

به نام خداوند جان و خرد

درس کنترل صنعتی

گروه کنترل



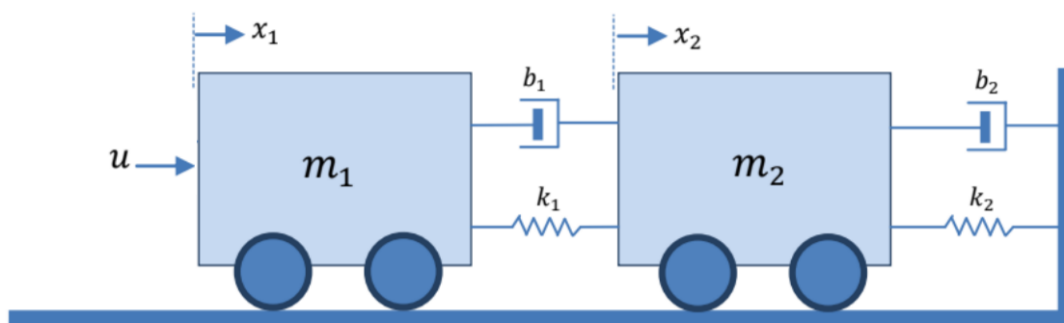
مدرس: محمدرضا نیری

تمرین سری دوم

نیمسال اول ۱۴۰۳-۱۴۰۲

سوال (۱)

سیستم مکانیکی به صورت زیر را در نظر بگیرید



پارامترهای این سیستم به صورت زیر است:

$$m_1 = m_2 = 1$$

$$k_1 = b_2 = \frac{\text{حاصل جمع دو رقم آخر شماره دانشجویی} + 1}{15}$$

$$k_2 = b_1 = \frac{\text{حاصل ضرب دو رقم آخر شماره دانشجویی} + 10}{100}$$

در این سیستم u را به عنوان ورودی و x_2 را به عنوان خروجی در نظر بگیرید.

الف) معادلات فضای حالت سیستم را استخراج کنید.

ب) تابع تبدیل سیستم را بدست آورید.

پ) می خواهیم پارامترهای سیستم را شناسایی کنیم. برای این منظور ابتدا می بایست سیستم پیوسته را گسسته سازی کنیم. برای گسسته سازی نیاز به زمان نمونه برداری مناسب داریم. یکی از معیارهای انتخاب زمان نمونه برداری مناسب به صورت زیر است:

$$T_s = \frac{t_r}{10}$$

که در آن t_r زمان خیز پاسخ پله ی سیستم است. با استفاده از معیار فوق سیستم را گسسته سازی کنید و پاسخ پله سیستم پیوسته و گسسته سازی شده را بر روی هم رسم کرده و از صحت گسسته سازی اطمینان حاصل کنید.

ت) فرض می کنیم ورودی زیر را به سیستم در مدت ۵۰ ثانیه با زمان نمونه برداری T_s به سیستم اعمال می کنیم.

$$u(t) = g_1 \sin(w_1 t) + g_2 \sin(w_2 t) + g_3 \sin(w_3 t) + g_4 \sin(w_4 t) + g_5 \sin(w_5 t) + g_6 \sin(w_6 t)$$

که در آن دامنه و فرکانس ها دلخواه و متفاوت از هم انتخاب می شوند. پاسخ سیستم گسسته سازی شده به ورودی $u(t)$ را در این زمان بدست آورید و ورودی و خروجی را در دو شکل جداگانه رسم کنید.

ث) با فرض داشتن داده های ورودی و خروجی، دانستن درجه صورت و مخرج سیستم و مجهول بودن ضرایب صورت و مخرج این ضرایب را با استفاده از الگوریتم حداقل مربعات خطا به صورت آفلاین تخمین زده و مقادیر تخمین زده شده را با مقادیر واقعی مقایسه کنید.

