

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فهرست شکل ها..... ح	
فهرست جدول ها..... ک	
چکیده فارسی..... ل	
فصل اول کلیات..... ۱	
۱ ۱ مقدمه..... ۲	
۲ ۱ بیان مساله..... ۳	
۳ ۱ اهمیت موضوع..... ۵	
۴ ۱ اهداف..... ۶	
فصل دوم پیشینه..... ۷	
۱ ۲ مروری بر کارهای انجام شده..... ۸	
فصل سوم ابزار کنترل..... ۱۹	
۱ ۳ منطق فازی..... ۲۰	
۲ ۳ خصوصیات منطق فازی..... ۲۱	
۳ ۳ چه مواقعی نباید منطق فازی را استفاده کرد..... ۲۲	
۴ ۳ ساختار منطق فازی..... ۲۳	
۵ ۳ منطق فازی و احتمال..... ۲۴	
۶ ۳ منطق فازی و منطق بولی..... ۲۵	
۷ ۳ نظریه فازی و کلاسیک مجموعه ها..... ۲۶	
۸ ۳ مزایای استفاده از سیستم های منطق فازی..... ۲۶	
۹ ۳ معایب سیستم های منطق فازی..... ۲۷	
فصل چهارم شبیه سازی..... ۲۸	
۱ ۴ مدل سازی..... ۲۹	
۲ ۴ شبیه سازی..... ۳۲	
۳ ۴ کنترل فازی..... ۳۴	
۱ ۳ ۴ فازی ساز..... ۳۴	

۳۷.....	مجموعه قوانین ۲ ۳ ۴
۴۰.....	غیر فازی ساز ۳ ۳ ۴
۴۱.....	نتایج کنترل کننده فازی ۴ ۴
۴۴.....	نتایج فازی بهینه شده ۵ ۴
۴۸.....	فصل پنجم نتیجه گیری ۴۸
۴۹.....	مقایسه کنترل کننده فازی و فازی بهینه شده ۱ ۵
۵۱.....	نتیجه گیری و پیشنهاد ۲ ۵
۵۲.....	مراجع ۵۲

فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
شکل ۱-۱ هواپیمای عمود پرواز دو موتوره.....	۵
شکل ۱-۳ ارتباط بخش های فازی	۲۳
شکل ۱-۴ مدل سازی بایکوپتر	۲۹
شکل ۲-۴ قرار دادن انتگرال گیر به تعداد حالت های سیستم	۳۲
شکل ۳-۴ وارد کردن پارامتر های سیستم.....	۳۳
شکل ۳-۴ وارد کردن معادلات ورودی	۳۳
شکل ۴-۴ وارد کردن معادلات شش درجه آزادی	۳۳
شکل ۵-۴ ورودی خروجی های کنترل کننده فازی	۳۴
شکل ۶-۴ الف-تابع عضویت خطا برای ارتفاع، ب- تابع عضویت مشتق خطا برای ارتفاع	۳۵
شکل ۷-۴ الف-تابع عضویت خطا برای زاویه چرخش ، ب- تابع عضویت مشتق خطا برای زاویه چرخش	۳۶
شکل ۸-۴ الف-تابع عضویت خطا برای زاویه پیچش ، ب- تابع عضویت مشتق خطا برای زاویه پیچش	۳۶
شکل ۹-۴ الف-تابع عضویت خطا برای زاویه گردش ، ب- تابع عضویت مشتق خطا برای زاویه گردش	۳۷
شکل ۱۰-۴ الف-تابع عضویت برای کنترل ارتفاع ، ب- تابع عضویت برای کنترل زاویه پیچش، ج- تابع عضویت برای کنترل زاویه چرخش، د- تابع عضویت برای کنترل زاویه گردش	۴۱
شکل ۱۱-۴ کنترل ارتفاع با استفاده از کنترل کننده فازی	۴۲
شکل ۱۲-۴ کنترل زاویه پیچش با استفاده از کنترل کننده فازی	۴۳
شکل ۱۳-۴ کنترل زاویه چرخش پیچش با استفاده از کنترل کننده فازی	۴۳
شکل ۱۲-۴ کنترل زاویه گردش با استفاده از کنترل کننده فازی	۴۴
شکل ۱۳-۴ کنترل ارتفاع با استفاده از کنترل کننده فازی بهینه شده	۴۵
شکل ۱۴-۴ کنترل زاویه پیچش با استفاده از کنترل کننده فازی بهینه شده	۴۶
شکل ۱۵-۴ کنترل زاویه چرخش پیچش با استفاده از کنترل کننده فازی بهینه شده	۴۶
شکل ۱۶-۴ کنترل زاویه گردش با استفاده از کنترل کننده فازی بهینه شده	۴۷
شکل ۱-۵ مقایسه کنترل ارتفاع با استفاده از کنترل کننده فازی و فازی بهینه شده	۴۹
شکل ۲-۵ مقایسه کنترل زاویه پیچش با استفاده از کنترل کننده فازی و فازی بهینه شده	۵۰
شکل ۳-۵ مقایسه کنترل زاویه چرخش با استفاده از کنترل کننده فازی و فازی بهینه شده	۵۱
شکل ۴-۵ مقایسه کنترل زاویه گردش با استفاده از کنترل کننده فازی و فازی بهینه شده	۵۱

