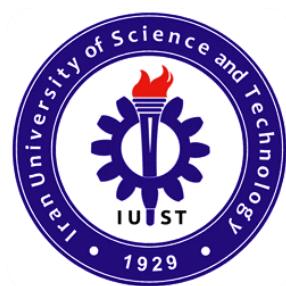


به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری ششم

دستیار آموزشی:

فرزان رحمانی

تاریخ تحویل:

۱۴۰۳/۱۰/۲۱

## نکات تکمیلی:

۱. پاسخ سؤالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و کدهای سؤالات در فرمت ipynb. (همراه با خروجی سلول‌های نوت‌بوک) در یک فایل فشرده به شکل HW6\_StudentID.zip قرار داده و تا زمان تعیین شده بارگذاری نمایید.
۲. در مجموع تمام پروژه‌ها، ۷۲+۷۲ ساعت تاخیر در ارسال پاسخ‌ها مجاز است و پس از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره کسر می‌گردد.
۳. چنانچه دانشجویی پروژه را زودتر از موعد ارسال کند و ۷۵ درصد از نمره را کسب کند، تا سقف ۲۴ ساعت به ساعات مجاز تأخیر دانشجو اضافه می‌گردد.
۴. حداکثر اخیر برای ارسال هر تمرین ۵ روز می‌باشد و بعد از ۵ روز امکان ارسال وجود ندارد.
۵. لازم به ذکر است توضیح کدها و نتایج حاصله باید در فایل PDF آورده شوند و از کد بدون گزارش نمره کسر می‌شود.
۶. ارزیابی تمرین بر اساس صحیح بودن راه‌حل، گزارش کامل و دقیق است.
۷. تمرین‌ها باید به صورت انفرادی انجام شوند و حل گروهی تمرین مجاز نیست.
۸. لطفاً برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص دهید و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
۹. سؤالات خود را می‌توانید در گروه مربوطه مطرح نمایید.

## سوال ۱:

مروری بر الگوریتم‌های تکاملی

الف. روند کلی یک الگوریتم تکاملی را شرح دهید. نقش اجزای زیر را توضیح دهید:

- Population
- Selection
- Variation operators (mutation, crossover)
- Fitness evaluation
- Termination criteria

ب. الگوریتم‌های ژنتیک (Genetic Algorithms) و برنامه‌ریزی ژنتیک (Genetic Programming) را مقایسه کنید و تفاوت‌های آنها را شرح دهید. نمونه‌هایی از کاربردهای دنیای واقعی را ارائه دهید که هر کدام مناسب‌تر باشند.

## سوال ۲:

بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO: Particle Swarm Optimization)

الف. مفهوم بهینه‌سازی ازدحام ذرات را توضیح دهید. اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

- Particle
- Velocity
- Position update
- Personal best and global best

ب. ذرات زیر در یک فضای جستجوی ۱ بعدی برای یافتن ماکزیمم تابع  $g(x) = -(x - 5)^2 + 10$  مقداردهی اولیه می‌شوند:

Particle 1: Position = 2, Velocity = 1

Particle 2: Position = 11, Velocity = -2

پس از سه بار تکرار، موقعیت (position) و سرعت (velocity) این ذرات را با استفاده از فرمول‌های به‌روزرسانی PSO زیر به‌روز کنید:

$$v_i = \omega v_i + c_1 r_1 (p_i - x_i) + c_2 r_2 (g - x_i)$$
$$x_i = x_i + v_i$$

از  $\omega = 0.5, c_1 = 1.5, c_2 = 1.5, r_1 = 0.4, r_2 = 0.7$  استفاده کنید. (همان global best است).

توجه: تمامی متغیرهای میانی و تمامی محاسبات به صورت دستی باید نوشته شوند و نمره دارند!

### سوال ۳:

بهینه سازی کلونی مورچه ها (ACO: Ant Colony Optimization)

الف. توضیح دهید که چگونه الگوریتم های ACO از رفتار مورچه های دنیای واقعی برای یافتن راه حل های بهینه تقلید می کنند. نقش Pheromone و heuristic information را به طور کامل شرح دهید.

ب. می خواهیم با استفاده از این الگوریتم مسئله TSP را حل کنیم. گرافی بدون جهت را با ۴ گره در نظر بگیرید: A, B, C, D. فواصل بین گره ها به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} A \rightarrow B &= 2, A \rightarrow C = 4, A \rightarrow D = 7 \\ B \rightarrow C &= 1, B \rightarrow D = 3 \\ C \rightarrow D &= 2 \end{aligned}$$

فرض کنید هر یال در ابتدا دارای مقدار pheromone یک است. یک مورچه منفرد از A شروع می کند. از قانون انتقال زیر برای محاسبه احتمال حرکت به هر گره همسایه استفاده کنید:

$$P_{ij} = \frac{\tau_{ij}^{\alpha} \cdot \eta_{ij}^{\beta}}{\sum_{k \in N_i} \tau_{ik}^{\alpha} \cdot \eta_{ik}^{\beta}}$$

که:

- $\tau_{ij}$  is the pheromone value on edge (i, j)
- $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$  (heuristic information)
- $\alpha = 1, \beta = 2$

احتمال حرکت مورچه از A به B, C و D را محاسبه کنید. مشخص کنید که مورچه به احتمال زیاد از کدام گره دیدن می کند.

ج. همانند بخش ب این بار احتمال حرکت مورچه از C به A, B و D را محاسبه کنید. مشخص کنید که مورچه به احتمال زیاد از کدام گره دیدن می کند. فرض کنید هر یال در ابتدا دارای مقدار pheromone یک است. یک مورچه منفرد از D شروع می کند.

## سؤال ۴:

مسئله فروشنده دوره گرد (TSP) یک مسئله بهینه‌سازی کلاسیک است که در آن هدف یافتن کوتاه‌ترین مسیر ممکن برای فروشنده است تا دقیقاً یک‌بار از لیستی از شهرها بازدید کند و به شهر شروع بازگردد. این مسئله در لجستیک، برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی شبکه کاربرد دارد. در این سوال، الگوریتم ژنتیک (GA) را با زبان برنامه‌نویسی پایتون برای حل یک نسخه ساده شده از TSP پیاده‌سازی خواهید کرد. برای حل این سوال به نوت‌بوک HW6\_Q4.ipynb مراجعه کنید و آن را کامل کنید و به سوالات آن پاسخ دهید.

در این نوت‌بوک باید مراحل زیر انجام شود.

۱. بازنمایی مسئله به شکل مناسب

۲. پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک

- Population Initialization
- Fitness Function
- Selection
- Crossover
- Mutation
- Termination

۳. تجسم تصویری فرایند بهینه‌سازی که progress مسئله را نشان دهد.

۴. پس از تکمیل الگوریتم، کوتاه‌ترین مسیر یافت شده و فاصله کل آن را خروجی بگیرید.

از مجموعه داده شهرها استفاده کنید و برنامه خود را روی آنها تست کنید. مقادیر پارامترهای مختلف (به عنوان مثال، میزان جهش، اندازه جمعیت) را آزمایش کنید تا تأثیر آنها را بر عملکرد الگوریتم خود مشاهده کنید. نتایج به دست آمده را در نوت‌بوک داده شده تحلیل و گزارش کنید.

موفق باشید.