



## 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.

## National Pizza Day

امروز NPD یا همان National Pizza Day است و دانشجویان ECE این روز را گرمی داشته و تصمیم دارند پیتزا بخورند. زیرج که یکی از برندهای معروف دانشگاه تهران است، تصمیم دارد به دانشجویان در برگزاری این مراسم کمک کند. ولی متأسفانه دانشجویان سلیقه‌های متفاوتی دارند و هر یک از جای جداگانه‌ای پیتزا سفارش می‌دهند، از همین رو زیرج به جای پخت پیتزا تصمیم می‌گیرد در نقش پیک ظاهر شود. دنیای دانشگاه یک گراف ساده و بی‌جهت است که شامل موارد زیر است:

- ❖ مکان ابتدایی زیرج
- ❖ مکان دانشجویان
- ❖ مکان پیتزا فروشی‌ها
- ❖ یال‌های لُق

بعضی از یال‌های این گراف لُق هستند. اگر یال  $i$ ام لُق باشد، زیرج بعد از رد شدن از این یال، تا  $x_i$  ثانیه دیگر نمی‌تواند از روی آن رد شود.

زیرج می‌تواند در هر مرحله به یکی از راس‌های مجاور برود (به شرط اینکه یالی که می‌خواهد طی کند یا لُق نباشد، یا به اندازه کافی زمان از آخرین عبور او از یال لُق گذشته باشد). طی کردن هر یال برای او به اندازه‌ی یک ثانیه طول می‌کشد، زیرج همچنین می‌تواند در هر راسی که هست، یک ثانیه دیگر روی همان راس بماند به جای اینکه یک یال دیگر را طی کند.

هر دانشجوی یک راس را مشخص می‌کند که زیرج باید پیتزای این دانشجوی را از پیتزا فروشی واقع در آن راس تهیه کند و به آن دانشجوی برساند. هیچ دو دانشجویی از یک راس یکسان پیتزا نمی‌خواهند و هیچ دو دانشجویی نیز در یک راس یکسان نیستند. همچنین زیرج نمی‌تواند بیشتر از یک پیتزا حمل کند.

اگر زیرج به یک پیتزا فروشی برسد، لزومی ندارد حتماً از آنجا پیتزا را دریافت کند، ولی اگر بخواهد از آنجا پیتزا بگیرد، این کار زمانی نخواهد گرفت و می‌تواند بلافاصله بعد از رسیدن به راس مورد نظر پیتزا را دریافت کند.

اگر زیرج در حال حمل یک پیتر باشد، تا وقتی که پیتر را به دانشجوی مورد نظر نرساند، نمی‌تواند پیترای جدیدی تهیه کند. بعد از رساندن پیتر به مکان یک دانشجو، دانشجو بلافاصله پیتر را تحویل می‌گیرد و این کار زمانی نمی‌گیرد. همچنین پیترای برخی از دانشجویان باید پیش از پیترای برخی دیگر تحویل داده شود. هدف ما در این مسئله به دست آوردن حداقل زمان مورد نیاز برای رساندن پیتر به همه دانشجویان و ارائه یک روش برای انجام این کار در حداقل زمان ممکن است.

## فرمت ورودی

دیتای مورد نیاز در یک فایل `txt`. در اختیارتان قرار خواهد گرفت:

- ★ در سطر اول به ترتیب  $n$  و  $m$  آمده که  $n$  نشان دهنده تعداد رئوس گراف و  $m$  تعداد یال‌های گراف است.
  - ★ در  $m$  سطر بعدی یال‌های گراف به شما داده می‌شوند، در هر سطر دو عدد  $u, v$  داده می‌شود که نشان دهنده یک یال میان دو راس  $u, v$  است.
  - ★ در سطر بعدی  $h$  داده می‌شود که نشان دهنده یال‌های لقی است.
  - ★ در  $h$  سطر بعدی در هر سطر دو عدد  $i, x_i$  می‌آید که نشان می‌دهد یال  $i$  یک یال لقی است که هر بار بعد از رد شدن از آن باید  $x_i$  ثانیه بگذرد تا دوباره بتوانیم از آن رد شویم.
  - ★ در خط بعد  $v$  که شماره رأس مکان ابتدایی زیرج است به شما داده می‌شود.
  - ★ در سطر بعد  $S$  داده می‌شود که نشان دهنده تعداد دانشجوهاست.
  - ★ در  $S$  سطر بعدی اطلاعات دانشجویان به شما داده می‌شود، در هر خط  $p$  و  $q$  می‌آید که  $p$  نشان دهنده رأسی است که دانشجو در آن است و  $q$  شماره راسی است که دانشجو از پیتر فروشی آن راس، پیتر می‌خواهد.
  - ★ در سطر بعدی  $t$  به شما داده می‌شود که برابر تعداد زوج‌هایی از دانشجویان است که پیترای دانشجوی اول باید زودتر از پیترای دانشجوی دوم تحویل داده شود.
  - ★ در  $t$  سطر بعدی، در هر سطر دو عدد  $a, b$  می‌آید که به معنی این است که پیترای دانشجوی  $a$  باید قبل از دانشجوی  $b$  تحویل داده شود. البته توجه کنید بعد از رساندن پیترای دانشجوی  $a$ ، زیرج می‌تواند چند پیترای دیگر را تحویل دهد و سپس پیترای دانشجوی  $b$  را بدهد. تنها چیزی که اهمیت دارد این است که پیترای دانشجوی  $a$  زودتر از دانشجوی  $b$  تحویل داده شود.
- برای مثال به ورودی زیر توجه کنید:

