



هوش مصنوعی - تکلیف اول

موعد تحویل ۱۴ فروردین ۱۴۰۰

پیش از حل سوالات به موارد زیر دقت کنید:

- تکلیف شامل چهار سوال تئوری و دو سوال عملی می‌باشد.
- پاسخ قسمت تئوری را به صورت یک فایل PDF آماده کنید و به همراه فایل‌های مربوطه به سوالات عملی به صورت فشرده شده با نام `HW1_{Student Number}` در سامانه آپلود کنید.
- در تحویل تکالیف به زمان مجاز تعیین شده دقت نمایید. موعد تکالیف قابل تمدید نمی‌باشند. اما تا یک هفته پس از موعد اعلام شده با تاخیر تحویل گرفته می‌شوند.
- در صورتی که مجموع تاخیر کل تکالیف شما کمتر از ۲۴ ساعت باشد نمره‌ای از شما کسر نمی‌گردد. در غیر این صورت به ازای هر روز تاخیر ده درصد از نمره تکلیف شما کسر می‌گردد.
- پاسخ تکالیف را حتما در سامانه آپلود کنید و از ارسال تکالیف به ایمیل یا تلگرام اکیدا خودداری نمایید.
- در صورت وجود شباهت غیر قابل اغماض نمره‌ای به سوال تعلق نمی‌گیرد.
- لطفا پاسخ سوالات عملی را در سامانه کوئرا نیز آپلود کنید. معیار نمره دهی پاسخ ارسال شده در سامانه یکتا می‌باشد.
- در صورت وجود هرگونه ابهام می‌توانید در گروه تلگرام یا گروه اسکایپ سوالات خود را مطرح کنید.
- از طریق ایمیل‌های زیر می‌توانید با ta درس در ارتباط باشید.

mroghani+ai@ec.iut.ac.ir -

sahandzoufan79@gmail.com -

سوال ۱. (۴۰ نمره) جدولی که در تصویر زیر مشاهده میکنید در نظر بگیرید این جدول مدل بسیار ساده ایی از مسیر حرکت یک مریخ نورد میباشد. که به عنوان مثالی از مسئله ایی که شما قرار است به حل آن بپردازید به شما ارایه شده است. خانه (۱،۱) نشان دهنده محل فرود آن میباشد و مریخ نورد هم اکنون در آن نقطه قرار دارد. ۴ خانه که با D_1, \dots, D_4 مشخص شده اند محل هایی است که مریخ نورد قصد بازدید از آن ها را دارد (ترتیب بازدید مهم نیست) و پس از بازدید از تمام خانه ها دوباره به محل فرود باز میگردد. توجه شود که شکل زیر تنها مثالی میباشد برای فهم بهتر سوال و الزاما ۴ خانه مقصد نداریم و تعداد آن ها را k فرض کنید. همچنین خانه های سیاه شده موانع روی سطح سیاره را نشان میدهند.

| | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | (5,2) | D2 | (5,4) | |
| | (4,2) | (4,3) | | D4 |
| (3,1) | D1 | (3,3) | (3,4) | (3,5) |
| | (2,2) | (2,3) | (2,4) | D3 |
| Landing site (1,1) | (1,2) | (1,3) | (1,4) | (1,5) |

آ هدف ما این است که مسئله جستجویی طراحی کنیم که به کمک آن مریخ نورد بتواند کوتاه ترین مسیر را برای خود بیابد. هر استیت مسئله توسط یک سه تایی مرتب به فرم $S = (x, y, A)$ مدل میشود که در آن (x, y) محل مریخ نورد و A اطلاعاتی است که برای حل مسئله نیاز دارید و شما باید آن را انتخاب کنید. اگر حرکتی از یک استیت حرکت قابل انجامی نمیشد هزینه آن را بی نهایت در نظر بگیرید. V را مجموعه مختصات Non-Blocking در نظر بگیرید و همینطور میتوانید فرض کنید که مختصات k محل بازدید برای مریخ نورد معلوم است.

شما باید کم حجم ترین و ساده ترین Representation

ممکن برای A را طراحی کنید. سپس با توجه به آن به موارد ذکر شده زیر پاسخ دهید.

(آ) A را کامل شرح دهید.

(ب) استیت شروع را به فرمی که توضیح داده شد بنویسید.

