



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان: تکلیف سوم درس هوش مصنوعی
موعد تحویل بخش نظری: ۱۴۰۱/۲/۳۰ ساعت ۲۳:۵۹
موعد تحویل بخش عملی: ۱۴۰۱/۳/۳ ساعت ۲۳:۵۹

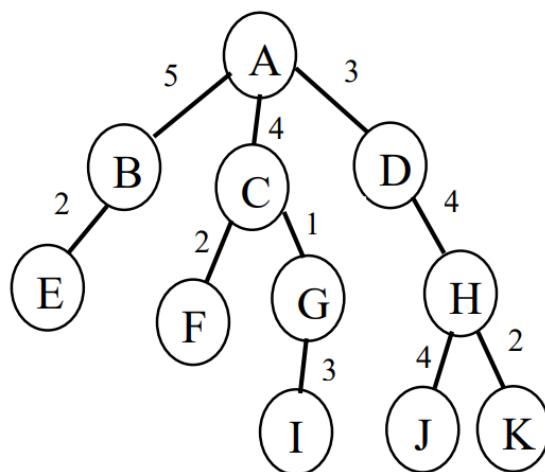
نیم سال تحصیلی: بهار ۱۴۰۱
مدرس: دکتر حسین فلسفین
دستیاران آموزشی: مجید فرهادی - علی ملاحسینی - آرش وشاق

۱ جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه (3 نمره)

به طور خلاصه تفاوت جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه را توضیح دهید.
برای هر کدام 2 استراتژی جستجو را نام ببرید.

۲ عملکرد استراتژی‌های جستجو (4 نمره)

درخت زیر را در نظر بگیرید:



A گره شروع و I گره هدف است.

برای استراتژی‌های جستجوی زیر، ترتیب ملاقات گره‌های درخت را مشخص نمایید:

الف) Breadth-first search

ب) Depth-first search

ج) Iterative deepening search

د) Uniform cost search

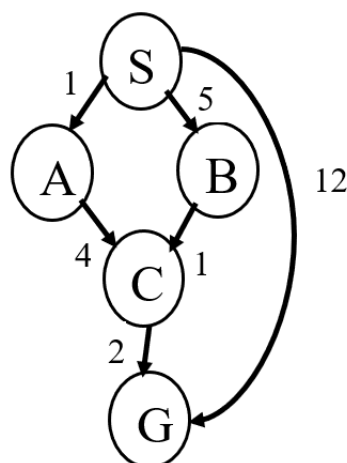
۳ تأثیر توابع هیوریستیک (10 نمره)

گراف ورودی زیر را در نظر بگیرید. S گره آغازین و G گره هدف است.

وزن هر یال در کنارش نوشته شده است.

در جدول، مقادیر دو تابع هیوریستیک متفاوت برای هر گره مشخص شده است. این توابع فاصله یک گره تا گره هدف را تخمین می‌زنند.

در حالتی که چند گره دارای بیشترین اولویت باشند، گره‌ای که از لحاظ الفبایی مقدم‌تر است باید زودتر بسط داده شود.



node	h1	h2
S	6	20
A	5	8
B	2	6
C	1	10
G	0	0

برای هر کدام از استراتژی‌های جستجوی زیر:
 الف) مسیر ملاقات شده از گره S تا G را مشخص نمایید.
 ب) گره‌های بسط داده شده را نام ببرید.

استراتژی اول: جستجوی اول عمق (با استفاده از تست هدف زود هنگام)
 استراتژی دوم: جستجوی اول سطح (با استفاده از تست هدف زود هنگام)
 استراتژی سوم: جستجوی A^* با استفاده از تابع هیوریستیک $h1$
 (فرض کنید جستجو زمانی متوقف می‌شود که گره هدف را (برای بسط دادن) ملاقات کنیم و امکان یافتن مسیر کوتاه‌تر با استفاده از تابع $h1$ وجود نداشته باشد)
 استراتژی چهارم: جستجوی A^* با استفاده از تابع هیوریستیک $h2$
 (فرض کنید جستجو زمانی متوقف می‌شود که گره هدف را (برای بسط دادن) ملاقات کنیم و امکان یافتن مسیر کوتاه‌تر با استفاده از تابع $h2$ وجود نداشته باشد).

