

طراحی قانون هدایت فاز نهایی سه بعدی با استفاده از کنترل مد لغزشی

سیدعلی حسینی مجد^۱، ایمان محمد زمان^۲ و سعید نصراللهی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر، hosseini.majd@mut.ac.ir

^۲ هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، mohammadzaman@mut.ac.ir

^۳ دانش آموخته‌ی دکترا، nasrollahi@mut.ac.ir

چکیده - در این پژوهش یک قانون هدایت فاز نهایی سه بعدی مبتنی بر کنترل مد لغزشی طراحی شده است. در اینجا، معادلات غیرخطی سینماتیک نسبی رهگیر و هدف برای طراحی استفاده شده است. در این قانون هدایت، مانورهای هدف به عنوان نامعینی در نظر گرفته شده و تنها با داشتن محدوده‌ی این مانورها قانون هدایت طراحی شده است، لذا نیازی به اندازه‌گیری یا تخمین دقیق مانورهای هدف نمی‌باشد. با ارائه تابع لیاپانوف مناسب پایداری سیستم به صورت تحلیلی ارائه شده است. همچنین، برای کاهش اثرات مخرب پدیده چترینگ از توابع هذلولی به جای تابع علامت در ورودی کنترلی استفاده شده است. برای بررسی کارایی قانون هدایت طراحی شده، درگیری سه بعدی رهگیر و هدف شبیه سازی شده است و نتایج با قانون هدایت تناسبی افزوده مقایسه شده است. نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد قانون هدایت پیشنهادی برای اهداف مانوردار عملکرد خوبی دارد.

کلیدواژه- هدایت سه بعدی فاز نهایی، هدایت تناسبی افزوده، کنترل مد لغزشی، تابع لیاپانوف، پدیده چترینگ

۱- مقدمه

توانایی بالای آن در مقاوم ساختن سیستم تحت کنترل در برابر نامعینی‌ها به عنوان یک ابزار قدرتمند به طور گسترده‌ای در طراحی قوانین هدایت غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین مزیت کنترل کننده مد لغزشی عدم حساسیت پاسخ سیستم در مقابل اغتشاشات و نامعینی های مدل می‌باشد [3] به عنوان نمونه در مرجع [4] یک قانون هدایت مد لغزشی برای یک رهگیر هوا به هوا با در نظر گرفتن دینامیک غیرخطی طراحی شده است. همچنین ثابت شده است که قانون هدایت حلقه بسته بدست آمده، در برابر تغییرات پارامترهای مدل مقاوم است. در مرجع [5] برای رهگیرهای مجهز به کنترل بردار پیشران، با استفاده از کنترل مد لغزشی و کنترل تطبیقی، برای کمینه کردن فاصله نسبی رهگیر و هدف به صورت نمایی، یک قانون هدایت مد لغزشی تطبیقی طراحی شده است. همچنین در مرجع [6] برای اهداف ثابت یا اهداف دارای حرکت آرام، با استفاده از کنترل مد لغزشی یک قانون هدایت آشیانه یاب فعال ارائه شده است.

در این تحقیق، ابتدا مدل سه بعدی سینماتیک رهگیر و هدف بیان خواهد شد. سپس، به ترتیب قوانین هدایت تناسبی، هدایت تناسبی افزوده و هدایت مد لغزشی ارائه خواهد شد. در ادامه نتایج

تاکنون قوانین هدایت متنوعی برای رهگیرهای آشیانه یاب ارائه شده است. قانون ناوبری تناسبی^۱ یا ناوبری موازی^۲ و انواع روش‌های بهبود یافته‌ی آن نظیر ناوبری تناسبی حقیقی^۳، ناوبری تناسبی ایده‌آل^۴ و ناوبری تناسبی افزودنی^۵ بیش از چهار دهه است که در بسیاری از رهگیرها به کار گرفته می‌شود [1].

همچنین روش‌های کنترل مدرن، نظیر کنترل بهینه، گام به عقب و مد لغزشی برای طراحی قوانین هدایت رهگیر به طور چشم‌گیری استفاده می‌شوند [2]. روش کنترل مد لغزشی به علت

¹ Proportional Navigation

² Parallel Navigation

³ True proportional navigation

⁴ Ideal proportional navigation

⁵ Augmented proportional navigation