

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

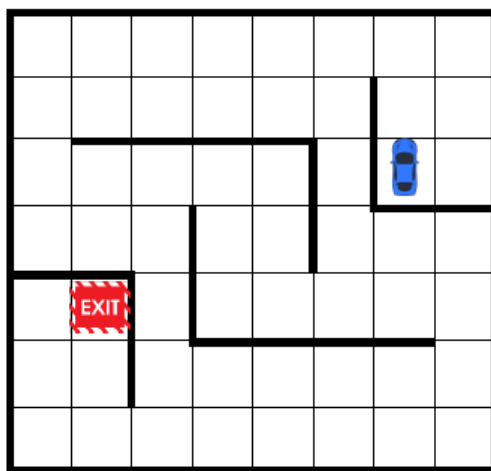
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

تمرین سری دوم مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی «فصل سوم»

توضیحات:

- مهلت تحویل تمرین تا روز دوشنبه ۹۸/۸/۲۰ در نظر گرفته شده است.
- پاسخ به تمرین‌ها باید به صورت انفرادی انجام شود.
- در صورت مشاهده هرگونه تقلب، نمره صفر برای کل تکلیف منظور خواهد شد.
- تمیزی و خوانایی گزارش تمرین از اهمیت بالایی برخوردار است.
- لطفاً گزارش تمرین خود را در قالب یک فایل PDF با نام «HW2_StudentNumber.pdf» در سایت درس در مهلت معین بارگزاری نمایید.
- در ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره شما کسر خواهد شد.
- در صورت داشتن اشکال می‌توانید از طریق ایمیل «behzad.dara.99@gmail.com» با تدریس‌یار درس در ارتباط باشید.

۱- فرض کنید یک خودروی بدون سرنشین هوشمند در محیطی مانند شکل زیر قرار دارد. در هر لحظه، جهت خودرو می‌تواند یکی از جهات شمال، جنوب، شرق یا غرب باشد و اعمال آن محدود به دور زدن و حرکت کردن با تغییر سرعت است. عمل دور زدن به چپ یا راست، جهت خودرو را به اندازه ۹۰ درجه به سمت مورد نظر تغییر می‌دهد. این عمل تنها در حالتی که خودرو متوقف باشد امکان‌پذیر است. عمل گاز دادن سرعت خودرو را یک واحد افزایش داده و عمل ترمز گرفتن، باعث کاهش سرعت خودرو به اندازه یک واحد می‌شود. در هر گام، خودرو به تعداد خانه‌ای برابر با میزان سرعت خودرو جابه‌جا می‌شود. هر عملی که منجر به تصادف خودرو با موانع شود، غیرمجاز تلقی می‌گردد. همچنین اعمالی که باعث منفی شدن سرعت و یا تجاوز آن از حداکثر سرعت v_{max} شوند نیز مجاز نیستند. هدف، رسیدن خودرو به نقطه خروج با کمترین تعداد عمل است.



- الف) اگر محیط یک جدول $M \times N$ باشد، با فرض آن که تمامی حالت‌ها از حالت ابتدایی قابل دسترسی باشند، اندازه کل فضای حالت چقدر است؟ توضیح دهید.
- ب) در صورتی که اعمال غیرمجاز توسط تابع انتقال حذف شوند، حداکثر ضریب انشعاب چقدر است؟
- ج) آیا فاصله منتهی می‌تواند به عنوان یک تابع هیوریستیک قابل قبول (admissible) برای حل این مسئله استفاده گردد؟ چرا؟
- د) با relax کردن شرایط مسئله، دو تابع هیوریستیک قابل قبول غیربدیهی برای این مسئله پیشنهاد کنید. در مورد سازگار بودن و dominate بودن هر یک بحث نمایید.

