



## هوش مصنوعی

بهار ۱۴۰۰

استاد: محمدحسین رهبان

گردآورندگان: امیرمهدی نامجو و محمد مهدی جراحی

مهلت ارسال: ۲۶ اسفند

جستجو

تمرین اول

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- همکاری و همفکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- در صورت همفکری و یا استفاده از هر منابع خارج درسی، نام همفکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

## سوالات عملی (۱۰۰ نمره)

۱. (۲۵ نمره) آقای فرودو در سرزمینی جادویی زندگی می کند و قصد دارد از شهر محل زندگی خود به شهر خاصی مسافرت کند. شهرها از طریق راه هایی به یکدیگر متصل هستند که هر کدام مسافت یکسانی دارند. نکته ای که وجود دارد این است که در هر شهر این سرزمین نوعی جادوی خاص وجود دارد که به محض ورود، روی فرد اثر می کند. این جادوها به تنهایی اثری ندارند اما اگر یک ترتیب سه تایی مشخص از جادوها (که در سه شهر مختلف وجود دارد) به ترتیب به یک فرد برخورد کند، او دچار نفرین می شود. در نتیجه هر فردی که در این سرزمین سفر می کند، لیستی از تاپل های سه تایی شهرها دارد تا به آن ترتیب مشخص به شهرها سفر نکند. آقای فرودو از شما کمک خواسته است تا به او در یافتن کوتاه ترین مسیر به مقصد سفرش کمک کنید.

در این سوال، فرض می کنیم شهرهای سرزمین از ۱ تا  $n$  باشند و آقای  $x$  قصد دارد از شهر ۱ به شهر  $n$  برود.  $m$  مسیر با مسافت های یکسان بین آنان وجود دارد.  $k$  تاپل سه تایی هم شهرهایی هستند که ورود به آن ها به ترتیب گفته شده ممنوع است. توجه کنید مثلا اگر سه شهر  $a, b, c$  یک تاپل ممنوع باشند، در صورتی که دقیقا فرد به همین ترتیب وارد آن ها بشود، مشکل ساز خواهد بود و اگر در میان راه به شهر دیگری برود (مثلا  $a, d, b, c$ ) یا به ترتیب دیگری به شکل پشت سرهم آن ها را ملاقات کند  $(c, b, a)$  مشکلی نخواهد بود.

## ورودی

در خط اول سه عدد  $n, m, k$  می آید.  $n$  تعداد شهرها،  $m$  تعداد راه ها و  $k$  تعداد تاپل های سه تایی ممنوعه است.

$$n \leq 1000, m \leq 30000$$

در  $m$  خط بعدی، هر کدام  $m$  جفت عدد  $x, y$  می آید که نشان دهنده وجود راه دو طرفه بین  $x, y$  است.

در  $k$  خط بعدی، هر کدام سه عدد  $a, b, c$  می آید که نشان دهنده یک تاپل سه تایی ممنوعه است و در مسیر سفر این فرد، این سه نباید به همین ترتیب بدون فاصله طی شوند.

## خروجی

در خروجی یک عدد می آید. این عدد بیانگر طول کوتاه ترین مسیر از ۱ به  $n$  با رعایت شرط مسئله در مورد تاپل های سه تایی ممنوعه است. اگر هیچ مسیری بین آن ها نبود ۱ - چاپ کنید.

## ورودی نمونه

```

1 4 4 1
2 1 2
3 2 3
4 3 4

```

5 1 3  
6 1 3 4  
7

## خروجی نمونه

1 3  
2

توضیح: از آن جایی که مسیر ۴ - ۳ - ۱ به طور مستقیم در دسترس نیست، باید مسیر ۴ - ۳ - ۲ - ۱ با طول ۳ طی شود.

۲. (۲۰ نمره) مسئله Pacman یکی از مسائل معروف در زمینه مسیریابی است. در این سوال قصد داریم شکل ساده شده‌ای از آن را با  $A^*$  حل کنیم.

در این سوال، یک نقشه به شما داده می‌شود که بیانگر یک هزارتو همراه با نقاط قابل عبور و دیوار است. در نقطه مشخصی از آن پک من قرار گرفته و در نقطه مشخص دیگری هم غذا وجود دارد. هدف این است که به کمک الگوریتم  $A^*$ ، مسیری را برای رسیدن پک من به غذا پیدا کنید. برای حل این مسئله به نکات زیر که در مورد ورودی و خروجی گفته شده توجه کنید:

### ورودی

در خط اول ورودی دو عدد داده می‌شود که بیانگر مختصات پک من هستند. در خط بعد موقعیت غذا من در قالب دو عدد به شما داده می‌شود که عدد اول سطر و دومی ستون را مشخص می‌کند.

