



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

هوش مصنوعی

نیم‌سال دوم ۹۹-۹۸

استاد: محمدحسین رهبان

مهلت ارسال: ۹ اسفند

جست‌وجو

تمرین اول

لطفا به موارد زیر توجه داشته باشید:

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- همکاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد بنابراین بهتر است انجام تمرین را به روزهای پایانی موکول نکنید.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

سوالات نظری (۶۰ نمره)

۱. (۱۰ نمره) در هر کدام از حالت‌های زیر، stochastic بودن، single-agent بودن، episodic بودن، discrete بودن و fully observable بودن را مشخص کنید.

(آ) حل مکعب روبیک

(ب) ربات فوتبال‌یست

(ج) عامل هوشمند پشت بازی شطرنج در کامپیوتر

۲. (۱۰ نمره) فرض کنید که توابع اکتشافی h_i ، admissible و consistent باشند. در هر کدام از حالات زیر consistent بودن و admissible بودن h را مشخص کنید. در هر مورد، یا ثابت کنید که شرط مورد نظر همواره برقرار است، یا یک مثال نقض بسازید که شرط مورد نظر در h برقرار نیست.

(آ) $h = \sum_i h_i$

(ب) $h = \min_i(h_i)$

(ج) $h = \max_i(h_i)$

(د) $h = \frac{\sum_i h_i}{n}$ که منظور از n ، تعداد توابع اکتشافی است.

۳. (۱۰ نمره) درست یا غلط بودن هر یک از عبارات زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید.

- الگوریتم Iterative deepening قطعا تعداد راس بیشتری را نسبت به BFS باز می‌کند. (در هر گرافی که هدف ریشه آن نباشد.)
- الگوریتم A^* با یک heuristic که کاملا admissible نیست باز هم ممکن است کوتاه‌ترین مسیر به هدف را پیدا کند.
- بازی سودوکو یک بازی stochastic است.
- اگر یک تابع heuristic، admissible باشد، حتماً monotonic است.
- اگر یک تابع heuristic، monotonic باشد، حتماً admissible است.

۴. (۱۰ نمره) فرض کنید که روی یک مساله جستجوی دلخواه، با درجه انشعاب b ، از جستجوی درختی استفاده کرده‌ایم. برای راس دلخواه v ، منظور از $h(v)$ ، مقدار تابع اکتشافی برای راس v ، منظور از $k(v)$ ، هزینه رسیدن از راس شروع به راس v و منظور از $d(v)$ ، عمق v است. همچنین فرض کنید که در بین راس‌های هدف، کمترین عمق برابر با d^* و کمترین هزینه برابر با c^* باشد. در هر کدام از بخش‌های زیر، عبارتی را ارائه دهید که مشخص کند که کدام راس‌ها قبل از یافتن هدف باز می‌شوند. مثلا اگر پاسخ همه‌ی راس‌هایی است که عمقشان از d^* کمتر است، $d(v) < d^*$ پاسخ مد نظر است. نیازی به رعایت تفاوت بین \geq و $>$ نیست.

(آ) در صورتی که از BFS استفاده شود.

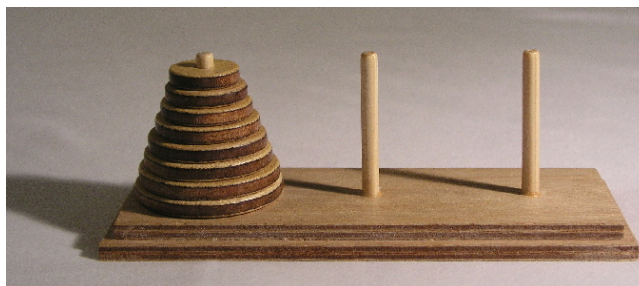
(ب) در صورتی که از UCS استفاده شود.

(ج) در صورتی که از A^* استفاده شود.

(د) فرض کنید که h_1, h_2 ، دو تابع اکتشافی باشند که $\forall v : h_1(v) \geq h_2(v)$. مجموعه‌راس‌هایی را مشخص کنید که با h_1 باز می‌شوند ولی با h_2 باز نمی‌شوند. آیا می‌توان گفت که این مجموعه همواره تهی است؟

(۵) مانند بخش قبل فرض کنید که h_1, h_2 ، دو تابع اکتشافاتی باشند که $\forall v : h_1(v) \geq h_2(v)$. این بار مجموعه‌راس‌هایی را مشخص کنید که با h_2 باز می‌شوند ولی با h_1 باز نمی‌شوند. آیا می‌توان گفت که این مجموعه همواره تهی است؟

۵. (۱۰ نمره) در این سوال قصد داریم به حل مسالهی برج‌های هانووی بپردازیم. در این بازی، مطابق شکل ۱، n دیسک در میله‌ی سمت چپ قرار دارند که هر دیسک روی یک دیسک بزرگتر از خود نشسته‌است. دو میله‌ی دیگر هم خالی هستند. در هر مرحله، یک دیسک را می‌توان از یک میله به میله دیگر انتقال داد به شرط این که روی دیسک بزرگتر از خود بنشیند. هدف انتقال تمامی دیسک‌ها به میله‌ی سمت راست است.