5	4
1	2
2	3
3	4
3	5
1	
3	2
1	

2

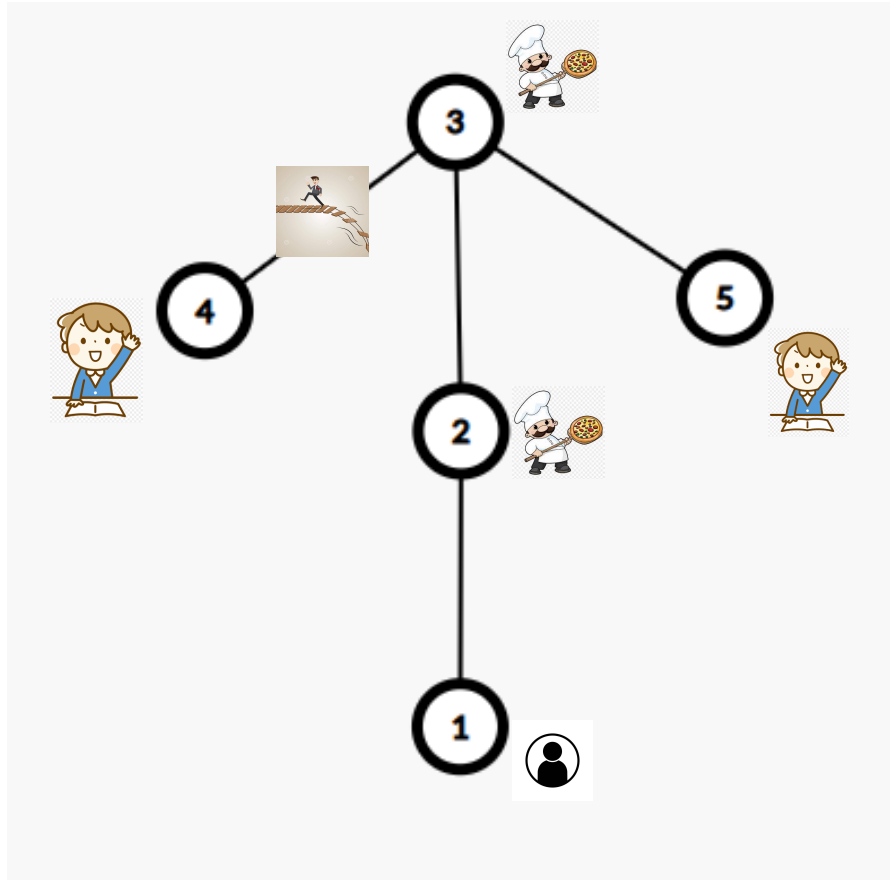
4 3


5 2

1

1 2

پس گراف به صوت زیر می شود:



معنا	نماد
زیرج	

دانشجو	
پیتزا فروشی	
پل لق	

برای حل این مسئله سید باید به این صورت حرکت کند:

**1->2 ->3 ->4 ->4 ->4 ->3 ->2 ->3 ->5**

توضیح مسیر طی شده: با توجه به داده های مسئله باید ابتدا پیتزای دانشجوی ۱ تحویل داده شود، از همین رو زیرج ابتدا به راس ۳ می رود و از آن جا به راس ۴ می رود تا پیتزای دانشجوی ۱ را تحویل دهد. حال چون پال شماره ۳ (پال میان رئوس ۳ و ۴) لق است، دو ثانیه در راس ۴ صبر می کند. سپس به راس ۲ می رود تا پیتزای دانشجوی ۲ را تحویل بگیرد و سپس به راس ۵ می رود تا این پیتزا را تحویل دهد. در نتیجه در کل به حداقل ۹ ثانیه زمان برای رساندن تمام پیتزاها نیاز است.

شما موظف هستید فایل ورودی مسئله را بخوانید و مسئله را با دو روش جستجوی ناآگاهانه BFS و IDS و روش جستجوی آگاهانه A\* حل و پیاده سازی کنید. برای روش A\* باید از یک heuristic استفاده کنید که حتما consistent باشد و جواب بهینه را تولید کند. در انتها می بایست A\* weighted را حداقل با دو  $\alpha$  پیاده سازی کنید. توجه کنید ممکن است برخی تست ها چندین جواب بهینه داشته باشند که در این صورت پیدا کردن یک جواب کفایت می کند.

## محدودیت زمانی اجرا:

	تست ۱	تست ۲	تست ۳
BFS	0.1 ثانیه	2 ثانیه	20 ثانیه
IDS	0.5 ثانیه	60 ثانیه	1200 ثانیه
A*	0.1 ثانیه	1 ثانیه	15 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 (action, goal state, initial state 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 جستجوی 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:

	پاسخ مسئله (حداقل زمان لازم برای رساندن پیتزاها)	تعداد استیت‌های دیده شده	میانگین زمان اجرا
BFS			
IDS			
A*			
Weighted A* 1			
Weighted A* 2			

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. برای چاپ مسیر کافی است توالی رئوس طی شده را چاپ کنید.

## نکات پایانی

- 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 Notebook Jupyter 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