بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: ریاضی

گرایش: ریاضی کاربردی

پایان نامه کارشناسی ارشد

کنترل سیستم‌های گسسته زمانی خطی با اغتشاش ورودی

داود دلیری

استاد راهنما:

دکتر حجت احسنی طهرانی

بهمن ۱۳۹۰

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به خانواده عزیزم تقدیم می کنم

خدایا
سرنوشت مرا خیر بنویس
تقدیری مبارک
تا هر چه را که تو دیر می خواهی زود نخواهم،
و هر چه را تو زود می خواهی دیر نخواهم...

به مصداق«من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است که با درود فراوان خدمت خانواده بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیّت آنها بوده‌ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است، از ایشان تقدیر و تشکر نمایم.

از زحمات بی‌دریغ اساتید فرهیخته و بزرگوارم در دانشگاه صنعتی شاهرود بخصوص استاد ارجمندم جناب آقای دکتر حجت احسنی طهرانی که با راهنمایی‌های دلسوزانه خود در پیشبرد این پروژه راهگشای اینجانب بودند و با مشاوره‌های خردمندانه یاری‌گر من در این راه بوده و همیشه با روی گشاده پاسخگوی سوالات بنده بودند کمال تشکر و سپاسگزاری دارم.

از دوست بزرگوارم جناب آقای جواد محمدیان که نهایت لطف را به بنده نمودند و در این پروژه بسیار مرا یاری کردند، سپاسگزارم.

همچنین از دوستان گرانقدرم آقایان علی آهنگری، امیر علیزاده، مهدی فرهناک، سعید اسعدی که همیشه اینجانب را مورد لطف و محبت خود قرار داده و به من درس صداقت و مهرورزی آموختند، تشکر فراوان دارم.

از تمامی عزیزانی که بر اثر غفلت، نامشان از قلم افتاد، صمیمانه پوزش می‌خواهم و برایشان آرزوی موفقیت دارم.

تعهدنامه

اینجانب **داود دلیری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **ریاضی کاربردی** دانشکده **ریاضی** دانشگاه **صنعتی شاهرود** نویسنده پایان‌نامه: **کنترل سیستم‌های گسسته زمانی خطی با اغتشاش ورودی** تحت راهنمایی **دکتر حجت احسنی طهرانی متعهد** می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تا کنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجودات زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

دراین پایان نامه روشی جدید جهت کنترل سیستم‌های گسسته زمانی خطی همراه با اغتشاش ورودی با استفاده از ماتریس‌های افزوده و تبدیلات تشابهی ارائه شده است که نسبت به روش‌های موجود دارای محاسباتی ساده‌تر می‌باشد و در واقع یک سیستم دارای اغتشاش به یک سیستم بدون اغتشاش تبدیل می-گردد. همچنین در روش ارائه شده سیستم کنترل‌پذیر گسسته خطی دوم دلخواه بوده، لذا به گونه‌ای تعیین می‌گردد تا سیستم نهایی همواره کنترل‌پذیر باشد. لذا با استفاده از تبدیلات تشابهی می‌توان کنترلگر بهینه زمانی را به گونه‌ای تعیین نمود تا پایداری سیستم همواره حفظ گردد.

مطالب ارائه شده در این پایان نامه بصورت زیر آورده شده است:

در فصل اول، تعاریف و نمادهای مقدماتی و همچنین تاریخچه مختصری از کارهای انجام شده برای رد اغتشاش سیستم‌های کنترلی ارائه می‌کنیم. در فصل دوم، سیستم‌های کنترل دیجیتال، تابع تبدیل z، قطب‌ها و صفرها در صفحه z، پایداری سیستم‌های حلقه-بسته در حوزهٔ z را بیان می‌کنیم. در فصل سوم، شاخص‌های عملکرد و فرموله نمودن مسائل بهینه‌سازی اشاره می‌کنیم. همچنین در این فصل، تعریف‌های کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری سیستم‌های کنترلی بیان می‌شود. به علاوه، سیستم‌های کنترل بهینه درجه دوم و معادله ریکاتی بردار کنترل بهینه $u(k)$ بصورت حلقه-بسته و ارزیابی شاخص عملکرد ارائه می‌گردد. در فصل چهارم، پس از بیان تکنیک‌های کنترل کلاسیک و روش‌های کنترل مدرن، روشی جدید برای سیستم-های گسسته خطی زمانی با ورودی اغتشاش با استفاده از ماتریس‌های افزوده و تبدیلات تشابهی به همراه چند مثال ارائه می‌گردد.

