

فصل اول (کلیات تحقیق)

مقدمه :

در مقدمه فصل اول، پژوهش ما بر آن است تا با توجه به اطلاعات داده شده، مروری جامع بر اهداف، پیشینه و اهمیت مطالعه ارائه دهد. درک زمینه و پیشینه گسترده تر کنترل مشترک در سیستم های ربات چند چرخ ضروری است. مقدمه ما عناصر کلیدی، از جمله محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی های کنترل را پوشش می دهد و سهم نوآورانه خاص ما را که بر پرداختن به محدودیت های ورودی متمرکز است، برجسته می کند.

برای شروع، در مورد انگیزه مطالعه کنترل مشارکتی در سیستم های ربات چند چرخ بحث خواهیم کرد. این شامل بررسی استفاده رو به رشد از ربات ها در کاربردهای مختلف، مزایای بالقوه کنترل مشارکتی، و اهمیت پرداختن به محدودیت ها در متغیرهای حالت و ورودی های کنترل برای افزایش عملکرد و قابلیت اطمینان سیستم است.

در مرحله بعد، ما بر نوآوری منحصر به فرد پایان نامه خود، که حول محدودیت های ورودی می چرخد، تأکید خواهیم کرد. این به مشارکت جدید تحقیق ما اشاره دارد که هدف آن مقابله با چالش ها و ارائه راه حل های مربوط به محدودیت های ورودی در زمینه کنترل مشارکتی است. ما به طور خلاصه اهمیت محدودیت های ورودی و تاثیر آنها بر رفتار و عملکرد سیستم های ربات چند چرخ را توضیح خواهیم داد.

علاوه بر این، ما به مقاله پایه توسط Wu et al. (۲۰۲۱) با عنوان "کنترل یادگیری مشارکتی ربات های متحرک چرخدار غیرهولونومیک نامشخص با محدودیت های حالت". این مقاله به عنوان یک کار اساسی برای تحقیقات ما عمل می کند و دانش موجود و پیشرفت تحقیقات در این زمینه را ایجاد می کند. با مراجعه به این مقاله قصد داریم فصل های بعدی پایان نامه خود را راهنمایی و اطلاع رسانی کنیم.

علاوه بر این، ما وضعیت فعلی این حوزه را خلاصه می‌کنیم و هرگونه شکاف یا محدودیت در تحقیقات موجود در مورد کنترل مشارکتی و در نظر گرفتن متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل را برجسته می‌کنیم. این تجزیه و تحلیل توجیهی برای تحقیق ما ارائه می‌کند و بر مشارکت‌های بالقوه‌ای که پایان نامه ما به دنبال آن است تأکید می‌کند.

بیان مسئله

کنترل مشارکتی سیستم‌های چند رباتی چرخ دار با در نظر گرفتن متغیر حالت و محدودیت‌های ورودی کنترل

در حوزه رباتیک، ربات‌های چرخدار و کنترل آن‌ها اهمیت زیادی دارند. تمرکز این تحقیق بررسی چالش کنترل یک سیستم چند رباتی به شیوه‌ای مشترک است که ربات‌ها را قادر می‌سازد تا به طور مؤثر یک هدف تعیین شده را هدایت و دنبال کنند. این همکاری از طریق شبکه‌ای ایجاد می‌شود که تبادل اطلاعات بین ربات‌های شرکت کننده را تسهیل می‌کند.

برای مقابله با این مشکل، پرداختن به عوامل مختلفی مانند محدودیت‌های متغیر حالت و محدودیت‌های ورودی کنترل بسیار مهم است. متغیرهای حالت به ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری سیستم اشاره دارند، در حالی که ورودی‌های کنترل شامل دستورات یا اقدامات اعمال شده برای تأثیرگذاری بر رفتار ربات‌ها می‌شود. با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها، هدف تحقیق توسعه راه‌حلی است که عملکرد و هماهنگی سیستم چند رباتی را در عین پایبندی به محدودیت‌های خاص تحمیل شده توسط متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل بهینه می‌کند.

برای حمایت از این تحقیق، یک مقاله اساسی توسط وو، وانگ، فانگ و وان با عنوان «کنترل یادگیری مشارکتی ربات‌های متحرک چرخدار غیرهولونومیک نامشخص با محدودیت‌های حالت» (۲۰۲۱) به عنوان مرجع استفاده می‌شود. این مقاله که در ژورنال **Neural Computing and Applications** منتشر شده است، رویکردی برای کنترل یادگیری مشارکتی برای ربات‌های متحرک چرخدار با دینامیک نامشخص و محدودیت‌های حالت

ارائه می‌کند. این پیش‌های ارزشمندی را در مورد منطقه تحقیقاتی ارائه می‌دهد و به عنوان مبنایی برای کاوش و اصلاح بیشتر مشکل عمل می‌کند.