ج) در این بخش می خواهیم اثر ورودی را بر شناسایی پارامترها بررسی کنیم. برای این منظور تابع هزینه مجموع مربعات خطا را در نظر بگیرید و با تکرار بند ت و ث پارامترهای تخمین زده شده و تابع هزینه را در یک جدول به ازای ورودی های زیر مقایسه کنید. با انجام این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟ (مقادیر دامنه و فرکانس ها دلخواه انتخاب شوند)

$$u_1(t) = g$$

$$u_2(t) = g \sin(wt)$$

$$u_3(t) = g_1 \sin(w_1 t) + g_2 \sin(w_2 t)$$

$$u_4(t) = g_1 \sin(w_1 t) + g_2 \sin(w_2 t) + g_3 \sin(w_3 t)$$

$$u_5(t) = g_1 \sin(w_1 t) + g_2 \sin(w_2 t) + g_3 \sin(w_3 t) + g_4 \sin(w_4 t)$$

$$u_6(t) = g_1 \sin(w_1 t) + g_2 \sin(w_2 t) + g_3 \sin(w_3 t) + g_4 \sin(w_4 t) + g_5 \sin(w_5 t)$$

چ) در این بخش می خواهیم اثر نویزی بودن اندازه گیری خروجی سیستم بر تخمین پارامترها را بررسی کنیم. برای این منظور به تعداد داده های بدست آمده از بند ت نویز سفید با میانگین صفر و واریانس ۱ تولید کنید و به صورت زیر با خروجی بدست آمده از بند ت جمع کنید.

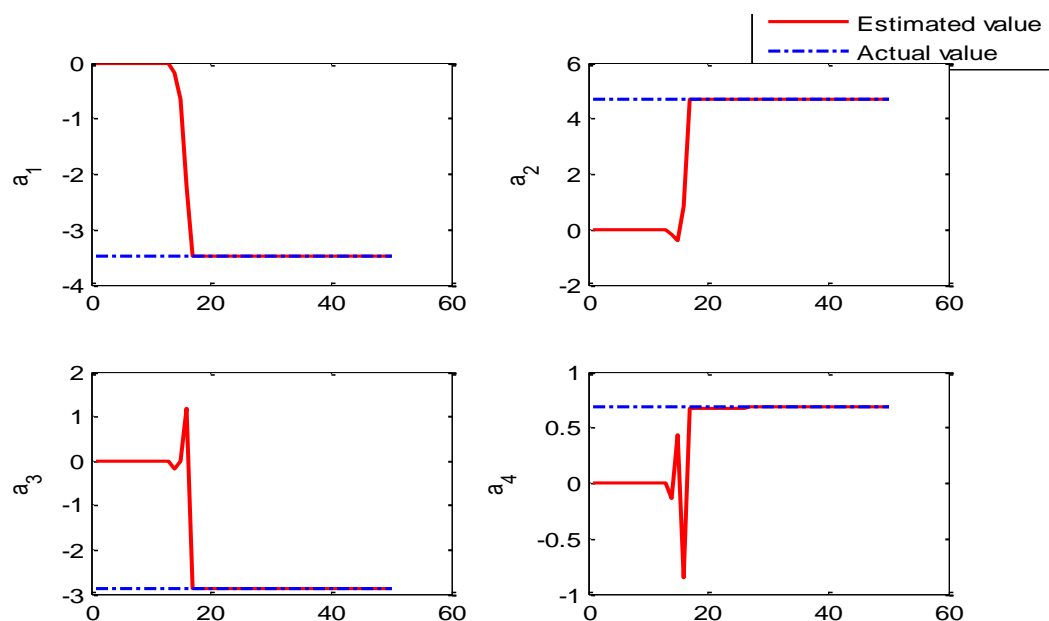
$$y_n[n] = y[n] + e[n]$$

با داده های بدست آمده بند ت را مجددا اجرا کنید و مقادیر تخمین زده شده را با مقادیر واقعی مقایسه کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

