



تمرین سری دوم: جست‌وجوی آگاهانه و مسائل CSP

لطفاً به نکات زیر توجه کنید:

- مهلت ارسال این تمرین برای هر دو گروه ۲۸ مهرماه است.
- در صورتی که به اطلاعات بیشتری نیاز دارید می‌توانید به صفحه‌ی تمرین در وب‌سایت درس مراجعه کنید.
- ما همواره هم‌فکری و هم‌کاری را برای حل تمرین‌ها به دانشجویان توصیه می‌کنیم. اما هر فرد باید تمامی سوالات را به تنهایی تمام کند و پاسخ ارسالی حتماً باید توسط خود دانش‌جو نوشته‌شده باشد. لطفاً اگر با کسی هم‌فکری کردید نام او را ذکر کنید.
- لطفاً برای ارسال پاسخ‌های خود از راهنمای موجود در صفحه‌ی تمرین استفاده کنید.
- هر سؤالی درباره‌ی این تمرین را می‌توانید در گروه درس مطرح کنید و یا از دستیاران حل تمرین پرسید.

- آدرس صفحه‌ی تمرین: https://iust-courses.github.io/ai97/assignments/02_informed_search_csp

- آدرس گروه درس: <https://groups.google.com/forum/#!forum/ai97>

سؤالها

۱. الگوریتم A^* در گراف جهت‌دار - قابل قبول بودن (۱۰ نمره)

یک مثال از یک گراف جهت‌دار و یک تابع heuristic (نه لزوماً قابل قبول^۱) بزنید که در آن الگوریتم A^* مسیر بهینه را پیدا نکند. هزینه‌ی تمامی یال‌ها باید مثبت باشد و گراف حداکثر ۶ گره داشته باشد. گره‌های شروع و پایان را علامت بزنید و برای گره‌های باقیمانده مقدار تابع heuristic را برای آن بنویسید.

(الف) هزینه‌ی مسیر بهینه را محاسبه کنید.

(ب) مسیر به دست آمده توسط A^* را به دست آورید.

۲. الگوریتم A^* در گراف جهت‌دار - سازگار بودن (۱۰ نمره)

یک مثال از یک گراف جهت‌دار بدون دور و یک تابع heuristic قابل قبول (نه لزوماً سازگار^۲) بزنید که در آن الگوریتم A^* مسیر بهینه را پیدا نکند. هزینه‌ی تمامی یال‌ها باید مثبت باشد و گراف حداکثر ۸ گره داشته باشد. گره‌های شروع و پایان را علامت بزنید و برای گره‌های باقیمانده مقدار تابع heuristic را برای آن بنویسید.

(الف) هزینه‌ی مسیر بهینه را محاسبه کنید.

(ب) مسیر به دست آمده توسط A^* را به دست آورید.

۳. قورباغی‌گرسنه - یک (۳۰ نمره)

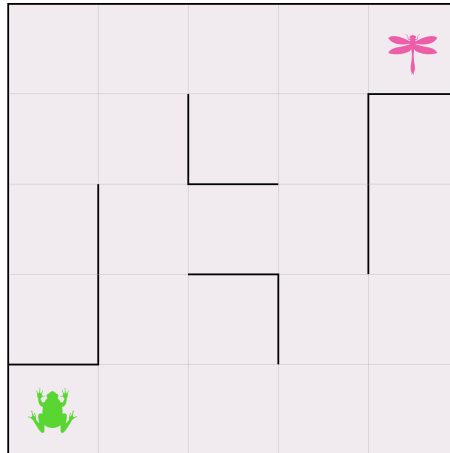
در این سوال یک قورباغه داریم که همیشه در یکی از این جهت‌ها قرار دارد $d \in \{N, S, E, W\}$.

