



هوش مصنوعی

پاییز ۱۴۰۲

اساتید: محمدحسین رهبان، مهدیه سلیمانی باغشاه
گردآوردندگان: حسام اسداله زاده، روزبه پیرایادی، امیرمحمد ایزدی،
پارسا شریفی، رضا صومی، محمدپارسا مساح بوانی

تمرین اول جست‌وجو و بهینه‌سازی مهلت ارسال: ۱ آبان

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین تا سقف ۲ روز و در مجموع ۵ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز ۲۴ درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد. جزئیات نحوه اعمال تاخیرها را می‌توانید در سایت درس مشاهده کنید.
- هم‌کاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ‌های هر کس حتماً باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- در صورت هم‌فکری و یا استفاده از هر منابع خارج درسی، نام هم‌فکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

سوالات نظری (۱۵۰ نمره)

۱. (۲۰ نمره) جدول ۱ را با توجه به توضیحات زیر کامل کنید:

- سیستم تشخیص صدا با گرفتن صدا به عنوان ورودی، مشخصاتی از گوینده مانند جنسیت و سن را تعیین می‌کند. صدا کاملاً دریافت می‌شود و اطلاعات ورودی سیستم ناقص نیست.
- پهپاد یک هواپیمای بدون سرنشین است که با گردش در مناطق وسیع عکس‌برداری می‌کند. برای این کار چند دوربین دارد که منطقه‌ای به شعاع یک کیلومتری از زمین تصویربرداری می‌کند. این پهپاد ممکن است مورد هدف سیستم‌های هوشمند دیگری قرار بگیرد و عواملی مانند باد و باران هم طبیعتاً روی آن تأثیرگذار است.
- یک محیط ایستا^۱، محیطی است که در حین انجام یک اقدام توسط یک عامل^۲، تغییر نکند.
- نیازی به توضیحات اضافه نیست و در هر خانه دقیقاً یک جواب قرار می‌گیرد. (جواب نهایی ترکیبی از کلمات نیست و بستگی به شرایط هم ندارد.)

۲. (۳۰ نمره) یک بازی به نام color puzzle داریم. در این بازی m جدول $n \times n$ داریم. در این m جدول، $n \times n$ کاشی به رنگ ۱، $n \times n$ کاشی به رنگ ۲، ... و $n \times n - ۱$ کاشی به رنگ m قرار گرفته است. یک کاشی به رنگ m نیز خارج از جداول داریم. یعنی تعداد کاشی‌های به رنگ ۱ تا $m - ۱$ هر کدام $n \times n$ است و کاشی به رنگ m یکی کمتر یعنی $n \times n - ۱$ است و یکی دیگر آن بیرون است. در نتیجه یک خانه خالی داریم. در این بازی چند نوع حرکت داریم:

(آ) در هر مرحله می‌توان یکی از کاشی‌های مجاور خانه خالی را به آن خانه منتقل کرد.

(ب) فرض کنید جدول A دارای خانه‌ی خالی است. در هر مرحله می‌توان یک جدول دیگر مانند B را انتخاب کرد و کاشی‌ای که در خانه‌ی متناظر خانه‌ی خالی در A است را به خانه‌ی خالی در A برد.

^۱static
^۲agent

پهپاد	سیستم تشخیص صدا	
...	...	Partially Observable/Fully Observable
...	...	Deterministic/Stochastic (non-deterministic)
...	...	Episodic/Sequential
...	...	Static/Dynamic
...	...	Single Agent/Multi Agent

جدول ۱: انواع محیط‌ها

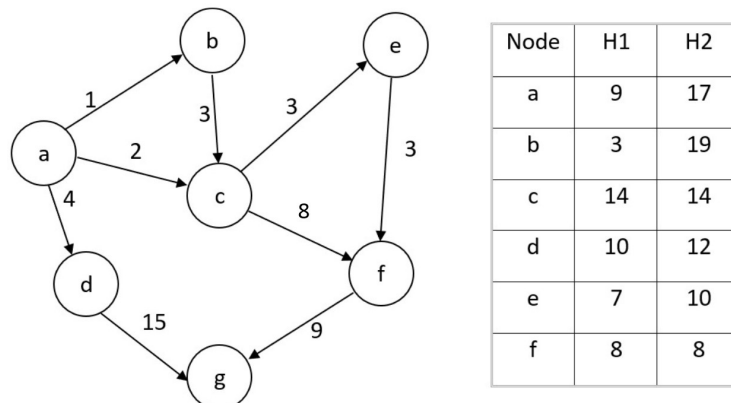
(ج) کاشی خارج از جدول را در جای خالی گذاشت. در این صورت دیگر اجازه‌ی انجام هیچ حرکتی را نداریم.

هدف این است که هر جدول تنها دارای یک رنگ کاشی باشد و همه‌ی جداول کامل باشند.

(آ) ثابت کنید دنباله‌ای از حرکات وجود دارد که به هدف مساله برسد.

(ب) یک هیوریستیک غیر بدیهی (به عنوان مثال تعداد جدول‌هایی که بیش از یک رنگ دارند یک هیوریستیک بدیهی محسوب می‌شود) برای حل این مسئله ارائه دهید. همچنین *admissible* و *consistent* بودن هیوریستیک خود را اثبات کنید. توجه کنید پیچیدگی زمانی محاسبه‌ی هیوریستیک شما باید از مرتبه‌ی یک چندجمله‌ای بر مبنای m و n باشد.