ج) آیا $h1$ یک تابع هیوریستیک admissible است؟
 د) آیا $h2$ یک تابع هیوریستیک admissible است؟

۴ ترسیم درخت بازی (6 نمره)

این وضعیت اولیه در بازی ساده و دونفره Hop4 است.

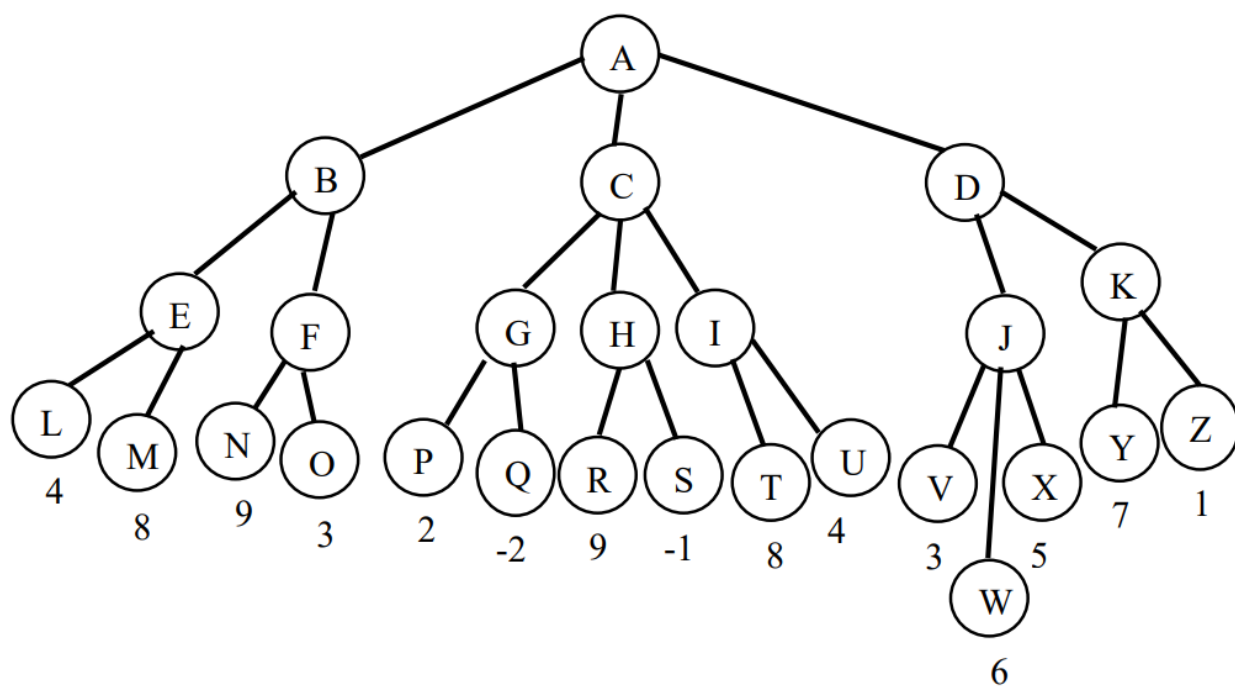
A			B
1	2	3	4

ابتدا بازیکن A حرکت می‌کند. دو بازیکن به صورت نوبتی بازی می‌کنند. هر بازیکن در هر حرکت باید مهره خود را در جهت چپ یا راست، به خانه خالی مجاور ببرد. اگر حریف یک خانه مجاور را اشغال کرده باشد، بازیکن می‌تواند از روی مهره حریف بپرد و (در صورت وجود) به خانه خالی بعدی برود. به عنوان مثال اگر A در خانه 3 و B در خانه 2 باشد، A می‌تواند به خانه 1 برگردد. بازی

