طراحی و پیاده سازی کنترلر PID کاهش نوسان

دانشجو: سید امیر پویا حسینی نژاد

استاد راهنما: دکتر کلهر

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

مقدمه

در بعضی از سیستم های تعلیق بقدری نوسانات به ازای ناهمواری های جاده زیاد است که برای کنترل آن بهتر است از روش هایی بغیر از روش های مرسوم مانند ISE و IAE شود.

در این پروژه از روش phase trajectory length concept برای طراحی یک کنترلر فیدبک حالت (که بسیار شبیه کنترلر PID است) برای یک سیستم نوسانی شدید (bus suspension) استفاده شده است که از کنترلر های پیشنهادی کارامد تر بوده است.

همچنین پیاده سازی عملی plant و controller روی سخت افزار انجام شده و بخوبی نوسانات شدید در زمان open loop و کنترل شدن نوسانات و damp شدن نوسانات ۵۰ ثانیه ای را در کمتر از دو ثانیه در حالت closed loop را بخوبی و به صورت real time روی smart phone اندروید نشان می دهد.

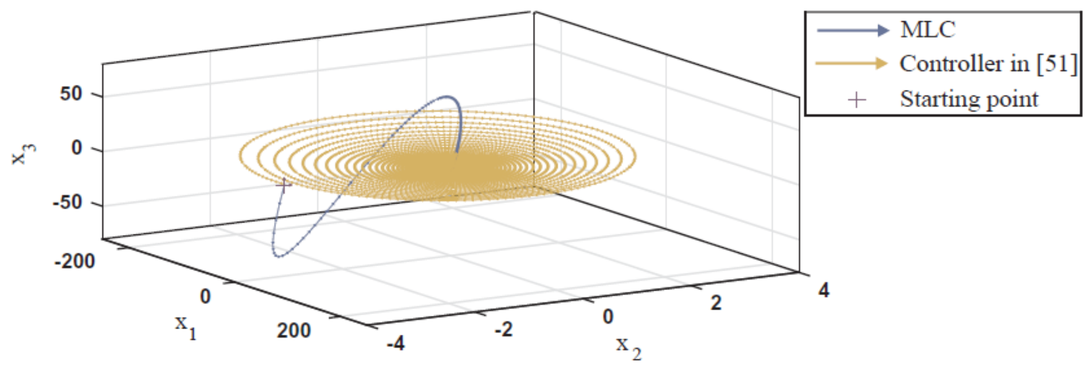
روش پیشنهادی

پیاده سازی کنترلر بر اساس کاهش تابع هزینه زیر:

$$J = \rho \boldsymbol{x}^2(t_f) + \int_{t_0}^{t_f} (\sqrt{\boldsymbol{x}^T \mathbf{A}_K^T \mathbf{A}_K \boldsymbol{x}} + \gamma t) dt$$

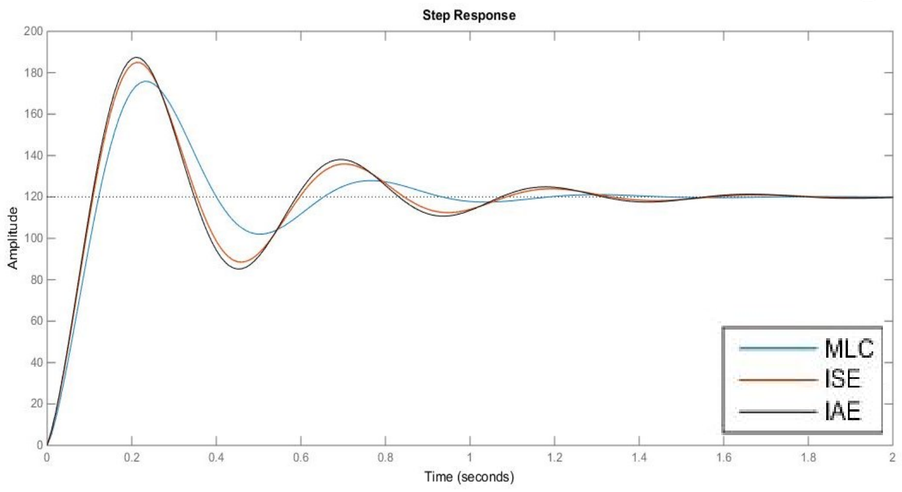
روش پیشنهادی این پروژه است که در آن x ماتریس متغییر های حالت و A_k شامل ماتریس انتقال حالت سیستم اصلی و کنترلر PID (به روش فیدبک حالت) است.