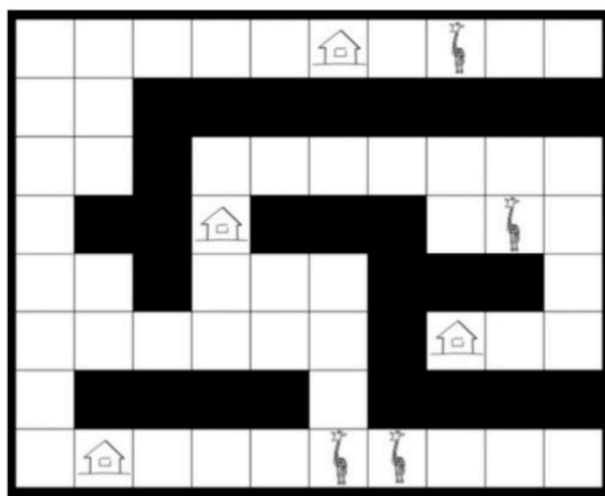
شکل ۱: شکل بازی برج‌های هانووی

(آ) یک روش برای نمایش حالت‌های مختلف مساله ارائه دهید و در آن نمایش حالت اولیه و حالت هدف را مشخص کنید.

(ب) از هر حالت، به چه حالت‌هایی می‌توان رفت؟

(ج) تعداد حالت‌های مساله در نمایش شما چند است؟

۶. (۱۰ نمره) یک صفحه بازی $m \times n$ مطابق شکل ۲ در نظر بگیرید. مطابق شکل، تعدادی زرافه می‌خواهند به خانه‌های خود بروند (هر زرافه خانه مخصوص خود را دارد). در هر مرحله، هر کدام از زرافه‌ها می‌توانند در هر جهتی حرکت کنند یا در جای خود بایستند. حرکات مورب مجاز نیست و هر مرحله، مستقل از این که چند زرافه در آن مرحله حرکت کنند، ۱ واحد هزینه دارد.



شکل ۲: شکل بازی زرافه‌ها

- (آ) یک روش برای مدل‌سازی مساله ارائه دهید.
- (ب) کران بالایی برای تعداد حالت‌های فضای مساله ارائه دهید.
- (ج) یک کران بالا برای فاکتورانشعاب ارائه دهید.
- (د) یک تابع اکتشافاتی غیربديهی برای مساله ارائه کنید.

سوالات عملی (۴۰ نمره)

۱. (۲۰ نمره) همان‌طور که می‌دانید، با استفاده از الگوریتم UCS می‌توان در یک گراف، کوتاه‌ترین فاصله بین دو راس دلخواه را به دست آورد. در این سوال، قصد داریم با استفاده از این الگوریتم، طول (با توجه به وزن‌دار بودن گراف، منظور از طول یک مسیر، مجموع وزن‌های یال‌های آن است) دومین مسیر کوتاه را به دست بیاوریم. به طور دقیق‌تر، فرض کنید که s و t دو راس دلخواه در یک گراف باشند. کوتاه‌ترین مسیر از s به t را در نظر بگیرید (ممکن است یکتا نباشد، یکی از مسیرها را به دلخواه انتخاب کنید) و p بنامید.

بین تمام مسیرها از s به t به جز p ، طول کوتاه‌ترین مسیر را خروجی دهید.

دقت کنید که ممکن است طول دومین مسیر کوتاه از s به t برابر با همان طول p شود.

ورودی:

در خط اول ۴ عدد n, m, s, t آمده‌اند که به ترتیب نشان‌دهنده‌ی تعداد راس‌ها، تعداد یال‌ها، شماره راس مبدأ و شماره راس مقصد هستند. در m خط بعدی، در هر خط ۳ عدد می‌آید که به ترتیب نشان‌دهنده‌ی مبدأ، مقصد و وزن یک یال هستند.

خروجی:

در تنها خط خروجی طول دومین مسیر کوتاه از s به t را چاپ کنید.

۲. (۲۰ نمره)

یک بازی را به این صورت تصور کنید که می‌خواهید خودروی قرمزی را از یک پارکینگ که از ماشین‌های مختلف پر شده است، بیرون بیاورید. در این بازی ماشین‌ها به صورت عمودی و افقی قرار دارند و شما تنها می‌توانید ماشین‌ها را در جهتی که قرار دارند جابه‌جا کنید، به شرطی که ماشین‌ها به هم نخورند. این بازی را با الگوریتم A^* پیاده‌سازی کنید.

ورودی:

در اولین خط ورودی، ۳ عدد m, n, k وارد می‌شوند که m نشان‌دهنده‌ی تعداد سطرها و n نشان‌دهنده‌ی تعداد ستون‌ها و k برابر با تعداد ماشین‌های درون پارکینگ است. در k خط بعدی، مشخصات ماشین‌ها به ترتیب آمده است که اولین مشخصات مربوط به ماشین قرمز است. در $k - 1$ خط بعدی، ماشین‌ها قرار دارند. در هر خط، ۴ ورودی داده می‌شود که ۲ ورودی اول مربوط به مکان شمال غربی ماشین است. پس از آن v یا h می‌آید که نشان می‌دهد که ماشین در حالت عمودی یا افقی قرار دارد. در انتها هم طول ماشین آورده شده است.

خروجی:

در تنها خط خروجی کم‌ترین تعداد حرکت لازم برای بیرون آوردن ماشین را نشان دهید.

به نکات زیر توجه کنید.

(آ) در هر حرکت هر ماشین می‌توانید به هر مقداری که می‌خواهید آن را تکان دهید. به عنوان مثال اگر روبروی

ماشین قرمز خالی باشد، شما می‌توانید با یک حرکت آن را خارج کنید. با بیشتر از آن هم ممکن است اما

جواب مورد نظر ۱ می‌باشد.

(ب) درب خروجی دقیقاً روبه‌روی ماشین قرمز در سمت راست نقشه قرار دارد.