

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم بهار ۱۴۰۲

پاسخنامه تمرین اول

سوال اول (۱۵ نمره)

در عامل های زیر PEAS را تعیین کرده و ویژگی های محیط کار آن ها را توضیح دهید. ویژگی های محیط کار شامل قابل مشاهده بودن ، تک عامله یا چند عامله بودن ، قطعی یا تصادفی بودن ، مرحله ای یا ترتیبی بودن ، ایستا یا پویا بودن گسسته یا پیوسته بودن و شناخته یا ناشناخته بودن می باشد.

- تشخیص دهنده دروغ^۱
- سیستم GPS
- تشخیص دهنده عکس

پاسخ:

| | | | | |
|--|-----------------------|--|--|----------|
| سنسور های مختلف شامل مثلا تشخیص ضربان قلب | الارم ، بلندگو | مثلا بدن انسان، قوانین مربوطه (بیشتر مربوط به تشخیص دهنده جرم) | تشخیص درست دروغ یا جرم، میزان قطعیت، هزینه های محاسباتی، زمان پاسخ کم | دروغ سنج |
| حرکت سنج، دریافت کننده ماهواره ای | صفحه نمایش، اسپیکر | محیط اطراف شامل خیابان ها و ... آدم ها | مکان یابی درست زمان پاسخ کوتاه | GPS |

¹ Polygraph ([Link](#))

| | | | | |
|-----------------------|---|--|---|-----------------------------------|
| تشخیص دهنده عکس | در نظر گرفتن قسمت مهم عکس برای تشخیص چهره، تشخیص درست چهره | آدم ها و اطراف، سیستم هایی که روی آن ها نصب است | الگوریتم های هوش مصنوعی، ارسال پیام | دوربین تشخیص چهره، دریافت پیام |
|-----------------------|---|--|---|-----------------------------------|

محیط:

| | Fully observable/ partially observable | single/multi | stochastic/ deterministic | seq/ ep | static/ dynamic | discrete/ continuous | Known/ unknown |
|-------------------------|---|--------------|------------------------------|------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| liar/fraud detection | f | s | s | e | s | d | u |
| GPS | p | m | s | e | s | d | k |
| Face detector | p | m | s | s | d | c | k |

سوال دوم (۱۵ نمره)

مسئله مبلغ و آدمخوار یکی از مسائل کلاسیک گذر از رودخانه است. در این مسئله ۳ مبلغ و ۳ آدمخوار و یک قایق در سمت راست رودخانه قرار دارند و هدف رساندن هر ۶ نفر به سلامت به سمت چپ رودخانه است. قایق تنها ظرفیت دو نفر را دارد و برای حرکت قایق حداقل به یک نفر نیاز است. در هر سمت از رودخانه اگر تعداد آدمخوارها از مبلغ ها بیشتر شود، آدمخوار ها مبلغ ها را میخورند.



شما در این سوال ابتدا باید مسئله را مدل کنید و فضای حالت، شامل چگونگی نمایش هر حالت، حالت اولیه، حالت هدف و عملگرهای مسئله را بنویسید.

پاسخ:

در این بازی سه شی داریم که به ترتیب آن ها را به صورت زیر نشان می‌دهیم

M: مبلغ

C: آدم خوار

B: قایق

همچنین هر طرف از رودخانه را به شکل یک لیست از اشیا موجود در آن طرف نشان می‌دهیم:

$L \langle M C B \rangle R \langle M C B \rangle$

که در آن L سمت چپ رودخانه و R سمت راست رودخانه را نشان می‌دهد.

حالت اولیه:

$L \langle 0 0 0 \rangle R \langle 3 3 1 \rangle$

حالت هدف

$L \langle 3 3 1 \rangle R \langle 0 0 0 \rangle$

عملگرها:

عملگرها شامل حمل تعداد P مبلغ و Q آدم خوار از یک سمت رودخانه به سمت دیگر می‌باشد.