فهرست مطالب

چکیده ..... ا

فهرست شکل‌ها ..... و

فهرست جداول ..... ز

فصل ۱ ..... ۱

مقدمه و تاریخچه ۱

۱.۱ تعاریف و نمادهای مقدماتی ۱

تعریف ۱.۱.۱ دستگاه ۱

تعریف ۲.۱.۱ فرایند ۱

تعریف ۳.۱.۱ سیستم ۱

تعریف ۴.۱.۱ اغتشاش ۲

تعریف ۵.۱.۱ سیستم کنترل ۳

تعریف ۶.۱.۱ ورودی ۳

تعریف ۷.۱.۱ خروجی(پاسخ) ۳

تعریف ۸.۱.۱ کنترل با پسخورد ۳

معرفی سیستم‌های کنترل ۳

تقسیم‌بندی سیستم‌های کنترل ۴

تعریف ۹.۱.۱ سیستم‌های کنترل حلقه باز ۴

تعریف ۱۰.۱.۱ سیستم‌های کنترل حلقه بسته ۵

تعریف ۱۱.۱.۱ سیستم‌های کنترل گسسته زمانی ۶
تعریف ۱۲.۱.۱ سیستم‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال ۶
۲.۱ تاریخچه ۷
فصل ۲ ..... ۸
آشنایی با سیستم‌های کنترل گسسته زمانی ۸
۱.۲ مقدمه ۸
۲.۲ سیستم‌های کنترل دیجیتال ۹
۳.۲ تبدیل z ۱۵
۱.۳.۲ قطب‌ها و صفرها در صفحه z ۱۷
۲.۳.۲ تحلیل پایداری سیستم‌های حلقه-بسته در حوزهٔ z ۱۸
فصل ۳ ..... ۲۱
تحلیل در فضای حالت و سیستم‌های کنترل بهینه ۲۱
۱.۳ مقدمه ۲۱
۲.۳ شاخص‌های عملکرد ۲۱
۳.۳ فرموله نمودن مسائل بهینه‌سازی ۲۲
۴.۳ کنترل‌پذیری ۲۳
تعریف ۱.۴.۳ کنترل‌پذیری کامل حالت یک سیستم ۲۳
۱.۴.۳ کنترل‌پذیری کامل حالت سیستم گسسته زمانی خطی ثابت-زمان ۲۴
۵.۳ رویت‌پذیری ۲۸

تعریف ۱.۵.۳ رویت‌پذیری کامل حالت یک سیستم ۲۸
۱.۵.۳ رویت‌پذیری کامل سیستم‌های گسسته زمانی خطی ۲۹
۶.۳ سیستم‌های کنترل بهینه ۳۳
۱.۶.۳ کنترل بهینه درجه دوم خطی..... ۳۴
۲.۶.۳ معادله ریکاتی بردار کنترل‌بهینه $u(k)$ بصورت حلقه-بسته ۳۹
۳.۶.۳ ارزیابی شاخص عملکرد مینیمم..... ۴۲
فصل ۴ ..... ۴۷
روشی جدید جهت کنترل سیستم‌های گسسته زمانی خطی با اغتشاش ورودی ۴۷
۱.۴ مقدمه ۴۷
۲.۴ تکنیک‌های کنترل کلاسیک..... ۴۸
۱.۲.۴ کنترل پسخورد..... ۴۸
۱.۱.۲.۴ جایابی قطب ۴۹
۲.۱.۲.۴ کنترل PID ۵۰
۲.۲.۴ کنترل پیشخورد ۵۵
۱.۲.۲.۴ طراحی جبرانساز پیوندی ۵۶
۳.۴ روش‌های کنترل مدرن ۵۸
۴.۴ کنترل بهینه زمانی سیستم‌های گسسته زمانی خطی همراه با اغتشاش ۵۹
۵.۴ تبدیلات تشابهی فضای حالت ۶۲
۶.۴ فرم همدم برداری اولیه ۶۵

