

بنام او

درس کنترل غیر خطی

تمرین در راستای درک ارتباط بین مسئله تنظیم (Regulation) و حالت‌های تعادل یک الگو

برای یک سیستم، الگوی تغییراتی مرتبه اول $\dot{x} = x(x^2 - 1) + u$ ارائه گردیده است. نمایش بلوکی سیستم را به همراه این الگو و نایقینی‌های ممکن در ورودی و حالت واقعی ارائه کنید.

- ۱- تعادل‌های الگو را برای $u \equiv 0$ بدست آورده و در مورد نوع رفتار حول هر یک داوری کنید.
- ۲- بازای $u \equiv u_0$ که $u_0 \in R$ ، بازای مقادیر گوناگون آن، در مورد تعادل‌های ممکن و نوع رفتار حول آنها بدقت بحث کنید.

۳- با استفاده از معلوماتی که بالاتر یافته‌اید، الگوریتمی ارائه کند که بدون استفاده از بازخور حالت، بتوان تنظیم روی حالت مطلوب (که نام آنرا x_d می‌گذاریم) انجام داد. این الگوریتم بازای چه x_d ‌هایی اصولاً قابل قبول خواهد بود و حداقل کارایی را خواهد داشت؟ چرا؟ در همان جاهایی هم که کارایی دارد چه اشکال اساسی دارد (به نایقینی‌ها توجه کنید)؟

۴- برای ناحیه‌ای از فضای x_d ‌ها که الگوریتم بدون بازخور بالا تا حدودی پاسخگوست، بگویید چنانچه به هر دلیلی حالت، در x_d مطلوب نباشد، حداقل و حداکثر سرعت (بر اساس معیار نمایی ثابت زمانی) برای بازگرداندن سیستم به همان تعادل مطلوب چقدر است؟ از این پس به این سرعت، به اختصار، سرعت تنظیم یا ثابت زمانی تنظیم، می‌گوییم.

۵- حال برای فائق آمدن به ناحیه‌ای که الگوریتم بدون بازخور بالا پاسخگو نبود و همینطور برای فائق آمدن به نایقینی‌های الگو، نسبت به سیستم واقعی، می‌خواهیم بازخور حالت را نیز به الگوریتم تنظیم خود اضافه کنیم. برای این منظور به غیر از استفاده‌ای که از x_d در بالا انجام دادیم، با کم کردن x_s (حالت اندازه‌گیری شده) از آن، خطا را تشکیل داده و بصورت تناسبی با ضریب تناسب k ، سعی در جبران خطا می‌کنیم. روشن است که ورودی سیستم که در اختیار ماست، این بار از دو قسمت تشکیل می‌گردد: یکی همان که از الگوریتم بدون بازخور در بالا درست گردید و دیگری همین که در اینجا با کمک بازخور درست شده است. هم معادلات بوجود آمده الگوریتم ترکیبی جدید را بنویسید و هم شکل مناسبی برای نمایش بلوکی آن ارائه کنید.

۶- حال k را طوری تعیین کنید که نه تنها مشکل عدم پاسخگویی الگوریتم بالاتر را برطرف سازد بلکه حداقل ثابت زمانی تنظیم، یک ثانیه، باشد.

۷- در این الگوریتم ترکیبی که ساخته‌اید، خطای مانا چقدر خواهد بود؟ پاسخ خود را با توجه به در نظر گرفتن و نگرفتن نایقینی‌های الگو، دقیق کنید.

- ۸- حال بیاید از الگوریتم ترکیبی بالا، قسمت بدون بازخور را حذف نموده و فقط از قسمت بازخوردار که همان جبران خطاست، استفاده کنیم. به نظر شما چه چیزی خراب می‌شود؟ مقدار این خرابی را بازای x_d های گوناگون و k به دقت ارائه کنید.
- ۹- برای فائق آمدن به خرابکاری بالا، پیشنهادی ارائه کنید که همچنان فقط بازخور استفاده گردد و نه الگوریتم بدون بازخور؟ (راهنمایی: به دو راه، یکی، افزایش بهره تناسبی و دیگری، نقشی که یک انتگرالگیر خالص بعد از خطا می‌تواند ایفا کند، فکر کنید)
- ۱۰- افزایش بهره تناسبی را بررسی نموده و سعی کنید کارایی آنرا بخوبی بسنجید. در این راه به دو چیز بطور همزمان نگاه کنید. یکی بهبودی که در خطای مانا حاصل می‌گردد و دیگری حداکثر ورودی درخواستی که بازای خطاهای گوناگون ممکن است درخواست شود.
- ۱۱- پیشنهاد گذاردن انتگرالگیر خالص را به دقت با ملاحظه تمام جوانب اجرا کنید بگونه‌ای که هنوز همان شرط حداقل سرعت تنظیم برقرار مانده و ضمناً پاسخ چندان نوسانی نگردد.

در تمامی مراحل طی شده بالا بکمک شبیه‌سازی نرم‌افزاری مناسبی که ترتیب می‌دهید، نتایج را مشاهده کنید و برای هر یک از موارد، سعی کنید نمونه و یا نمونه‌هایی را بدهید بگونه‌ای که گزارش کاملی از مراحل تکامل طراحی‌تان ارائه گردد.

در پایان ضمن اینکه میزان آموزندگی این تمرین برای خودتان، و همچنین مواردی را که آموخته‌اید چه جزئی و چه کلی به قلم در می‌آورید، هر نظر و یا پیشنهاد تکمیلی و یا سؤال که به ذهنتان می‌رسد در مراحل گوناگون بالا ارائه کنید.

کوشا و موفق باشید