در هر اکشن، قورباغه می‌تواند با یک جهش به تعدادی خانه جلوتر بپرد و یا ۹۰ درجه بچرخد (به چپ یا راست). چرخش فقط زمانی قابل انجام است که میزان پرش صفر باشد (بعد از چرخش نیز میزان پرش صفر می‌ماند). اکشن‌های حرکت «دور» یا «نزدیک» هستند، که «دور» میزان پرش را ۱ عدد زیاد می‌کند و «نزدیک» میزان پرش را ۱ عدد کم می‌کند. در هر دو حالت قورباغه بلافاصله برابر با میزان پرش جدیدش رو به جلو می‌پرد. هر اکشن که حاصلش برخورد قورباغه با دیوار باشد یا میزان پرش را منفی کند یا از حداکثر پرش (J_{max}) بیشتر کند ممنوع است.

¹ Admissible

² Consistent

برای مثال: در حالت زیر قورباغه میتواند ابتدا با اکشن «راست» ۹۰ درجه به راست بچرخد سپس با اکشن «دور» ۱ خانه به راست می جهد سپس با اکشن «دور» این بار ۲ خانه به راست می جهد و سپس با اکشن «نزدیک» یک خانه دیگر به راست برود و این بار با اکشن «نزدیک» بایستد در این حالت قورباغه در گوشه‌ی پایین و راست قرار دارد و حال می تواند چرخش کند و به حرکتش در مسیر دیگری ادامه دهد.



الف) اگر زمین M در N باشد، اندازه‌ی فضای حالت چقدر است؟ فرض کنید تمامی حالت‌ها از نقطه‌ی شروع قابل دسترس هستند.

ب) حداکثر مقدار branching factor برای این مساله چقدر است؟ فرض کنید اکشن‌های غیر مجاز داده نمی‌شوند.

پ) آیا فاصله‌ی منهتن از مکان قورباغه تا مکان حشره قابل قبول است؟

ت) یک heuristic قابل قبول غیر از فاصله منهتن تا حشره، پیشنهاد دهید.

ث) اگر ما یک heuristic غیر قابل قبول برای الگوریتم A^* استفاده کنیم آیا کامل بودن جست‌وجو را تغییر می‌دهد؟

ج) اگر ما یک heuristic غیر قابل قبول برای الگوریتم A^* استفاده کنیم آیا بهینه بودن جست‌وجو را تغییر می‌دهد؟

چ) فوایدی که ممکن است یک heuristic غیر قابل قبول بر یک heuristic قابل قبول داشته باشد را بنویسید.

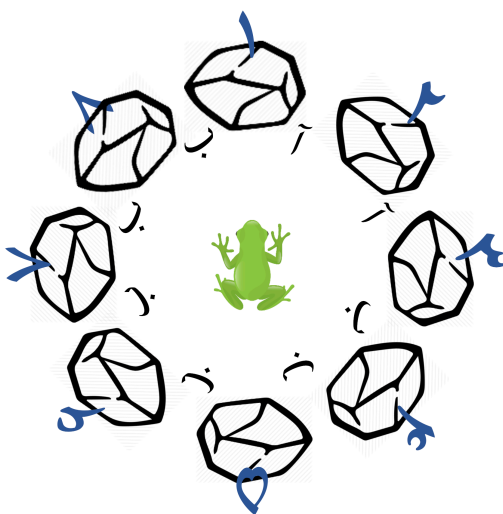
۴. قورباغهی گرسنه - دو (۲۰ نمره)

این بار قورباغهی سوال قبل در وضعیتی بسیار حیاتی دارد. چند روزیست غذا نخورده و ممکن است به زودی تلف شود. او در برکه‌ای قرار دارد که از هر طرف که نگاه می‌کند سنگی جلوی او قرار دارد و مانع می‌شود که آن طرف سنگ را ببیند. گرسنگی به قدری بر او چیره شده‌است که فقط به اندازه‌ی یک پرش به آن طرف سنگ انرژی دارد بنابراین باید قبل پرش مطمئن شود پشت سنگ غذا وجود دارد یا خیر.

