

## باسمه تعالی

تکلیف شماره یک درس مبانی هوش مصنوعی - استاد جوانمردی - پاییز ۱۴۰۱

سید امیرمهدی میرشریفی - ۹۸۳۱۱۰۵

سوال ۱ (۲۰ نمره)

به موارد خواسته شده پاسخ دهید. (پاسخ ها لزوما یکتا نیستند، هر پاسخ منطقی قابل قبول است)

الف) برای عامل های زیر PEAS را تعیین کنید.

- عامل کنترل کننده شرایط در یک گلخانه

- تشخیص دهنده وقوع سکته قلبی در ساعت هوشمند

ب) برای عامل های بالا ویژگی های محیط را بیان کنید. ویژگی های محیط شامل قابل مشاهده بودن،

تک عامله یا چند عامله بودن، قطعی یا تصادفی، مرحله ای یا ترتیبی بودن، ایستا یا پویا (یا نیمه پویا)

بودن، گسسته یا پیوسته بودن و شناخته یا ناشناخته بودن است.

الف)

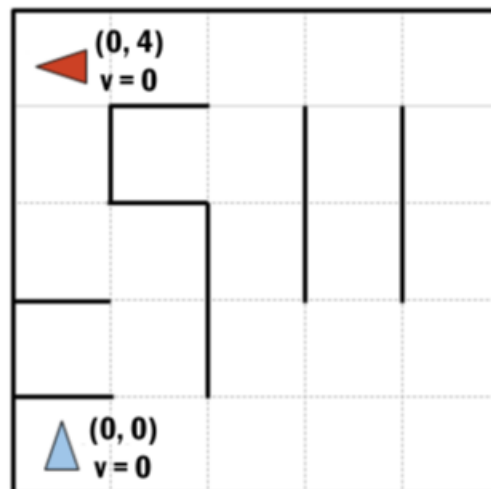
P	E	A	S
کنترل کننده شرایط گلخانه	تامین دما و رطوبت مناسب	محیط گلخانه، نور و دما و رطوبت محیط	دستگاه های مناسب جهت تنظیم دما و رطوبت
تشخیص دهنده هوشمند سکته	تشخیص وضعیت قلب و اعلام به موقع هشدار	بدن فرد	صفحه نمایش و برنامه نوشته شده جهت هشدار به صورت آلام

ب)

شناخته / ناشناخته	گسسته / پیوسته	ایستا / پویا	مرحله ای / ترتیبی	قطعی / تصادفی	تک /چند عامل	قابل مشاهده
شناخته	پیوسته	پویا	ترتیبی	تصادفی	تک عامل	کنترل کننده شرایط گلخانه
شناخته	پیوسته	پویا	ترتیبی	تصادفی	تک عامل	تشخیص دهنده هوشمند سکته

## سوال ۲ (۲۰ نمره)

عامل هوشمند زیر را در نظر بگیرید که قصد دارد از مرکز خرید (شکل زیر) خارج شود. جهت عامل در هر لحظه می‌تواند یکی از جهت‌های شمال N، جنوب S، شرق E و غرب W باشد. عامل می‌تواند به دو صورت تصمیم بگیرد: یا باید انتخاب کند که سرعت خود  $v$  را تنظیم کند یا اینکه جهت خود را عوض کند. عامل می‌تواند با انجام عمل‌های left و right جهت خود را 90 درجه تغییر دهد. عامل هنگامی مجاز است این کار را انجام دهد که در حال سکون باشد. عمل‌های مرتبط با تنظیم سرعت keep، acc و break هستند. با انجام عمل acc، سرعت عامل به اندازه 1 واحد زیاد می‌شود و با عمل break سرعت عامل 1 واحد کم می‌شود. با انجام عمل keep سرعت عامل حفظ می‌شود. بعد از انجام این عمل‌ها، عامل به تعداد اندازه سرعت جدید خود، مربع‌ها را پشت سر می‌گذارد. عامل زمانی می‌تواند از keep استفاده کند که دارای سرعتی بیش از صفر باشد. هر عملی که منجر به برخورد عامل به دیوارها شود ممنوع است. همچنین سرعت عامل نمیتواند از صفر کمتر یا از  $V_{max}$  بیشتر شود. وظیفه عامل این است که مسیری را پیدا کند که با استفاده از کمترین عمل‌ها، در نهایت در حالت سکون به محل خروج برسد. ابعاد محیط را  $M \times N$  فرض کنید.



بر اساس فرضیات مطرح شده، این مساله را به صورت یک مسئله جستجو تک عامله فرموله کنید و به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) فضای حالت را مشخص کنید و توصیف حالت‌ها و دامنه هر متغیر را در فضای حالت خود مشخص کنید.