هدف اصلی این پایان‌نامه گسترش کار ارائه شده در مقاله فوق و کمک به یافته‌های جدید است. از طریق تجزیه و تحلیل و آزمایش جامع، هدف این تحقیق ارائه یک استراتژی کنترل مشارکتی موثر برای سیستم‌های چند رباتی چرخدار است. این استراتژی باید تعامل بین متغیر حالت و محدودیت‌های ورودی کنترل را در نظر بگیرد و اطمینان حاصل کند که ربات‌ها در مرزهای عملیاتی مورد نظر عمل می‌کنند و در عین حال وظایف محول شده را به طور موثر انجام می‌دهند.

نتیجه پیش‌بینی شده این پایان‌نامه توسعه یک رویکرد کنترل قوی و تطبیقی است که سیستم چند رباتی را قادر می‌سازد تا وظایف پیچیده را در سناریوهای دنیای واقعی انجام دهد. با یکپارچه‌سازی عناصر یادگیری مشارکتی، راه‌حل پیشنهادی باید هماهنگی، ارتباطات و قابلیت‌های تصمیم‌گیری کلی ربات‌ها را افزایش دهد. علاوه بر این، این تحقیق به دنبال کشف چگونگی تعمیم استراتژی کنترل برای تطبیق با عدم قطعیت‌ها و تغییرات در سیستم است که به سازگاری و استحکام بهتر اجازه می‌دهد.

در نهایت، این پایان‌نامه در تلاش است تا با پرداختن به چالش بحرانی کنترل مشارکتی در حالی که متغیرهای حالت و محدودیت‌های ورودی کنترل را در نظر می‌گیرد، زمینه سیستم‌های چند ربات چرخ دار را پیش ببرد. با کمک به مجموعه دانش موجود، هدف آن ترویج توسعه سیستم‌های چند رباتی پیچیده‌تر و کارآمدتر است که می‌توانند به طور هماهنگ و هوشمندانه در محیط‌های متنوع کار کنند.

اهداف پژوهش:

اهداف این تحقیق به شرح زیر است:

۱. انجام یک بررسی و تجزیه و تحلیل کامل از آخرین تحقیقات و روش‌های مربوط به کنترل مشارکتی سیستم‌های ربات چرخ دار در یک محیط چند رباتی. این بررسی رویکردهای کنترل سنتی و همچنین پیشرفت‌های اخیر در تکنیک‌های کنترل مبتنی بر یادگیری را در بر می‌گیرد.

۲. شناسایی و رفع چالش ها و محدودیت های مرتبط با کنترل سیستم های چند روباتی، به ویژه با تمرکز بر روبات های متحرک چرخ دار. توجه ویژه به مقابله با محدودیت های حالت، مانند اجتناب از برخورد، برنامه ریزی مسیر، پروفیل های سرعت و سایر محدودیت های فیزیکی که بر ورودی های حرکت و کنترل روبات ها تأثیر می گذارند، داده خواهد شد.

۳. الگوریتم های یادگیری مختلف و تکنیک های مناسب برای کنترل مشارکتی در سیستم های چند روباتی چرخدار را بررسی کنید. این شامل مطالعه یادگیری تقویتی، یادگیری عمیق و رویکردهای ترکیبی برای مدیریت موثر محیط های پیچیده و افزایش قابلیت های تصمیم گیری ربات ها خواهد بود.

۴. یک چارچوب جدید کنترل مشترک ایجاد کنید که تکنیک های یادگیری را با در نظر گرفتن محدودیت های اعمال شده بر متغیرهای حالت و ورودی های کنترل یکپارچه می کند. این چارچوب یکپارچه ناوبری، ردیابی و تعقیب کارآمد یک هدف را در عین حصول اطمینان از رعایت محدودیت های ایمنی و عملیاتی امکان پذیر می سازد.

۵. ارزیابی عملکرد و اثربخشی رویکرد کنترل مشارکتی پیشنهادی از طریق شبیه سازی های گسترده و اعتبارسنجی تجربی. این ارزیابی شامل مقایسه چارچوب توسعه یافته با روش های کنترل موجود، ارزیابی استحکام آن در برابر عدم قطعیت ها و اختلالات، و نشان دادن قابلیت های آن در مدیریت سناریوهای دنیای واقعی است.