در خط بعد، دو عدد  $m, n$  داده می‌شود که ابعاد صفحه هستند. عدد اول تعداد سطرها و دومین عدد تعداد ستون‌ها را نشان می‌دهد. ( $m, n \leq 100$ )

در  $n$  خط بعدی در هر خط  $m$  کاراکتر ظاهر می‌شود که بیانگر نقشه است. کاراکتر % به معنای دیوار غیرقابل عبور، کاراکتر - به معنای نقاط قابل عبور، کاراکتر P نقطه شروع پک من و کاراکتر . (نقطه) محل غذا است. مقادیر ASCII این کاراکترها در صورت لزوم به صورت زیر است:

%: 37  
-: 45  
.: 46  
P: 80

توجه کنید که مانند اکثر مسائل پیاده‌سازی، محور عمودی رو به پایین  $X$  و محور افقی رو به راست  $Y$  است. اندیس‌ها هم از صفر شروع می‌شوند.

### خروجی

در هر خط مسیر رسیدن پک من به غذا با کمک الگوریتم  $A^*$  چاپ می‌شود. توجه کنید که بدین ترتیب هر خط شامل دو عدد مختصات است. همچنین نقاط ابتدا و انتهای مسیر هم باید نوشته شوند.

### نکات ضروری برای پیاده‌سازی

در پیاده‌سازی، در صورتی که چند خانه اولویت برابر برای بررسی شدن و اضافه شدن به Frontier دارند، به ترتیب ابتدا خانه بالا، سمت خانه چپ، سپس راست و بعد خانه پایین (در صورت امکان پذیر بودن حرکت) را اضافه کنید.

در محاسبه هزینه مسیر در روش  $A^*$ ، هزینه حرکت همه نقاط برابر ۱ است به جز نقطه‌ای که غذا در آن قرار دارد و هزینه صفر را دارد.

برای تابع هیورستیک از فاصله منتهی نقطه مد نظر با نقطه قرارگیری غذا استفاده کنید.

## ورودی نمونه

```

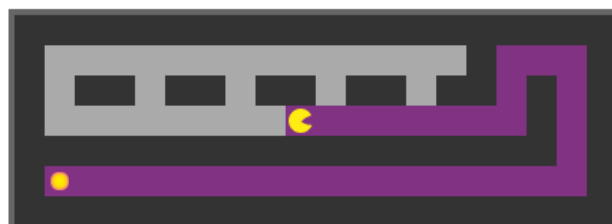
1  3 9
2  5 1
3  7 20
4  %%%%%%%%%%
5  %-----%--%
6  %-%%-%%-%%-%%-%%-%%-%%-
7  %-----P-----%-%%
8  %%%%%%%%%%
9  % .-----%--%
10 %%%%%%%%%%
11

```

## خروجی نمونه

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | 3 | 9  |
| 2  | 3 | 10 |
| 3  | 3 | 11 |
| 4  | 3 | 12 |
| 5  | 3 | 13 |
| 6  | 3 | 14 |
| 7  | 3 | 15 |
| 8  | 3 | 16 |
| 9  | 2 | 16 |
| 10 | 1 | 16 |
| 11 | 1 | 17 |
| 12 | 1 | 18 |
| 13 | 2 | 18 |
| 14 | 3 | 18 |
| 15 | 4 | 18 |
| 16 | 5 | 18 |
| 17 | 5 | 17 |
| 18 | 5 | 16 |
| 19 | 5 | 15 |
| 20 | 5 | 14 |
| 21 | 5 | 13 |
| 22 | 5 | 12 |
| 23 | 5 | 11 |
| 24 | 5 | 10 |
| 25 | 5 | 9  |
| 26 | 5 | 8  |
| 27 | 5 | 7  |
| 28 | 5 | 6  |
| 29 | 5 | 5  |
| 30 | 5 | 4  |
| 31 | 5 | 3  |
| 32 | 5 | 2  |
| 33 | 5 | 1  |
| 34 |   |    |