ب) حداکثر تعداد حالت‌ها را مشخص کنید.

پ) حداکثر مقدار branching factor را مشخص کنید.

ت) یک آزمون هدف برای مسئله تعریف کنید.

ث) یک هیوریستیک قابل قبول (غیر بدیهی) برای این مساله پیشنهاد دهید. (امتیازی)

پاسخ:

الف) در این محیط، عامل ۳ متغیر در فضای حالت دارد که عبارت است از :

مکان در جدول که ۲۵ جایگاه برای عامل وجود دارد، جهت عامل که به چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب است. سرعت عامل که بین صفر و چهار است. حد اکثر سرعت عامل به این دلیل ۴ است که اگر فرض کنیم عامل در خانه ابتدایی یک ردیفی که دیواری در آن وجود ندارد است میتواند حداکثر سرعت ۴ را داشته باشد تا در یک مرحله به انتهای ردیف یا ستون برسد.

ب) با توجه به دامنه متغیر ها که در بالا تعریف شد حداکثر تعداد حالات برابر است با :  $5 * 4 * 25$

پ) branching factor برابر است با تعداد نود های فرزند یک نود پدر . بنابراین با توجه به این که یک عامل می تواند در راستای دو جهت تغییر جهت دهد یا جهتش ثابت بماند بنابراین ۳ انتخاب برای تعیین جهت دارد و ۳ حالت برای تغییر سرعت دارد ، بنابراین حداکثر تعدادی که یک نود می تواند نود فرزند تولید کند ( در این سوال) برابر  $3 * 3$  است.

ت) با توجه به این که هدف این عامل خارج شدن از جدول است و آن هم از طریق خانه (۴ و ۰) است می شود بعد از انجام حرکت بررسی کرد که آیا موقعیت X عامل کمتر از صفر است یا خیر. اگر کمتر باشد یعنی در حرکت قبلی از طریق خانه خروج و با جهت رو به غرب از جدول خارج شده است. در غیر این صورت از هیچ جای دیگر جدول نمی توانسته خارج بشود ( فرض سوال)

ث) برای هیوریستیک پیشنهادی میتوان یک چهارم مجموع فاصله منتهن موقعیت فعلی عامل تا نقطه خروج ، ( ضرب یک چهارم به این علت است که در خوش بینانه ترین حالت میشود در یک حرکت کل مسافت را رفت) بعلاوه تعداد تغییر جهت برای مطابق شدن جهت عامل به سمت غرب را در نظر گرفت. یک حالت دیگر این است که صرفا یک چهارم فاصله منتهن را در نظر گرفت.

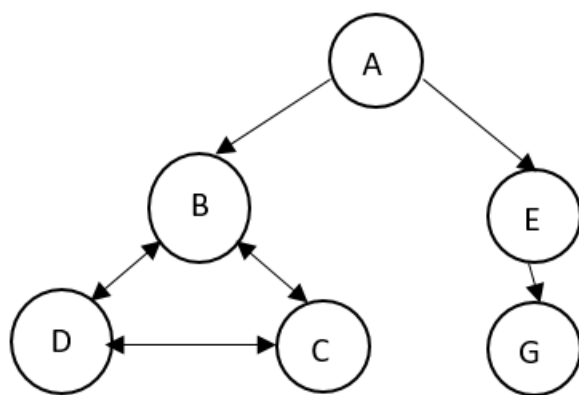
سوال ۳ (۲۰ نمره)

مسئله جست و جوی زیر را در نظر بگیرید. به توجه به شکل، به سوالات زیر پاسخ دهید.  
توجه: در اجرای هر یک از الگوریتم های گفته شده، در صورت وجود شرایط یکسان بر اساس ترتیب حروف الفبا عمل کنید. همچنین توجه کنید که آزمون هدف در هنگام تولید نود صورت می پذیرد.  
الف) جست و جوی درختی سطح اول (BFS) را روی این مسئله انجام دهید و درخت تولید شده توسط الگوریتم را رسم کنید.

ب) جست و جوی گرافی سطح اول (BFS) را روی این مسئله انجام دهید.

ج) جست و جوی درختی عمق اول (DFS) را روی این مسئله انجام دهید.