فصل ۵ ..... ۶۹
نتیجه گیری ۶۹
پیوست ۷۰
برنامه‌های کامپیوتری ۷۰
مراجع و منابع ۷۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱ - ۱ سیستم کنترل نشده ۲

شکل ۱ - ۲ سیستم کنترل حلقه باز ۵

شکل ۱ - ۳ سیستم کنترل حلقه بسته ۶

شکل ۲- ۱ نمودار بلوکی یک سیستم کنترل دیجیتال ۱۱

شکل ۲- ۲ نمودار بلوکی یک ماشین تراش کنترل شده عددی ۱۲

شکل ۲- ۳ تقریب مقطع ماشین تراش کنترل شده عددی ۱۴

شکل ۲- ۴ سیستم کنترل حلقه-بسته مثال ۲-۱ ..... ۱۹

شکل۳- ۱ سیستم کنترل بهینه براساس شاخص عملکرد درجه دوم ۴۲

شکل۳- ۲ نمودارهای $P(k)$ بر حسب x، $x(k)$ بر حسب k، $K(k)$ بر حسب k و $u(k)$ بر حسب k ۴۶

شکل ۴- ۱ نمودار بلوکی کنترل کننده پسخورد ۴۹

شکل ۴- ۲ کنترل PID یک دستگاه ۵۱

شکل ۴- ۳ یافتن پاسخ پلّه دستگاه ۵۲

شکل ۴- ۴ منحنی پاسخ S شکل ۵۳

شکل ۴- ۵ سیستم حلقه بسته با کنترل کننده تناسبی ۵۴

شکل ۴- ۶ نوسان نامیرا با زمان تناوب Pcr ۵۴

شکل ۴- ۷ نمودار بلوکی کنترل پیشخورد ۵۶

شکل ۴- ۸ نمودار بلوکی کنترل پیشخورد-پسخورد ۵۷

شکل ۴- ۹ نمودار بلوکی روش جبرانساز پیشخورد-پسخورد ۵۷

شکل ۴- ۱۰ نمودار بلوکی فضای حالت سیستم ۵۹

فهرست جداول

جدول۴- ۱ قواعد تنظیم زیگلر – نیکولس براساس پاسخ پله دستگاه(روش اول)..... ۵۳
جدول۴- ۲ قواعد تنظیم زیگلر – نیکولس براساس بهره بحرانی Kcr *و زمان تناوب بحرانی* Pcr (روش دوم)..... ۵۵

فصل ۱

مقدمه و تاریخچه

۱.۱ تعاریف و نمادهای مقدماتی

تعریف ۱.۱.۱ دستگاه

دستگاه می‌تواند بخشی از یک وسیله، مثلاً مجموعه‌ای از اجزاء ماشین که یک کار انجام می‌دهند، باشد. هر جسم فیزیکی تحت کنترل مثلاً یک وسیله مکانیکی ، کوره گرمایش، راکتور شیمیایی یا سفینه دستگاه نامیده می‌شود.

تعریف ۲.۱.۱ فرایند

فرایند عملی طبیعی و تدریجی یا یک رشته تغییر تدریجی است که به صورتی تقریباً معین یکی پس از دیگری انجام شده به هدفی مشخص می‌انجامد، همچنین عملی مصنوعی که از یک رشته جنبش‌ها و کارهای کنترل شده برای سوق به هدفی مشخص صورت می‌گیرد. در این پایان نامه هر کاری که باید کنترل شود فرایند می‌نامیم. فرایندهای شیمیایی، اقتصادی، و زیستی مثال‌هایی از این فرایندها هستند.

