بسم الله الرحمن الرحيم

٤٥٩٣٩

۲۰ /۱۲/ ۱۳۸۱
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشکده مهندسی مکانیک

موضوع:

جانمایی زیر سیستم های ماهواره نمونه و طراحی بهینه

هویار غفاری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی هوا فضا

استاد راهنما:

دکتر کامران دانشجو

زمستان ۱۳۸۰

٤٥٩٣٩

تقدیم به

پدر بزرگوار، مادر مهربان

و

همسر عزیزم

چکیده

علم جانمایی سیستم‌ها، علمی نوین بوده و از تلاش برای شناخت چالشهای آن چندی نمی‌گذرد. در این پایان‌نامه ابتدا سعی به معرفی علم جانمایی سیستم‌ها شده و ضمن بررسی موقعیت کنونی ماهواره‌های کوچک در عرصه فضا، ملاحظات جانمایی سیستم‌های یک ماهواره نمونه بررسی گردیده‌اند. در ادامه بر اساس این منطق که در مرحله طراحی مفهومی یک ماهواره بیش از یک طرح ارائه می‌گردد تا با بررسی کیفیت عملکرد و ملاحظات اقتصادی هر یک، انتخاب طرح بهتر صورت گیرد، به جانمایی یک طرح از میکروماهواره ZS۳ با ساختاری متفاوت پرداخته شده و پس از آن، با تعریف پارامترهایی جهت مقایسه، این طرح جانمایی با طرح موجود مقایسه گردیده است. در بخش نهایی، با شناخت کاستیهای روش رایج جانمایی زیرسیستمهای ماهواره و به جهت بدست آوردن قابلیتهایی نظیر سرعت بیشتر، سهولت، تکرارپذیری و بررسی دامنه گسترده‌تری از طرحهای ممکن، اقدام به ایجاد الگوریتمی جهت جانمایی زیرسیستمهای ماهواره شده و با تبدیل آن به یک کد کامپیوتری، ارضای خواسته‌های فوق بررسی گردیده‌اند.

تقدیر و تشکر

برخود لازم می‌دانم از استاد راهنمای پایان‌نامه جناب آقای دکتر کامران دانشجو که با راهنمائی‌های ارزنده خود و ایجاد فضای مناسب برای تحقیق در انجام این امر بنده را یاری دادند، کمال تشکر و قدردانی بعمل آورم.

همچنین از راهنمائی‌ها و همکاری آقای مهندس حسین شهرابی فراهانی و همکاری سایر محققین گروه سازهٔ مرکز تحقیقات عالی الکترونیک ایران خصوصاً آقایان مهندسین سیدمحمدتقی هاشمی، مرتضی رمضانی، ابوالفضل رامشینی و همچنین دوست عزیزم آقای مروّت قدردانی می‌گردد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	الف
فهرست اشکال	ج
فهرست جداول و نمودارها	ه
فصل اول: مقدمه	
۱-۱- نگاهی بر محتوای پایان‌نامه	۱
۱-۲- علم جانمایی سیستم‌ها	۲
۱-۳- مثالهایی در مورد جانمایی سیستم‌ها در صنایع هوافضا	۳
۱-۴- فلسفه استفاده از ماهواره‌های کوچک	۵
فصل دوم: ملاحظات جانمایی زیرسیستم‌های ماهواره	
۲-۱- مقدمه	۱۴
۲-۲- زیرسیستم‌های یک ماهواره نمونه	۱۴
۲-۲-۱- زیرسیستم انرژی الکتریکی	۱۵
۲-۲-۲- زیرسیستم حرارت	۱۹
۲-۲-۳- زیرسیستم کنترل وضعیت و مدار	۲۲
۲-۲-۴- زیرسیستم مخابرات	۲۴
۲-۲-۵- زیرسیستم پیشرانه	۲۵
۲-۲-۶- زیرسیستم سازه	۲۶
۲-۳- محموله	۲۹
۲-۴- مراحل طراحی جانمایی	۳۰
فصل سوم: طراحی جانمایی میکروماهواره ZS3 مدل (H)	
۳-۱- مقدمه	۳۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۳- دلایل ارائه طرح میکروماهواره ZS3 مدل (H)	۳۴
۳-۳- اجزاء و نیازمندیهای میکروماهواره ZS3 مدل (H)	۳۶
۴-۳- جانمایی اجزاء زیرسیستم‌های میکروماهواره ZS3 مدل (H)	۴۰
۵-۳- توازن جرمی میکروماهواره ZS3 مدل (H)	۴۴
۶-۳- نتایج تحلیل المان محدود میکروماهواره ZS3 مدل (H)	۵۰
۷-۳- مقایسه دو طرح میکروماهواره ZS3 مدل (H) و (+)	۵۵
فصل چهارم: ارائه روشی برای جانمایی زیرسیستمهای ماهواره	
۱-۴- مقدمه	۶۲
۲-۴- بررسی روند طراحی جانمایی	۶۲
۳-۴- معرفی الگوریتم جانمایی زیر سیستم‌های	۶۳
۴-۴- جانمایی ماهواره ZS3 با استفاده از الگوریتم جانمایی	۷۲
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و گسترش	
۱-۵- نتایج	۸۰
۲-۵- گسترش	۸۲
پیوست	
پیوست الف- نقشه‌های ماهواره ZS3 مدل (H)	۸۴
پیوست ب- فهرست ورودی برنامه محاسبه خواص جرمی	۹۴
پیوست ج- برنامه مبتنی بر الگوریتم جانمایی به زبان فرترن ۹۰	۹۵
مراجع	۱۱۰