- زمانی تمام می‌شود که یک بازیکن به انتهای دیگر صفحه برسد. در واقع اگر A زودتر به خانه ۴ برسد، امتیاز بازی برای A، 1 خواهد شد. اگر B زودتر به خانه 1 برسد، امتیاز بازی برای A، -1 خواهد شد.
- درخت بازی کامل را رسم کنید به گونه‌ای که شرایط زیر را داشته باشد:
- هر گره را به صورت (sA, sB) بنویسید. sA شماره خانه A و sB شماره خانه B است. به عنوان مثال گره ریشه را به صورت $(1, 4)$ نشان می‌دهیم.
 - در کنار هر گره، امتیاز بازی را نیز بنویسید.
 - در صورت رسیدن به گره حالت تکراری، در کنار آن گره علامت ؟ بگذارید و مجدداً آن را بسط ندهید.

۵ هرس آلفا-بتا (12 نمره)

- در درخت بازی زیر، بازیکن MAX اولین حرکت را انجام می‌دهد. در برگ‌های درخت، امتیاز نهایی بازی برای MAX مشخص شده است. به سوالات زیر پاسخ دهید:
- الف) مقدار minimax را برای سایر گره‌ها مشخص کنید.
- ب) اولین حرکتی که توسط MAX انتخاب می‌شود چیست؟
- ج) در صورت استفاده از الگوریتم هرس آلفا-بتا، کدام گره‌ها هرس می‌شوند؟ (فرض کنید فرزندان یک گره از چپ به راست ملاقات می‌شوند)
- د) به طور کلی (نه فقط این درخت)، اگر هنگام پیمایش یک درخت بازی، گره‌های فرزند را به جای چپ به راست از راست به چپ ملاقات کنیم، آیا تغییری در مقدار minimax محاسبه شده در گره ریشه رخ می‌دهد؟ آیا ممکن است تغییری در تعداد گره‌های هرس شده توسط الگوریتم آلفا-بتا رخ دهد؟
- ه) مجدداً عملیات هرس آلفا-بتا را بر روی درخت زیر انجام دهید. این بار فرض کنید که گره‌های فرزند از راست به چپ ملاقات می‌شوند. کدام گره‌ها هرس می‌شوند؟



۶ Minimax در مقابل حریف بهینه و زیربهینه (5 نمره)

به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) آیا ممکن است استراتژی minimax تحت شرایطی در مقابل حریف بهینه عملکرد بهتری نسبت به حریف زیربهینه داشته باشد؟ به عبارتی دیگر، آیا ممکن است با استفاده از minimax در مقابل حریف بهینه امتیاز بیشتری نسبت به حریف زیربهینه کسب کنیم؟ توضیح دهید.

ب) در یک بازی دلخواه مانند شطرنج، اگر شما بدانید که در حال بازی با یک حریف زیربهینه هستید، آیا ممکن است تحت شرایطی تخطی از استراتژی minimax برای شما سودمند باشد؟ توضیح دهید.

۷ Mixed Strategies (10 نمره)

الف) تیم های فوتبال ایران و آمریکا در جام جهانی 2022 به مصاف هم می روند. بر اساس جدول تفاضل گل زیر و با استفاده از روش ترسیمی، mixed strategy مناسب برای هر دو تیم را تعیین کنید. (ایران مایل است تفاضل گل را بیشینه کند).



	B1	B2
A1	-2	4
A2	8	3
A3	9	0



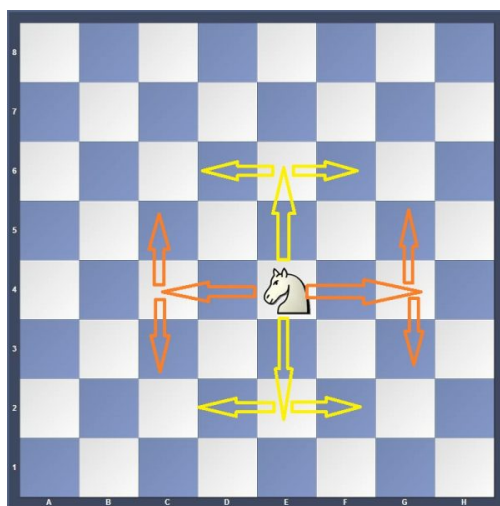
ب) در بازی دیگر تیم انگلیس به مصاف برنده پلی آف اروپا می رود. با توجه به جدول تفاضل گل زیر و با استفاده از linear programming و یک LP solver، mixed strategy مناسب برای انگلیس را تعیین کنید. (انگلیس مایل است تفاضل گل را بیشینه کند). لطفاً از معادلاتی که تشکیل دادید به همراه خروجی برنامه اسکرین شات بفرستید.