حرکت قایق از سمت راست به چپ:

Action

$$L\langle M \ C \ 0 \rangle \ R\langle M' \ C' \ 1 \rangle \rightarrow L\langle (M+p) \ (C+q) \ 1 \rangle \ R\langle (M'-p) \ (C'-q) \ 0 \rangle$$

حرکت قایق از سمت چپ به راست:

Action

$$L\langle M \ C \ 1 \rangle \ R\langle M' \ C' \ 0 \rangle \rightarrow L\langle (M-p) \ (C-q) \ 0 \rangle \ R\langle (M'+p) \ (C'+q) \ 1 \rangle$$

با توجه به ظرفیت قایق ۱۰ عملگر مختلف داریم که به شکل بالا خلاصه شده اند.

سوال سوم (۱۵ نمره)

با توجه به حالت اولیه یک مسئله ۸ پازل و حالت نهایی که باید به آن رسید که در زیر داده شده اند، با استفاده از الگوریتم

A* مقرون به صرفه ترین مسیر را برای رسیدن به حالت نهایی از حالت اولیه پیدا کنید.

g = عمق گره و h = تعداد کاشی های نابجا را در نظر بگیرید.

حالت ابتدایی:

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

• عدد صفر نشان دهنده جای خالی است.

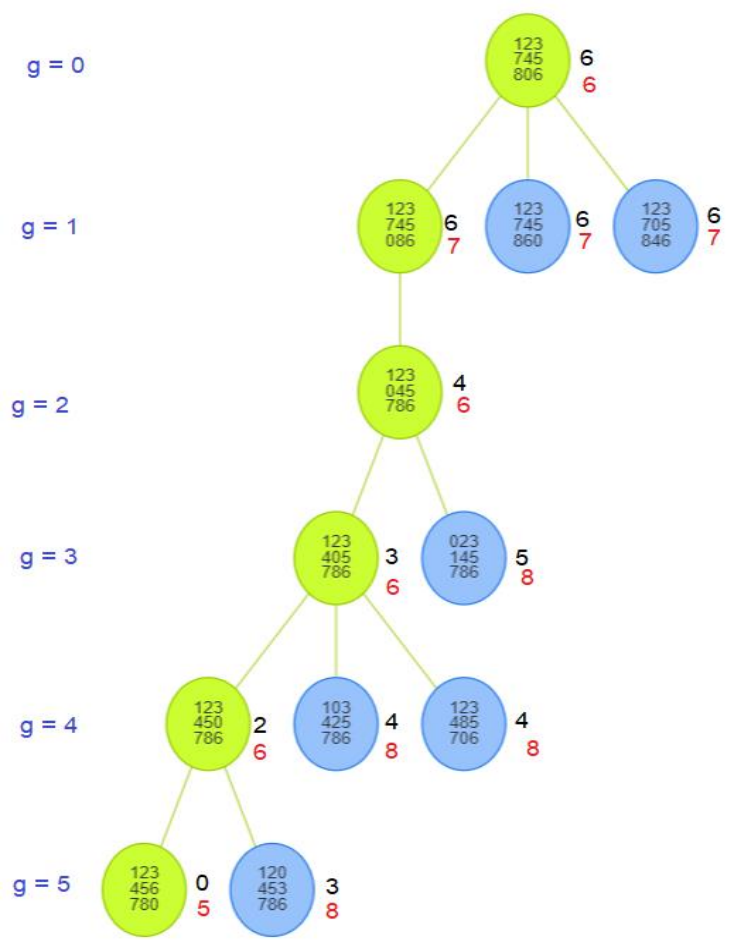
حالت نهایی:

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

پاسخ:

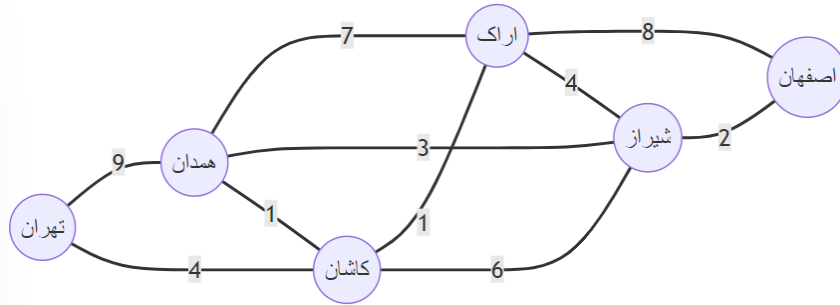
(الف)

قرمز = f و آبی = g و سیاه = h .