۲- در یک صفحه شطرنجی به ابعاد $n \times n$ تعداد n کامیون در خانه‌های $(1,1)$ تا $(n,1)$ قرار دارند. کامیون‌ها باید به بالاترین سطر اما با ترتیبی معکوس منتقل شوند؛ به گونه‌ای که کامیون i که کار خود را از خانه‌ی $(i,1)$ شروع کرده باید در خانه‌ی $(n-i+1, n)$ کارش را تمام کند. در هر مرحله از زمان، هر کدام از ۱۱ کامیون می‌توانند به جهات بالا، پایین، چپ و راست حرکت کنند یا در جای خود باقی بمانند. اگر یکی از کامیون‌ها سر جای خود باقی بماند تنها یکی از کامیون‌های مجاورش و نه بیشتر از یکی می‌تواند از کنار آن عبور کند. دو کامیون به‌طور هم‌زمان نمی‌توانند در یک خانه باشند.

الف) اندازه این فضای حالت را به صورت تابعی برحسب n بیابید.

ب) فاکتور انشعاب را به صورت تابعی برحسب n محاسبه کنید.

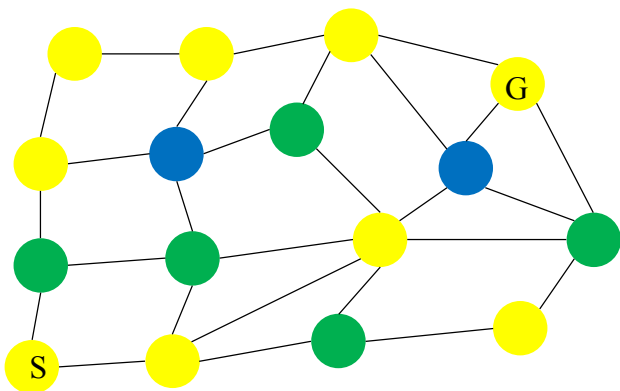
ج) فرض کنید کامیون i در مختصات (x_i, y_i) قرار داشته باشد. یک تابع هیوریستیک قابل قبول و غیربدیهی h_i برای تعداد حرکات مورد نیاز این کامیون برای رسیدن به هدفش در $(n-i+1, n)$ بیابید. فرض کنید که هیچ کامیون دیگری بر روی صفحه نیست.

د) برای مسئله‌ی رساندن همه n کامیون به مقاصدشان، کدام یک از هیوریستیک‌های زیر قابل قبول می‌باشند؟

$$\sum_{i=1}^n h_i \quad \max\{h_1, \dots, h_n\} \quad \min\{h_1, \dots, h_n\}$$

۳- فرض کنید مسئله جستجویی در اختیار داریم که مجموعه حالات آن ۱۶ نقطه با مختصات صحیح در فضای دوبعدی $(x, y) \in [1, 4] \times [1, 4]$ و حالات اولیه و هدف به ترتیب مختصات $(1, 1)$ و $(4, 4)$ است. در هر نقطه حداکثر می‌توان دو حرکت به دو حالت با مقدار γ متفاوت انجام داد. در چنین شرایطی فضای حالتی را نشان دهید که در آن DFS و BFS کارآمدتر از A^* با هیوریستیک اقلیدسی عمل کند.

۴- فرض کنید یک گراف داریم که هر گره آن، یکی از ۳ نوع دشت، جنگل، و آب است. شخصی می‌خواهد از نقطه‌ی جنوب غربی نقشه به دوستش در نقطه‌ی شمال شرقی برسد. او از آب نمی‌تواند عبور کند و سرعت حرکت او در دشت دو برابر سرعت حرکتش در جنگل است و می‌خواهد در کم‌ترین زمان ممکن به مقصد برسد. وزن یال‌ها بدین صورت‌اند که اگر دو سر یک یال، دشت باشند، وزن یال ۱، اگر یک سرش دشت و سر دیگرش جنگل باشد ۲ و اگر هر دو سرش جنگل باشد، ۴ است. وزن یالی که یک سرش آب است، برای این شخص بینهایت است. نقطه‌ی S ، محل شروع و G هدف است.