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- توزیع ماهواره‌های کوچک از نظر جرم در خلال سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۹	۸
شکل ۲-۱- تعداد ماهواره‌های پرتاب‌شده در طی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۹	۹
شکل ۳-۱- کاربردهای ماهواره‌های کوچک	۹
شکل ۴-۱- تعداد ماهواره‌های کوچک براساس نوع کاربردشان در خلال سالهای ...	۱۰
شکل ۵-۱- سهم بازار هر یک از کاربردهای شش‌گانه ماهواره‌های کوچک	۱۲
شکل ۶-۱- تعداد ماهواره‌های کوچک براساس متقاضیان آنها در خلال سالهای...	۱۲
شکل ۱-۲- دو طرح مختلف برای آرایه‌های خورشیدی ثابت و بازشونده	۱۸
شکل ۲-۲- دو نوع مختلف از جانمایی برای سازه‌های بسته	۲۸
شکل ۱-۳- دو طرح پیشنهادی برای ساختار داخلی سازه	۴۲
شکل ۲-۳- تصویر سه‌بعدی از جانمایی اجزای زیرسیستم‌های ماهواره ZS3 مدل H	۵۲
شکل ۳-۳- کانتور جابجایی نتیجه	۵۳
شکل ۴-۳- کانتور تنش S_{xx}	۵۳
شکل ۵-۳- کانتور تنش S_{yy}	۵۳
شکل ۶-۳- کانتور تنش S_{xy}	۵۴
شکل ۷-۳- مود اول ارتعاش عرضی	۶۱
شکل ۸-۳- موقعیت مرکز جرم اجزاء جانمایی شده در دو طرح	۷۴
شکل ۱-۴- نمونه‌ای از خروجی برنامه	۷۵
شکل ۲-۴- خروجی خواص جرمی	۷۵
شکل ۳-۴- خروجی برنامه	
شکل ۴-۴- خروجی خواص جرمی	

ادامه فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۵-۴- خروجی خواص جرمی

شکل ۶-۴- خروجی الگوریتم امتیازدهی برای ماهواره ZS3 مدل (+)

شکل ۷-۴- جدول امتیاز دو طرح

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- دسته‌بندی پیشنهادی برای ماهواره‌ها براساس جرم آنها	۷
جدول ۲-۱- هزینه نمونه ساخت و توسعه ماهواره‌ها	۷
جدول ۱-۲- محدوده دمای عملکرد و دمای مجاز برای برخی قطعات ماهواره	۲۱
جدول ۲-۲- اطلاعات مورد نیاز برای جانمایی یک ماهواره	۳۱
جدول ۱-۳- مشخصات اجزای زیرسیستم	۳۷
جدول ۲-۳- جانمایی اجزای زیرسیستم‌های ماهواره ZS3 مدل (H)	۴۲
جدول ۳-۳- اولویت جانمایی اجزای زیرسیستم	۴۳
جدول ۴-۳- خواص جرمی ماهواره ZS3 مدل (H)	۴۵
جدول ۵-۳- خواص جرمی ماهواره متوازن‌شده	۴۷
جدول ۶-۳- خواص جرمی نهایی ماهواره ZS3 مدل (H)	۴۹
جدول ۷-۳- مشخصات پوسته ساندویچی مورد استفاده در ماهواره ZS3	۵۱
جدول ۸-۳- المانهای به‌کار رفته در ساخت مدل المان محدود ZS3 مدل (H)	۵۲
جدول ۹-۳- نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی ماهواره ZS3 مدل (H)	۵۴
جدول ۱۰-۳- نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی ماهواره ZS3 مدل (H)	۵۵
جدول ۱۱-۳- پارامترهای قابل مقایسه	۵۶
جدول ۱۲-۳- مقایسه خواص جرمی نهایی دو طرح (+) و (H)	۵۶
جدول ۱۳-۳- مقایسه نتایج حاصل از تحلیل المان محدود دو طرح (+) و (H)	۵۷
جدول ۱-۴- مراحل طراحی جانمایی برای ایجاد الگوریتم جانمایی زیرسیستم‌های ماهواره	۶۴
جدول ۲-۴- معیارهای قابل ارزیابی	۶۹
جدول ۳-۴- نحوه امتیازدهی به معیارها	۷۱
جدول ۴-۴- داده‌های مورد نیاز برای جانمایی ماهواره ZS3	۷۲