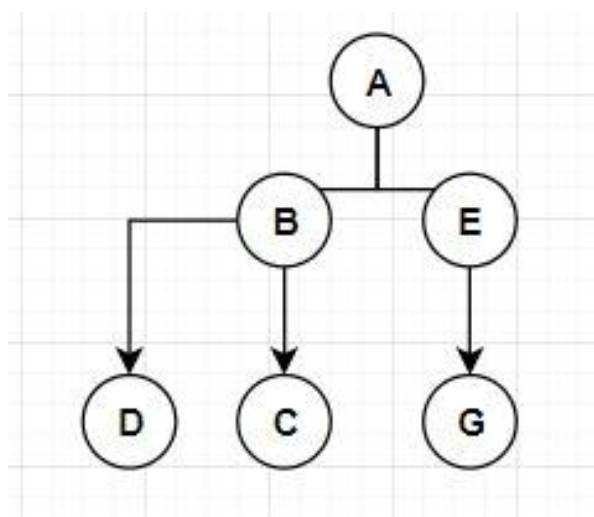
د) بین جست و جوی درختی عمق اول و جست و جوی درختی سطح اول کدام یک را انتخاب می کنید؟ چرا؟  
(راهنمایی: یکی از این جست و جوها به مشکلی برمیخورد. این مشکل را توضیح دهید).  
گره شروع A و گره هدف G است.



پاسخ:

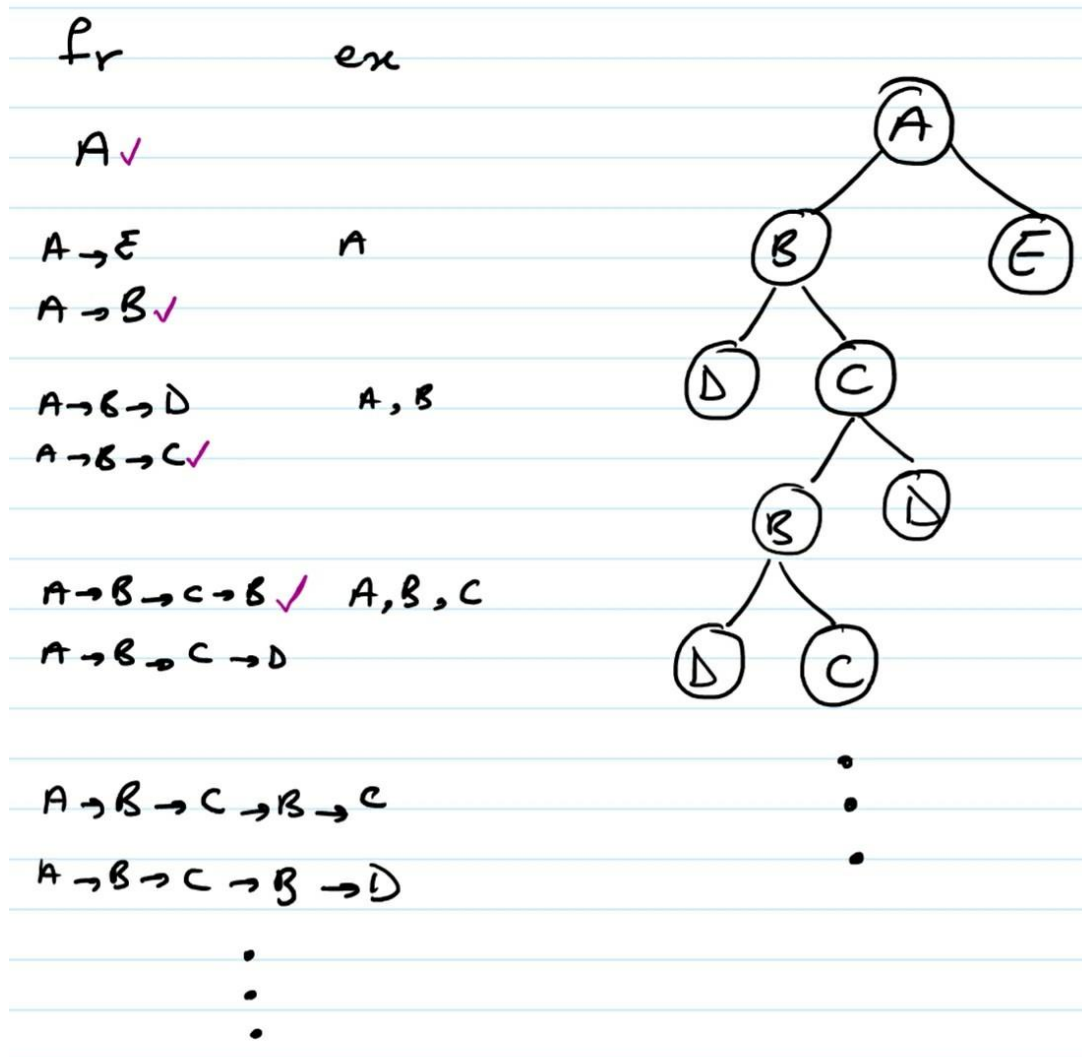
الف)

