



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش محاسباتی

بهار ۱۴۰۱

---

تمرین سری پنجم

الگوریتم‌های ژنتیک

---

استاد درس ..... دکتر مزینی

طراحی و تدوین ..... نگار زین العابدین / رضا علیدوست

تاریخ انتشار ..... ۱۸ خرداد ۱۴۰۱

تاریخ تحویل ..... ۱۲ تیر ۱۴۰۱

## قوانین

۱. انجام تمرین به صورت انفرادی می‌باشد. در صورت مشاهده هرگونه تقلب یا کپی از اینترنت، نمره سوال برای هر دو نفر ۰ منظور خواهد شد.
۲. تحویل تمرین از طریق سایت Gradescope خواهد بود. لطفا پس از ثبت نام با کد ذکر شده وارد کلاس شوید. RWJJYZ
۳. در طول ترم مجاز به ۷ روز تاخیر هستید که به صورت دقیقه‌ای محاسبه خواهد شد. اگر تمرینی بعد از ددلاین فرستاده شود و ۷ روز حق تاخیر هم استفاده شده باشد نمره آن تمرین را کاملاً از دست خواهید داد. با توجه به این مکانیزم تاخیر هیچ تمرینی تمدید نخواهد شد.
۴. فایل گزارش ارسالی حتماً باید به صورت تایپ شده باشد.
۵. پیشنهاد می‌شود جهت انجام تمرین از محیط کولب استفاده کنید.
۶. جهت تحویل تمرین عملی قبل از آپلود کد، تمام سلول‌های Notebook را دوباره Run کنید. همچنین خروجی باید شامل تمام مراحل خواسته شده در صورت سوال باشد.
۷. هر تمرین شامل سه نوع سوال تشریحی، عملی و ترکیبی است. در گزارش ارسالی خود بایستی به تمام سوالات تشریحی پاسخ دهید، نتایج به دست آمده را ذکر و تحلیل کنید.
۸. بخشی از نمره هر سوال عملی مربوط به توضیحات و گزارش کد آن می‌باشد. توضیحات در قالب Note در سلول Notebook اضافه شود و شامل ورودی و خروجی، نحوه عملکرد توابع و مراحل مهم الگوریتم می‌باشد. لازم نیست این توضیحات در فایل گزارش ذکر شود.
۹. ریز نمرات هر سوال را می‌توانید از سایت گرید اسکوپ مشاهده نمایید.
۱۰. سوالات خود را از طریق گروه تلگرام مطرح کنید.

## نکات

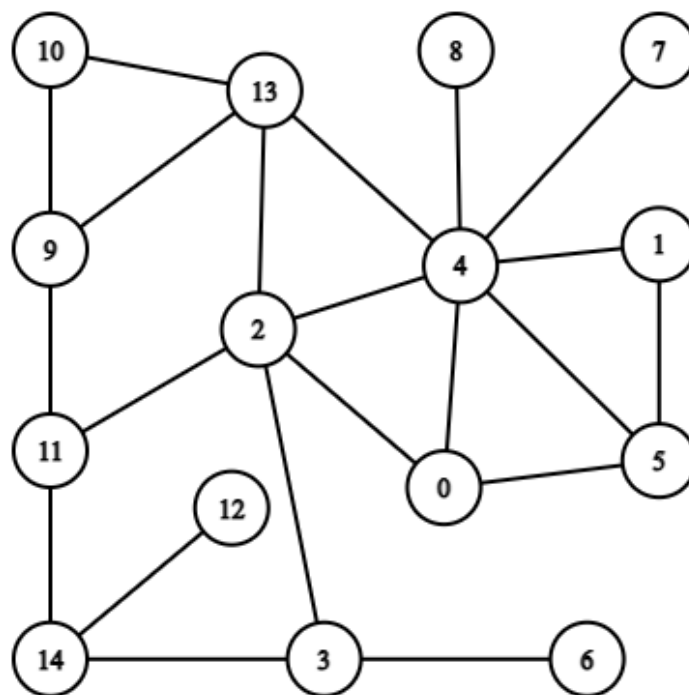
۱. محاسبات به صورت کاملاً Vectorize باشد. تنها در Epoch و Batch ها می‌توانید از حلقه For استفاده کنید. در غیر این صورت سرعت اجرای برنامه شما بسیار کم خواهد بود.
۲. در پایان هر Epoch مقادیر دقت و خطای شبکه را گزارش کنید و در انتها نمودار آن‌ها را رسم کنید.
۳. برای ترسیم نمودارها می‌توانید از کتابخانه matplotlib استفاده کنید.
۴. هایپرپارامترهای شبکه به صورت آرگومان ورودی قابل تنظیم شدن باشند. (Epochs, Batch Size, Learning Rate, ...)
۵. بخشی از نمره این تمرین مربوط به دقت، خطا و سرعت مناسب می‌باشد. پس در انتخاب هایپرپارامترهای شبکه دقت کنید.
۶. در صورت نیاز داده‌های ورودی را قبل از Feed شدن به شبکه نرمال کنید.