فهرست نمودار

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۳- مقایسه نتایج حاصل از تحلیل المان محدود برای دو طرح (+) و (H)	۵۸
نمودار ۲-۳- مقایسه بین تنشهای بدست آمده از تحلیل برای دو طرح (برحسب MPa)	۵۹
نمودار ۳-۳- مقایسه مودهای ارتعاشی دو طرح	۶۰
نمودار ۴-۳- مقایسه خواص جرمی دو طرح	۶۰
نمودار ۱-۴- تغییرات امتیاز برای معیار دور بودن دو جزء	۷۲
نمودار ۲-۴- تغییرات امتیاز برای معیار نزدیک بودن دو جزء	۷۳
نمودار ۳-۴- تغییرات امتیاز برای قرارگرفتن در سمت خلاف خورشید	۷۳
نمودار ۴-۴- طرحهای با امتیاز بالاتر از ۶	۷۷
نمودار ۵-۴- نمایش قابلیت الگوریتم جانمایی	۷۹

فصل اول

مقدمه

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه کننده مدارک

۱-۱-نگاهی بر محتوای پایان‌نامه

جانمایی سیستم‌ها علمی نوین بوده و از ابعاد بسیار گسترده‌ای برخوردار است. این پایان‌نامه دومین تلاش در ارتباط با جانمایی زیرسیستم‌های ماهواره در کشور می‌باشد و هدف از آن بررسی چالشهای موجود در طراحی جانمایی ماهواره‌ها با محدودیت جانمایی یک میکروماهواره نمونه است. بهمین منظور، فصول این پایان‌نامه بگونه‌ای تنظیم گشته است که از مفاهیم اولیه جانمایی تا طراحی جانمایی یک میکروماهواره را در بر می‌گیرد.

در فصل مقدمه مفهوم جانمایی مورد بررسی قرار گرفته و مثالهایی در ارتباط با جانمایی سیستم‌ها در صنایع هوافضا ارائه گردیده است. همچنین فلسفه استفاده از ماهواره‌های کوچک و دلایل رغبت کاربران مختلف در استفاده از این گونه ماهواره‌ها مورد بحث قرار گرفته‌اند. در فصل دوم، ملاحظات جانمایی زیرسیستم‌های ماهواره با بررسی زیرسیستم‌های یک ماهواره نمونه و ملاحظات عملکردی هر یک در کنار توصیف مراحل طراحی جانمایی و وظایف طراح جانمایی تشریح می‌گردد.

با اتکاء به شناخت حاصل و علم بر این موضوع که در طراحی مفهومی ماهواره‌ها بیش از یک طرح اولیه ارائه می‌گردد تا بهره‌وری، هزینه‌ها و کیفیت عملکرد طرح‌ها با یکدیگر مقایسه و انتخاب بهتر صورت گیرد، در فصل سوم دو طرح برای یک نمونه میکروماهواره پیشنهاد شده و پس از طی مراحل جانمایی، توازن جرمی و تحلیل مقاومت سازه‌ای، ضمن تعریف پارامترهایی برای مقایسه آن دو را با یکدیگر مقایسه کرده و نتایج بررسی گردیده‌اند.

در مرحله طراحی جانمایی سعی گردیده تا تمامی ملاحظات مطرح‌شده در مراجع رعایت گردیده و جانمایی یکسانی صورت پذیرد. تحلیل مقاومت سازه هم با وجود اینکه جزء وظایف مستقیم طراح

جانمایی در مرحله طراحی مفهومی نیست ولی به سبب ایجاد پارامتری جهت مقایسه با استفاده از یک نرم افزار تحلیلگر المان محدود بررسی گردیده‌اند. برای محاسبه خواص جرمی ماهواره نیز روابطی ارائه گردیده که در این فصل به آنها اشاره می‌شود.