Fringe	exp
<del>A</del>	
<del>A → B</del>	A
<del>A → E</del>	
A → B → C	A, B
A → B → D	
A → E → G	A, B, E

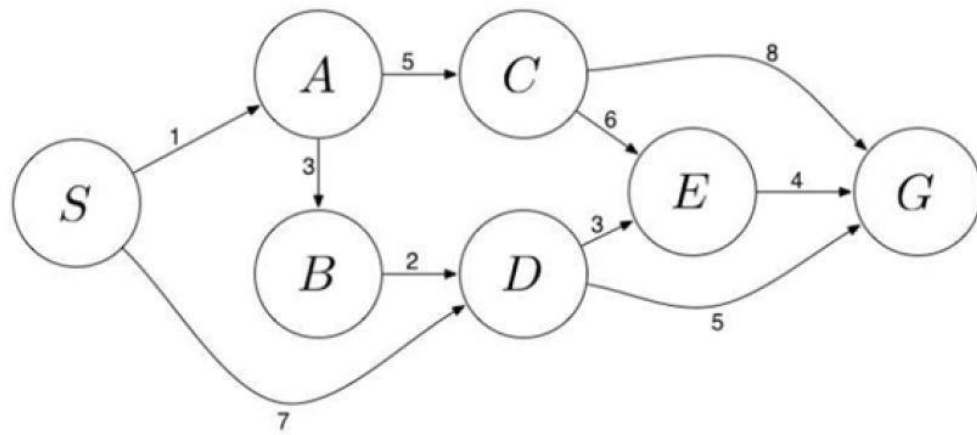


ب) جواب این بخش مانند بخش الف است.

ج)



د) در جست جوی عمق اول از آن جایی که دارای یک حلقه هستیم بنابراین اگر در حلقه گرفتار بشویم که می شویم جواب هیچ وقت به دست نمی آید زیرا اساسا از آن حلقه در نمی آید که سراغ گره دیگری برود. بنابراین در این سوال جست و جوی سطح اول جواب ما را به دست می آورد.



شکل فوق را در نظر بگیرید و با توجه به آن به سوالات زیر پاسخ دهید. (آزمون هدف را هنگام بسط نود در نظر بگیرید.)

الف) جستجوی گراف UCS را روی آن اعمال کنید.

ب) نتیجه ی جست و جوی گرافی  $A^*$  با یک هیوریستیک consistent چیست؟  
هیوریستیک زیر را در نظر بگیرید.

ج) آیا این هیوریستیک admissible است؟ (مسیر بهینه از هر گره به گره هدف را هنگام بررسی admissible بودن هیوریستیک یادداشت کنید)

د) آیا این هیوریستیک consistent است؟

State s	$h(s)$
S	9
A	9
B	6
C	7
D	1
E	4
G	0

پاسخ:

(الف)

$f_r$	$g(u)$	$e_x$
$S \checkmark$	$\cdot \checkmark$	
$S \rightarrow A \checkmark$	$1 \checkmark$	$S$
$S \rightarrow D \checkmark$	$7 \checkmark$	
$S \rightarrow A \rightarrow B \checkmark$	$2 \checkmark$	$S, A$
$S \rightarrow A \rightarrow C \checkmark$	$4 \checkmark$	
$S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \checkmark$	$4 \checkmark$	$S, A, B$
$S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E$	$12$	$S, A, B, C$
$S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow G$	$14$	
$S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \checkmark$	$9 \checkmark$	$S, A, B, C, D$
$S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G$	$11$	پاسخ $\rightarrow$
$S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$	$12$	$S, A, B, C, D, E$

(ب) با توجه به اینکه اگر جست جوی گرافی  $A^*$  به وسیله یک هیوریستیک سازگار انجام شود جواب بهینه است و از طرفی پاسخ جست و جوی UCS هم بهینه است بنابراین پاسخ هر دو یکسان است.

(ج) با توجه به تصویر پایین، بله. زیرا به ازای هر نود هیوریستیک آن کمتر از هزینه اصلی است.

for $S$ :	$9 \leq S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G = 11$
" $A$ :	$9 \leq A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G = 10$
" $B$ :	$4 \leq B \rightarrow D \rightarrow G = 7$
" $C$ :	$7 \leq C \rightarrow G = 8$
" $D$ :	$1 \leq D \rightarrow G = 5$
" $E$ :	$2 \leq E \rightarrow G = 4$

(د) خیر. مثال نقض آن نود  $s$  &  $d$  هستند که تفاوت هیوریستیک شان از هزینه یال بینشان بیشتر است.

