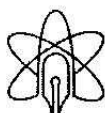


هدایت پیشرفته موشک

مقدمه:

مهندس حمید زنجیر



انتشارات یامهدی (عج)

وابسته به گروه صنایع یامهدی (عج)

سرشناسه: یانوشوسکی، رافائل، Yanushevsky, Rafael، ۱۹۴۹-م.
عنوان و نام پدیدآور: هدایت پیشرفته موشک / [رافائل یانوشوسکی]؛ ترجمه: حمید رنجبر
مشخصات نشر: تهران: گروه صنایع یامهدی (عج) انتشارات یامهدی (عج)، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۳۵۸ ص.

ISBN: ۹۷۸-۹۶۴-۷۴۹۳-۵۷-۴

۳۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

Modern Missile Guidance, 2ed, [2019]

عنوان اصلی:

کتابنامه

موضوع: موشک‌های هدایت شونده — سیستم‌های هدایت Guided missiles—Guidance systems

موضوع: کنترل پرواز Flight control

موضوع: سامانه‌های هدایت پرواز Guidance systems (Flight)

شناسه افزوده: رنجبر، حمید؛ ۱۳۹۲ - ترجم.

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۵۴۱/۵۱ UG

رده بندی دیویی: ۶۲۳/۴۵۱۹

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۵۳۹۳۶۴۸



انتشارات یامهدی (عج)

وابسته به گروه صنایع یامهدی (عج)

نمبر: ۰۲۱-۲۲۹۷۵۳۳۷

تلفن: ۰۲۱-۲۲۹۷۵۳۳۷

هدایت پیشرفته موشک

ترجمه: حمید رنجبر

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ و نشر کتاب برای انتشارات یامهدی (عج) محفوظ است.

ISBN: 978- 964-7493-57-4

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۴۹۳-۵۷-۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
سخن نویسنده	۱۷
پیشگفتار	۱۹
درباره نویسنده	۲۳

فصل ۱- مبانی هدایت موشک

۱-۱- مقدمه	۲۵
۱-۲- فرآیند هدایت	۲۹
۱-۳- هدایت، موشک	۳۱
۱-۴- نمایش حرکت	۳۳
۱-۵- خط دید	۳۷

فصل ۲- ناوبری موازی

۲-۱- مقدمه	۴۳
۲-۲- ناوبری تناسبی، مدل درگیری صفه‌ای	۴۵
۲-۳- ناوبری تناسبی، درگیری سه‌بعدی	۴۸
۲-۴- ناوبری تناسبی تکمیلی	۵۰
۲-۵- ناوبری تناسبی به عنوان مساله‌ی کنترل	۵۱
۲-۶- ناوبری تناسبی تکمیلی به عنوان مساله‌ی کنترل	۵۵
۲-۷- قانون ناوبری تناسبی چه زمانی بهینه می‌شود؟	۵۵

فصل ۳- تحلیل سیستم‌های ناوبری تناسبی در حوزه زمان

۳-۱- مقدمه	۵۹
۳-۲- سیستم هدایت PN بدون لختی	۶۱
۳-۳- روش سیستم‌های الحاقی	۶۳

عنوان

صفحه

فصل ۴- تحلیل سیستم‌های ناوبری تناسبی در حوزه فرکانس

۱-۴- مقدمه	۷۱
۲-۴- روش الحاقی، مدل تعمیم‌یافته	۷۴
۳-۴- تحلیل حوزه‌ی فرکانس	۸۰
۴-۴- تحلیل خطای برخورد در حالت ماندگار	۸۹
۵-۴- تحلیل مانور ماریچ	۹۰
۶-۴- مثال	۹۲
۷-۴- تحلیل ترکیبی و پاسخ خطای برخورد به ورودی پله	۹۵
۸-۴- پایداری از نویز ورودی - کران‌دار - خروجی کران‌دار	۹۹
۹-۴- پاسخ فرکانس - مدل تعمیم‌یافته‌ی هدایت موشک	۱۰۱