پشت هر سنگ می‌تواند یک پروانه، یک مار و یا یک برگ خالی باشد. تنها نشانه‌ای که وجود دارد صدایی است که از آن طرف سنگ‌ها به گوش می‌رسد. مار صدای بسیار بلندی تولید می‌کند (ب) ولی پروانه صدای آرامی تولید می‌کند (آ) و طبیعتاً اگر پشت آن برگ وجود داشته باشد صدایی نمی‌آید. متأسفانه قورباغهی ما آنقدر کم‌جان شده‌است که نمی‌تواند دقیق صداهای بشنود ولی می‌تواند بین دو سنگ قرار بگیرد و حداکثر صدایی که به گوش می‌رسد را تشخیص دهد. به طور مثال اگر بین یک مار و یک پروانه قرار بگیرد فقط صدای مار (ب) را می‌شنود ولی اگر بین یک پروانه و یک برگ قرار بگیرد تنها صدای پروانه (آ) را می‌شنود.

قورباغهی ما هم چنین می‌داند امکان ندارد پشت دو سنگ مجاور پروانه وجود داشته باشد. هم چنین تعداد کل پروانه‌ها می‌تواند صفر، یک و یا بیشتر باشد.

در این مسالهی CSP، هر متغیر X_i نشان‌دهنده‌ی موجودیست که پشت هر سنگ قرار دارد بنابراین هر متغیر می‌تواند سه مقدار مار، پروانه و یا برگ را بگیرد.



الف) تمامی محدودیت‌ها و شروط این مساله‌ی CSP را ذکر کنید.

ب) اگر AC^3 را اعمال کنیم، چه مقادیری از دامنه‌ی هر کدام از متغیرها حذف می‌شود؟

پ) با در نظر داشتن MRV^4 کدام متغیر(ها) را می‌توان اول مقدار داد؟

ت) با فرض اینکه قورباغه می‌داند پشت سنگ شماره‌ی ۷ غذاست، پشت تمامی سنگ‌ها را مشخص کنید (دقت کنید ممکن است جوابی وجود نداشته باشد یا بیشتر از یک جواب وجود داشته باشد)

۵. کلاس‌بندی (۳۰ نمره)

برنامه روز شنبه کلاس‌های یک دانشکده، شامل ۷ گروه درسی است و این ۷ گروه باید در یکی از سه کلاس دانشکده R1 و R2 و R3 تشکیل شوند. بدیهیست هیچ دو گروه درسی، همزمان در یک کلاس تشکیل نخواهند شد.

ساعت کلاس	درس	گروه درسی
۸-۱۰	یادگیری عمیق	G1
۸-۱۰	هوش مصنوعی	G2
۸-۱۰ و ۱۶-۱۸	بینایی ماشین	G3
۱۵-۱۷	شبکه‌های عصبی	G4
۱۳-۱۶	سیگنال‌ها و سیستم‌ها	G5
۱۵-۱۷	جبر خطی	G6
۱۰-۱۳	آمار و احتمال	G7

ضمناً محدودیت‌های زیر را در تشکیل کلاس‌ها داریم:

- کلاس R3 به دلیل کوچک بودن، برای گروه‌های G7 و G4 و G1 مناسب نیست.
- به دلیل فقدان پروژکتور، کلاس R1 مناسب گروه‌های درسی G7 و G4 نمی‌باشد.
- هر دو جلسه گروه G3 باید در یک کلاس واحد تشکیل شود.

³ Arc Consistency

⁴ Minimum Remaining Values

حال با توجه به شرایط گفته شده به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) گراف محدودیت^۵ را رسم نمایید.

ب) مسئله را با Forward Checking حل کنید. نتایج را مانند جدول زیر وارد کنید. (کلاس‌ها و گروه‌های درسی، هر دو به ترتیب شماره خود استفاده می‌شوند)

Variable Ordering: {G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7}

Value Ordering: {R1, R2, R3}

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
{R1, R2}	{R1, R2, R3}	...				
...						

⁵ Constraint graph