موفق باشید.

## ۱ Graph coloring - (۲۵ نمره)

با توجه به اینکه رنگ‌آمیزی گراف یک مسئله NP-complete می‌باشد، بررسی درست بودن یک پاسخ برای مسئله آسان می‌باشد ولی پیدا کردن پاسخ مورد نظر کاری دشوار است. در این تمرین سعی می‌کنیم برای این مسئله یک پاسخ بهینه به کمک الگوریتم ژنتیک پیدا کنیم. (یا حداقل یک upper bound خوبی برای مسئله).

گراف زیر را در نظر بگیرید. می‌خواهیم با کمترین تعداد رنگ راس‌های گراف را به گونه‌ای رنگ کنیم که هیچ دو راس مجاور هم‌رنگ نباشند.



شکل ۱: رنگ‌آمیزی گراف

### ۱.۱ Creating the Population

در ابتدا با توجه به مسئله و گراف مد نظر جمعیت اولیه را تشکیل دهید. نحوه تولید جمعیت و encoding خود را به طور کامل توضیح دهید. (فرض کنید اندازه جمعیت اولیه برابر با ۶ است).

## ۲.۱ Fitness Calculation

نحوه محاسبه fitness هر کروموزم ( یک عضو جمعیت) را بیان کنید. با محاسبه fitness value مربوط به هر عضو از جمعیت، اعضا را به ترتیب fit بودن، مرتب کنید. این مقادیر چه چیزی را نشان می دهند؟

## ۳.۱ Crossover and Mutation

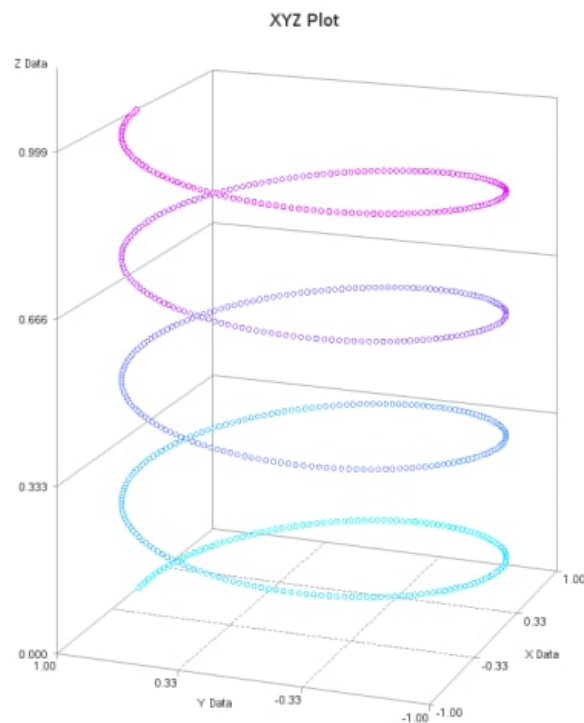
در این مرحله عملیات تولید نسل جدید را انجام دهید و با ارائه روش های crossover و mutation روی جمعیت اولیه اجرا کنید و نسل جدید را بدست آورید.