فصل ۵- طراحی قوانین هدایت ناوبری موازی، رویکرد حوزه‌ی زمان

۱-۵- مقدمه	۱۰۷
۲-۵- کنترل‌های تصحیح هدایت	۱۰۹
۳-۵- رویکرد لیپانوف برای طراحی قانون کنترل	۱۱۱
۴-۵- مدل خطی اصلاح‌شده‌ی درگیری دوبعدی	۱۱۵
۵-۵- حالت کلی درگیری در صفحه	۱۱۷
۶-۵- مدل درگیری سه‌بعدی	۱۲۰
۷-۵- قوانین هدایت تعمیم‌یافته	۱۲۴
۸-۵- مثال‌ها	۱۳۰

فصل ۶- طراحی قوانین هدایت ناوبری موازی، رویکرد حوزه‌ی فرکانس

۱-۶- مقدمه	۱۴۱
۲-۶- هدایت نئوکلاسیک	۱۴۴
۳-۶- هدایت شبه کلاسیک موشک	۱۵۰

صفحه	عنوان
۱۵۴	۴-۶- سیستم‌های نمونه
۱۵۴	۴-۶-۱- مدل صفحه‌ای درگیری
۱۶۰	۴-۶-۲- مدل چندبعدی درگیری

فصل ۷- تحلیل عملکرد قانون هدایت تحت ورودی‌های تصادفی

۱۶۵	۷-۱- مقدمه
۱۶۷	۷-۲- مقایسه‌ای بر فرآیندهای تصادفی
۱۷۳	۷-۳- مانورهای تصادفی هدف
۱۷۶	۷-۴- تحلیل اثر نبرد بر روی خطای برخورد
۱۸۴	۷-۵- اثر مانورهای تصادفی هدف بر روی خطای برخورد
۱۸۵	۷-۶- ابعاد محاسباتی
۱۸۹	۷-۷- مثال‌ها
۲۰۲	۷-۸- فیلترینگ

فصل ۸- ارزیابی عملکرد قوانین هدایت

۲۰۵	۸-۱- مقدمه
۲۰۹	۸-۲- نیروهای وارد بر موشک
۲۱۲	۸-۳- دینامیک موشک
۲۱۷	۸-۴- مدل اتوپایلو و عملکرد
۲۲۱	۸-۵- دستگاه‌های مختصات و تبدیلات مرجع
۲۲۴	۸-۶- مدل جستجوگر
۲۲۸	۸-۷- فیلترینگ و تخمین
۲۳۶	۸-۸- هدایت کاپا
۲۳۹	۸-۹- مدل‌های شبیه‌سازی
۲۴۱	۸-۹-۱- مدل شبیه‌سازی ۶ درجه آزادی

عنوان

صفحه

۸-۹-۲- مدل شبیه‌سازی ۳ درجه آزادی ۲۵۰

فصل ۹- طراحی یکپارچه موشک

۱-۹- مقدمه	۲۵۹
۹-۲- مدل یکپارچه کنترل و هدایت موشک	۲۶۴
۹-۳- ادغام قوانین کنترل	۲۷۶
۹-۳-۱- کمینه‌سازی توابع استاندارد	۲۷۶
۹-۳-۲- کمینه‌سازی توابع خاص	۲۷۹
۹-۴- ادغام تجزیه و تحلیل سیستم هدایت کنترل	۲۸۴

فصل ۱۰- نرم‌افزار هدایت موشک

۱۰-۱- مقدمه	۲۹۳
۱۰-۲- نرم‌افزار برای روش حوزه - فرکانس	۲۹۷
۱۰-۳- نرم‌افزار برای روش‌های حوزه زمان	۳۰۹

فصل ۱۱- واژه‌نامه ۳۳۳

پیوست‌ها

آ-۱- روش لیپانوف	۳۴۱
آ-۲- روش بلمن - لیپانوف	۳۴۳
ب-۱- تبدیل لاپلاس	۳۴۸
ب-۲- اثبات قضیه	۳۴۹
پ-۱- مدل رگرسیون آیرودینامیکی	۳۵۳
ت-۱- روش رونگ - کوتا	۳۵۶

پیشگفتار

در اوایل پیشرفت نظریه کنترل، صنعت هوافضا مهم‌ترین منبع تولید مسایل و ایده‌های مرتبط با آن بود. نیازهای صنعت هوافضا محرک مهم‌ترین نتایجی بودند که در نظریه سیستم‌های غیرخطی و تحلیل پایداری به دست می‌آمد.