۶. ارائه یک تجزیه و تحلیل جامع از نتایج به دست آمده و بحث در مورد مزایا، محدودیت ها، و زمینه های بالقوه برای بهبود بیشتر رویکرد کنترل مشارکتی پیشنهادی. این تحقیق به پیشرفت درک کنترل سیستم ربات چند چرخ کمک می کند و پایه ای برای تحقیقات آینده و کاربردهای عملی در زمینه های مختلف از جمله نظارت، جستجو و نجات، تدارکات و حمل و نقل ایجاد می کند.

با دستیابی به این اهداف، این تحقیق با نشان دادن یک رویکرد کنترل مشارکتی موثر و قوی که تکنیک های یادگیری را در کنار در نظر گرفتن محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی های کنترلی در بر می گیرد، به حوزه کنترل سیستم ربات چند چرخ کمک می کند. این یافته ها نه تنها درک ناوبری مشارکتی را در سیستم های چند روباتی افزایش می دهد، بلکه مفاهیم عملی را برای بهبود عملکرد و کارایی برنامه های مختلف دنیای واقعی شامل روبات های چرخدار نیز در بر دارد.

اهمیت تحقیق :

تحقیق در مورد کنترل مشارکتی سیستم های ربات چند چرخ بر اساس یادگیری و در نظر گرفتن محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی کنترل از اهمیت قابل توجهی در زمینه رباتیک و اتوماسیون برخوردار است. در اینجا دلایل کلیدی علمی و عملی که اهمیت این تحقیق را برجسته می کند آورده شده است:

۱. پیشرفت در کنترل چند رباتی: هدف تحقیق پیشنهادی بهبود زمینه کنترل سیستم چند رباتی با ادغام تکنیک های یادگیری در رویکرد کنترل مشارکتی است. با توجه به محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی کنترل، این تحقیق به دنبال افزایش قابلیت های ربات ها در جهت گیری و هماهنگی مؤثر در محیط چند رباتی است. این توسعه نویدبخش بهبود عملکرد کلی، کارایی و مقیاس پذیری چنین سیستم هایی است.

۲. برنامه های کاربردی در دنیای واقعی: سیستم های ربات چند چرخ کاربردهایی را در زمینه های مختلف از جمله نظارت، عملیات جستجو و نجات، تدارکات و حمل و نقل پیدا می کنند. تمرکز این تحقیق بر روی کنترل مشارکتی و پرداختن به محدودیت های حالت، مطابق با الزامات عملی این کاربردها است. نتایج این تحقیق می تواند پیامدهای مستقیمی برای افزایش عملکرد و ایمنی سیستم های دنیای واقعی داشته باشد که در نهایت به نفع جامعه از نظر بهبود کارایی و قابلیت اطمینان خواهد بود.

۳. محدودیت های ایمنی و عملیاتی: گنجاندن محدودیت ها بر روی متغیرهای حالت و ورودی کنترل در کنترل چند رباتی برای اطمینان از عملکرد ایمن و قابل اعتماد بسیار مهم است. عواملی مانند اجتناب از برخورد، برنامه ریزی مسیر و مشخصات سرعت نقش حیاتی در جلوگیری از تصادفات، بهینه سازی تخصیص منابع و حفظ ثبات سیستم دارند. با در نظر گرفتن این محدودیت ها در رویکرد کنترل مشارکتی، هدف این تحقیق کمک به توسعه سیستم های رباتیک ایمن و قوی است.

۴. تکنیک های یادگیری برای محیط های پیچیده: بررسی الگوریتم های یادگیری، مانند یادگیری تقویتی و یادگیری عمیق، در چارچوب کنترل مشارکتی می تواند قابلیت های تصمیم گیری ربات ها را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. محیط های پیچیده اغلب چالش هایی را ایجاد می کنند که به استراتژی های کنترلی

سازگار و هوشمند نیاز دارند. با کاوش و توسعه تکنیک‌های مبتنی بر یادگیری، هدف این تحقیق این است که ربات‌ها را قادر سازد تا وظایف خود را در سناریوهای پویا و نامشخص انجام دهند.

۵. مشارکت علمی: تحقیق پیشنهادی به درک علمی کنترل سیستم ربات چند چرخ کمک می‌کند. هدف این پژوهش شناسایی شکاف‌ها و محدودیت‌های موجود در وضعیت فعلی این حوزه با بررسی همه جانبه پژوهش‌ها و روش‌های موجود می‌باشد. توسعه یک چارچوب کنترل مشترک جدید که تکنیک‌های یادگیری را ادغام می‌کند و محدودیت‌ها را در نظر می‌گیرد، رویکرد جدیدی برای رسیدگی به این شکاف‌ها فراهم می‌کند. نتایج تحقیق راه را برای مطالعات بیشتر و کاربردهای عملی هموار می‌کند و به پیشرفت روباتیک و اتوماسیون کمک می‌کند.

