

مقدمه

سیستم **Ball and Plate**، که بسطی از **Ball and Beam** است، یک سیستم با چهار درجه آزادی است که در آن یک توپ می تواند به طور آزاد روی یک صفحه بغلتد. این سیستم کم تحرک، تحت تأثیر غیرخطی بودن هایی مانند مقاومت در برابر حرکت و لقی در انتقال، به عنوان معیاری برای آزمایش انواع طرح های کنترل غیرخطی عمل می کند. سکوی آزمایشگاهی شامل یک صفحه صاف، یک توپ، موتورهای محرک آنها و یک دوربین است. صفحه حول محورهای X و Y خود در دو جهت عمود بر هم می چرخد و شیب آن توسط یک سیستم کنترل سرو تغییر می کند. با وجود چالش هایی در ایجاد مکانیزم توپ و صفحه، پتانسیل آن برای اجرای استراتژی های کنترل چندگانه، آن را مطلوب می کند.

هدف پروژه

سیستم توپ و صفحه (**B&P**) کاربردهای مستقیمی در کنترل رباتیک اشیاء گرد دارد و به عنوان ابزاری آموزشی برای دانشجویان مهندسی سیستم های کنترل عمل می کند. برخلاف سایر مدل های آموزشی، سیستم **B&P** علاوه بر مسائل پایداری، فرصت مطالعه مسائل ردیابی مسیر را نیز فراهم می کند. این سیستم با استفاده از روش های مختلفی از جمله تکنیک های کنترل خطی تا کنترل بهینه، هوشمند و غیرخطی مورد مطالعه و کنترل قرار گرفته است.

خلاصه ای از روش کار

- **مدل سازی دینامیکی:** با استفاده از متد اویلر-لاگرانژ، معادلات دینامیکی سیستم بدست آمد.
- **طراحی کنترل کننده در نرم افزار متلب:** قبل از پیاده سازی عملی، تستی از سیستم در نرم افزار متلب گرفته شد. معادلات دینامیکی سیستم غیرخطی بود و کنترل کننده مدنظر، کنترل کننده فیدبک حالت بود. برای طراحی کنترل کننده، ابتدا معادلات سیستم خطی سازی شد.
- **شبیه سازی:** نتایج شبیه سازی حاکی از آن بود که توپ در مرکز صفحه کاملاً به تعادل نمی رسد ولی در ناحیه قابل قبولی از مرکز به نوسانات ادامه می دهد.
- **پیاده سازی:** یک نمونه واقعی از سیستم ساخته شد. از دوربین برای گرفتن فیدبک از محل و سرعت توپ استفاده شد.
- **بررسی نتایج:** مشاهده شد که توپ دقیقاً مثل نتایج شبیه سازی در ناحیه ای نزدیک به مرکز نوسان می کند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج شبیه‌سازی و پیاده‌سازی سیستم نشان داد که کنترل‌کننده فیدبک حالت می‌تواند توپ را در ناحیه‌ای نزدیک به مرکز صفحه متعادل نگه دارد. با این حال، به دلیل نوع موتور انتخابی و نوع مدل‌سازی آن، نوساناتی در سیستم وجود داشت.

برای بهبود عملکرد سیستم، می‌توان از موتورهای دقیق‌تر استفاده کرد. همچنین می‌توان مدل‌سازی دقیق‌تری از سیستم انجام داد.

گام‌های بعدی

- استفاده از موتورهای دقیق‌تر برای کنترل بهتر روی حرکت صفحه
- بررسی الگوریتم‌های کنترل جایگزین مانند کنترل‌کننده‌های PID