چکیده:

در این پایان نامه به کنترل بایکوپتر پرداختیم. بایکوپتر یک مدل هواپیما است که بدلیل داشتن دو پره بر روی هر بال می تواند به صورت عمودی پرواز کند. از این رو این سیستم هم حات هلیکوپتر دارد و هم حالت هواپیما از این رو ابتدا به مدل سازی و شبیه سازی این سیستم در نرم افزار متلب پرداختیم. سپس به کنترل این سیستم با استفاده از منطق فازی پرداخته شد. در آخر ضرایب کنترل کننده فازی را با استفاده از الگوریتم PSO به صورت بهینه بدست آوردیم. نتایج نشان می دهند که، هر دو کنترل کننده توانسته اند بایکوپتر را کنترل کنند. ولی کنترل کننده فازی بهینه شده برای کنترل ارتفاع و زاویه چرخش زمان نشست و بالا زدگی کمتر، برای کنترل زاویه پیچش خطای حالت ماندگار و زمان نشست کمتر و برای زاویه گردش زمان نشست کمتری نسبت کنترل کننده فازی دارد. از این رو با استفاده از الگوریتم PSO توانستیم کنترل کننده فازی برای کنترل بایکوپتر را بهینه کنیم.

فصل اول کلیات

امروزه در جهان از هواپیمای بدون سرنشین با نامهای متفاوت یاد میشود که عمده ترین آنها دو گزینه کنترل خودکار^۱ و بدون سرنشین^۲ می باشد. باتوجه به معانی فوق می توان نتیجه گرفت که کنترل خودکار دارای عمومیت بیشتری است و در بر گیرنده اغلب وسایلی است که از راه دور کنترل و هدایت می شوند درحالیکه بدون سرنشین انحصاراً به وسایل نقلیه هوایی اطلاق میگردد که فاقد سرنشین هستند و برخلاف کنترل خودکار میتوانند بطور خودکار توسط سیستم داخلی نیز کنترل شوند. هواپیماهای بدون سرنشین یا پهپادها یا به صورت خلبان از راه دور و یا به صورت خلبان خودکار هدایت می شوند و قادر به حمل دوربین های مراقبت و شناسایی، حسگر، تجهیزات مخابراتی و دیگر محموله ها می باشند، و پهپادها معمولاً کوچکتر از هواپیمای با سرنشین اند و بنابراین نگهداری و حمل و نقل آنها ساده تر و کم هزینه تر است. پهپاد، مخفف عبارت «پرنده هدایت پذیر از دور»، نامی است که به انواع وسایل پرنده بدون سرنشین اطلاق می شود. امروزه پهپادها به طور گسترده ای در صنایع هوایی مورد توجه قرار گرفته اند. از آنجا که هزینه طراحی و ساخت این هواپیماها برای انجام یک مأموریت مشخص در مقایسه با هواپیماهای سرنشین دار بسیار کمتر است و همچنین خطرات جانی کمتری در بر دارند، گرایش های زیادی در صنایع هوایی نظامی و غیرنظامی به سمت این رده از وسایل پرنده دیده

