

## مقدمه

در این پروژه قرار است با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه که در درس هوش مصنوعی آموخته‌اید، راه حل مناسبی برای مسئله‌ای که در ادامه مطرح می‌شود بیابید و آن را پیاده‌سازی کنید.

## گندالف خاکستری و یاران حلقه

گندالف خاکستری با هدف رهبری و هدایت یاران حلقه مأموریت یافته با ارباب تاریکی سائورون مقابله کند. برای این کار باید یاران حلقه را از بین اورک‌ها که ارتش سائورون هستند عبور دهد و هر یک را به یک موقعیت مشخص برساند و در انتها خود به گاندور می‌رود. گندالف نقشه‌ای شطرنجی دارد که شامل موارد زیر است:

- نقطه شروع گندالف
- موقعیت هر یک از یاران حلقه
- موقعیت اورک‌ها
- محلی که هر یار حلقه باید در آن قرار گیرد
- موقعیت نهایی (گاندور)

هر یک از اورک‌ها یک درجه نظامی  $n$  دارد که بر اساس آن خانه‌هایی با فاصله منتهی<sup>۱</sup>  $n$  را نظارت می‌کند که گندالف و یاران حلقه نمی‌توانند از آن عبور کنند. چون قرار است گندالف در شب از بین اورک‌ها عبور کند و آن‌ها خواب هستند، او می‌تواند از خانه‌هایی که آن‌ها نظارت می‌کنند عبور کند به این شرط که آن‌ها را بیدار نکند. بعد از عبور  $n$  خانه در محوطه تحت نظارت اورک‌ها، آن‌ها بیدار می‌شوند (یعنی با حرکت  $n+1$  ام باید به بیرون محدوده رفت). بعد از خارج شدن از محدوده تحت نظارت اورک‌ها می‌توان به آن محدوده بدون در نظر گرفتن حرکات قبلی بازگشت. گندالف در هر حرکت می‌تواند به یکی از چهار خانه مجاور خانه فعلی (بالا، پایین، چپ و راست) حرکت کند به شرطی که خانه مقصد خارج از محدوده نقشه نباشد و همچنین اورکی در آن وجود نداشته باشد. گندالف با گذشتن از خانه‌ای که در آن یاران حلقه قرار دارند، او را برمی‌دارد و پس از رسیدن به مکان قرارگیری یار حلقه، او را بدون صرف زمان در آنجا مستقر می‌کند. گندالف تنها می‌تواند در هر زمان تنها یکی از یاران حلقه را به همراه داشته باشد. هیچ‌گاه موقعیت یاران و محلی که باید در آن قرار گیرند در محدوده نظارت اورک‌ها نیست و دو محدوده تحت نظارت اورک‌ها اشتراک ندارند.

<sup>۱</sup> Taxicab geometry

## فرمت ورودی










اطلاعات اولیه در یک فایل به فرمت زیر در اختیارتان قرار خواهد گرفت:

- در سطر اول به ترتیب  $n$  و  $m$  آمده است که  $n$  تعداد سطرهای صفحه و  $m$  تعداد ستونهای آن می باشد.
- دو سطر بعدی به ترتیب مختصات نقطه شروع و پایان را نشان می دهد. (ابتدا شماره سطر از بالا سپس شماره ستون از چپ)
- در سطر بعدی  $k$  و  $l$  آمده است که  $k$  تعداد اورک ها و  $l$  تعداد یاران حلقه را نشان می دهد.
- در  $k$  سطر بعدی  $x$  و  $y$  و  $c$  آمده است که  $x$  شماره ی سطر و  $y$  شماره ی ستون و  $c$  درجه نظامی اورک یا فاصله منتهی تحت نظارت یک اورک است.
- در  $l$  سطر بعدی مکان فعلی یاران حلقه به ترتیب آمده است.
- در  $l$  سطر بعدی به همان ترتیب قبلی مکانی که یاران حلقه باید در آن ها قرار بگیرند آمده است. توجه کنید هر یار حلقه باید در مکان مشخصی قرار گیرد. یعنی یار حلقه  $i$ ام باید در مکان  $i$ ام قرار گیرد.

برای مثال به ورودی زیر توجه کنید:

8	8	
0	0	
7	7	
3	2	
3	1	2
2	6	1
6	4	2
0	7	
7	1	
5	0	
5	6	

پس جدول به صورت زیر می شود:

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

نشان دهنده	عکس
گندالف خاکستری (نقطه شروع)	
یاران حلقه	
اورک	
محلّی که توسط یکی از یاران حلقه باید اشغال شود	
گان‌دور (نقطه پایان)	

یار خانه (0,7) باید به خانه (5,0) و یار خانه (7,1) به خانه (5,6) منتقل شود. گندالف ابتدا به خانه (0,7) رفته و یار حلقه را به خانه (5,0) منتقل می‌کند. سپس به خانه (7,1) رفته و آن یار را به خانه (5,6) منتقل می‌کند. در نهایت نیز به خانه (7,7) که همان خانه نهایی است می‌رود. توجه کنید وقتی وارد محدوده یک اورک می‌شویم از  $n$  گامی که در محدوده آن می‌توانیم باشیم کم می‌شود. یعنی فرضاً اگر در خانه (4,5) باشیم و به خانه (4,4) که در محدوده یک اورک است وارد شویم با توجه به اینکه  $n$  آن اورک برابر 2 است فقط یک حرکت دیگر می‌توانیم در محدوده آن اورک باشیم. (یعنی فقط یک حرکت دیگر میتوان انجام داد که مقصد آن خانه تحت نظر آن اورک باشد) همچنین اگر از محدوده یک اورک خارج شویم حرکات قبلی نادیده گرفته می‌شود. یعنی فرضاً اگر وارد محدوده اورک خانه (6,4) شویم و سپس از آن خارج شویم در صورت وارد شدن دوباره می‌توانیم دو حرکت در محدوده آن باقی بمانیم. با این فرض‌ها مسیر حرکت گندالف به شکل زیر می‌شود.