به طور خلاصه، تحقیق در مورد کنترل مشارکتی سیستم‌های ربات چند چرخ بر اساس یادگیری و در نظر گرفتن محدودیت‌های متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل از طریق پیشرفت حوزه، رسیدگی به نیازهای دنیای واقعی، اطمینان از ایمنی و محدودیت‌های عملیاتی، استفاده از تکنیک‌های یادگیری و آن به درک علمی این رشته کمک می‌کند.

ضرورت تحقیق :

تحقیق پیشنهادی هدفمند به مبحث ضرورت توسعه یک رویکرد کنترل مشترک برای سیستم‌های ربات چند چرخ می‌پردازد که محدودیت‌های متغیرهای حالت و ورودی کنترل را در نظر می‌گیرد. این ضرورت از افزایش تقاضا برای مسیریابی کارآمد و پایدار روبات‌های چندتایی در حوزه‌های مختلف مانند نظارت، جستجو و نجات، لجستیک و حمل و نقل به وجود آمده است.

مقاله پایه شناسایی شده توسط Fang, Wang, Wu و Wan (2021) اهمیت کنترل یادگیری مشارکتی برای ربات‌های چرخشی غیرهولونوم مبهم با محدودیت‌های حالت را برجسته می‌کند. با این حال، پیشبردهای بیشتری لازم است تا درک و استفاده از چنین رویکردهای کنترلی در سیستم‌های چند رباتی گسترش یابد. در این تحقیق، ضرورت مورد نیاز سه گانه است:

۱. بهبود عملکرد کنترلی: روش‌های کنترل موجود برای سیستم‌های چند رباتی بیشتر از یادگیری استفاده نمی‌کنند و به محدودیت‌های اعمال شده بر روی متغیرهای حالت و ورودی کنترل توجه نمی‌کنند. با توسعه یک رویکرد کنترل مشترک با قابلیت‌های یادگیری، تحقیق پیشنهادی بهبود عملکرد سیستم‌های ربات چند چرخ را از نظر دقت مسیریابی، پیگیری هدف و کارایی کلی سیستم افزایش می‌دهد.

۲. مدیریت محدودیت‌های سیستم: محدودیت‌های حالتی، از جمله اجتناب از تصادف، برنامه‌ریزی مسیر و محدودیت‌های فیزیکی، بر روی رفتار و ایمنی سیستم‌های چند رباتی تأثیر قابل توجهی دارند. با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها در چارچوب کنترل، تحقیق به هدف مسیریابی موثر و ایمن ربات، با اطمینان از رعایت استانداردها و الزامات ایمنی، هدایت می‌کند.

۳. پیشرفت دانش در زمینه: تحقیق پیشنهادی با مطالعه و بررسی و ایجاد یک درک جامع از رویکرد کنترل مشارکتی بر اساس تکنیک‌های یادگیری و محدودیت‌های متغیرهای حالت و ورودی کنترل، به پیشرفت دانش در زمینه کنترل سیستم‌های ربات چند چرخ کمک می‌کند. انتظار می‌رود نتایج به دست آمده، برای توسعه راهکارهای عملی و بهبود عملکرد و کارایی برنامه‌های کاربردی در دنیای واقعی که شامل ربات‌های چرخشی می‌شود، بررسی‌های مفیدی ارائه دهد.

در کل، ضرورت این تحقیق در نیاز به توسعه یک رویکرد کنترل مشترک کارآمد و قدرتمند برای سیستم‌های ربات چند چرخ است. با گنجاندن تکنیک‌های یادگیری و مدیریت محدودیت‌های متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل، این تحقیق به ارتقای عملکرد کنترلی، مدیریت محدودیت‌های سیستم و پیشرفت دانش در زمینه کنترل سیستم‌های چند رباتی کمک می‌کند.

نوآوری پژوهش :

هدف تحقیق پیشنهادی توسعه یک رویکرد کنترل مشترک برای سیستم‌های ربات چند چرخ بر اساس تکنیک‌های یادگیری، با در نظر گرفتن محدودیت‌های متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل است. نوآوری در پرداختن به شکاف‌های شناسایی شده در روش‌های کنترل موجود برای سیستم‌های چند رباتی نهفته است. این روش‌ها اغلب ترکیب تکنیک‌های یادگیری را نادیده می‌گیرند و محدودیت‌های اعمال‌شده بر متغیرهای حالت و ورودی‌های کنترل را در نظر نمی‌گیرند.