(ج) تابعی که همسایه های هر استیت را میسازد بنویسید.

(د) تابع هزینه (هزینه حرکت از هر استیت به استیت های همسایه اش را ۱ در نظر بگیرید).

(ه) تابع $IsGoal(S)$ را تعریف کنید.

ب) در این قسمت میخواهیم از الگوریتم A^* برای حل مساله استفاده کنیم اما برای حل مساله نیاز به یک تابع هیوریستیک داریم.

برای هر زوج مرتب (D_i, D_j) $1 \leq i, j \leq k$ تابع هیوریستیک Consistent تعریف کنید که مدت زمانی که طول میکشد تا مقصد های D_i و D_j دیده شوند و مریخ نورد به محل فرود بازگردد را تخمین بزنیم و به علت نداشتن پردازنده قدرتمند نیاز داریم که این تابع هیوریستیک حتما در $O(1)$ قابل محاسبه باشد.

سوال ۲. (۲۵ نمره) از الگوریتم Best-first Search میخواهیم برای حل یک مسئله استفاده کنیم و تابع ارزیابی ما به فرم $f(n) = (2-w)g(n) + wh(n)$ میباشد که در آن $g(n)$ تابع هزینه و $h(n)$ تابع هیوریستیک ماست که Admissible نیز هست. تعیین کنید که برای چه مقادیری از w الگوریتم ما تضمین میدهد که جواب بهینه را بیابد.

سوال ۳. (۳۵ نمره) در این سوال قصد داریم که بازی Minesweeper را در حالت یک بعدی به کمک استفاده از CSP حل کنیم.

قوانین بازی به این شکل است که به شما یک نقشه از بازی داده میشود که در هر خانه بازی یا عددی قرار دارد که نشان دهنده تعداد بمب ها در خانه های مجاور آن خانه میباشد و یا اینکه آن خانه علامت سوال است که به معنای آن است که آن خانه هنوز مشخص نشده است و یا اینکه آن خانه با "x" مشخص شده است که نشان دهنده بمب های شناسایی شده میباشد همچنین در نظر داشته باشید که بازی که به شما داده میشود حتما دارای حداقل یک عدد میباشد. برای آشنایی بیشتر به مثالی که در قسمت (د) آورده شده است توجه کنید.

آ) دامنه هر متغیر CSP را تعیین کنید.

ب) Constraint های CSP Unary خود را معرفی کنید و یا اگر چنین کانسترینتی وجود ندارد با ذکر دلیل دلیل عدم وجود آن را بیان کنید.

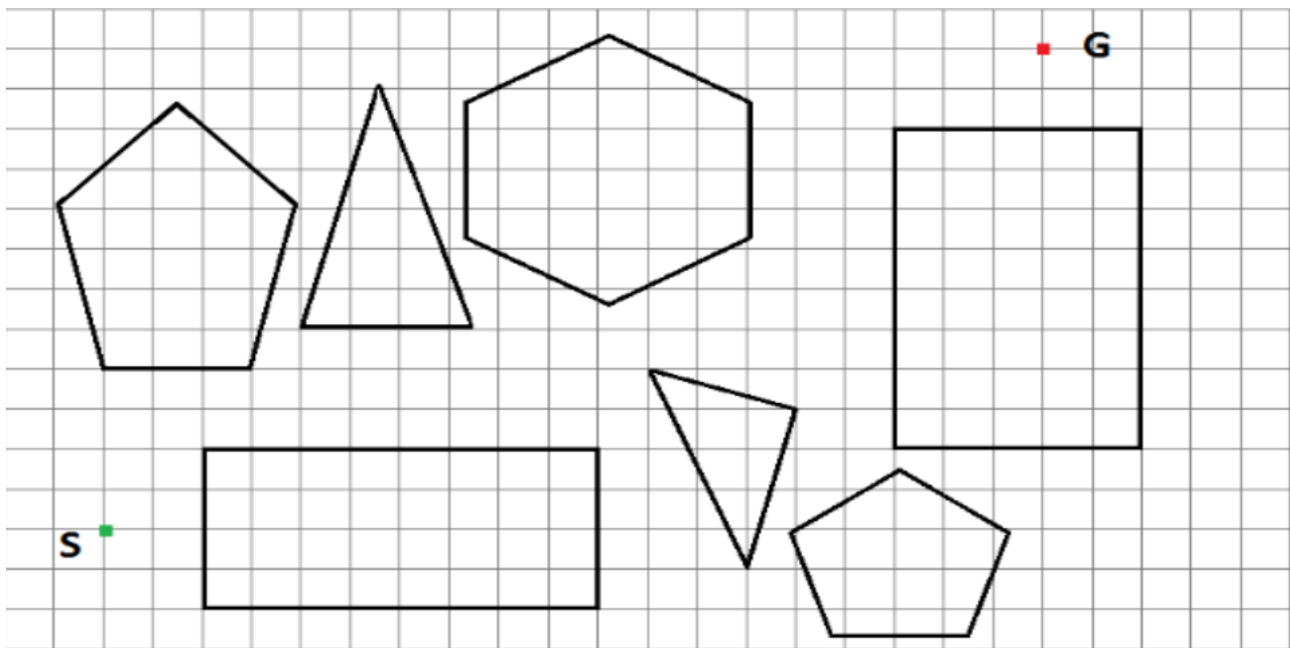
ج) Constraint های CSP Binary خود را معرفی کنید و یا اگر چنین کانسترینتی وجود ندارد با ذکر دلیل دلیل عدم وجود آن را بیان کنید.