(R: راست، L: چپ، U: بالا، D: پایین):

RRRRRRRRDDDDLLLLLDDLLDDRUURURRRDRDDR

شما باید فایل‌های ورودی مسئله که مشابه مثال بالا هستند را خوانده و مسئله را با دو روش جستجوی ناآگاهانه BFS و IDS و روش جستجوی آگاهانه  $A^*$  حل و پیاده‌سازی کنید. برای روش  $A^*$  باید از یک heuristic استفاده کنید که حتماً consistent باشد و جواب بهینه را تولید کند. در انتها می‌بایست  $A^*$  weighted را حداقل با دو  $\alpha$  پیاده‌سازی کنید. توجه کنید ممکن است برخی تست‌ها چندین جواب بهینه داشته باشند که در این صورت پیدا کردن یک جواب کفایت می‌کند.

### محدودیت زمانی اجرا:

	تست ۱	تست ۲	تست ۳	تست ۴
BFS	کمتر از ۴۵۰ میلی ثانیه	کمتر از ۱۵۰ میلی ثانیه	کمتر از ۳۰ میلی ثانیه	کمتر از ۴۰۰ میلی ثانیه
IDS	کمتر از ۱۵ ثانیه	کمتر از ۲۰ ثانیه	کمتر از ۱۰۵ ثانیه	محدودیتی ندارد
$A^*$	کمتر از ۸۵ میلی ثانیه	کمتر از ۸۰ میلی ثانیه	کمتر از ۲۵ میلی ثانیه	کمتر از ۱۲۵ میلی ثانیه

## گزارش کار

شما باید در گزارش خود موارد زیر را ذکر کنید. بخشی از نمره‌ی شما متعلق به گزارش کار است که تصحیح آن جدا از تحویل حضوری پروژه است. از کامل بودن آن طبق فایلی که اول ترم در اختیار شما قرار گرفته است، اطمینان حاصل کنید. موارد زیر حتما باید در گزارش ذکر شوند:

- شرح نحوه‌ی مدل کردن مسئله (initial state ، goal state ، action و ...) به صورت دقیق
- توضیح الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده و تفاوت‌ها و مزیت‌های الگوریتم‌ها نسبت به یکدیگر و اینکه کدام الگوریتم‌ها جواب بهینه تولید می‌کنند.
- توضیح heuristic پیاده‌سازی شده در بخش جست‌وجوی آگاهانه و consistent بودن یا نبودن آن
- به ازای هر الگوریتم، هر تست کیس را ۳ بار اجرا کنید و میانگین زمان اجرا را ثبت کنید. همچنین جدول زیر را برای هر تست کامل کنید:

	طول جواب	تعداد استیت‌های دیده شده	میانگین زمان اجرا
BFS			
IDS			
A*			
Weighted A* ( به ازای هر $\alpha$ )			

هم‌چنین مسیر تا جواب نیز برای هر الگوریتم باید قابل ارائه باشد. بعد از اجرا کردن کد باید مسیر پیدا شده توسط الگوریتم و زمان اجرای الگوریتم چاپ شود.

## نکات پایانی

- موعده تحویل غیرحضوری تا پایان روز ۱۸ اسفند می باشد.
- تمامی نتایج باید در یک فایل فشرده با عنوان AI-CA1- <#SID>.zip تحویل داده شود. این فایل باید شامل موارد زیر باشد:
  - یک پوشه به نام code شامل کدهای تمام قسمت‌هایی از تمرین که پیاده‌سازی کرده‌اید.
  - گزارش پروژه با فرمت PDF و شامل شرح تمامی کارهای انجام شده، نتایج به دست آمده و تحلیل‌ها و بررسی‌های خواسته شده در صورت پروژه.
  - در صورتی که از Jupyter Notebook استفاده می‌کنید نیازی به ارسال جداگانه کدها و گزارش نیست و هر دو را می‌توانید در یک فایل Notebook قرار دهید. حتما خروجی html فایل Notebook خود را نیز همراه فایل Notebook ارسال کنید.
- توجه داشته باشید علاوه بر ارسال فایل‌های پروژه، این پروژه تحویل نیز گرفته خواهد شد. بنابراین لازم است بر تمامی قسمت‌های کدتان تسلط کافی را داشته باشید و تمام بخش‌های پروژه باید قابلیت اجرای مجدد در زمان تحویل را داشته باشند. همچنین در صورت عدم حضور در زمان تحویل، نمره‌ای دریافت نخواهید کرد.
- هیچ‌گونه شباهتی در انجام این پروژه بین افراد مختلف پذیرفته نمی‌شود. در صورت کشف هرگونه تقلب برای همه افراد متقلب نمره ۱۰۰- در نظر گرفته می‌شود.
- استفاده از مراجع با ارجاع به آن‌ها بلامانع است. اما در صورتی که گزارش شما ترجمه عینی از آن‌ها باشد یا از گزارش افراد دیگر استفاده کرده باشید کار شما تقلب محسوب می‌شود.
- در صورتی که سوالی در مورد پروژه داشتید بهتر است در فروم درس مطرح کنید تا بقیه از آن استفاده کنند، در غیر این صورت به طراحان پروژه ایمیل بزنید و از یکی از آن‌ها بپرسید.

موفق باشید