

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم بهار ۱۴۰۱

### تمرین اول

مهلت تحویل ۴ فروردین ۱۴۰۱

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.

- پهبادهای کمپانی آمازون
- ربات بازیکن تنیس
- توصیه گر یک محصول
- خریدار کتاب های دست دوم از اینترنت

<sup>1</sup> Fully observable / partially observable

<sup>2</sup> Single agent / multi-agent

<sup>3</sup> Deterministic / stochastic

<sup>4</sup> Episodic / sequential

<sup>5</sup> Static / dynamic

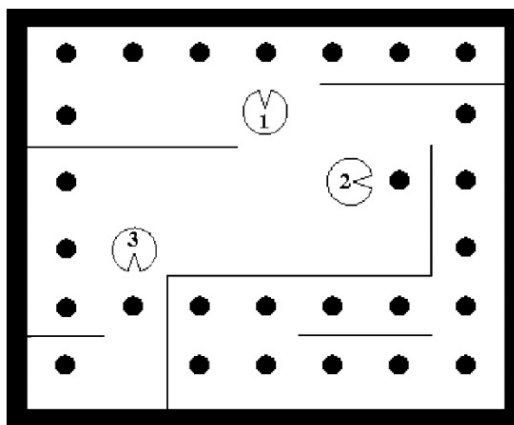
<sup>6</sup> Discrete / continuous

<sup>7</sup> Known / unknown

سوال ۲ (۱۵ نمره)

در بازی pacman، عامل سعی میکند تا تمام نقاط موجود در صفحه بازی را جمع آوری کند. در این مساله فرض می‌شود که تعدادی عامل دیگر نیز در محیط وجود دارند و برای جمع آوری نقاط با یکدیگر همکاری می‌کنند. در ابتدای بازی تعداد  $k$  نقطه وجود دارد که در مکان‌های  $(f_1, f_2, \dots, f_k)$  قرار گرفته‌اند. همچنین تعداد  $n$  عامل pacman در موقعیت‌های  $(P_1, P_2, \dots, P_n)$  قرار دارند. در ابتدا این عامل‌ها همگی در گوشه ی بالا و سمت راست نقشه قرار گرفته اند.

مساله‌ی جستجویی را در نظر بگیرید که در آن تمامی این عامل‌ها همزمان حرکت می‌کنند. به این معنی که در هر گام زمانی، هر عامل pacman به یکی از خانه‌های مجاورش که در سمت‌های شرق، غرب، شمال و جنوب آن قرار گرفته است منتقل می‌شود (فرض می‌شود که عامل‌ها امکان انجام عمل توقف را ندارند). لازم به ذکر است که هر تعداد عامل می‌توانند به صورت همزمان، موقعیت قرارگیری یکسانی داشته باشند. (ابعاد محیط بازی را  $X \times Y$  فرض کنید).



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

الف) فضای حالت<sup>۸</sup> را مشخص کنید و توصیف حالت‌ها و دامنه هر متغیر را در فضای حالت خود مشخص کنید.

ب) حداکثر تعداد حالت‌ها<sup>۹</sup> را مشخص کنید.

ج) حداکثر مقدار branching factor را مشخص کنید.

د) یک آزمون هدف<sup>۱۰</sup> برای این مساله تعریف کنید.

ه) برای این مساله یک هیوریستیک قابل قبول (غیربدهی) پیشنهاد دهید.

<sup>۸</sup> State Space

<sup>۹</sup> Maximum size of state space

<sup>۱۰</sup> Goal test

سوال ۳ (۱۵ نمره)

الف) درستی و نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید و در صورت نادرستی هر عبارت، دلیل آن را به طور کامل توضیح دهید.

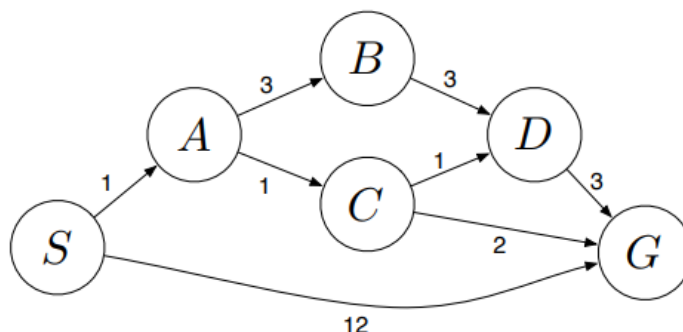
1. ماکزیمم دو هیوریستیک قابل قبول همواره قابل قبول است.
  2. جست و جوی درختی  $A^*$  با هر تابع هیوریستیک دلخواه، کامل است.
  3. محیط کاری وجود دارد که در آن هیچ عامل کاملاً واکنش‌گری نمی‌تواند منطقی (عقلانی) رفتار کند.
  4. ورودی برنامه‌ی یک عامل<sup>11</sup> همان ورودی تابع عامل<sup>12</sup> است.
  5. فرض کنید یک عامل، عمل خود را به طور تصادفی و یکنواخت از میان مجموعه اعمال ممکن انتخاب می‌کند. در این صورت محیط کار قطعی<sup>13</sup> ای وجود دارد که این عامل در آن منطقی<sup>14</sup> باشد.
  6. عاملی وجود دارد که در دو محیط کار مجزا، کاملاً منطقی باشد.
  7. در یک محیط غیر قابل مشاهده، هر عاملی منطقی است.
  8. یک عامل بازیکن poker منطقی، هرگز نمی‌بازد.
- ب) به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

