

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم پاییز ۱۴۰۰

### تمرین اول

مهلت تحویل ۳۰ مهر ۱۴۰۰

سوال ۱ (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<sup>۱</sup>، تک عامله یا چند عامله بودن<sup>۲</sup>، قطعی یا تصادفی بودن<sup>۳</sup>، مرحله ای یا ترتیبی بودن<sup>۴</sup>، ایستا یا پویا بودن<sup>۵</sup>، گسسته یا پیوسته بودن<sup>۶</sup> و شناخته یا ناشناخته بودن<sup>۷</sup> می باشد.

- عامل هوشمند پشت بازی شطرنج در کامپیوتر
- ربات فوتبالیست
- کاوشگر فضایی

<sup>۱</sup> Fully observable / partially observable

<sup>۲</sup> Single agent / multi-agent

<sup>۳</sup> Deterministic / stochastic

<sup>۴</sup> Episodic / sequential

<sup>۵</sup> Static / dynamic

<sup>۶</sup> Discrete / continuous

<sup>۷</sup> Known / unknown

سوال ۲ (۱۰ نمره)

مسئله مبلغ و آدمخوار<sup>۸</sup> یکی از مسائل کلاسیک گذر از رودخانه است. در این مسئله ۳ مبلغ، 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 ۲ نفر را دارد و برای حرکت قایق حداقل به یک نفر نیاز است. در هر سمت از رودخانه اگر تعداد آدمخوارها از مبلغها بیشتر شود، آدمخوارها مبلغان را میخورند.



شما در این سوال ابتدا باید مسئله را مدل کنید و فضای حالت<sup>۹</sup>، شامل چگونگی نمایش هر حالت، حالت اولیه، حالت هدف و عملگرهای مسئله را بنویسید.

<sup>۸</sup> Missionaries and Cannibals

<sup>۹</sup> State Space

سوال ۳ (۱۵ نمره)

فرض کنید عامل جارو برقی در یک جدول  $n \times n$  قرار دارد که هر خانه آن میتواند خیلی کثیف، کثیف و یا تمیز باشد. میدانیم که عامل در لحظه اولیه در خانه  $(0,0)$  قرار دارد و در هر لحظه از زمان تنها از مکان فعلی و وضعیت کثیف و یا تمیز بودن آن آگاهی دارد. اعمال عامل شامل «رفتن به بالا»، «رفتن به پایین»، «رفتن به چپ»، «رفتن به راست» و «مکش» میباشد. اگر عمل مکش بر روی خانه خیلی کثیف اعمال شود، آن خانه تبدیل به خانه کثیف خواهد شد و اگر بر روی خانه کثیف اعمال شود، آن خانه تبدیل به خانه تمیز خواهد شد.

در صورتی که هدف عامل تمیز کردن کل خانه های جدول باشد، آیا عامل واکنشی ساده می تواند به صورت کاملاً منطقی رفتار کند؟ توضیح دهید.

$(0, n)$	$(1, n)$	...	$(n, n)$
$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
$(0, 1)$	$(1, 1)$	...	$(n, 1)$
$(0, 0)$	$(1, 0)$	...	$(n, 0)$

سوال ۴ (۱۰ نمره)