تعریف ۳.۱.۱ سیستم

سیستم ترکیبی از اجزاست که با هم و برای انجام عملی مشخص کار می‌کنند. سیستم تنها سیستم فیزیکی نیست. مفهوم سیستم را می‌توان به پدیده‌های پویای انتزاعی، مثلاً پدیده‌های اقتصادی، نیز تعمیم داد. بنابراین کلمهٔ سیستم می‌تواند تمام سیستم‌های فیزیکی، زیستی، اقتصادی، و غیره را شامل می‌شود.

شکل (۱-۱) یک رابطه ساده ورودی و خروجی را نشان می‌دهد، و نمونه‌ای از یک سیستم کنترل نشده است که شرایط موجود در دنیای فیزیکی را نشان می‌دهد.

شکل ۱ - ۱ سیستم کنترل نشده

چند مثال:

- **نیروگاه**

ورودی این سیستم سوخت می‌باشد. نیروگاه به عنوان یک سیستم عمل نموده و خروجی آن الکتریسیته می‌باشد.

- **موتور الکتریکی**

ورودی این سیستم الکتریسته می‌باشد که موجب دوران سیستم موتور می‌گردد.

- **ساختمان در طول زلزله**

سیستم همان سازه است و حرکت فوندانسیون همان سیگنال ورودی است و سیگنال خروجی پاسخ سازه است.

تعریف ۴.۱.۱ اغتشاش

اغتشاش سیگنالی است که در جهت تغییر شدید خروجی یک سیستم عمل می‌کند. اگر اغتشاش در داخل سیستم تولید شود آن را داخلی می‌نامیم؛ اغتشاش خارجی در خارج سیستم تولید می‌شود و یک ورودی سیستم است. به عنوان مثال برای اختلال در یک سیستم حرارت مرکزی می‌توان به عواملی مانند باز شدن پنجره، تغییر دما یا سرعت باد خارج ساختمان اشاره نمود. سیستم کنترلی که قادر به غلبه بر اغتشاشات باشد، دارای پیچیدگی بیشتر و در نتیجه هزینه بیشتر خواهد بود که البته امکان ناپایداری خواهد داشت.

تعریف ۵.۱.۱ سیستم کنترل

سیستمی متشکل از تجهیزات مرتبط به یکدیگر به نحوی که خود یا سیستمی را تنظیم می‌کنند.

تعریف ۶.۱.۱ ورودی

محرک یا تحریک کننده اعمالی به یک سیستم کنترل از طرف منبع انرژی خارجی که معمولاً به منظور تولید پاسخ معین توسط سیستم کنترل است.

تعریف ۷.۱.۱ خروجی(پاسخ)

پاسخ حقیقی دریافتی از سیستم کنترلی است. (معمولاً متغیری که باید کنترل شود.)

تعریف ۸.۱.۱ کنترل با پسخورد

منظور از کنترل با پسخورد عملی است که می‌کوشد اختلاف بین خروجی سیستم و ورودی مرجع را به رغم وجود اغتشاش مینیمم کند، و این کوشش براساس این اختلاف صورت می‌گیرد.

معرفی سیستم‌های کنترل

تقاضای بشر برای کنترل سیستم های مختلف از جمله نیروهای طبیعت، یکی از از علل پیشرفت انسان در طول تاریخ است .در خلال قرن بیستم مهندسی کنترل بسیاری از آرزوهای بشر را جامه عمل پوشاند .نحوه کار ماشین ها و وسایل اولیه ای که به دست بشر ساخته شد، ایجاب می کرد که دست انسان مستقیما با آنها در تماس بوده و رفتار آنها را کنترل کند .بنابراین یک ماشین یا دستگاه دائما و به طور متناوب (هر چند دقیقه) احتیاج به کنترل داشته است .اما امروزه علم کنترل در قسمت هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که انسان به سادگی قادر به انجام آنها نیست. در بسیاری از مسائل از قبیل کنترل دقیق درجه حرارت، دقت در اندازه‌گیری، سرعت جوابگیری، علوم هسته‌ای، مهندسی و سایر رشته‌ها که انسان قادر به درک و حل سریع آنها نیست، کنترل خودکار نقش اساسی و حیاتی را ایفا می‌کند. رشد وتوسعه طرز استفاده از دستگاه‌های کنترل خودکار در خلال