^۱ Remotely Piloted Vehicle

^۲ Unmanned Air Vehicle

می‌شود. تجربه جنگ‌های اخیر ایالات متحده در افغانستان و عراق و استفاده گسترده نیروهای آمریکایی از هواپیماهای بدون سرنشین، قابلیت‌های برتر این هواپیماها را در جنگ به وضوح مشخص است. حذف خلبان از درون هواپیما و نشان دادن یک سامانه هوشمند الکترونیکی به جای آن، اگر چه کار ساده‌ای نیست اما مزایای قابل توجهی را برای این رده از وسایل پرنده ایجاد نموده و دست طراحان هواپیما را در ارائه طرح‌های نوین و متنوع بسیار باز گذاشته است. در حالی که کوچک‌ترین پهپادها، موسوم به حشره مکانیکی وزنی کمتر از ۱۰ گرم دارند، پهپادهایی با وزن بیش از ۱۰ تن هم ساخته شده‌اند که می‌توانند برای مدت بیش از یک روز در آسمان پرواز نمایند. تنوع بسیار گسترده‌ای در پهپادها از نظر ابعاد و اندازه، وزن، شکل ظاهری و ویژگی‌های عملیاتی به چشم می‌خورد.

۱-۲- بیان مساله

همان طور که از شکل (۱-۱) پیداست. بیکوپتر یک مدل هواپیما است که بدلیل داشتن دو پره بر روی هر بال می‌تواند به صورت عمودی پرواز کند. هواپیما برای پرواز باید بر جاذبه زمین غلبه کند. برای این کار باید نیرویی برابر و یابیشتر از وزن هواپیما در خلاف جهت گرانش زمین به آن وارد شود. در هواپیما این نیرو توسط موتور هواپیما رو به جلو ایجاد می‌شود و با سرعت گرفتن هواپیما به دلیل حالت ماهی واره بال، نیرویی در خلاف جهت جاذبه زمین ایجاد می‌شود. در نتیجه هواپیما برای پرواز حتما باید در جهت افقی سرعت داشته باشد. با قرار دادن پره و

موتور برای هواپیما می توان بر این مشکل غلبه کرد و مانور پذیری آن را بالا برد. ولی چرخش پره توسط موتور باعث می شود هواپیما به دور خود بچرخد. برای رفع این مشکل نیز باید از دو پره که در خلاف جهت یکدیگر می چرخند بهره برد. برای کنترل هواپیما باید توجه داشت که هر پرنده در آسمان دارای شش درجه آزادی شامل موقعیت طولی، عرضی و ارتفاع و همچنین پیچش، گردش و چرخش است. با کنترل ارتفاع و زاویه پیچش و گردش می توان پرنده را در تمام نقاط فضا هدایت کرد. در اینجا ما می خواهیم این سه درجه آزادی را کنترل کنیم. برای کنترل ارتفاع باید سرعت هر دو موتور به یک اندازه کم و زیاد شود. با ایجاد اختلاف بین سرعت موتورهای پرنده گردش می کند. و با تغییر زاویه اتصال موتور ها، پرنده به جلو و عقب پرواز می کند. به دلیل غیر خطی و پیچیده بودن معادلات حاکم بر پرنده کنترل کننده فازی می تواند مناسب باشد. این کنترل کننده که با قواعد زبانی کار می کند متناسب برای کنترل سیستم هایی است که پیچیدگی بالایی دارند.



شکل ۱-۱ هواپیمای عمود پرواز دو موتوره

۱-۳- اهمیت موضوع

پرنده چهار پره‌های شخصی در سال‌های اخیر چه به عنوان وسیله‌ای برای سرگرمی و چه به عنوان وسیله‌ای برای خلق عکس‌های زیبا توسط عکاس‌های حرفه‌ای خیلی مورد توجه قرار گرفته‌اند. با پیشرفت تکنولوژی، کاربردهای تازه‌ای از پرنده چهار پره‌ها در حال ظهور کردن است. یکی از کاربردهای جالب پرنده چهار پره‌ها استفاده در صنعت هواپیمایی است. البته وقتی هواپیما در آسمان یا باند فرود است به هیچ عنوان پرنده چهار پره‌ها مسئله خوش آیندی نیستند چرا که امکان برخورد و صدمه دیدن هواپیما وجود دارد، اما می‌توان از پرنده چهار پره‌ها به منظور بررسی و تشخیص عیب‌های ظاهری بدنه‌ی هواپیما که نقش مهمی در ایمنی پرواز دارد استفاده کرد. این کار در گذشته به وسیله‌ی مهندسان آموزش دیده انجام می‌

شده است. اما اکنون تنها نیاز است که پرنده چهار پره به همراه یک دوربین به پرواز درآید و مهندس ناظر آن را کنترل کرده و تصاویر و فیلم های لازم را از بدنه هواپیما تهیه کند و سپس با بررسی فیلم ها و تصاویر، نقص های بدنه ی هواپیما را تشخیص دهد. در واقع در این کاربرد نیاز به حضور فیزیکی انسان حذف شده است. یکی از شرکت های پیشگام در این زمینه Easy Jet می باشد.