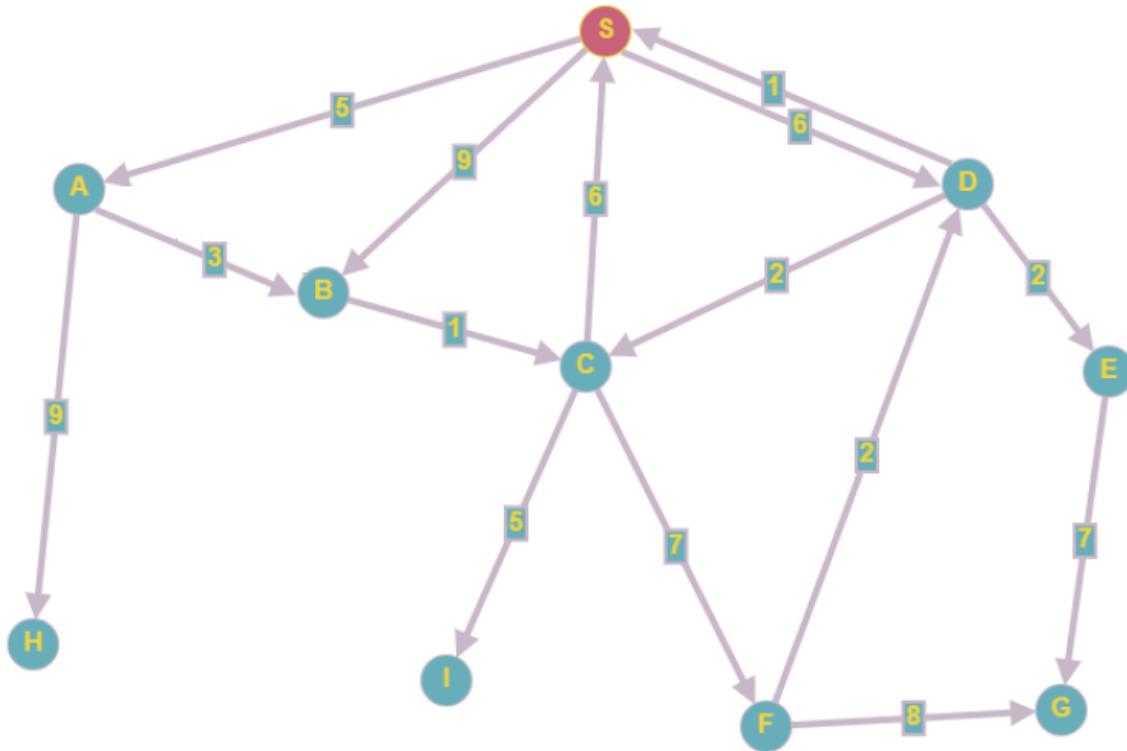
درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید.

- بازی سودوکو یک بازی Stochastic است.
- جستجوی DFS پیچدگی فضایی کمتری نسبت به جستجوی BFS دارد.
- اگر یک تابع heuristic، ویژگی admissible بودن را داشته باشد می توان گفت که آن تابع consistent است.
- گر یک تابع heuristic، ویژگی consistent بودن را داشته باشد می توان گفت که آن تابع admissible است.

سوال ۵ (۲۰ نمره)

در گراف زیر یک گره ابتدایی (S) و سه گره هدف (H و I و G) داریم که رسیدن به هر کدام از گره های هدف، معادل رسیدن به هدف اصلی است. (گره های هدف از نظر ارزش با هم تفاوت ندارند)

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 همه ی جستجوها درختی است و آزمون هدف در هنگام تولید نود صورت می پذیرد.



الف) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی DFS چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده را ترسیم نمایید.

ب) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی BFS چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده را ترسیم نمایید.

آیا مسیر برگردانده شده بهینه است؟ دلیل پاسخ خود را بیان کنید.

ج) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی UCS چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده را ترسیم نمایید.

هزینه رسیدن تا هدف توسط این جستجو را نیز ذکر کنید.

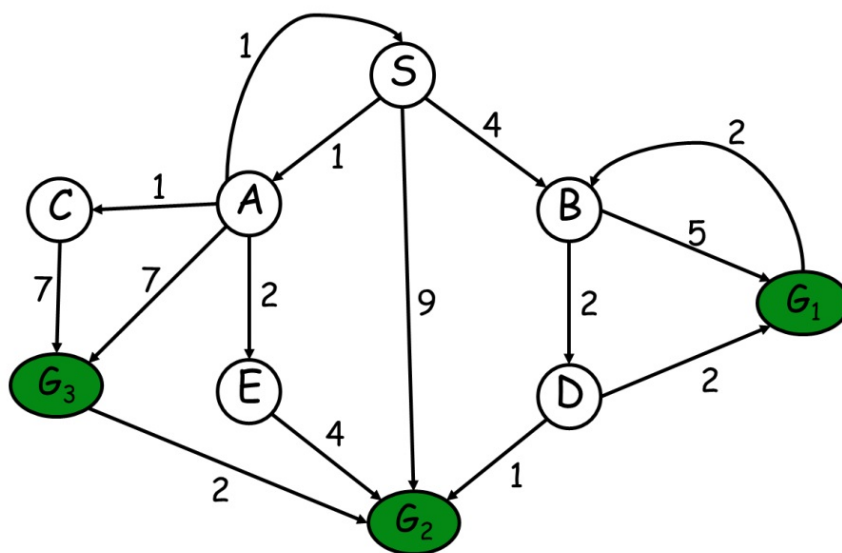
سوال ۶ (۲۵ نمره)

شکل زیر، مسئله جستجویی را نشان می دهد که به صورت گراف مدل شده است. وضعیت شروع S بوده و وضعیت های هدف با G مشخص شده اند. اعداد نشان داده شده بر روی یال ها هزینه هر عمل را نشان می دهند و مقادیر هیوریستیک نیز در جدول به ازای هر گره آورده شده است.