د) نقشه بازی زیر را در نظر بگیرید. که متغیر های CSP V_1, \dots, V_4 به ترتیب از چپ به راست شماره گذاری شده اند.

$|1|1|1|1|$

حال ابتدا Constraint Graph مربوط به این متغیر ها را رسم کنید و دلیل خود را برای شکل گراف بیان کنید. سپس سرچ تری مربوط به حل این CSP را با استفاده از الگوریتم Bactracing با Forward Checking (منظور چک کردن کانسترینت در هنگام گسترش گراف میباشد) را رسم کنید.

سوال ۴. (۳۰ نمره) مسئله یافتن کوتاه ترین مسیر بین دو نقطه در یک محیط با موانع چندظلعی را در نظر بگیرید.



فرض کنید S نقطه شروع و G نقطه مقصد می باشد و فضای حالت تمام نقاط با مختصات صحیح داخل صفحه می باشد. با توجه به شکل به سوالات زیر پاسخ دهید.

(آ) چگونگی کار الگوریتم Greedy Descent برای رسیدن به نقطه هدف را شرح دهید.

(ب) با یک مثال نشان دهید که چگونه امکان دارد الگوریتم در محیط با موانع غیر محدب در بهینه محلی گیر کند.

(ج) آیا در محیطی با موانع محدب امکان گیر کردن در بهینه محلی وجود دارد دلیل بیاورید؟

(د) آیا استفاده از الگوریتم Simulated Annealing در این گونه مسایل همیشه باعث فرار از بهینه محلی می شود؟ جواب خود را توضیح دهید.

سوال ۵. (۵۰ نمره) می خواهیم مساله Max-Sat را به کمک الگوریتم Simulated annealing حل کنیم. صورت مساله به این صورت است که تعدادی کلاوز باینری داریم. حال باید متغیرهای مساله را به گونه ای مقدار دهی کنیم که بیشترین تعداد از کلاوزها ارضا شوند.

(الف) یک نمایش (Representation) مناسب برای معرفی هر یک از اعضای فضای جست و جو ارائه کنید.

(ب) نسبت به Representation گفته شده در قسمت قبل یک تابع Evaluation مناسب برای حل مساله پیشنهاد دهید.

(ج) از چه تعریف همسایگی می توان بهره برد؟ هر عضو فضای جست و جو چند همسایه دارد؟

(د) در یک زبان برنامه نویسی الگوریتم خود را پیاده سازی کنید.

دقت کنید که برای سوالات مطرح شده جواب یکتایی وجود ندارد و طراحی توابع گفته شده بیشتر یک هنر است تا علم. با آزمون و خطا می توان یک جواب مناسب برای مساله پیدا کرد.