متخصصان کنترل از نزدیک در حل بسیاری از مسایل هوافضا و طراحی سامانه‌های مرتبط با هوافضا درگیر بودند. نظریه کنترل بهینه نیز عمده‌تاً توسط مسایل هوافضا مطرح شد. این مسایل در قرن گذشته اتفاق افتاده بود.

امروزه، متخصصان هوافضا پیش‌زمینه‌های ریاضی قوی‌تری دارند. آن‌ها با جدیدترین نتایج در نظریه کنترل آشنا هستند و می‌توانند نه تنها به فرموله کردن مسایل کنترل بپردازند، بلکه آن‌ها را تا حد زیادی بدون کمک متخصصان کنترلی حل کنند. علاوه بر این، آن‌ها تلاش دارند نتایج جدید در حیطه کنترل را به مسایل هوافضایی خاص اعمال کنند. در نتیجه، نظریه کنترل در حال از دست دادن بزرگ‌ترین تأمین‌کننده‌ی خود بوده و این موضوع تا حدی پیشرفت آن را کند می‌کند. با این حال، رشته‌های هوافضا نیز از این جدایی آسیب می‌بینند.

کاربرد روش‌های نوین کنترل را به آسانی می‌توان در مجلات هوافضا یافت؛ اما روش‌های قدیمی‌تر چگونه؟ به نظر عجیب می‌رسد که روش ناوبری تناسبی^۱ (که مشابه کنترل‌کننده تناسبی است) هنوز هم معمول‌ترین قانون هدایت در تعیین مسیر است. نویسنده این کتاب بیش از ۳۰ سال است که در حوزه کنترل کار می‌کند. وی در آغاز فعالیت در حوزه هوافضا از فاصله بین سیستم‌های پیچیده و ناظرهای کنترلی مورد استفاده در صنعت هوافضا و قوانین هدایت ساده این ره‌گیرهای مدرن، گفت‌وگو شده. نویسنده امیدوار است که مطالب این کتاب به پر کردن این فاصله در آن کمک کند. در این کتاب طراحی قانون هدایت از نقطه نظر نظریه کنترل در نظر گرفته می‌شود (برای مثال به صورت طراحی کنترل هدایت موشک برای برخورد به اهداف).

در این زمینه باید به دو کتاب تخصصی در حوزه‌ی هدایت موشک اشاره کرد. این کتاب‌ها سبک و محتوای متفاوتی دارند و توسط کارشناسان سطح بالا که درک عمیق از مشکلات هدایت دارند نوشته شده‌اند. کتاب «هدایت و تعقیب موشک» نوشته اشنیدور^۱ شرح مختصری از انواع مختلف از قوانین هدایت به همراه خصوصیات کوتاهی از نتایج اصلی شناخته‌شده را دربرمی‌گیرد. کتاب «هدایت تاکتیکی و استراتژیک موشک» نوشته زارچان^۲ خلاصه‌ای از تجربه گسترده نویسنده را در تحلیل و طراحی سیستم‌های هدایت و نیز شرح مفصلی از قانون هدایت PN را در بر می‌گیرد. این کتاب با کتاب‌های مذکور متفاوت است. در این کتاب طراحی قانون هدایت به عنوان طراحی کنترل‌کننده در نظر گرفته می‌شود. روش طراحی در حوزه زمان و در حوزه فرکانس ارائه می‌شود. رویکردهای مختلف در حوزه زمان و فرکانس، قوانین هدایت مختلفی تولید می‌کند که مکمل یکدیگرند. حتی روش ببادی در مورد هدایت موشک در فصل ۱ آمده است. ناوبری موازی و شرح قانون هدایت PN در فصل ۲ آمده است.