الف) مسیر برگردانده شده توسط الگوریتم جستجوی گرافی  $A^*$  چیست؟ درخت جستجو را با ذکر مراحل ترتیب بسط گره ها رسم کنید و تغییرات مجموعه های مرزی<sup>10</sup> و کاوش شده<sup>11</sup> را در هر مرحله نمایش دهید. توجه: نیازی نیست در هر مرحله درخت جستجو را رسم کنید. با رسم یک درخت مراحل را نشان دهید. اما تغییرات مجموعه مرزی و کاوش شده را در یک جدول بنویسید. توجه: در اجرای الگوریتم، در صورت وجود شرایط یکسان بر اساس حروف الفبا عمل کنید.

ب) سازگار بودن<sup>12</sup> مقدار هیوریستیک برای گره A را بررسی کنید.

ج) اگر  $h = h^*$  سازگاری را اثبات کند و نشان دهید هر گره انتخاب شده برای گسترش روی مسیر بهینه قرار دارد.  $h^*(n)$  هزینه مسیر بهینه از گره n تا گره هدف را به ما میدهد.



Node	h
S	7
A	4
B	1
C	4
D	1
E	3

<sup>10</sup> Frontier

<sup>11</sup> Explored

<sup>12</sup> Consistency

### سوال ۷ (۵ نمره)

با مسئله ۸-پازل آشنایی داریم. یکی از هیوریستیک‌ها تعداد ناهنجایی‌ها<sup>13</sup> است که در آن تعداد پازل‌هایی که در جای خود در حالت هدف نیستند به عنوان مقدار هیوریستیک محاسبه میشود. هیوریستیک دیگر گاشنیک<sup>14</sup> است. در این هیوریستیک هزینه هر حرکت ۱ است و یک پازل می‌تواند از مکان A به B برود اگر B خالی باشد (به عنوان مثال اگر در مکان B در حالت هدف پازل شماره ۱ قرار دارد و در حالت فعلی در مکان B هیچ پازلی وجود ندارد، می‌توان پازل ۱ را بدون در نظر گرفتن شرط مجاورت به مکان B برد. همچنین اگر خانه خالی در مکان درست است ولی بقیه پازل‌ها در جای نادرست هستند، می‌توان هر پازل ناهنجایی را بدون در نظر گرفتن شرط مجاورت به خانه خالی منتقل کرد.) شبه کد این هیوریستیک به شکل زیر است:

```
moves = 0
while not in goal state:
    if blank in goal position:
        swap blank with any mismatch
    else
        swap blank with matched tile
    moves++
return moves
```

با یک مثال توضیح دهید که چرا هیوریستیک گاشنیک بر هیوریستیک تعداد ناهنجایی‌ها غلبه می‌کند و دقیق‌تر از آن است.

---

<sup>13</sup> Misplaced Tiles

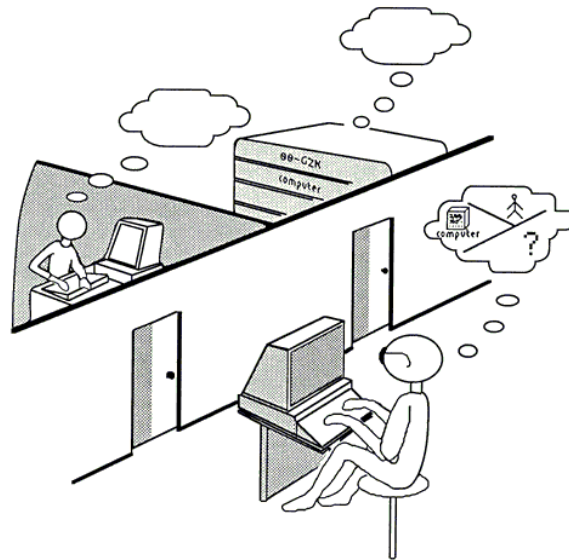
<sup>14</sup> Gaschnig's Heuristic

سوال ۸ (۱۰ نمره - امتیازی)