نیاز نیست که شما بهترین جواب ممکن را پیدا کنید و هر نوع جواب منطقی قابل قبول است. اما پیاده سازی شما حتما باید مطابق جواب های مطرح شده به سوالات بالا باشد. در غیر این صورت نمره ای به این سوال تعلق نمی گیرد. در کنار تکلیف چند نمونه ورودی جهت تست این سوال آمده است. ساختار هر نمونه به صورت زیر است:

- در سطر اول هر فایل دو عدد که به ترتیب بیانگر تعداد متغیرها و تعداد کلاوزها هستند آمده است.
- در خط‌های بعد به تعداد کلاوزها یک سطر آمده که توصیف کننده آن کلاوز است.
- در هر سطر شماره متغیرهای مربوط به آن کلاوز آمده است. علامت منفی نشان دهنده عملگر not است.
- هر سطر با عدد صفر خاتمه می‌یابد.
- دقت کنید که شماره متغیرها از یک شروع شده است.

در خروجی تعداد کلاوزهای ارضا شده را به همراه مقداردهی متناظر آن چاپ کنید. به برنامه شما حدوداً یک دقیقه فرصت داده می‌شود تا به خروجی برسید. در صورتی که برنامه شما در مدت بسیار طولانی به خروجی نرسد نمره‌ای به آن تعلق نمی‌گیرد.

سوال ۶. (۵۰ نمره) در جنگل‌های افریقا بین حیوانات جنگی شکل گرفته است. مثل بقیه حیوانات پلنگ‌ها نیز در حین آماده شدن برای این جنگ هستند. بر خلاف بقیه حیوانات پلنگ‌ها یک شاه دانا دارند. شاه دانا تمام پلنگ‌ها را از جمله خودش در یک صف برای جنگ آماده کرده.

در صف n جایگاه برای n پلنگ وجود دارد. شاه با عدد یک و بقیه پلنگ‌ها با اعداد دو تا n شماره گذاری شده‌اند. ابتدا همه پلنگ‌ها به ترتیب شماره شان در صف قرار گرفته‌اند.

شاه بعد از بررسی‌های فراوان مجدد متوجه شد که برای اینکه قدرتمندترین آرایش ممکن را داشته باشند باید تعدادی تغییرات اتفاق بیوفتد. شاه دانا موقعیت نهایی پلنگ‌ها را می‌داند اما نمیداند تغییرات را چگونه اعمال کند.

یکی از پلنگ‌ها پیشنهاد می‌دهد که همه پلنگ‌ها منتظر شاه بمانند، سپس فرض کنید که شاه در موقعیت i ام باشد و به طرف خانه j ام ببرد آنگاه پلنگی که در خانه j ام قرار دارد به طرف خانه i ام می‌پرد و جای خود را با شاه عوض می‌کند. شاه برای اینکه تصادفی اتفاق نافتد یک قانون برای پریدن درست می‌کند:

- اگر شاه در خانه i ام باشد:

- اگر $i \bmod 4 == 1$ باشد آنگاه شاه می‌تواند به خانه‌های $i+1, i+3, i+4$ و $i-4$ بپرد.
- اگر $i \bmod 4 == 2$ باشد آنگاه شاه می‌تواند به خانه‌های $i+1, i-1, i+4$ و $i-4$ بپرد.
- اگر $i \bmod 4 == 3$ باشد آنگاه شاه می‌تواند به خانه‌های $i+1, i-1, i+4$ و $i-4$ بپرد.
- اگر $i \bmod 4 == 0$ باشد آنگاه شاه می‌تواند به خانه‌های $i-3, i-1, i+4$ و $i-4$ بپرد.

شاه فقط می‌تواند به خانه‌های یک تا n بپرد.

حال شاه می‌خواهد برنامه‌ای برای پرش‌ها بریزد که نیازمند کمترین پرش باشد. برنامه‌ای بنویسید که کمترین تعداد پرش لازم را برای شاه بیابید. برای اینکار از الگوریتم a^* استفاده کنید.

در کنار تکلیف چند نمونه ورودی جهت تست این سوال آمده است. ساختار هر نمونه به صورت زیر است:

- در سطر اول هر فایل یک عدد که بیانگر تعداد پلنگ‌ها است، آمده. می‌توانید فرض کنید که تعداد پلنگ‌ها همیشه مضرب ۴ است.

- در خط بعدی به تعداد پلنگ‌های یک عدد آمده که توصیف کننده پلنگی هست که در نهایت آن جایگاه قرار دارد.

در خروجی کمترین تعداد پرش لازم را چاپ کنید.