سوال چهارم (۲۰ نمره + ۵ نمره امتیازی)

الف) در گراف زیر کوتاه ترین مسیر از تهران به اصفهان را به کمک UCS درختی پیدا کنید.



ب) اگر از روش UCS گرافی استفاده می‌کردیم چه تفاوتی داشت؟ اگر بهینه سازی در فرایند پیدا کردن جواب رخ میداد در کجا بود؟

ج) آیا می‌توان از UCS در نموداری با هزینه لبه منفی استفاده کرد؟

د) آیا در یک مسئله جست و جو، اگر یک عدد ثابت مثبت به هزینه هر یال اضافه کنیم مسیر برگردانده شده توسط الگوریتم UCS تغییر نمی‌کند؟

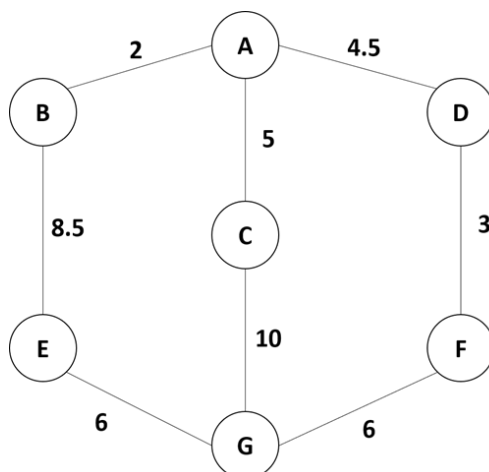
ه) تفاوت بین UCS و الگوریتم Dijkstra چیست؟ (امتیازی)

پاسخ:

الف و ب) هر دو روش مسیر درست را پیدا میکنند اما در روش درختی با توجه به اینکه نود های پیمایش شده را ذخیره نمی‌کنیم و هر بار آن ها را مجدد گسترش می‌دهیم حالت های اضافه تری را بررسی می‌کنیم و راه حل و درخت بسیار طولانی و بزرگ می‌شود اما در روش گرافی با توجه کردن به نود های گسترش داده شده و جلوگیری از گسترش مجدد آن ها از انجام گسترش های مجدد و اضافه می‌گیریم و راه حل کوتاه تر خواهد بود.

سوال پنجم (۲۰ نمره)

گراف زیر را در نظر بگیرید.



** توجه:

- آزمون هدف هنگام بسط نود انجام می گردد.
- در شرایط برابر بر اساس ترتیب حروف الفبا عمل کنید.

الف) در گراف بالا فرض کنید در ابتدا $h(A) = 9$ و $h(F) = 5.5$ و هیوریستیک باقی گره‌ها به جز D برابر با صفر باشد. با ذکر راه حل، یک بازه برای مقدار $h(D)$ بدست آورید که در آن $h(D)$ قابل قبول و سازگار باشد.

ب) بدون در نظر گرفتن فرضیات قسمت الف، فرض کنید $h(A) = 7$ ، $h(B) = 10$ ، $h(E) = 3.5$ و مقدار $h(F)$ مجهول باشد. همچنین هیوریستیک باقی گره‌ها را برابر صفر در نظر بگیرید. بازه ای برای $h(F)$ بدست آورید که در آن قابل قبول و سازگار باشد و همچنین ترتیب خروج گره‌ها در جستجوی گرافی A^* به شکل زیر باشد:

$A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G$

پاسخ:

