



**دانشگاه صنعتی امیر کبیر**  
(پلی تکنیک تهران)

به نام خدا

**تمرین دوم هوش مصنوعی**

استاد درس:

دکتر اکبری

موعد تحویل: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹

## سوالات تشریحی

### سوال اول

به سوالات زیر پاسخ کامل دهید .

- الف) در الگوریتم ژنتیک اگر اندازه‌ی جمعیت  $N = 1$  باشد، معادل با کدام الگوریتم جستجو خواهد بود؟
- ب) در الگوریتم *local beam search* اگر مقدار  $k$  را برابر با ۱ قرار دهیم معادل با چه الگوریتمی است؟
- ج) در الگوریتم *local beam search* اگر مقدار  $k$  به سمت بینهایت میل کند، مشابه چه الگوریتمی رفتار خواهد کرد؟
- د) در الگوریتم *simulated annealing* اگر دما در هر زمان صفر باشد، معادل چه الگوریتمی خواهد بود؟
- ه) در الگوریتم *simulated annealing* اگر دما را خیلی سریع کاهش دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟ در این الگوریتم، اگر دما را مقداری مثبت و ثابت در نظر بگیریم چه اتفاقی خواهد افتاد؟

### سوال دوم

در زبانی ناشناخته، به شما یک جمله‌ی بهم ریخته داده میشود و از شما خواسته میشود تا آنها را به حالتی بچینید که طبق قواعد زبان معنادار باشد. برای مثال فرض کنید در زبان فارسی دسته کلمات {است، مجازی، ترم، این، هوش مصنوعی} به شما داده شده، در این صورت یک پاسخ مسئله میتواند جمله‌ی «هوش مصنوعی این ترم مجازی است» باشد .

تصور کنید برای حل این مسئله ابزاری در اختیار داریم که با دریافت ترتیبی از قرارگیری از کلمات، میزان با معنا بودن عبارت متشکل از آنها را مشخص میکند؛ مثلاً به کمک این ابزار میتوان در زبان فارسی متوجه شد که عبارت «مجازی هوش مصنوعی این ترم است» از «این ترم مجازی هوشی مصنوعی است» پرمعناتر است. با این فرض به هر یک از سوالات زیر مختصر پاسخ دهید .

- الف) با دریافت  $n$  کلمه به عنوان ورودی، اندازه‌ی فضای جست و جو چقدر خواهد بود؟
- ب) همسایگی را در این مسئله تعریف کرده (منظور از همسایگی مجموعه‌ی حالتی است که با یک حرکت از حالت فعلی به آنها میرسیم) و سپس برای رشته‌ی «مجازی است این ترم هوش مصنوعی» دو همسایه ارائه دهید .
- ج) آیا با استفاده از الگوریتم *hill-climbing* در این مسئله، همواره به جواب درستی میرسیم؟
- د) یک نوع *cross-over* برای دو حالت از پاسخهای این مسئله در الگوریتم ژنتیک ارائه دهید .

## پیاده سازی

تعدادی حیوان را در نظر بگیرید که در حیات وحش با هم رابطه شکار-شکارچی دارند. قصد داریم برای این حیوانات ترتیبی اتخاذ کنیم بطوری که هیچ شکاری قبل از شکارچی خود قرارنگیرد. به کمک الگوریتم های ژنتیک و *simulated annealing* بهترین ترتیب ممکن برای قرار گیری حیوانات را بیابید؛ سپس جواب حاصل و عملکرد دو الگوریتم را مقایسه کنید.

- ورودی مساله یک گراف جهت دار است که رئوس آن معادل حیوانات و هر یال از راس  $a$  به راس  $b$  بیانگر این است که حیوان  $a$  حیوان  $b$  را شکار خواهد کرد.
- خروجی الگوریتم باید یک ترتیب قابل قبول برای حیوانات یا همان رئوس باشد.

