circ$, $\varphi_3 = 180^\circ$ ۵۰
جدول (۳-۳) اضلاع سکوهای ثابت ومتحرک برای $\varphi_2 = 5^\circ$, $\varphi_3 = 185^\circ$ ۵۰
جدول (۳-٤) اضلاع سکوهای ثابت ومتحرک برای $\varphi_2 = 175^\circ$, $\varphi_3 = 355^\circ$ ۵۰
جدول (۳-۵) اندازه اضلاع سکوهای ثابت و متحرک ربات استوارت پلاتفرم ۵۸
جدول (۳-٦) اندازه اضلاع سکوهای ثابت و متحرک ربات استوارت پلاتفرم برای حداقل اختلاف زاویه ای 10° ۵۹

جدول (٤-۱) اندازه اضلاع سکوهای ثابت و متحرک ۷٤
جدول (٤-۲) نقاط بهینه محلی تابع شاخص شرط عمومی ۸۵
جدول (٤-۳) اندازه اضلاع سکوهای ثابت و متحرک ۹۲

جدول (۵-۱) ابعاد ربات سه درجه آزادی ۱۰۷
جدول (۵-۲) مقدار توابع هدف مربوط به دو روش طراحی ۱۰۷
جدول (۵-۳) ابعادربات شش درجه آزادی ۱۱۱
جدول (۵-٤) مقدار توابع هدف مربوط به دو روش طراحی ۱۱۱

چکیده

استفاده از رباتهای موازی به علت خصوصیات مناسبی که دارند، بسیار مورد توجه محققان و صاحبان صنایع قرار گرفته است. هر جا صحبت از سختی زیاد، تحمل بار به وزن زیاد، پایداری بالا و ... است، رباتهای موازی جایگاه مخصوصی دارند. به همین دلیل تحقیقات فراوانی در مورد اینگونه مکانیزمها صورت گرفته است و همچنان نیز ادامه دارد.

از آنجا که داشتن طرحی مناسب و بهینه هم از نظر صرفه جویی در هزینه و انرژی و هم از نظر خصوصیات یک ربات، بسیار مقرون به صرفه است لذا، در این پروژه به طراحی بهینه رباتهای موازی می پردازیم. در این پایان نامه، دو روش مختلف طراحی بهینه برای رباتهای موازی مورد توجه قرار گرفته است. در روش اول، سعی شده ربات دارای بیشترین فضای کار ممکن، بدون توجه به کیفیت و چگونگی آن فضا، باشد. برای این کار ضمن ارائه تعریفی از فضای کار که هم موقعیت و هم وضعیت ربات را در بر داشته باشد، با استفاده از روش عددی مونت کارلو به محاسبه حجم این فضا پرداخته ایم. سپس با اضافه کردن خاصیت ایزوتروپی به فضای کار، در روش دوم، کیفیت فضای کار را نیز در نظر گرفته ایم. به این منظور ضمن تعریف شاخص شرط عمومی و با بیشینه کردن آن، بیشترین فضایی را که در آن، عدد شرط ماتریس ژاکوبین ربات به یک، حالت ایزوتروپیک، نزدیک باشد، پیدا کردهایم. در این روش نیز، برای محاسبه شاخص شرط عمومی از روش عددی مونت کارلو استفاده کرده ایم. این دو روش برای بهینه سازی ربات موازی استوارت پلاتفرم و ربات موازی فضایی با سه درجه آزادی، مورد استفاده قرار گرفته و در پایان، روش مناسب برای طراحی بهینه این رباتها معرفی شده است.

فصل اول
مقدمه

در این فصل ضمن بیان تاریخچه مختصری از رباتهای موازی، مطالبی درباره مشخصات وکاربرد آنها آورده شده ومقایسه مختصری هم بین رباتهای موازی وسری انجام گرفته است. سپس در مورد بهینه سازی رباتهای موازی توضیح داده شده و در پایان برخی تحقیقات انجام شده در زمینه بهینه سازی رباتهای موازی و مباحثی که در فصول بعد مورد بررسی قرار گرفته اند، به صورت اختصار آورده شده است.

۱-۱ مقدمه ای بر رباتهای موازی

وقتی در سال ۱۹۲۰ کارل کاپک[1]، نمایشنامه نویس اهل چک، در کتاب خود از ماشینهایی سخن گفت که به دستور انسان کار می کردند، بیشتر مردم آن را بسیار تخیلی و به دور از واقعیت دانستند. کاپک این ماشینها را "Robot" نامید. واژه ای برگرفته از واژه "Robota" ، که در زبان چک به معنای " کارگر اجباری " است. ولی امروزه شاید دیگر کسی آن داستان را خیال پردازانه تصور نکند. زیرا این داستان نیز مانند بسیاری دیگر از داستانهای علمی-تخیلی به واقعیت پیوسته است. امروزه در بسیاری از مراکز تحقیق، کارخانجات و حتی مراکز پزشکی می توان رباتهایی را با کاربردهای مختلف مشاهده کرد. رباتها امروزه انقلاب جدیدی را در صنعت به وجود آورده اند و شاید بدون وجود آنها انجام بسیاری از تحقیقات میسر

---

[1] Karel Capek