۳۰ تا ۳۵ سال اخیر، اثر مشخصی در زندگی بشر گذارده است. چون پیشرفت و استفاده از کنترل خودکار جهت اجرای بهترین نوع عملکرد سیستم‌های دینامیکی، بهبود کیفیت و زوال قیمت محصول، ازدیاد درصد تولید و سهولت زیاد کنترل و فرمان سیستم‌ها را سبب شده است. نام سیستم‌های کنترل خودکار اصولاً به وسایلی اطلاق می‌شود که در هر لحظه و به طور خودکار یک سلسله از اعمال خود را بررسی، و اگر اختلافی با وضع یا نتیجه پیش‌بینی شده داشته باشد آن را اصلاح می‌کنند. بدین ترتیب چنین مدارهایی تا حدود زیادی مانند یک انسان متفکر عمل می‌کنند و وظیفه‌ای را انجام می‌دهند که از قبل تعیین شده است. اتومبیل بدون راننده یا هواپیمای بدون خلبان مثال‌هایی از کاربرد مدارهای کنترل خودکار در سال‌های اخیر است. هواپیمای بدون خلبان در هرگونه شرایط جوی که از قبل به طور کامل قابل پیش‌بینی نیست، ارتفاع و زاویه حرکت با افق را حفظ می‌کند و پرواز را طبق برنامه به انجام می‌رساند. به طور کلی برای سیستم‌های کنترل خودکار سه خاصیت اساسی تعریف می‌شود:

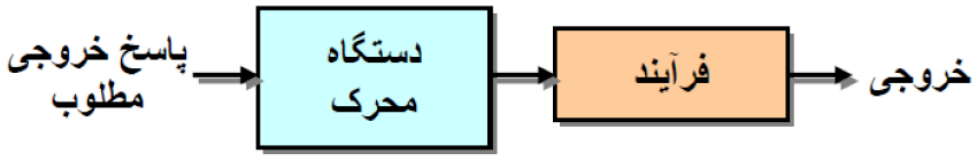
۱. کار یک مدار کنترل خودکار تا حد قابل قبولی مستقل از پارازیت‌ها و عوامل خارجی، قابل کنترل است.
۲. سیستم می‌تواند خود را با شرایطی که قابل پیش‌بینی نیست وفق دهد.
۳. دقت عمل بسیار خوب و در اکثر موارد به مراتب بالاتر از دقت عمل انسان است.

تقسیم‌بندی سیستم‌های کنترل

سیستم‌های کنترل به طور کلی به دو نوع عمده حلقه باز و حلقه بسته تقسیم می‌شوند. تفاوت اساسی این دو گروه از سیستم‌های کنترل ناشی از کاربرد شاخه پسخورد در سیستم‌های حلقه بسته است.

تعریف ۹.۱.۱ سیستم‌های کنترل حلقه باز

سیستم‌های کنترل حلقه باز سیستم‌هایی هستند که در آنها عمل کنترل تحت تأثیر نتیجه آن عمل نیست. به عبارت دیگر خروجی سیستم بر روی عمل کنترل اثری ندارد.



شکل ۱ - ۲ سیستم کنترل حلقه باز

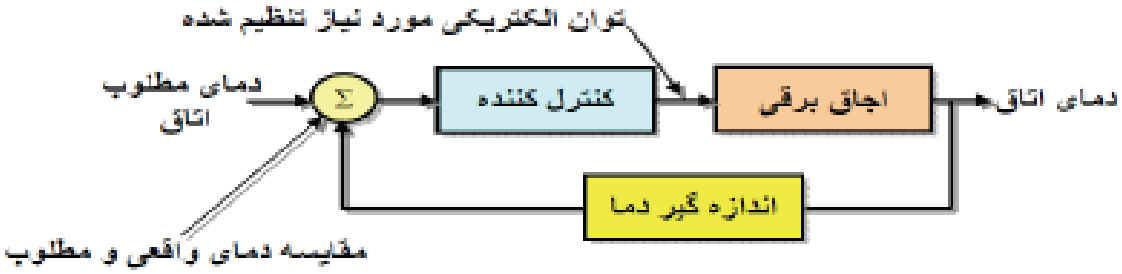
مثلاً هواپیمایی که در بالای ابرها پرواز می‌کند و خلبان هواپیما فقط یک قطب‌نما دارد یک سیستم حلقه باز را نشان می‌دهد. در حالت ایده‌آل خلبان می‌تواند به کمک قطب‌نمای خود به مقصد دلخواه برسد، ولی اگر جریان هوا و باد را در نظر بگیریم و همچنین با توجه به اینکه عکس‌العمل خلبان برای تصحیح مسیر هواپیما آهسته است، معمولاً برای پروازهای طولانی هواپیما از مسیر اصلی خود قدری منحرف می‌شود.