درست و نادرست بودن عبارات زیر را مشخص کنید. در صورت نادرست بودن علت را توضیح دهید و یا یک مثال نقض برنید.

- 1- قطعا یک محیط شناخته نشده (unknown) کاملاً مشاهده پذیر (fully observable) نیست.
- 2- در یک مسئله جست و جو، اگر یک عدد ثابت مثبت به هزینه هر قدم (یال) اضافه کنیم مسیر برگردانده شده توسط الگوریتم UCS تغییر نمی کند.
- 3- اگر  $h_1$  و  $h_2$  دو هیوریستیک قابل قبول باشند آنگاه  $h_3 = \min(h_1, 2.5 h_2)$  نیز قابل قبول است.
- 4- شرط قابل قبول بودن هیوریستیک در حالت جست و جوی درختی  $A^*$  برای بهینه بودن نتیجه کافی است.
- 5- iterative deepening به صورت تکرار الگوریتم BFS در هر مرحله کار می کند.

پاسخ:

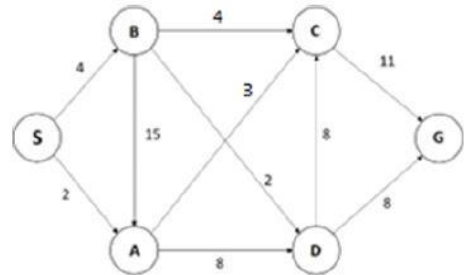
- ۱) غلط - محیط شناخته نشده یعنی نتیجه برخی از حرکات عامل یا همه آنها تعریف نشده است و عامل می بایست با انجام حرکات و درک نتایج یادبگیرد. بنابراین این جمله غلط است.
- ۲) غلط - مثال نقض: فرض کنیم سه نود داریم. یک نود ابتدایی، یک نود هدف و یک نود میانی. یک مسیر از نود ابتدایی به هدف دارای هزینه ۳ است (۱ یال دارد). در حالی که از نود ابتدایی به میانی و سپس هدف هزینه ۲ است (۲ یال دارد). حال اگر به هر یال ۲ واحد هزینه اضافه کنیم، هزینه نود ابتدایی به هدف ۵ است و هزینه نود ابتدایی به میانی و سپس هدف با همان ۲ یال ۶ است. بنابراین جواب فرق کرده است.
- ۳) صحیح - زیرا در بدترین حالت اگر  $h_2$  2.5 از هزینه واقعی بیشتر شده باشد باز هم  $h_1$  قابل قبول است زیرا از تابع  $\min$  استفاده شده است.
- ۴) صحیح. اگر جست و جو گرافی باشد می بایست سازگار باشد ولی زمانی که جست و جو درختی است قابل قبول بودن هیوریستیک کافی است برای بهینه بودن نتیجه.
- ۵) غلط - این الگوریتم به صورت تکرار الگوریتم DFS با محدودیت عمق کار می کند.



سوال ۶ ( امتیازی - ۲۰ نمره)

گراف زیر و جدول هیوریستیک مرتبط با آن را در نظر بگیرید. S گره آغازین و G گره هدف است. هزینه هر یال بر روی همان یال نوشته شده است.

State	A	B	C	D	G
$h(\text{state})$	10	9	9	11	0



الف) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی گراف A\* را با استفاده از جدول داده شده بدست بیاورید و هزینه آن را ذکر کنید. راه حل خود را شرح دهید. (در شرایط یکسان بر اساس ترتیب حروف الفبا عمل کنید)

ب) آیا مسیر برگردانده شده توسط جست و جوی قسمت الف بهینه است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

پاسخ:

الف) طبق حل زیر جواب مسیر  $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow G$  است با هزینه ۱۶ ( در تصویر اشتباهها ۱۴ خورده است)

fr	fun	ex
S ✓	۰ ✓	
$S \rightarrow A$ ✓	۱۲ ✓	S
$S \rightarrow B$ ✓	۱۳ ✓	
$S \rightarrow A \rightarrow C$ ✓	۱۶ ✓	S, A
$S \rightarrow A \rightarrow D$	۲۱	
$S \rightarrow B \rightarrow C$	۱۷	S, A, B
$S \rightarrow B \rightarrow D$	۱۷	
$S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow G$	۱۶ ))	S, A, B, C

ب) خیر بهینه نیست. زیرا هیروستیک ما اصلا قابل قبول نیست. به گره D دقت کنید.