**روند کار:** به منظور حل این مساله با کمک الگوریتم های بهینه سازی ذکر شده، باید ابتدا یک تابع هدف مناسب تعریف کنید که مقدار بهینه آن معادل یک جواب قابل قبول برای مساله باشد و مقدار آن به ازای جواب های غیرقابل قبول با توجه به میزان نامناسب بودن آن جواب کم شود (اگر به صورت ماکسیمم سازی در نظر بگیرید).

گراف ورودی به صورت یک فایل *txt* است که خط اول آن تعداد رئوس گراف و خطوط بعدی فایل به صورت جفت های  $a$   $b$  است که نشان می دهد از راس  $a$  به راس  $b$  یال وجود دارد.

نمونه ورودی در کورسز برای شما آپلود شده است و از آن می توانید برای نوشتن کد سوال استفاده کنید.

**توضیحات الگوریتم ژنتیک:** در این الگوریتم ما با تعدادی کروموزوم سر و کار داریم که هر یک معادل یک جواب برای مساله می باشند. به هر کروموزوم یک مقدار تابع هدف نسبت داده می شود و هدف الگوریتم یافتن جوابی است که مقدار تابع هدف را ماکسیمم کند. پس شما باید ابتدا مساله خود را طوری مدل کنید که هر کروموزوم معادل یک جواب باشد و سپس تابع هدف را تعریف کنید. پس از تولید جمعیت اولیه، حلقه اصلی الگوریتم شروع میشود که بخش های انتخاب والد، تولید فرزندان، جهش، از بین بردن افراد اضافه و نگهداری بهترین جواب در هر مرحله را شامل می شود.

### مراحل پیاده سازی الگوریتم ژنتیک:

۱. گرفتن ورودی از فایل *txt*. در واقع شما باید گراف را در برنامه ذخیره کنید.
۲. پیاده سازی یک تابع برای محاسبه مقدار تابع هدف.
۳. تعریف پارامترهای اولیه این الگوریتم و متغیرهایی برای نگهداری جمعیت و بهترین جواب یافته شده:  
تعداد جمعیت اولیه، تعداد ماکسیمم جمعیت مجاز در هر نسل (بقیه از بین می روند)، درصدی از جمعیت که در هر نسل به عنوان والد انتخاب می شوند، درصدی از فرزندان که در هر نسل جهش می یابند، شرط توقف حلقه اصلی.
۴. تولید جمعیت اولیه کروموزوم ها:  
تولید تعدادی کروموزوم اولیه و محاسبه تابع هدف به ازای هریک (تولید جمعیت اولیه به صورت تصادفی است و روش آن به اختیار شماست).
۵. پیاده سازی حلقه اصلی مساله:  
شرط توقف حلقه به معیار شما برای قبول جواب بستگی دارد.  
انتخاب والدها از جمعیت فعلی: برای این کار روش های متنوعی از جمله چرخ رولت، انتخاب تصادفی، انتخاب رقابتی و... وجود دارد که می توانید هر کدام به نظرتان برای همگرایی زودتر به جواب مناسب است استفاده کنید.

تولید فرزندان (*crossover*): از هر دو والد یک یا دو فرزند تولید می شوند. از بین انواع باز ترکیب برای تولید فرزند یکی را انتخاب و پیاده سازی کنید.

جهش (*mutation*): در هر نسل تعدادی از فرزندان جهش پیدا می کنند. می توانید جهش را به صورت اعمال یک تغییر تصادفی و کوچک در کروموزوم فرزند در نظر بگیرید.

بقا: در هر نسل تعدادی از کروموزومها با بدترین مقدار تابع هدف از بین می روند.

**توضیحات الگوریتم SA:** در این الگوریتم باید از یک دمای اولیه شروع کنیم و آن را به مرور کاهش دهیم تا به جواب مساله نزدیک شویم. به این منظور با یک جواب برای مساله شروع می کنیم و مقدار تابع هدف را برای آن محاسبه می کنیم. در هر مرحله یک همسایگی از جواب قبلی را تولید می کنیم. اگر مقدار تابع هدف بهبود یافت با جواب جدید ادامه می دهیم و اگر بدتر شد نیز با یک احتمالی با جواب جدید ادامه می دهیم.