الف) برای اینکه هیوریستیک D قابل قبول باشد، باید مقدار آن از هزینه اصلی تا هدف کمتر باشد. پس:

$$0 \leq h(D) \leq 9$$

برای اینکه $h(D)$ سازگار باشد، باید مقدار آن را با گره همسایه آن مقایسه کنیم:

$$h(D) - h(F) \leq 3 \text{ so } h(D) \leq 8.5$$

در صورتی که گراف را دو طرفه در نظر گرفته باشیم داریم:

$$h(D) - h(A) \leq 4.5 \text{ so } h(D) \leq 13.5$$

پس نتیجه میگیریم:

$$0 \leq h(D) \leq 8.5$$

(ب) جدول زیر را در نظر بگیرید.

| | Fringe | Visited |
|---|---------------------|------------------|
| 1 | A(7) | - |
| 2 | B(12), C(5), D(4.5) | A |
| 3 | B(12), C(5), F(f) | A, D |
| 4 | B(12), F(f), G(15) | A, D, C |
| 5 | E(14), F(f), G(15) | A, D, C, B |
| 6 | E(14), G(13.5) | A, D, C, B, F |
| 7 | - | A, D, C, B, E, G |

برای اینکه در مرحله ۳ گره C انتخاب شود، باید:

$$f = 7.5 + h \geq 5 \text{ so } h > -2.5 \text{ always true}$$

برای اینکه در مرحله ۴ گره B انتخاب شود، باید:

$$f = 7.5 + h \geq 12 \text{ so } h \geq 4.5$$

برای اینکه در مرحله ۵ گره F انتخاب شود، باید:

$$f = 7.5 + h < 14 \text{ so } h \leq 6.5$$

تا اینجا داریم:

$$4.5 \leq h < 6.5$$

حال شرایط سازگاری و قابل قبولی را بررسی می کنیم:

$$h(F) \leq 6 \text{ (to be admissible and consistent)}$$

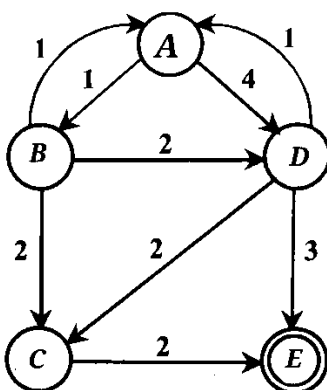
با اشتراک از بازه های بدست آمده در نهایت داریم:

$$4.5 \leq h(F) \leq 6$$

در صورتی که جهت یال ها را دوطرفه در نظر گرفتید و با مقایسه گره F با گره D برای سازگاری، بازه را تهی بدست آوردید نیز جواب شما قابل قبول است.

سوال ششم (۱۵ نمره)

الف) گراف زیر را در نظر بگیرید. در این گراف، هزینه عبور از هر یال نوشته شده است. اگر E گره هدف باشد و از گره A پیمایش را شروع کنیم، کمترین هزینه پیمایش را هنگام استفاده از الگوریتم DFS بیابید. اگر برای پیمایش، از الگوریتم BFS استفاده کنیم، آیا میتوانیم به جواب بهینه دست پیدا کنیم؟ توضیح دهید.



ب)

درخت جستجویی را در نظر بگیرید که ضریب انشعاب (branching factor) آن برابر ۴ می باشد. اگر بدانیم راس هدف در آخرین راسی که در عمق سوم وجود دارد، پیدا می شود و بخواهیم با الگوریتم BFS پیمایش روی درخت را انجام دهیم، چه تعداد راس باید بسط داده شوند تا این راس بازدید شود. (فرض کنید حل مسئله بدون یک گره در زمان گسترش دادن فرزندان آن گره بررسی می شود).

پاسخ:

الف)

با الگوریتم DFS مسیر بهینه ADE است.

با الگوریتم BFS حلقه ایجاد میشود و جوابی بدست نمی آید.

ب) با توجه به فرض مسئله که خود راس هدف (راست ترین گره در عمق دوم) نیز گسترش می یابد، پس در سطح اول یک نود وجود دارد، در سطح دوم سه نود و نهایتاً در سطح چهارم ۲۷ نود و در سطح سوم ۹ نود که در مجموع $1 + 4 + 16 + 27 = 48$ تعداد راس های بسط یافته می باشد.