## ۴.۱ New Generation

با توجه به آنچه که در قسمت قبل انجام دادید، اکنون باید یک جمعیت جدید داشته باشید. مقادیر Fitness را برای اعضای این جمعیت محاسبه کنید. سپس مجموع Fitness جمعیت فعلی و را با مجموع Fitness جمعیت مرحله قبل مقایسه کنید. نتیجه این مقایسه چه چیزی را نشان می دهد؟

## ۲ Fitting curve - (۱۵ نمره)

تعدادی نقطه در فضای سه بعدی مشابه روبرو موجود است. آیا می توان فرمول ریاضی تابع متناظر با این نقاط را به وسیله یک ابزار تکاملی پیدا کرد؟ در صورت پاسخ مثبت کلیه اطلاعات لازم را برای طراحی روش حل مسئله را بیان کنید و در صورت پاسخ منفی دلایل خود را ذکر کنید.



شکل ۲: curve

### ۳ Swarm Intelligence (ACO) - (۱۰ نمره)

فرض کنید دو مسیر از خانه به محلی که غذا در آن هست وجود دارد و با در اختیار داشتن دو مورچه و با استفاده از الگوریتم کلونی مورچه به این سوال جواب دهید. فرض کنید مورچه اول از مسیر کوتاه تر و مورچه دوم از مسیر طولانی تر به غذا می رسند حال اگر مورچه دوم بخواهد به خانه برگرد کدام راه را انتخاب می کند؟ علت خود را توضیح دهید.

## سوالات عملی

### ۴ Solving Equation by GA - (۳۰ نمره)

با استفاده از مفاهیم الگوریتم های ژنتیک و برنامه نویسی ژنتیک، ریشه چندجمله ای زیر را محاسبه کنید.

$$\bullet \quad 168x^3 - 7.22x^2 + 15.5x - 13.2 = 0$$

همچنین کامل توضیح دهید که هر بخش از فرایند الگوریتم های ژنتیک، مربوط به چه بخشی از کد شما می شود و چگونه آن را پیاده سازی کرده اید.  
در مورد روش های encoding توضیح دهید و دلیل انتخاب خود را بیان کنید.



## ۵ Job shop Problem - (۳۰ نمره)

یکی از مسائل معروف scheduling مسئله job shop می‌باشد. در این مسئله jobهای مختلفی وجود دارد که قرار است روی ماشین‌های مختلف اجرا شود. هر job از یک سری task پشت سرهم که ترتیبشان مهم است، تشکیل شده است. این taskها قرار است روی ماشین مشخصی که از قبل تعیین شده است اجرا شوند. هدف نهایی مسئله پیدا کردن کمترین مدت زمان مورد نیاز برای انجام کل jobها روی ماشین‌های مورد نظر است.

برای انجام این کار محدودیت‌های زیر را داریم:

- taskها در هر job به ترتیب می‌باشند. هیچ taskای انجام نمی‌شود مگر اینکه task قبل خود در job پایان یافته باشد.

- هر ماشین در هر لحظه تنها می‌تواند یک task را اجرا کند.

- تا زمانی که task به‌طور کامل به‌پایان نرسد و یا مسدود نشود پردازنده را در اختیار فرایند دیگری قرار نمی‌دهد.

هر task به صورت  $(m, p)$  تعریف می‌شود که  $m$ ، شماره ماشینی که task باید روی آن اجرا شود و  $p$ ، مدت زمان اجرای فرایند می‌باشد.

حال با استفاده از Ant Colony Algorithm سعی کنید یک روش حل برای این مسئله را پیاده سازی کنید و تا حد امکان به جواب بهینه نزدیک شوید. نتایج خود را گزارش دهید.