توضیح بصری در شکل زیر:



### ۳. (۲۰ نمره) ژوپیتر – TSP به کمک Simulated Annealing

برای نمایش درست ژوپیتر (فارسی و راست چین) حتما ژوپیتر خود را به آخرین نسخه (۶/۱ به بالا) آپدیت کنید که امکان پشتیبانی کامل از زبان‌های راست به چپ را دارد. در صورتی که به تازگی ژوپیتر را دانلود و نصب کرده باشید احتمالاً خود به خود آخرین نسخه را دارید. ولی در غیر این صورت با دستور زیر این کار را انجام دهید:

```
1 pip install jupyter -U
2 pip install notebook -U
3
```

در صورتی که به جای پکیج منیجر pip از Conda استفاده می‌کنید از دستور زیر استفاده کنید:

```
1 conda update jupyter
2 conda update notebook
3
```

۴. (۳۵ نمره) یک رشته‌ی DNA توالی‌ای  $n$  حرفی از nucleotide ها است. به عنوان مثال nucleotide ها می‌توانند یکی از حروف  $A, C, G, T$  باشند.

در این مسئله می‌خواهیم DNA ای انتخاب کنیم که شامل تعداد کمی از بعضی از توالی‌ها باشد و شامل تعداد زیادی از بعضی دیگر از توالی‌ها باشد. به ازای وجود هر کدام از توالی‌های دلخواه امتیاز آن رشته افزایش می‌یابد و به ازای وجود هر کدام از توالی‌های نامطلوب امتیاز آن رشته کاهش می‌یابد.

در ورودی مسئله در ابتدا طول رشته‌ی DNA، اندازه‌ی جمعیت Genetic Algorithm، و تعداد مراحل اجرای الگوریتم داده می‌شود. سپس لیست nucleotide ها داده می‌شود. سپس constraint ها به همراه امتیاز وجود هر عدد از آن‌ها در رشته‌ی DNA داده می‌شود.

در ابتدا از نسخه‌ی ابتدایی Genetic Algorithm استفاده کنید. احتمال mutation در هر فرزند را برابر با  $0/01$  در نظر بگیرید. اگر یک فرزند برای mutation انتخاب شد، به صورت تصادفی یکی از nucleotide هایش را تغییر دهید. در انتها نموداری از مقادیر بالاترین امتیاز موجود در جمعیت در گذر زمان رسم کنید.

در این حالت انتظار می‌رود حداقل به نتایج زیر برسید.

در تست ۱ بعد از ۳۰۰۰۰ مرحله به امتیاز ۰ برسید.

در تست ۲ بعد از ۳۰۰۰ مرحله به امتیاز ۰ برسید.

در تست ۳ بعد از ۵۰۰۰ مرحله به امتیاز ۱۰۰ برسید.

در تست ۴ بعد از ۱۵۰۰۰ مرحله به امتیاز ۷۰۰- برسید.

در تست ۵ بعد از ۲۰۰۰ مرحله به امتیاز ۳۰۰- برسید.

در تست ۶ بعد از ۱۵۰۰ مرحله به امتیاز ۲۰۰۰ برسید.

سعی کنید پارامترهای الگوریتم را بهبود دهید.

در این حالت انتظار می‌رود حداقل به نتایج زیر برسید.

در تست ۱ بعد از ۱۰۰۰۰ مرحله به امتیاز ۰ برسید.

در تست ۲ بعد از ۲۰۰۰ مرحله به امتیاز ۰ برسید.

در تست ۳ بعد از ۵۰۰۰ مرحله به امتیاز ۱۵۰ برسید.

در تست ۴ بعد از ۱۵۰۰۰ مرحله به امتیاز ۱۰۰- برسید.

در تست ۵ بعد از ۲۰۰۰ مرحله به امتیاز ۱۵۰- برسید.

در تست ۶ بعد از ۱۵۰۰ مرحله به امتیاز ۲۵۰۰ برسید.

در انتها یک گزارش کوتاه از بهبودی که در پارامترهای الگوریتم اعمال کردید بنویسید. در گزارش خود هر ۱۲ نمودار را قرار دهید. رشته‌های DNA انتخاب‌شده را نیز در فایل‌های txt ذخیره کنید. در انتها فایل‌ها را در قالب زیر آپلود کنید.

PHW1\_4\_StdNumber.zip