1. آیا ممکن است بیش از یک برنامه‌ی عامل برای پیاده‌سازی یک تابع عامل وجود داشته باشد؟
2. بهترین عامل در شرایطی که اهداف متناقض وجود دارد و یا چندین هدف وجود دارد که با قطعیت قابل حصول نیستند کدام است؟

سوال ۴ (۲۰ نمره + ۱۰ نمره امتیازی)

در گراف زیر یک گره ابتدایی (S) و یک گره هدف (G) داریم. می‌خواهیم مسیری برای رسیدن از S به G پیدا کنیم؛ به سوالات زیر جواب دهید.

توجه: در اجرای هر یک از الگوریتم‌های گفته‌شده، در صورت وجود شرایط یکسان بر اساس ترتیب حروف الفبا عمل کنید؛ همچنین توجه کنید که آزمون هدف در هنگام تولید نود صورت می‌پذیرد.



<sup>11</sup> Agent program

<sup>12</sup> Agent function

<sup>13</sup> Deterministic

<sup>14</sup> Rational

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

ب) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی BFS (سرچ گرافی) چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده و جدول فرانتیر را ترسیم نمایید.  
آیا مسیر برگردانده شده بهینه است؟ دلیل پاسخ خود را بیان کنید.

ج) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی UCS (سرچ گرافی) چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده و جدول فرانتیر را ترسیم نمایید.  
هزینه رسیدن تا هدف توسط این جستجو را نیز ذکر کنید.

د) مسیر برگردانده شده توسط جستجوی  $A^*$  با استفاده از یک هیوریستیک consistent چیست؟ مراحل و روند اجرای الگوریتم را گام به گام بیان کنید و درخت تولید شده و جدول فرانتیر را ترسیم نمایید.

### امتیازی:

ه) هیوریستیک‌های  $h_1$  و  $h_2$  را مطابق جدول زیر در نظر بگیرید:

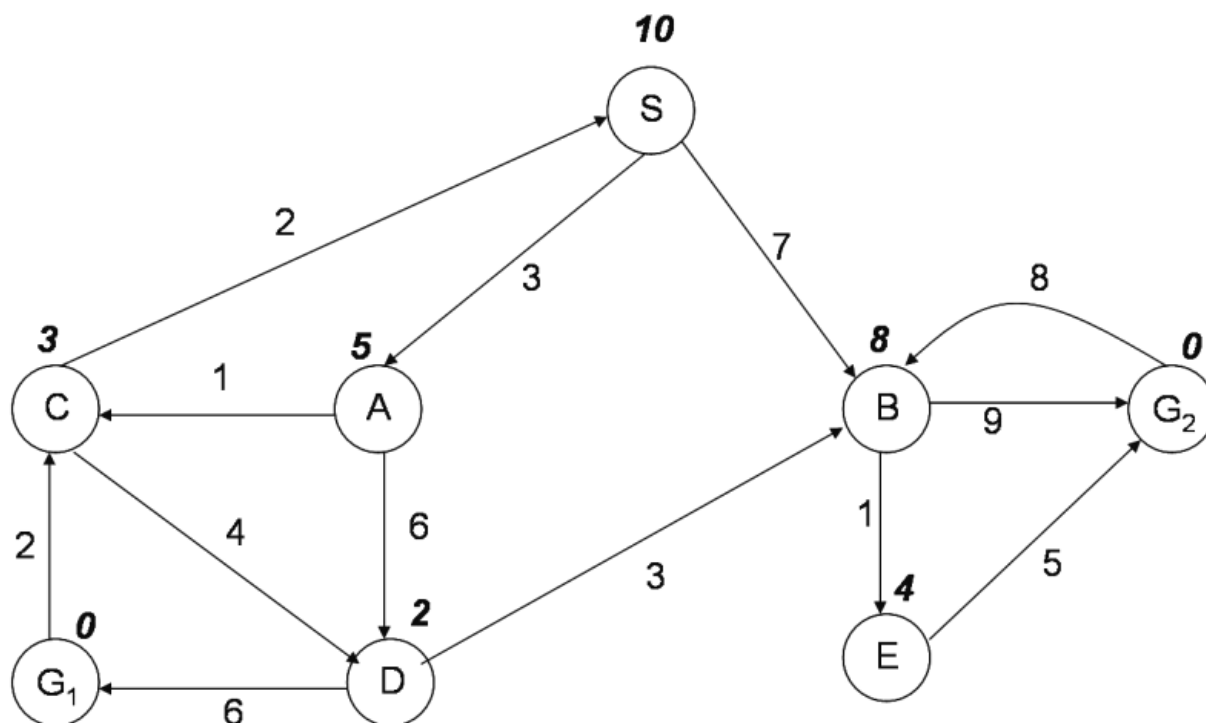
state	$h_2$	$h_1$
S	4	5
A	2	3
B	6	6
C	1	2
D	3	3
G	0	0