### آزمون تورینگ

یکی از رایج‌ترین روش‌های ارزیابی هوش مصنوعی، آزمونی موسوم به آزمون تورینگ است. این آزمون در سال ۱۹۵۱ توسط **آلن تورینگ**، که یکی از ریاضی‌دانان و متخصصین برجسته‌ی علوم رایانه در بریتانیا بود، پیشنهاد شده است. نام اصلی آزمون تورینگ «بازی تقلید» یا Imitation Game است. در نسخه‌ی اولیه‌ی این بازی خبری از هوش مصنوعی نبود. در این نسخه، یک داور، یک شرکت کننده‌ی مرد و یک شرکت کننده‌ی زن در سه اتاق جداگانه قرار می‌گرفته‌اند. وظیفه‌ی داور صحبت با دو شرکت کننده به صورت متنی و از طریق یک کنسول رایانه‌ای بود؛ پس از گفتگوی متنی با هر دو شرکت کننده، داور بایستی تصمیم می‌گرفت که کدامیک از شرکت کنندگان مرد است. در این بازی، هدف شرکت کننده‌ی مرد این بود که بتواند مذکر بودن خود را ثابت کند؛ هدف شرکت کننده‌ی زن نیز این بود که داور را فریب دهد و وی را متقاعد کند که او یک مرد است. اگر شرکت کننده‌ی زن موفق می‌شد داور را متقاعد کند که او در حال صحبت کردن با یک مرد است؛ وی در این بازی برنده می‌شد.

شاید بپرسید این بازی نسبتاً ساده چه ارتباطی با هوش مصنوعی دارد؟ بر اساس پیشنهاد تورینگ، می‌توان به جای قرار دادن یک زن و یک مرد در دو سوی این رقابت، یک انسان و یک رایانه را در دو سوی این رقابت قرار داد؛ در این حالت، وظیفه‌ی داور نیز شناسایی رایانه خواهد بود. به عبارت دیگر، داور به مدت پنج دقیقه به گفتگوی متنی با دو شرکت کننده (یکی انسان و دیگری رایانه) می‌پردازد و در این بین وظیفه‌ی رایانه فریب دادن داور است. تست به دفعات زیادی تکرار می‌شود اگر در انتها داور به تعداد نصف یا بیشتر تست‌ها نتواند رایانه را از انسان تشخیص دهد می‌گوییم آزمون تورینگ توسط آن رایانه PASS شده است.





در این بخش از تمرین قرار است شما در آزمونی مشابه با آزمون تورینگ، به عنوان داور با یک سیستم هوش مصنوعی مکالمه کنید و سعی در آن داشته باشید که اثبات کنید این سیستم نمی تواند آزمون تورینگ را پاس کند و در انتها نتیجه گیری کنید که آیا می توان اثبات کرد که سیستم در آزمون تورینگ FAIL شده است یا خیر؟

برای این منظور به این [لینک](#)<sup>15</sup> مراجعه کنید و در زیر قسمت Talk to Tutor Mike با سیستم چت کنید و نتیجه آزمون تورینگ به همراه بخش هایی از مکالمه که منجر به این نتیجه شده است را در قالب اسکرین شات و توضیحات ارسال نمایید.

---

<sup>15</sup> [https://www.rong-chang.com/tutor\\_mike.htm](https://www.rong-chang.com/tutor_mike.htm)

## توضیحات تکمیلی

- پاسخ به تمرین ها باید به صورت فردی انجام شود. در صورت مشاهده تقلب، برای همه‌ی افراد نمره صفر لحاظ خواهد شد.
- پاسخ خود را در قالب یک فایل PDF بصورت تایپ شده یا دست نویس (مرتب و خوانا) در سامانه کورسز آپلود کنید.
- فرمت نامگذاری تمرین باید مانند AI\_HW1\_9931099.pdf باشد.
- در صورت هرگونه سوال یا ابهام از طریق ایمیل [ai.aut.fall1400@gmail.com](mailto:ai.aut.fall1400@gmail.com) با تدریس‌یاران در تماس باشید، همچنین خواهشمند است در متن ایمیل به شماره دانشجویی خود اشاره کنید.
- همچنین می‌توانید از طریق تلگرام نیز با آیدی‌های زیر در تماس باشید و سوالاتتان را مطرح کنید:
  - o @AliAzizi26
  - o @lilhedi
  - o @mies47
- ددلاین این تمرین **۳۰ مهر ۱۴۰۰ ساعت ۲۳:۵۵** است و امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد، بنابراین بهتر است انجام تکلیف را به روزهای پایانی موکول نکنید.