

حل مساله سینماتیک معکوس رباتهای همکار در حضور افزودگی درجه آزادی سینماتیکی به روش کنترل بهینه

علی حسینی^۱، مهدی کشمیری^۲، محمد جعفر صدیق^۳

دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

Email: S7927073@sepahan.iut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق طراحی مسیر در فضای مفاصل رباتهای همکار با نامعینی سینماتیکی، به کمک تئوری کنترل بهینه بررسی شده است. در این روش با در نظر گرفتن یک تابع هدف و مینیمم سازی آن در کل مسیر، پاسخ بهینه مسیر هر یک از مفاصل محاسبه می شود. با استفاده از اصل مینیمم سازی Pontryagin و تعیین نوع شرایط اولیه حاکم بر سیستم دینامیکی، مساله شرط اولیه به مساله شرط مرزی دوطرفه تبدیل می شود و معادلات سینماتیک مستقیم به عنوان قیود مساله در نظر گرفته می شوند. با حل مساله شرط مرزی دوطرفه، جواب بهینه استخراج خواهد شد. روش ارائه شده برای طراحی مسیر دو ربات همکار صفحه ای با سه درجه آزادی بکار گرفته شده است.

واژه های کلیدی: رباتهای همکار؛ افزودگی درجه آزادی؛ سینماتیک معکوس؛ کنترل بهینه؛ شرط مرزی دو طرفه.

مقدمه

همکاری بین رباتها برای انجام یک کار به صورت مشترک، منجر به پیدایش بحث جدیدی در عرصه علم رباتیک شده است که از آن به عنوان رباتهای همکار یاد می شود. توانایی این نوع سیستمها در انجام کارهایی که به لحاظ پیچیدگی، کارایی و یا دقت از عهده یک ربات خارج می باشد؛ توجه محققین را به خود جلب کرده است. همچنین به کارگیری افزودگی درجات آزادی در بازوهای مکانیکی به دلیل قابلیت های مفید آن از قبیل افزایش تسلط، مهارت و دوری جستن از نقاط منفرد در فضای کار مورد توجه محققین قرار گرفته است. از طرفی نامعینی سینماتیکی و دینامیکی اینگونه سیستمها، به کارگیری این نوع سیستمها را با مشکلاتی همراه می سازد.

برای حل دستگاه معادلات سینماتیکی سیستم نامعین، بررسی های متعددی انجام گرفته است. ویتنی (Whitney) در سال ۱۹۶۹ و لژیسیس (Liegeois) در سال

۱۹۷۷ به حل معادله سینماتیک معکوس در سطح سرعت مفاصل به کمک شبه معکوس ماتریس ژاکوبین مفاصل اقدام نمودند [۱]، [۲]. این حل برای مسیری بسته در فضای کار، به یک مسیر بسته در فضای مفاصل منجر نمی شود [۳]. کلین (Klein) و کی (Kee) نشان دادند که با در نظر گرفتن حل فضای پوچ، می توان روش قبلی را اصلاح نمود و در نتیجه کنترل بازوی نامعین را کانسرواتو نمود [۳]، [۴]. در حل معادلات سینماتیک نامعین ملاحظات مختلفی در نظر گرفته شده است که از جمله آنها به حداقل مربعات سرعت مفاصل توسط ویتنی، اعمال محدودیت مفاصل توسط لژیسیس، اجتناب از نقاط منفرد توسط یوشیکاوا (Yoshikawa)، اجتناب از موانع توسط کلین و ماکجوسکی (Maciejewski) و حداقل نمودن انرژی پتانسیل توسط ناکانو (Nakano) و ازاکا (Ozaki) می توان اشاره نمود [۱-۷].

استفاده از چند جمله ای های محدود به عنوان تقریبی از زوایای مفاصل و تعیین ضرایب مجهول آن به وسیله اعداد تصادفی در سال ۱۹۸۵ توسط یوچی یاما

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک

۲- استادیار

۳- استادیار