تعریف ۱۰.۱.۱ سیستم‌های کنترل حلقه بسته

در این نوع سیستم کنترلی سیگنال به کنترل پسخورد می شود که موجب تغییرات در سیستم می گردد. این تغییرات بطور مداوم به منظور دست یابی مطمئن به مقدار خروجی تعیین شده و مطلوب ادامه دارد.

ملاحظه شد که در یک سیستم حلقه باز، رابطه مشخصی بین ورودی اصلی یا فرمان دهنده و خروجی یا فرمان گیرنده موجود است. ولی این رابطه ممکن است به علت ورودی‌های فرعی یا اغتشاشات که بر قسمت‌های مختلف مدار وارد می‌شود، تغییر کند. بنابراین در یک سیستم حلقه باز فقط با تنظیم ورودی نمی‌توان از نتیجه خروجی کاملاً مطمئن بود. مثلاً اگر اتاقی که توسط یک بخاری برقی گرم و جریان بخاری بوسیله یک مقاومت متغیر تنظیم می‌شود، رابطه معینی بین اندازه مقاومت و کالری داده شده بوسیله بخاری، و در نتیجه دمای اتاق موجود خواهد بود. در این مثال دمای اتاق تحت فرمان اندازه مقاومت است و برای هر مقاومت، دمای معینی وجود خواهد داشت. حال اگر یکی از پنجره‌های اتاق باز شود، برای همان مقدار مقاومت، دیگر دمای اتاق ثابت نخواهد بود، بلکه مقدار دیگری را اختیار می‌نماید. لذا در این حالت تعیین مقدار مقاومت، مستقیماً برای ایجاد دمای مورد نظر کافی نیست، بلکه باید دستگاهی تعبیه شود که دمای اتاق را در شرایط مختلف بررسی کند و در

ضمن بررسی اگر لازم باشد مقاومت را متناسب با مقدار لازم تغییر دهد. برای این منظور فرض کنید یک ترموستات در اتاق و در سر راه جریان الکتریکی قرار داده شود به طوری که کلید جریان را در دمای پایین‌تر



شکل ۱ - ۳ سیستم کنترل حلقه بسته

از دمای مطلوب باز کند، با توجه به شرایط جدید نوعی عمل فرمان از طرف دما انجام شده و اثر ورودی فرعی خنثی شده است (نظیر کنترل اتوهای برقی). در این حالت مدار فرمان حلقه باز نیست.

تعریف ۱۱.۱.۱ سیستم‌های کنترل گسسته زمانی

سیستم‌های کنترل گسسته زمانی (زمان-گسسته)، سیستم‌های کنترلی هستند که در آنها یک یا چند متغیر فقط در لحظه‌های گسسته‌ای از زمان می‌توانند تغییر کنند. این لحظه‌ها، که آنها را با kT یا t_k ($k = 0,1,2, \ldots$) نشان می‌دهیم، ممکن است لحظه‌هایی را مشخص کنند که در آنها برخی اندازه‌گیری‌های فیزیکی انجام گرفته است.

تعریف ۱۲.۱.۱ سیستم‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال

سیگنال‌ها در یک سیستم کنترل معمولاً تابعی از متغیر مستقل که عموماً زمان می باشد، هستند.

۱- سیگنالی که وابسته به مقادیر پیوسته‌ای از متغیر مستقل زمان باشد، سیگنال پیوسته زمانی یا آنالوگ نامیده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان ولتاژ پیوسته سینوسی جریان برق شهر را نام برد.