فرض کنید نقشه به صورتی باشد که در روبه‌رو آمده است به گونه‌ای که رنگ‌های زرد، سبز و آبی به ترتیب دشت، جنگل و دریاچه را نشان می‌دهد.

الف) اگر تابع هزینه A^* را به صورت زیر تعریف کرده باشیم، چه مقداری را برای پارامتر α پیشنهاد می‌دهید؟

$$f(s) = \alpha g(s) + (1 - \alpha)h(s)$$

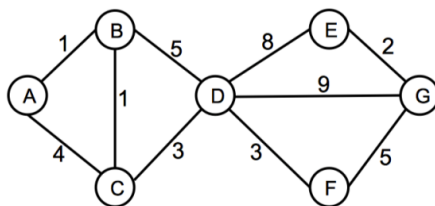
ب) یک تابع هیوریستیک برای این مسئله ارائه دهید. (راهنمایی: فرض کنید فاصله‌ی گره‌ها را با فرض ۱ بودن وزن همه‌ی یال‌ها داریم.)

ج) الگوریتم IDA^* را تا ۴ مرحله (یعنی ۴ بار تمام شدن گره‌های قابل گسترش با upper bound فعلی) اجرا کنید و دنباله‌ی حالات بررسی شده در هر مرحله و upper bound هر مرحله را بنویسید.

د) ترتیب تولید و گسترش گره‌ها را با استفاده از روش RBFS مشخص کنید.

Node	h_1	h_2
A	9.5	10
B	9	12
C	8	10
D	7	8
E	1.5	1
F	4	4.5
G	0	0

۵- گراف فضای حالت زیر را در نظر بگیرید. A حالت شروع و G حالت هدف است. هزینه هر یال بر روی گراف مشخص شده است. هر یال می‌تواند در هر دو جهت پیمایش شود. توجه داشته باشید هیوریستیک h_1 سازگار و هیوریستیک h_2 ناسازگار است.



الف) برای هر یک از استراتژی‌های جستجوی گرافی (و نه درختی) ذکر شده در جدول زیر مشخص کنید کدام مسیر (در صورت وجود) می‌تواند برگشت داده شود. توجه داشته باشید برای برخی از استراتژی‌های جستجو، مسیر برگشتی ممکن است وابسته به ترتیب ملاقات گره‌ها باشد. در چنین مواردی تمامی مسیرهای ممکن را انتخاب کنید. توجه: انتخاب هر یک از مسیرها بدون ذکر دلیل و یا انجام جستجو، قابل قبول نخواهد بود.

Search Algorithm	A-B-D-G	A-C-D-G	A-B-C-D-F-G
Depth first search			
Breadth first search			
Uniform cost search			
A* search with heuristic h_1			
A* search with heuristic h_2			

ب) فرض کنید شما تابع هیوریستیک جدید h_3 را به صورت زیر تکمیل کرده‌اید. همه مقادیر به جز $h_3(B)$ مشخص شده‌اند.

Node	A	B	C	D	E	F	G
h_3	10	?	9	7	1.5	4.5	0

برای هر یک از شرایط زیر مجموعه مقادیر ممکن برای $h_3(B)$ را به شکل بازه بنویسید.

- چه مقداری از $h_3(B)$ باعث قابل قبول بودن h_3 می‌شود؟
- چه مقداری از $h_3(B)$ باعث سازگار بودن h_3 می‌شود؟
- چه مقداری از $h_3(B)$ باعث می‌شود جستجوی گرافی A^* گره‌ها را به ترتیب A، C، B و D گسترش دهد.

۶- الگوریتم SMA^* را با در نظر گرفتن تنها دو خانه حافظه بر روی گراف زیر اجرا کنید.

Node	S	A	B	C	D	G
h	4	3	6	2	3	0

