

مینی پروژه شماره سه

در انجام این مینی پروژه حتماً به نکات زیر توجه کنید:

- موعد تحویل این مینی پروژه، ساعت ۱۸:۰۰ روز جمعه ۵ بهمن ماه ۱۴۰۳ است.
- برای گزارش لازم است که پاسخ هر سوال و زیربخش هایش به ترتیب و به صورت مشخص نوشته شده باشد. بخش زیادی از نمره به توضیحات دقیق و تحلیل‌های کافی شما روی نتایج بستگی خواهد داشت.
- لازم است که در صفحه اول گزارش خود لینک مخزن گیت‌هاب را و گوگل‌کولب مربوط به مینی پروژه خود را درج کنید. درخصوص گیت‌هاب، یک مخزن خصوصی درست کنید و آی‌دی MJAHMADEE را به عنوان Collaborator به مخزن اضافه کنید. پروژه‌های گیت‌هاب می‌بایست در انتهای ترم پابلیک شوند. درمقابل، لینک گوگل‌کولب را در حالتی که دسترسی عمومی دارد به اشتراک بگذارید. دفترچه‌کد گوگل‌کولب باید به صورت منظم و با بخش‌بندی مشخص تنظیم شده باشد، و خروجی سلول‌های اجراشده قابل مشاهده باشد. در گیت‌هاب هم یک مخزن برای درس و یک پوشه مجزا برای هر مینی پروژه ایجاد کنید.

(آموزش پرایوت کردن مخزن گیت‌هاب و آموزش افزودن Collaborator به مخزن گیت‌هاب)

- هر جا از دفترچه‌کد گوگل‌کولب شما نیاز به فراخوانی فایلی خارج از محیط داشت، مطابق آموزش‌های ارائه شده ملزم هستید از دستور `gdown` استفاده کنید و مسیرهای فایل‌ها را طوری تنظیم کنید که صرفاً با اجرای سلول‌های کد، امکان فراخوانی و خواندن فایل‌ها توسط هر کاربری وجود داشته باشد.
- در تمامی مراحل تعریف داده و مدل و هر جای دیگری که مطابق آموزش‌های ویدیویی و به لحاظ منطقی نیاز است، Random State را برابر با دو رقم آخر شماره دانشجویی خود در نظر بگیرید.
- استفاده از ابزارهای هوشمند (مانند ChatGPT) در کمک‌گرفتن برای بهبود کدها مجاز است؛ اما لازم است تمام جزئیات مواردی که در خروجی‌های مختلف گزارش خود عنوان می‌کنید را به خوبی خوانده، درک و تحلیل کرده باشید. استفاده از این ابزارهای هوشمند در نوشتن گزارش و تحلیل‌ها ممنوع است.
- در جاهایی که با توجه به دو رقم آخر شماره دانشجویی خود محدود به انتخاب عدد، متغیر و یا داده‌ای خاص شده‌اید، برای تست‌های اضافه‌تر و نمایش بهبود در نتایج خود، مجاز هستید از مقادیر دیگر هم استفاده کنید. ۱۵ تا ۲۰ درصد از نمره هر سوال به بهترین نتایج کسب‌شده اختصاص خواهد یافت.
- رعایت نکات بالا به حرفه‌ای‌تر شدن شما کمک خواهد کرد و اهمیتی معادل مطالب درسی فراگرفته شده دارد؛ بنابراین، در صورت عدم رعایت هریک از این نکات، گزارش شما تصحیح نخواهد شد.
- آی‌دی پرسش هرگونه سوال درخصوص مینی پروژه شماره سه

۱ سوال اول

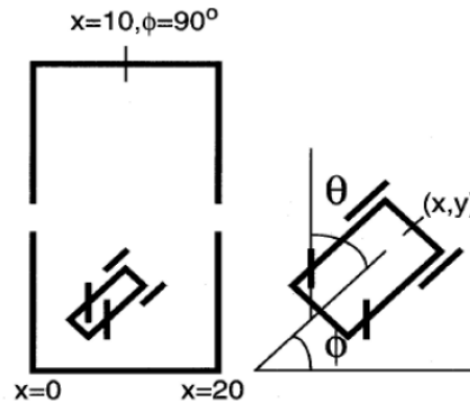
۱. برای سیستم زیر یک کنترل کننده PID با استفاده از زیگلر نیکلز طراحی کنید .
۲. سیستم را در حالت اضافه شدن تاخیر، نویز و اغتشاش کنترل کنید.

$$T(s) = \frac{s}{s+1}$$

۳. سپس ضرایب کنترل کننده را با استفاده از کنترل فازی طراحی کرده و هردو کنترل طراحی شده را با tuning خود متلب مقایسه کنید

