

سیستم‌های رباتیکی با دینامیک غیرفعال یکی از حوزه‌های تحقیقاتی مورد علاقه پژوهشگران است. بهره‌برداری از دینامیک طبیعی در این سیستم‌ها به منظور ایجاد حرکات مطلوب، بدون نیاز به تزریق انرژی خارجی، مهم‌ترین ویژگی این سیستم‌ها است. با این حال، به دلیل اینکه مسیر حرکتی ایجاد شده در این سیستم‌ها بسیار حساس به حالت اولیه است و کنترلی بر روی آن وجود ندارد، از این ساختارها در عمل برای طراحی سیستم‌های رباتیکی نمیتوان استفاده کرد. در نقطه مقابل این سیستم‌ها، سیستم‌های کاملاً فعال هستند که به صورت کامل بوسیله عملگرها کنترل می‌شوند. مشکل عمده این سیستم‌ها نیاز به تبادل انرژی به صورت پیوسته است. بنابراین هدف آن است که در سیستم‌های جدید رباتیکی با اتخاذ رویکردی جدید از ویژگی‌های مثبت هر دو رویکرد استفاده گردد. در این رویکرد، روش پیشنهادی در این پایان‌نامه آن است که دینامیک طبیعی سیستم‌های رباتیکی (رفتار دینامیکی بدون ورودی) به نحوی طراحی شوند که به رفتار مطلوب نزدیک باشند و برای زمان‌هایی که سیستم از رفتار مطلوب فاصله می‌گیرد (در صورت بروز اغتشاش و هدر رفت انرژی) با اعمال نیروهای لحظه‌ای سیستم به رفتار مطلوب بازگردد.

در این راستا اولاً باید دینامیک طبیعی سیستم به نحو مطلوبی شناسایی شود و ثانیاً براساس رفتار شناسایی شده دینامیک ربات به نحوی تغییر یابد که دینامیک طبیعی آن به رفتار مطلوب نزدیک شود. یکی از چالش‌های اصلی در سیستم‌های رباتیکی ناشناخته بودن دینامیک طبیعی سیستم است. یکی از روش‌هایی که در این پروژه برای شناسایی دینامیک طبیعی سیستم توسعه داده می‌شود، دستیابی به دینامیک طبیعی سیستم در حرکات متناوب به وسیله‌ی تنظیم انرژی مکانیکی سیستم در فضای مفاصل به یک مقدار مشخص است. در این روش نشان داده می‌شود که با تنظیم انرژی مکانیکی سیستم با استفاده از قانون کنترلی معرفی شده بر روی یک مقدار مشخص، یک چرخه حدی پایدار که از نظر مصرف انرژی بهینه است، ایجاد می‌شود. پایداری، قوام و بهینگی چرخه حدی ایجاد شده را به صورت تحلیلی نشان داده و صحت آن را با استفاده از شبیه‌سازی و آزمایش عملی نشان داده‌ایم. با استفاده از روش معرفی شده، مسیر حاصل از دینامیک طبیعی سیستم جرم-فنر-دمپر و همچنین یک سیستم دو درجه آزادی دو لینکه را استخراج کردیم. در سیستم دو درجه آزادی پارامترهای در نظر گرفته شده تا حدی مشابه پای انسان در نظر گرفته شد و در نتیجه توانستیم رفتاری مشابه حرکت پای انسان در هنگام راه رفتن را مشاهده کنیم.

در بخش بعد با الهام از طبیعت، روشی جهت طراحی دینامیک طبیعی مطلوب ربات و کنترل آن حول مسیر دینامیک طبیعی پیشنهاد دادیم. در این روش المان‌های غیرفعال ربات به نحوی تعیین می‌شوند که دینامیک ربات بدون کنترل پایدار بوده و مسیر حرکت آن شباهت کیفی کافی به مسیر مطلوب را داشته باشد. لذا ربات دارای رفتاری با قوام و پایداری بسیار بالا است. سپس تعدادی نقطه عبور بر روی مسیر مشخص کرده و کنترل‌کننده صرفاً حول این نقاط با تبادل انرژی از طریق المان‌های غیرفعال مسیر حرکت ربات را حول مسیر مطلوب حفظ می‌نماید. بنابراین کنترل ربات بسیار ساده‌تر خواهد شد و از آنجایی که طراحی دینامیک سیستم براساس پایداری صورت گرفته است قوام روش پیشنهادی برای کنترل ربات‌های پیچیده‌ای چون ربات چهارپا بسیار بیشتر از سایر روش‌های موجود خواهد بود. این روش مسیری جدید برای حداقل کردن وزن موتورها و کاهش مصرف انرژی است. روش پیشنهادی در یک شبیه‌سازی جامع بر روی یک ربات دوپا و یک ربات چهارپا اعمال شده است.