به سوالات زیر پاسخ دهید؛ در هر مورد دلیل خود را توضیح دهید.

- آیا  $h_1$ ، قابل پذیرش (admissible) است؟
- آیا  $h_1$ ، سازگار (consistent) است؟
- آیا  $h_2$ ، قابل پذیرش (admissible) است؟
- آیا  $h_2$ ، سازگار (consistent) است؟

سوال ۵ (۱۰ نمره)

گراف زیر را در نظر بگیرید:



حالت ابتدایی در این گراف S و حالت های نهایی G1 و G2 هستند. اعداد روی یالها هزینه مسیر و اعداد بولد در کنار هر نود، مقدار هیوریستیک را نشان می‌دهد.

جدول زیر را به گونه‌ای کامل کنید که به ترتیب نشان دهد در صورت پیروی از الگوریتم جست‌وجوی  $A^*$ ، چه نودهایی به ترتیب داخل fringe می‌روند (تابع ارزیابی را  $g + h = f$  در نظر بگیرید که h مقدار هیوریستیک و g هزینه مسیر است).  
توجه 1: فرض کنید الگوریتم نودهای تکراری را بررسی نمی‌کند و بنابراین ممکن است در درخت جست‌وجو نودهای تکراری وجود داشته باشد.

توجه 2: شرط اتمام الگوریتم، حذف شدن یک نود هدف از fringe است.

توجه 3: در اجرای هر یک از الگوریتم های گفته‌شده، در صورت وجود شرایط یکسان بر اساس ترتیب حروف الفبا عمل کنید.

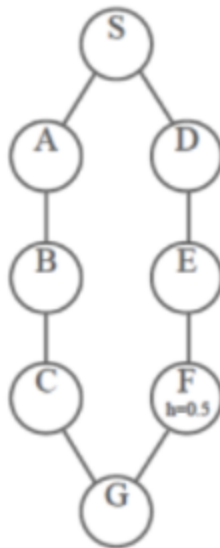
توجه 4: اگر یک نود، n امین نودی است که گسترش می‌یابد، در ستون #exp، عدد n را قرار دهید. در صورتی که نودی گسترش نمی‌یابد، این خانه را خالی رها کنید.

توجه 5: ممکن است نیاز به پر کردن همه ردیف‌های جدول زیر نداشته باشید.

N	State	$g(N)$	$h(N)$	$f(N)$	#exp
1	S	0	10	10	1
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

سوال ۶ (۱۰ نمره)

گراف زیر را که در آن هزینه همه ی یال ها برابر با یک است را در نظر بگیرید. فرض کنید در حال طراحی هیوریستیک برای آن هستید و تاکنون تنها  $h(F) = 0.5$  تعیین شده است و هیچ اطلاعات دیگری در دسترس ندارید.



الف) بازه ای از مقادیر را برای  $h(D)$  تعیین کنید که به ازای آن، این هیوریستیک قابل قبول و سازگار باشد.  
 ب) اگر  $h(E) = 1.1$  و مقادیر هیوریستیک تمامی گره های دیگر به جز B برابر با صفر در نظر گرفته شوند، بازه مقادیر  $h(B)$  را به گونه ای تعیین کنید که در حین اجرای جستجو گرافی  $A^*$  ترتیب بسط نودها به صورت زیر باشد:  
 S, A, D, E, B, F

## 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.spring1401@gmail.com](mailto:ai.aut.spring1401@gmail.com) با تدریسپاران 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 @lilhedi
  - o @Sarvenaz\_srv
  - o @ARKARK
- ددلاین این تمرین **۴ فروردین ۱۴۰۱ ساعت ۲۳:۵۵** است و امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد، بنابراین بهتر است انجام تکلیف را به روزهای پایانی موکول نکنید.