۲ سوال دوم

حرکت رو به عقب ماشین برای پارک یک مسئله غیرخطی است. که در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱: شکل مربوط به مسئله پارک خودرو

مکان ماشین به وسیله سه متغیر (x, y, ϕ) تعیین می شود. جایی که ϕ زاویه ماشین نسبت به محور افق می باشد. کنترل ماشین از طریق زاویه فرمان θ صورت می گیرد. فقط حرکت رو به عقب مجاز است. ماشین در هر مرحله با یک تغییر به مکان ثابت می رود. برای سادگی فرض شده که فضای کافی بین ماشین و محل پارک وجود دارد. به نحوی که لازم y را به عنوان یک متغیر حالت در نظر بگیریم. هدف از طراحی کنترل کننده این می باشد که ورودی های آن (x, ϕ) و خروجی آن θ بوده به نحوی که حالت نهایی $x = 0$ و $\phi = 90^\circ$ می باشد. $[f\phi, fx] = [10, 90]$ مدل ریاضی ماشین :

$$\begin{aligned} x_{(k+1)} &= x_{(k)} + \cos \cos [\Phi_{(k)} + \theta_{(k)}] + \sin \sin [\theta_{(k)}] \sin \sin [\Phi_{(k)}] . \\ y_{(k+1)} &= y_{(k)} + \cos \cos [\Phi_{(k)} + \theta_{(k)}] - \sin \sin [\theta_{(k)}] \sin \sin [\Phi_{(k)}] , \\ \Phi_{(k+1)} &= \Phi_{(k)} - \left[\frac{2 \sin \sin [\theta_{(k)}]}{b} \right] , \\ b &= 2 \end{aligned}$$

۳ سوال سوم

دو سیستم غیرخطی در جدول ۱ برای این سری از تمرین ها انتخاب شده اند:

سیستم	سیستم	تعداد نمونه	تعداد ورودی/خروجی
سیستم ۱	Ball and beam	۱۰۰۰	یک ورودی-یک خروجی
سیستم ۲	Model of a steam generator at Abbot power plant in Champaign IL	۹۶۰۰	چهار ورودی - چهار خروجی

جدول ۱: سیستم ها

این دو سیستم را از این وبسایت دانلود کنید و با دقت قسمت description را مطالعه نمایید. هر دو سیستم را با ANFIS شناسایی کرده و تحلیل کنید (مورد سیستم ۲ امتیازی است).

۴ سوال چهارم

فرض کنید یک سیستم با معادله دیفرانسیل زیر برازیده شده است، که قرار است توسط یک شناسایی فازی تحلیل شود:

$$y_{(k+1)} = 0.3y_{(k)} + 0.6y_{(k-1)} + g[u_{(k)}]$$

که در آن تابع غیرخطی $g[u]$ طبق رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$g[u] = 0.6 \sin(\pi u) + 0.3 \sin(3\pi u) + 0.1 \sin(5\pi u)$$

هدف ما این است که عنصر غیرخطی شناسایی شده در رابطه $y_{(k+1)}$ را با استفاده از یک مدل فازی و به همراه الگوریتم انرژی کمترین مربعات برازیده کنیم. برای این کار، تابعی مشابه آنچه در رابطه زیر آمده برازیده می‌شود:

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^M g^l \left[\prod_{i=1}^n \exp \left(- \left(\frac{x_i - x_i^l}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]}{\sum_{l=1}^M \left[\prod_{i=1}^n \exp \left(- \left(\frac{x_i - x_i^l}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]}$$

راهنمایی: می‌توانید برای روابط ۸.۱۳، ۵.۱۳ و ۹.۱۳ در مرجع زیر کمک بگیرید:

Wang, L.X. (1997) *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

۵ سوال پنجم

دیتاست Repository Learning Machine UCI - Air Quality Dataset را از [این پیوند](#) دریافت کنید.

دیتاست را به سه دسته «train»، «validation test» با نسبت به ترتیب ۶۰٪، ۲۰٪، ۲۰٪ در نظر بگیرید و به سوالات زیر پاسخ دهید:

شبکه‌های عصبی با پایه تابعی شعاعی (RBF) و سیستم‌های استنتاج فازی تطبیقی (ANFIS) و مدل‌های Takagi-Sugeno-Kang (TSK) هر دو برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده و غیرخطی به کار می‌روند. هر کدام از این مدل‌ها دارای خصوصیات منحصر به فردی هستند که آن‌ها را برای برخی از کاربردها مناسب‌تر می‌کند.

مدل‌های RBF و ANFIS را بر روی این دیتاست اعمال کنید و توضیح دهید کدام یک عملکرد بهتری از خود نشان داده‌اند؟

دلیل این برتری عملکرد در چیست؟ آن را کامل توضیح دهید.