۴-۱- اهداف

- ۱- مدل سازی یک سیستم دو پره وشبیه سازی آن در نرم افزار متلب.
- ۲- انتخاب کنترل کننده مناسب که بتواند سیستم را به خوبی کنترل کند.

فصل دوم پیشینه

۲-۱- مروری بر کارهای انجام شده

در سال ۲۰۱۳ آقای Johan.Fogelberg و همکاران به مدل سازی عمود پرواز دو موتورپرداختند. آنها به وسیله سنسور اطلاعات موقعیتی عمود پرواز را دریافت و با استفاده از فیلتر کالمن موقعیت عمود پرواز را تخمین زدند. سپس کنترل کننده PID برای این سیستم طراحی کردند. کنترل کننده طراحی شده را بر روی یک مدل واقعی پیاده سازی کردند. این کنترل کننده توانست عمود پرواز را در برابر اغتشاشات تا حد مطلوبی کنترل کند.[1]

در سال ۲۰۱۵ آقای Hichman.Medromi و همکاران یک عمود پرواز دو موتور را مدل سازی کردند. مدل بدست آمده ناپایدار است. آنها با استفاده از کنترل کننده PID و مد لغزشی به کنترل این سیستم پرداختند. آنها نشان دادند کنترل کننده مد لغزشی عملکرد مناسب تری نسبت به کنترل کننده PID دارد.[2]

در سال ۲۰۱۶ آقای Fumio.Hamano و همکاران به مدل سازی و پیاپی سازی یک عمود پرواز دو موتور در شبیه ساز نرم افزار متلب پرداختند. همچنین آنها از کنترل کننده های PI، PD و PID برای کنترل ارتفاع و سه زاویه گردش، پیچش و چرخش بهره بردند.[3]

در سال ۲۰۱۷ آقای Simanti.Bose و همکاران به مدل سازی عمود پرواز دو موتور با شش درجه آزادی پرداختند. مدل به دست آمده غیر خطی و ناپایدار است. سپس آنها با استفاده از کنترل کننده PID ارتفاع عمود پرواز و سه زاویه گردش، پیچش و چرخش کنترل کردند.[4]

در [5] مقاله به بررسی کنترل ارتفاع و گرایش پرنده خودکار چهار روتور به نام پرنده چهار پره روتور با استفاده از الگوریتم تکاملی رقابت استعماری برای تنظیم ضرایب کنترلی می پردازد. مدلسازی پرنده چهار پره روتور با استفاده از روابط اوایلر- نیوتون بیان می شود. برای پایدار سازی و کنترل پرنده چهار پره روتور از کنترلر گام به عقب که یک کنترلر غیرخطی به شمار می رود، استفاده شده است و در نهایت مقایسه عملکرد این کنترلر با کنترلر PD روی سیستم صورت گرفته است. پرنده چهار پره روتور ی سیستم غیرخطی به شمار می رود، بنابراین استفاده از کنترلرهای کلاسیک برای پایدار سازی آن به اندازه کافی موثر نخواهد بود، از این رو استفاده از یک کنترلر غیرخطی مانند گام به عقب برای این سیستم غیرخطی موثر خواهد بود.

در [6] روند طراحی یک کنترل کننده فازی بهینه جهت کنترل وضعیت پرواز یک پرنده چهار پره روتور، شرح داده شده است. در ابتدا با در نظر گرفتن یک مدل دینامیکی غیرخطی از سیستم این وسیله پرنده و استفاده از روش های خطی سازی، با استفاده از مدل خطی شده ی سیستم، روند طراحی کنترل کننده رگولاتور مربعی خطی برای پرنده چهار پره روتور توضیح داده شده و در ادامه با استفاده از خصوصیات روش رگولاتور مربعی خطی، طراحی کنترل کننده فازی بهینه برای ربات پرنده چهار روتوره صورت گرفته است. این کنترل کننده یک سیستم نرمال با سه ورودی و دو خروجی است که جهت ارزیابی عملکرد آن یک شبیه سازی جامع بر روی کنترل وضعیت سیستم ربات پرنده صورت گرفته است و در انتها نتایج حاصل از اعمال کنترل کننده بهینه با نتایج حاصل از اعمال کنترل کننده رگولاتور مربعی خطی مقایسه شده است.