**مراحل پیاده سازی الگوریتم SA:**

۱. خواندن گراف ورودی از فایل *txt*.
۲. پیاده سازی یک تابع برای محاسبه مقدار تابع هدف.
۳. تعریف پارامترهای اولیه این الگوریتم و متغیرهایی برای نگهداری جواب فعلی و مقدار تابع هدف آن:  
دما، میزان تغییر دما (ضریب بالا ۹۵ درصد)
۴. تولید جواب اولیه به صورت تصادفی و محاسبه مقدار تابع هدف به ازای آن.
۵. پیاده سازی حلقه اصلی مساله:  
شامل تولید یک همسایگی از جواب و رفتن به جواب جدید با توجه به شرایط.

#### فایل جواب:

- برای هر الگوریتم یک فایل ipynb شامل کد و یک فایل متنی برای توضیح کد از شما خواسته شده است.
- در فایل توضیح، نکات پیاده سازی مانند نحوه کدگذاری مسئله، روش به کار رفته برای عملگرهای هر الگوریتم (مثلا روش تولید فرزند و جهش در ژنتیک) و شرط پایان الگوریتم را به طور خلاصه بنویسید.
- استفاده از قطعه کدهای آماده برای پیاده سازی مراحل الگوریتم مجاز نیست.

## نکات مهم

- جهت انجام بخش پیاده سازی، میتوانید از Jupyter استفاده کنید و فایل نهایی را با پسوند .ipynb یا pdf آپلود کنید. همچنین شماره دانشجوی خود را به عنوان نام فایل در نظر بگیرید.
- نکته مهم در گزارش نویسی و سوال تشریحی روشن بودن پاسخ میباشد نه حجم زیاد، اگر فرضی برای حل سوال استفاده میکنید حتما آن را ذکر کنید، و پاسخ نهایی را به صورت واضح بیان کنید.
- هرگونه شباهت در گزارش و پاسخ تشریحی به منزله تقلب میباشد و کل نمره تمرین صفر میباشد. ( میتوانید از اینترنت به عنوان منبع کمکی هم در سوالات تشریحی و هم در سوالات پیاده سازی استفاده کنید، اما کپی برداری ممنوع می باشد و نمرهی صفر تعلق میگیرد)
- گزارش کد و پاسخ سوال تشریحی باید در یک فایل pdf باشد.
- توجه شود: در این تمرین، پاسخ به سوالات تشریحی که تنها نیاز به توضیح و تشریح مسئله دارد، باید به صورت تایپ شده باشد. اما در مسائل حل کردنی که نیاز به رسم یا استفاده از فرمولهای ریاضی وجود دارد، تایپ ضرورتی ندارد.
- فایل pdf و کدها را بصورت یکجا در قالب یک فایل zip در سامانه [کورسز](#) آپلود کنید (نام فایل = شماره دانشجویی).

## معیار ارزیابی شما

1. سوال تشریحی (۲۰ نمره)
  - سوال اول (۱۰ نمره) هر مورد ۲ نمره دارد.
  - سوال دوم (۱۰ نمره) به ترتیب (الف) ۱ نمره، (ب) ۳ نمره، (ج) ۲ نمره و (د) ۴ نمره دارند.
2. قسمت پیاده سازی (۸۰ نمره)

دقت شود، نمره ی گزارش و توضیحات هر بخش در همان بخش در نظر گرفته شده است.

## سخن آخر

تدریساران سعی کردند با استفاده از توضیحات اضافی در هر بخش، از تمامی ابهامات احتمالی جلوگیری کنند. بنابراین قبل از پرسیدن سوال و ابهامی در رابطه با تمرین، سعی کنید صورت سوال را چندین بار مطالعه کنید و پس از جستجو در اینترنت سوال خود را مطرح کنید.

## ارتباط با ما

جهت مطرح کردن سوالات و ابهام هایی که دارید میتوانید از طریق ایمیل های زیر با ما در ارتباط باشید.

سارا جلیلی sarajalili33@gmail.com

نوا میرمطلبی n.mirsohi@gmail.com