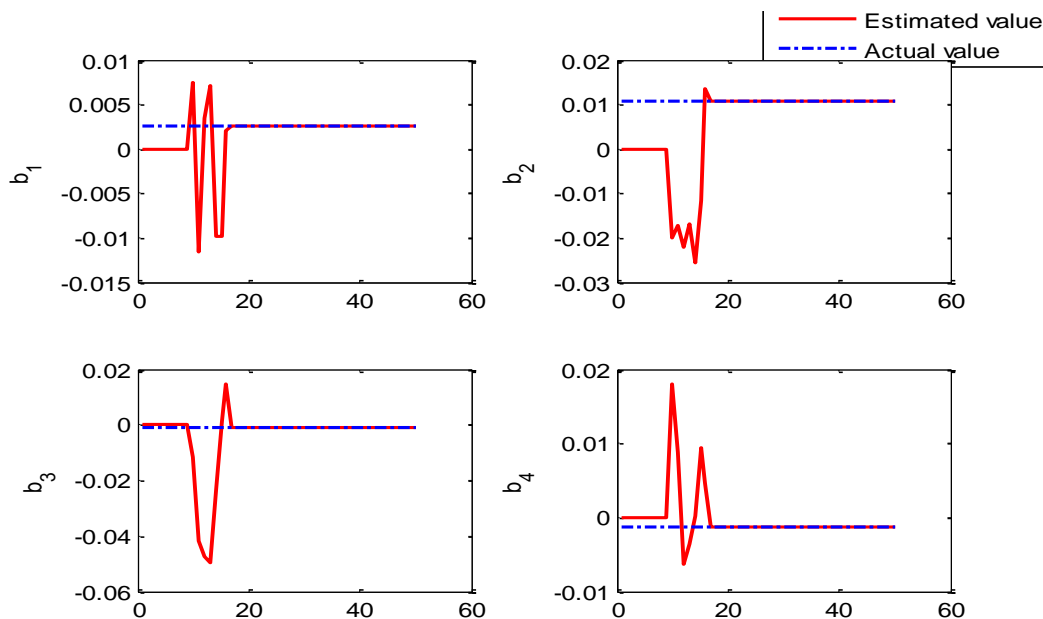
ح) در این بخش می خواهیم شناسایی آنلاین پارامترها را با استفاده از الگوریتم حداقل مربعات بازگشتی بررسی کنیم. در این حالت سیگنال های ورودی و خروجی را به صورت یکجا نداریم و نیاز است که با گذشت زمان رفته رفته این سیگنال ها تولید شوند. برای این منظور نیاز است که در هر زمان نمونه برداری سیگنال ورودی به صورت بند ت ایجاد شده و با استفاده از ورودی و خروجی های لحظات قبل سیگنال خروجی زمانی متناظر با سیگنال ورودی زمان حال ایجاد شود. همچنین شرایط اولیه را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$P_0 = 10^{10} I_{8 \times 8}, \quad \theta_0 = \bar{0}_{8 \times 1}$$

همچنین مقادیر ورودی و خروجی هایی که در لحظات اولیه برای ساختن خروجی لحظه حال در دسترس نیستند را برابر با صفر در نظر بگیرید. نمودار تغییرات هر یک از پارامترها بر حسب زمان را به صورت جداگانه رسم کرده و روند همگرایی به مقدار واقعی را بررسی کنید. در واقع به رسم نموداری به شکل زیر نیاز است:



شکل ۱: تخمین ضرایب مخرج تابع تبدیل گسسته



شکل ۲: تخمین ضرایب صورت تابع تبدیل گسسته

خ) در این بخش می خواهیم شناسایی آنلاین را با استفاده از خروجی نویزی انجام دهید به همین منظور در هر لحظه از زمان خروجی بدست آمده را با یک مقدار تصادفی ایجاد شده از یک نویز سفید با میانگین صفر و واریانس ۱ جمع کرده و با استفاده از خروجی نویزی شناسایی آنلاین را انجام دهید. نمودار تغییرات هر یک از پارامترها بر حسب زمان را به صورت جداگانه رسم کرده و روند همگرایی به مقدار واقعی را بررسی کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

لطفا در ارسال به موارد زیر توجه بفرمایید ، در صورت عدم رعایت هر یک از موارد زیر تمرین شما تصحیح نخواهد شد :

- تمرین ها می بایست به صورت دست نویس خوانا و اسکن شده و یا تایپ شده به صورت فایل *PDF* ارسال شوند.
- برای هر بند کد مربوطه را در یک فولدر جداگانه ذخیره کرده و به همراه گزارش به صورت یک فایل *zip* با نام شماره دانشجویی خود در سامانه بارگذاری کنید.
- به تمرین هایی که به صورت مشابه حل شده اند نمره ای تعلق نخواهد گرفت.

همواره موفق باشید