در فصل چهارم، با حفظ دیدگاه تجربی بودن طراحی جانمایی، الگوریتمی ارائه می‌گردد که مزایایی چون سهولت جانمایی، افزایش دقت و سرعت در جانمایی، تکرارپذیری، ایجاد انتخابهای فراوان و... را در برداشته و صحت عملکرد آن با تکرار جانمایی برای ماهواره ZS۳ امتحان می‌شود. در این فصل مراحلی را که الگوریتم جانمایی پیش روی دارد جداگانه بررسی کرده و فلوچارتهای لازم ارائه شده‌اند. در نهایت در فصل پنجم به مقایسه این الگوریتم با روش تجربی جانمایی پرداخته و نتایج بررسی می‌گردند.

۲-۱- علم جانمایی سیستم‌ها

علم جانمایی، علمی با بیشینه کهن می‌باشد. از همان ابتدای تلاش انسان برای خلق مصنوعات خویش، این دانش به طور ناخودآگاه در کنار وی حضور داشته است. مسلماً برای اینکه بتوان ارابه‌ای را به حرکت درآورد نیاز به چرخ است و چرخها هم می‌بایست در فواصل مشخص با ترتیب خاصی در زیر ارابه قرار گیرند تا قادر به حرکت باشند. نظم بخشیدن به چنین سیستم ساده‌ای چیزی جز ابتدایی‌ترین نگرش جانمایی نمی‌باشد. انسان با بکارگیری قوه تفکر و همچنین تجربه‌ای که به مرور کسب کرد این علم را تکامل بخشید. با پیچیده‌تر شدن ابزارهای مورد استفاده انسان و پیشرفت‌های چشمگیر در علوم مختلف، علم جانمایی به طور جدی‌تری مطرح گردید. ساخت وسایل نقلیه بزرگ نظیر کشتی‌ها و هواپیماها و ملاحظات پیچیده در طراحی و سیستم‌های متنوعی که در آنها به کار

گرفته می‌شود باعث شکوفایی علم جانمایی گردید. تلاش مهندسان و طراحان در بکاربردن هر سیستم و وسیله‌ای در بهترین شرایط ممکن با توجه به تعداد بیشمار آنها و خصوصیات متفاوت هر یک بر اساس تجربه ذیقیمتی که سالیان متمادی با انجام کارهای عملی مختلف و صرف هزینه‌های قابل توجه و سعی و خطاهای متمادی بدست آمده سبب گردید تا علم جانمایی مورد توجه مراکز علمی و آکادمیک دنیا قرار گرفته و رفته‌رفته با بررسی دقیقتر چالشهای آن، چهره‌ای تازه به خود گیرد. تبلور این موضوع زمانی بود که دانش بشر از محدوده زمین پا فرا نهاد و فضا را در پیش گرفت. اما جانمایی سیستمها به چه معنی می‌باشد؟

"جانمایی سیستم‌ها، توانایی طراحی، تولید، آزمایش و راه‌اندازی سیستم‌های پیچیده و بزرگی است که اجزای آنها به نوبه خود دارای تجهیزاتی با فناوری پیچیده می‌باشند."

امروزه بسیاری از شرکتهای بزرگ هوافضایی فعالیت خود را براساس جانمایی سیستمها و نه براساس توسعه فناوری بنا نهاده‌اند. بدین ترتیب سعی می‌کنند تا به بهینه‌کردن جانمایی سیستمها محصولات جدیدی تولید کرده و از دغدغه‌های طراحی‌های نوین و مشکلاتی که به همراه خود دارند پرهز کنند. شاید این یکی از بهترین دلایلی است که امروزه علم جانمایی سیستم‌ها در صنایع پرهزینه‌ای همچون صنایع فضایی و صنایع دفاعی و موشکی نقش بسیار پراهمیتی دارد[۱].

۳-۱- مثالهایی در مورد جانمایی سیستم‌ها در صنایع هوافضا

جانمایی کامل یک هواپیما یا یک فضاپیما، نیازمند داشتن تجربه‌ای زیاد، آگاهی فراوان از فناوری‌های به کاررفته در سیستمها و برخورداری از یک دفتر طراحی، مجهز به امکانات فنی، نفرات و روشهای کافی و قابل اطمینان می‌باشد. علاوه بر اینها برای جانمایی سیستمها بدون ایجاد هرگونه