	B1	B2	B3	B4	B5
A1	1	4	0	-2	-1
A2	5	0	-3	7	0
A3	-3	-1	6	0	3
A4	-2	3	1	-4	-2
A5	2	1	-4	-1	0

۸ اسب گرسنه! (25 نمره)

طبق قوانین شطرنج، مهره اسب حرکت L مانند دارد. برای مثال در تصویر زیر، اسب می‌تواند به هر 8 خانه مشخص شده برود.



حال یک صفحه 4x4 را در نظر بگیرید. سطرها و ستون‌ها با اعداد 1 تا 4 شماره گذاری می‌شوند. در خط اول ورودی‌ها، مختصات خانه‌ای که اسب در آن قرار دارد به شما داده می‌شود. (عدد اول شماره ستون و عدد دوم شماره سطر است) در خط‌های بعدی مختصات خانه‌های پیاده‌های حریف به شما داده می‌شود. ورود جفت صفر به معنای پایان ورودی‌هاست. با استفاده از الگوریتم BFS و زبان پایتون، برنامه‌ای بنویسید که کوتاه‌ترین مسیر ممکن برای مهره اسب را بیابد به گونه‌ای که بتواند همه پیاده‌های حریف را بخورد. در طول یک مسیر، اسب می‌تواند هر خانه را حداکثر یک بار ملاقات کند. (خانه اولیه اسب هم ملاقات شده محسوب می‌شود) در حالتی که خوردن همه پیاده‌های حریف ممکن باشد، مختصات خانه‌های ملاقات شده را به ترتیب و در سطرهای مجزا چاپ نمایید. در غیر این صورت، در خط اول عبارت "Fail" را چاپ کنید، در خط دوم حداکثر تعداد پیاده‌های خورده شده را چاپ کنید و در خطوط بعدی مختصات خانه‌های ملاقات شده را چاپ کنید.

برای درک بهتر سوال در ادامه به ۲ تست کیس اشاره شده است:

input:

2 1

3 2

4 4

0 0

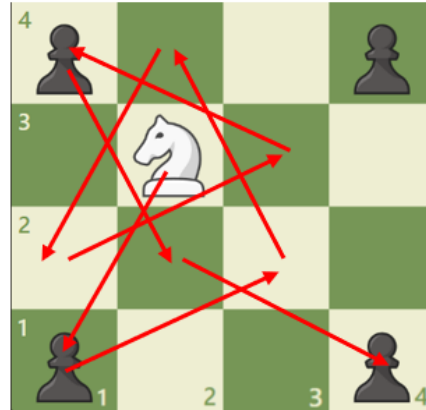
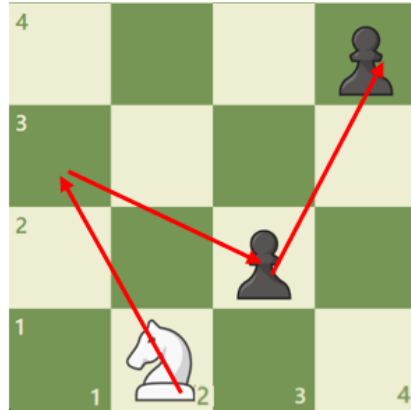
output:

2 1

1 3

3 2

4 4



input:

2 3

1 1

1 4

4 1

4 4

0 0

output:

Fail

3

2 3

1 1

3 2

2 4

1 2

3 3

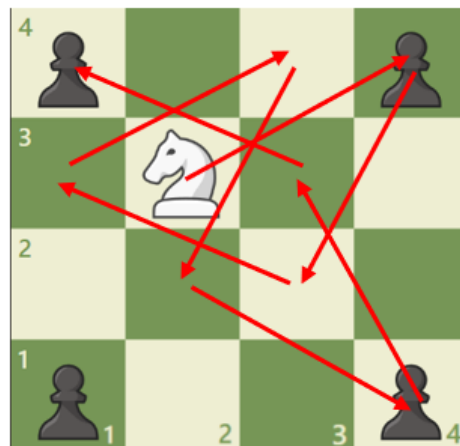
1 4

2 2

4 1

همانطور که ذکر شد، اسب نمی‌تواند یک خانه را بیش از یک بار ملاقات کند. با رعایت این محدودیت در وضعیت سمت راست، امکان خوردن حداکثر سه پیاده وجود دارد.

لطفا توجه داشته باشید که ممکن است به ازای یک ورودی، چند جواب قابل قبول داشته باشیم. چاپ یکی از این جواب‌ها کافیست. به عنوان مثال، در وضعیت سمت راست، خروجی زیر هم قابل قبول است:



output:

Fail

3

2 3

4 4

3 2

1 3

3 4

2 2

4 1

3 3

1 4

لطفا گزارشی (در حد یک صفحه) شامل توضیح اجزای برنامه خود تهیه نمایید.

۹ Tiny Maze (25 نمره)

(برای حل این سوال لازم است [PIP](#) بر روی سیستم شما نصب شده باشد.)

ابتدا سورس کد بازی maze را از [اینجا](#) دریافت کنید. پس از نصب ابزار لازم پروژه با استفاده از دستور `pip install -r requirements.txt`

فایل `pacman.py` را اجرا نمایید. اگر مشکلی وجود نداشته باشد، بازی maze برای شما اجرا می‌شود.

در این تمرین صرفاً بر روی نسخه کوچک و ساده شده Maze کار می‌کنیم.

بعد از چند دست بازی و رفع خستگی، دستور زیر را اجرا نمایید:

```
py pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=sampleSearch
```

این دستور باعث می‌شود که pacman در نسخه tinyMaze بر اساس جهت‌هایی که توسط تابع `sampleSearch` (واقع در فایل

`search.py`) مشخص شده‌اند، از خانه شروع تا هدف حرکت کند.

به طور مشابه، دستور زیر هم باعث فراخوانی تابع `sampleSearch2` و حرکت از مسیری دیگر می‌شود:

```
py pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=sampleSearch2
```

الف) در تابع `depthFirstSearch` (واقع در فایل `search.py`) مسیریابی pacman با استفاده از `dfs` را پیاده سازی کنید. برای بررسی

عملکرد الگوریتم خود می‌توانید از دستور زیر استفاده کنید:


```
py pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=depthFirstSearch
```

ب) در تابع `aStarSearch` مسیریابی `pacman` با استفاده از جستجوی A^* پیاده‌سازی کنید. برای بررسی عملکرد الگوریتم خود می‌توانید از دستور زیر استفاده کنید:

```
py pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=aStarSearch
```

توجه داشته باشید که خانه شروع `Pacman` به همراه موقعیت دیوارها و هدف `Pacman` همواره ثابت و به همین صورت است که مشاهده می‌کنید.

توضیحات تکمیلی در قالب کامنت در داخل تابع `sampleSearch` نوشته شده است.

لطفاً فقط در فایل `search.py` تغییر ایجاد کنید. سپس این فایل را به همراه گزارشی (در حد یک صفحه) شامل توضیح اجزای کد خود تحویل دهید.

۱۰ پیوست

۱.۱۰ ابهام در صورت سوالات

اگر ابهامی در صورت سوالات وجود دارد، می‌توانید از طریق [Gmail](#) یا [Telegram](#) با بنده در ارتباط باشید.

۲.۱۰ شباهت در پاسخ‌های تحویلی

اگر شباهتی در پاسخ‌های تحویلی دیده شود، نمره کل تکلیف برای طرفین صفر بوده و اسامی به استاد درس اعلام خواهد شد.