با معرفی یک رویکرد کنترل مشارکتی با قابلیت های یادگیری و در نظر گرفتن محدودیت ها، این تحقیق به دنبال بهبود عملکرد کنترل سیستم های ربات چند چرخ از نظر دقت ناوبری، ردیابی هدف و کارایی کلی سیستم است. علاوه بر این، هدف این تحقیق پرداختن به محدودیت های سیستم، مانند اجتناب از برخورد، برنامه ریزی مسیر و محدودیت های فیزیکی، برای اطمینان از ناوبری مؤثر و ایمن ربات، مطابق با الزامات عملیاتی و ایمنی است.

علاوه بر این، این تحقیق به پیشرفت دانش در زمینه کنترل سیستم چند رباتی کمک می کند. آن را بررسی و درک جامعی از رویکرد کنترل مشارکتی بر اساس تکنیک های یادگیری و محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی های کنترل ایجاد می کند. انتظار می رود این یافته ها بینش هایی را در مورد توسعه راه حل های عملی، بهبود عملکرد و کارایی برنامه های کاربردی دنیای واقعی شامل ربات های چند چرخ ارائه دهد.

به طور خلاصه، این تحقیق یک رویکرد نوآورانه را معرفی می کند که کنترل مشارکتی، تکنیک های یادگیری و در نظر گرفتن محدودیت ها را برای بهبود عملکرد کنترل، رفع محدودیت های سیستم و کمک به پیشرفت دانش در زمینه کنترل سیستم چند رباتی ترکیب می کند.

فرضیه تحقیق :

فرضیه تحقیق عبارت است از با اجرای یک استراتژی کنترل مشارکتی مبتنی بر تکنیک های یادگیری، ضمن در نظر گرفتن محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی های کنترل، می توان عملکرد کنترلی سیستم های ربات چند چرخ را به ویژه از نظر آدرس دهی افزایش داد. عدم قطعیت ها، محدودیت های غیرهولونومیک و محدودیت های حالت، منجر به بهبود دقت ناوبری و کارایی سیستم می شود.

به عبارت دیگر، این فرضیه پیشنهاد می کند که رویکرد کنترل مشارکتی پیشنهادی، که مکانیسم های یادگیری را در بر می گیرد و محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی های کنترل را در نظر می گیرد، در مقایسه با روش های موجود، به نتایج کنترل برتری منجر خواهد شد. این شامل مدیریت موفقیت آمیز عدم قطعیت ها، محدودیت های غیرهولونومیک (مرتبط با حرکت ربات های چرخدار غیرهولونومیک) و محدودیت های حالت مختلف است که منجر به بهبود دقت ناوبری و کارایی کلی سیستم می شود.

سوالات تحقیق :

۱. چگونه می توان کنترل مشارکتی را با استفاده از تکنیک های یادگیری بر روی یک سیستم ربات چند چرخ اعمال کرد؟
 ۲. چگونه می توان محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی کنترل را در کنترل مشارکتی سیستم های ربات چند چرخ در نظر گرفت؟
 ۳. چگونه رویکرد کنترل مشارکتی پیشنهادی، با توجه به محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی کنترل، عملکرد سیستم های ربات چند چرخ را در مقایسه با روش های موجود افزایش می دهد؟
 ۴. استراتژی کنترل یادگیری مشارکتی چگونه به عدم قطعیت ها و محدودیت های غیرهولونومیک در سیستم های ربات چند چرخ با محدودیت های حالت می پردازد؟
 ۵. ترکیب کنترل یادگیری مشارکتی بر دقت ناوبری و کارایی سیستم برای سیستم های ربات چند چرخ با محدودیت های حالت چه تأثیری دارد؟
- هدف این سوالات تحقیق بررسی کاربرد کنترل مشارکتی بر اساس تکنیک های یادگیری در حالی که محدودیت های متغیرهای حالت و ورودی کنترل را در نظر می گیرد. این سؤالات به اثربخشی رویکرد پیشنهادی در مقایسه با روش های موجود، و همچنین توانایی آن در رسیدگی به عدم قطعیت ها، محدودیت های غیرهولونومیک و محدودیت های حالت می پردازد. این تحقیق همچنین به دنبال درک تأثیر کنترل یادگیری مشارکتی بر دقت ناوبری و کارایی سیستم در سیستم های ربات چند چرخ است.