بررسی ها حاکی از آن است که کنترل کننده فازی ضمن مقاوم بودن در برابر تغییر پارامترهای سیستم قادر به از بین بردن اغتشاشات وارد شده بر وضعیت پرواز آن در بهترین و کوتاهترین زمان ممکن نسبت به کنترل کننده رگولاتور مربعی خطی است.

در [7] پرنده چهار پره وسیله ای با ۴ روتور است که روتور ها وظیفه حرکت به سمت بالا را داشته و با فواصل مساوی از مرکز نقل پرنده چهار پره قرار می گیرد. پرنده چهار پره حرکتی مشابه هلیکوپتر داشته و می تواند به صورت عمودی و در تمامی جهت ها حرکت کند. اصول و نقطه ابتدایی برای انجام کار کنترل پرنده چهار پره بدست آوردن مدل دینامیکی آن می باشد. کنترل کننده پیش بین متعلق به کلاس کنترل کننده ای مبتنی بر مدل می باشد که با استفاده از مدلی از فرآیند طراحی می شوند. این روش شامل تعدادی از الگوریتم های کنترلی است که در هر یک با استفاده از مدل فرآیند عبارت صحیحی برای خروجی در زمان آینده بدست می آید و سپس سینگنال های کنترل آینده با این هدف که خروجی پیش بینی شده تا حد ممکن به مسیر مبنا نزدیک باشد تعیین می گردد. کنترل پیش بین معرفی شده بر اساس کنترل مدل رجع عصبی و همچنین کنترل پیش بین بر مبنای فضای حالت انجام شده است.

در [۷] توسعه روش های کنترل ربات هوایی چهارپره-پرنده چهار پره روتور- با استفاده از مکانیسم گام متغیر و مقایسه آن با روش غالب کنترل این گونه پرنده ها مبنی بر تغییر سرعت دوران روتورهای اصلی، است. متدلوزی و فن حل مسئله مبتنی بر استخراج معادلات حرکت ۶

درجه آزادی برای پرنده چهار پره روتورهای گام متغیر، محاسبات تریم، خطی سازی معادلات حرکت و نهایتاً طراحی سیستم کنترل خطی و غیرخطی است که البته برای پوشش فاز پرواز ایستا تنظیم شده است. مدل سازی دینامیکی در این بررسی اساساً شامل مدل آئرو دینامیک روتورهای اصلی در رینولدز پایین، مدل سازی دینامیکی موتور و سیستم پیشران با تلفیق تئوری مومنتوم -المان پره است. با قید حداقل مصرف توان و بهره گیری مکان هندسی ریشه ها، بهینه سازی پرواز ایستا، پیاده سازی شده و با ۲ حلقه وضعیت و موقعیت از روش های خطی و همچنین خطی سازی بازخورد پرنده کنترل گردیده است. کنترل موقعیت پرنده در مکانیسم گام متغیر بهبود مانور پذیری پرنده را نمایش می دهد. مقایسه نتایج شبیه سازی، بهبود عملکرد را در مکانیسم گام متغیر با استفاده از خطی سازی بازخورد در مقابل روش کنترل خطی اثبات می نماید. این دستاورد می تواند به افزایش مداومت پرنده و همچنین توسعه پکت پروازی ربات های چهارپره منجر گردد.

در [۸] یک سیستم هوشمند بر اساس کنترل کننده PID فازی که برای کنترل یک کوا درو تور توسعه یافته است را شرح می دهند. یک کوا درو تور هالی کوپتری با چهار روتور می باشد که برای داشتن پایداری بیشتر نیازمند مدل و کنترل پیچیده تری است. مدل دینامیکی کوا درو تور به وسیله معادلات نیوتن -ویلر شرح داده شده است. یک کوا درو تور دارای شش درجه آزادی بوده، که سه تای آنها یعنی حرکت افقی، حرکت عمودی و حرکت در ارتفاع مربوط به موقعیت می باشند و سه تای دیگر یعنی پیچ، رول و یا و مربوط به جهت هستند.