۲- سیگنالی که فقط در لحظه‌های گسسته‌ای از متغیر مستقل زمان تعریف شود، سیگنال گسسته یا داده نمونه‌برداری شده و یا دیجیتال نامیده می‌شود. به عنوان مثال، نمونه برداری روزانه در ساعت ۸ هر روز از دمای اتاق نمونه‌ای از سیگنال گسسته زمانی است.[۳۲]

۲.۱ تاریخچه

لی. چن[۱] و ژاولین. چنگ[۲] در سال ۲۰۰۴ در مقاله‌ای کنترل مسائل بهینه‌سازی درجه دوم خطی منفرد با رد اغتشاش برای سیستم‌های توصیفگر را مورد بررسی قرار داده‌اند و روشی را ارائه داده‌اند که در آن کنترل مسائل بهینه‌سازی درجه دوم خطی منفرد با رد اغتشاش برای سیستم‌های توصیفگر را تغییر شکل داده که با کنترل مسائل بهینه‌سازی نامنفرد با رد اغتشاش برای سیستم‌های توصیفگر معادل شود، که می‌تواند بوسیله حل مسائل کنترل بهینه درجه دوم نامفرد برای دو سیستم دیگر حل شود .[۱۰]

فرانکو بلاچینی[۳] و ماریو اشنایر[۴]روی رد اغتشاش پایا بوسیله پسخورد حالت ایستا کار کرده‌اند. کرباسی و تهرانی پارامتری‌سازی کنترلگرهای پسخورد حالت برای سیستم‌های خطی چند متغیره را مورد بررسی قرار داده‌اند.[۱۶] لزلی فاولر[۵] برای رد اغتشاش سیستم‌های متناوب-زمان ،الگوریتم X LMS-فیلتر شده را ارائه کرده‌اند.

1- Li Chen

2- Zhaolin Cheng

3- Franco Blanchini

4- Mario Sznaier

5- Leslie Paige Fowler

فصل ۲

آشنایی با سیستم‌های کنترل گسسته زمانی

۱.۲ مقدمه

در سال‌های اخیرافزایش سریعی در استفاده از کنترل کننده‌های دیجیتال در سیستم‌های کنترل حاصل شده است. در واقع بسیاری از سیستم‌های کنترل صنعتی، کامپیوترهای دیجیتال را به عنوان جزء لازم عملیات خود در بر می‌گیرند. کنترل‌های دیجیتال در رسیدن به عملکرد بهینه مثلاً بصورت قابلیت تولید حداکثر، سود حداکثر، هزینه حداقل، یا مصرف انرژی حداقل به کار می‌روند. سیر تکاملی اخیر میکروپروسسورها و میکروکامپیوترها که می‌توانند در وظایف کنترلی مختلف مورد استفاده قرار گیرند، روند جدیدی در جهت منظور کردن کامپیوترهای دیجیتال حتی در سیستم‌های کنترل با مقیاس کوچک به منظور به دست آوردن عملکرد بهینه برقرار کرده است.

اخیراً، کاربرد کنترل کامپیوتری، حرکت هوشمندانه در روبات‌های صنعتی، بهینه سازی مصرف سوخت در اتومبیل‌ها، تظریف در عملیات لوازم خانگی و ماشین آلات مانند تنورهای مایکروویوی و چرخ‌های خیاطی و غیره را امکان‌پذیر ساخته است. قابلیت تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری در برنامه کنترل مزایای عملی سیستم‌های کنترل دیجیتال می‌باشد.

در مهندسی کنترل، کامپیوترهای دیجیتال برای دو منظور مختلف به کار برده شده‌اند. اولاً، از آنها برای تحلیل و ترکیب سیستم‌های کنترل پیچیده شامل شبیه‌سازی دیجیتالی و محاسبهٔ دیجیتالی دینامیک‌های کنترل پیچیده استفاده شده است. ثانیاً، بصورت کنترل کننده‌ها در سیستم‌های کنترل به کار برده شده‌اند.[۳۲]