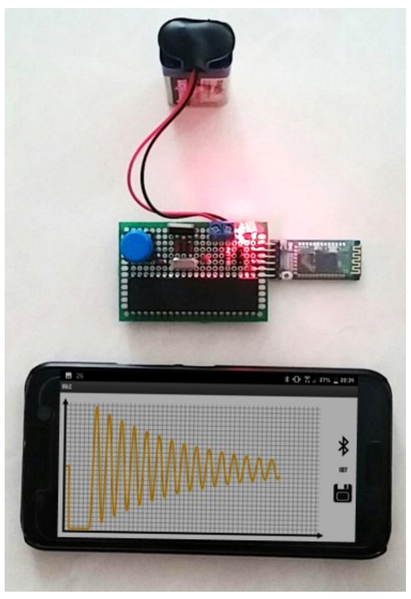
به این صورت که هزینه محاسبه شده ی تابع، طول مسیر پیموده شده ی قطب از شروع تا لحظه ی مانا را محاسبه می کند و هزینه را نسبت به طول مسیر بیان می کند. هر چه طول مسیر پیمایش قطب ها کمتر هزینه ی تابع کمتر خواهد بود.



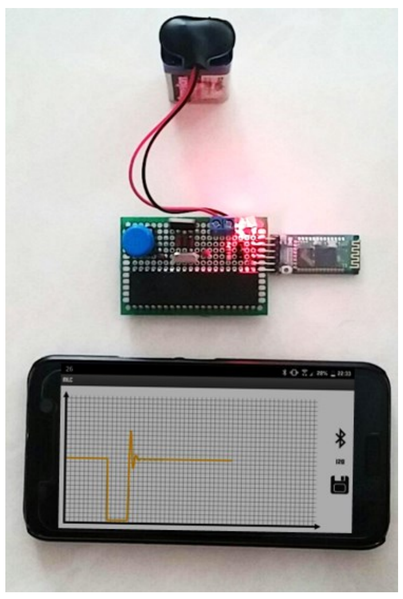
نتایج

در شکل زیر برتری این کنترلر نسبت به دیگر کنترلرها نشان داده می شود. همانطور که مشخص است مقدار فراجهش و زمان نشست حدود ۲۰ درصد نسبت به کنترلر های مرسوم بهتر عمل می کند.





حلقه باز



حلقه بسته با کنترلر MLC

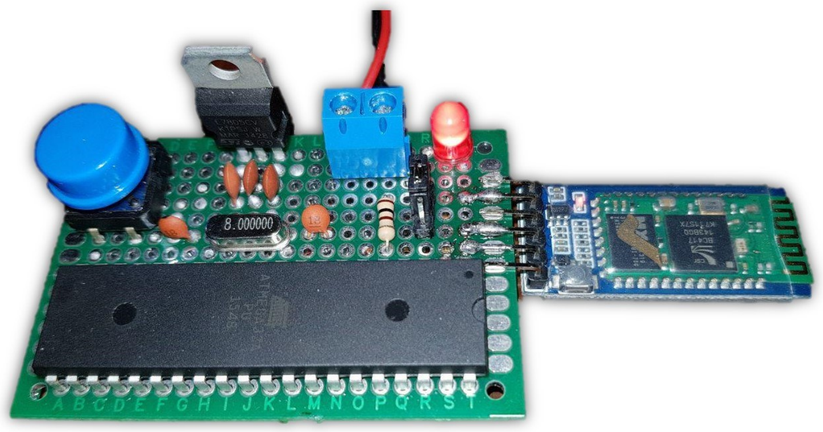
جمع بندی

برای کاهش نوسان یا همان کاهش طول مسیر پیمایش قطب های یک سیستم نوسانی شدید بهتر است تابع هزینه را طول مسیر پیمایش قطب ها تعریف کرده و سعی کنیم با الگوریتم هایی چون PSO یا ژنتیک و یا... هزینه را کاهش دهیم. درنتیجه سیستم به سرعت به حالت مانا خواهد رسید.

همچنین پیاده سازی این پروژه در عمل هم بطور مفصل مورد بحث قرار گرفت و به طور کامل نتیجه گرفت و صحت بهینگی کنترلر MLC نشان داده شد.

سخت افزار

در پیاده سازی سخت افزار از میکرو کنترلر ATmega32A و HC-05 Bluetooth استفاده شده است. با فشردن دکمه آبی یک step به سیستم داده می شود. سیستم می تواند در دو مد حلقه باز و حلقه بسته کار کند.



مراجع اصلی

1. Mojtaba Zarei, Ahmad Kalhor and Mohammad Rastegar, "Employing phase trajectory length concept as performance index in linear power oscillation damping controllers, " INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS 98, NO. 1(2018): 442-454.

2. Mahmud M. An alternative lqr-based excitation controller design for power systems to enhance small-signal stability. Int J Electric Power Energy Syst 2014;63:1-7.

3. R.K.Pekgokgoz, M.A. Gurel, M.Bilgehan, M.Kisa, “Active suspension of cars using fuzzy logic controller optimized by genetic algorithm”.

4. Mohammad Shahrokhi, Alireza Zomorrodi, “Comparison of PID Controller Tuning Methods”.

شماره پوستر: ۱۳