ناوبری تناسبی نیز به عنوان سه ساله کنترل در نظر گرفته شده است. تحلیل سیستم‌های هدایت‌شده توسط PN در حوزه زمان، براساس روش الحاقی در فصل ۳ آمده است.

فصل ۴ شامل تحلیل سیستم‌های هدایت‌شده توسط PN در حوزه فرکانس است. عبارات تحلیلی به دست آمده برای خطای برخورد، برای توان برای طراحی سامانه‌های موشکی استفاده نمود. این عبارات، تحلیل تاثیر پارامترهای سیستم هدایت بر عملکرد کلی سیستم هدایت را ممکن می‌سازند. مدل سیستم هدایت موشک تعمیم‌یافته که شامل مدل هدف نیز می‌شود، در نظر گرفته شده است. در صورت رابطه بین پاسخ فرکانسی و پاسخ پله خطا بحث شده است. روش تعیین فرکانس بهینه که در آن، دامنه خطای برخورد دارای بیشینه مقدار است، نیز ارائه شده است.

فصل ۵ شامل شرح مفصلی از یک کلاس بخصوص از قوانین هدایت است که براساس روش لیاپانوف به دست آمده‌اند. نشان داده شده که این دسته از قوانین هدایت

1. N. Shneydor

2. P. Zarchan

اثر بخشی قانون PN برای اهداف مانور کننده و غیر مانور کننده را بهبود می بخشد. علاوه بر این، رویکرد بیان شده همچنین می تواند به عنوان توجیه دیگری از قانون پر کاربرد PN شمرده شود.

عبارات تحلیلی قانون هدایت برای مدل های عمومی در گیری صفحه ای و سه بعدی، برای موشک های دارا و فاقد کنترل شتاب طولی ارایه می شود. اصلاح قانون هدایت PN با استفاده از نتایج حاصل از نظریه کنترل کلاسیک در فصل ۶ آمده است. این روش بر پایه استفاده از سیگنال های کنترل پیش خور و پس خور^۱، برای نزدیک کردن شتاب واقعی موشک به شتاب تولید شده توسط قانون هدایت PN بنانهاده شده است. اثر بخشی این قوانین هدایت در برابر اهدافی که به شدت مانور کننده هستند نشان داده شده است.

تحلیل عم کرد سیستم های هدایت موشک تحت تأثیر انواع مختلف نویز در فصل ۷ آمده است. عبارات تحلیلی برای ارزیابی سیستم های هدایت شده توسط PN به دست آمده و روش های محاسباتی ارائه شده اند.

فصل ۸ به بررسی مدل های شبیه سازی می پردازد که می توانند به طور موثری برای بررسی عملکرد قوانین هدایت و تحلیل مقایسه ای قوانین مختلف هدایت استفاده شوند.

در فصل ۹، تلاش شده است در مورد مساله طراحی یکپارچه قوانین هدایت و کنترل بحث شود. این مساله به دلیل افزایش علاقه در طراحی یکپارچه سیستم های پرواز در نظر گرفته شده است.

در نهایت، در فصل ۱۰ برخی برنامه های محاسباتی که می توانند برای آزمودن قوانین هدایت موشک استفاده شوند، بررسی می شود.

جذابیت قوانین هدایتی که در این کتاب در نظر گرفته شده اند در سادگی آنها است. این قوانین به سادگی قانون هدایت PN هستند که به طور گسترده و به طور عملی و عمدتاً به دلیل سادگی استفاده می شود. مطالب این کتاب می تواند به عنوان

پایه‌ای برای چندین واحد درسی تحصیلات تکمیلی در دانشکده هوافضا در نظر گرفته شود. محققان و مهندسان می‌توانند از این کتاب در فعالیت‌های روزمره خود استفاده کنند.

نویسنده امیدوار است که این کتاب ایده‌های جدیدی به دانشمندان و مهندسان هوافضا ارایه دهد. بدیهی است که با تبلور این ایده‌ها، بهبود قابل توجهی در عملکرد سیستم‌های موشکی به ارمغان می‌آید.

www.ketab.ir