۳. (۴۰ نمره) در نمودار حالت زیر عامل می‌خواهد از حالت شروع (a) به حالت هدف (g) حرکت کند. در شرایط برابر فرض کنید اولویت بسط، اولویت الفبایی است.



(آ) مسیری که توسط DFS و BFS طی می‌شود چیست؟ (هزینه‌ی یال‌ها را نادیده بگیرید)

(ب) مسیری که توسط جست‌وجوی هزینه یکنواخت (UCS) برمی‌گردد با توجه به هزینه‌های لبه‌ها چیست؟

(ج) آیا توابع اکتشافی H_1 و H_2 قابل قبول^۳ هستند؟ چرا؟ اگر نه، یک راس را مشخص کنید که دارای یک مقدار اکتشافی غیرقابل قبول است و بازه‌ی مقادیر قابل قبول اکتشافی را برای آن راس بیابید.

(د) مسیری که با جست‌وجوی حریصانه با استفاده از تابع اکتشافی H_1 برمی‌گردد چیست؟

^۳admissible

(ه) مسیری که با جستجوی A^* با استفاده از تابع اکتشافی H_2 برمی گردد چیست؟

۴. (۳۰ نمره) فرض کنید یک آرایه از اعداد ۱ تا n داریم و می‌خواهیم آن را به ترتیب صعودی مرتب کنیم. اما در این مرتب‌سازی فقط هستیم که یک پیشوند از آرایه‌ها را معکوس کنیم. به طور مثال با معکوس کردن یک پیشوند ۳ تایی از آرایه‌ی $[۳, ۲, ۱, ۴, ۵]$ تبدیل به $[۱, ۲, ۳, ۴, ۵]$ می‌شود.

(آ) فضای مساله را گونه‌ای پیکربندی کنید به نحوی که حالت‌ها، کنش‌ها، ضریب انشعاب و حالت اولیه و نهایی مساله واضح باشد و آن‌ها را مشخص کنید.

(ب) اندازه‌ی فضای مساله به فرمت O بزرگ و برحسب n به دست آورید.

(ج) یک تابع اکتشافی پیشنهادی برای حل این مساله تعداد نقاط گسست هست. بین دو عدد متوالی یک آرایه نقطه‌ی گسست وجود دارد اگر اختلاف آن دو بیشتر از یک باشد. هم چنین اگر آخرین عضو آرایه بزرگترین عدد نباشد یک نقطه‌ی گسست نیز بعد از آخرین عضو آرایه وجود دارد. در آخر آرایه هم یک نقطه‌ی گسست دارد اگر آخرین عدد بزرگترین عدد نباشد. مثلاً آرایه‌ی $[۱, ۲, ۳, ۵, ۴]$ دارای ۲ نقطه‌ی گسست است، یکی بین ۳ و ۵ و یکی هم پس از ۴. این تابع اکتشافی را از لحاظ یکنوایی و قابل قبول بودن بررسی کنید.

(د) اگر مساله‌ی مرتب‌سازی را با این روش و با تابع اکتشافی بالا به کمک الگوریتم A^* حل کنیم. با فرض شروع از آرایه‌ی $[۲, ۴, ۳, ۱]$ حداقل با چند حرکت آرایه مرتب می‌شود؟ گام‌های این مسیر را بنویسید. (در مواقع تساوی بین دو گزینه‌ی g یا $cost$ بزرگتر انتخاب می‌شود و اگر باز هم تساوی بود ترتیب الفبایی صعودی اولویت دارد. یعنی اولویت $[۲, ۱, ۴, ۳]$ از $[۲, ۴, ۱, ۳]$ بالاتر است)

۵. (۳۰ نمره) درستی یا نادرستی هر یک از گزاره‌های زیر را بررسی کنید و علت هر کدام را کامل توضیح دهید.

(آ) عملکرد الگوریتم local beam search با $k = ۱$ معادل الگوریتم hill climbing است.

(ب) نتایج الگوریتم simulated annealing با پروفایل دمایی ثابت $T = ۰$ و بدون شرط پایانی مانند الگوریتم first choice hill climbing عمل می‌کند.

(ج) الگوریتم ژنتیک بدون crossover معادل stochastic beam search است.

(د) الگوریتم ژنتیک بدون selection و crossover با جمعیت n معادل n اجرای موازی random walk است. (در هر گام random walk هیچ‌کاری نکردن هم جزو کنش‌های معتبر عامل است)

(ه) اگر در الگوریتم uniform cost search یک عدد ثابت مثبت (c) به تمام هزینه‌ها اضافه کنیم، مسیر بازگردانده شده به هدف تغییری نمی‌کند.

(و) اگر $g(s)$ و $h(s)$ دو تابع consistent باشند، میانگین آن‌ها نیز consistent می‌باشد.

سوالات عملی (۲۰۰ + ۱۰۰ نمره)

۱. (۱۰۰ نمره) برای پاسخ به این سوال به پوشه سوالات عملی بخش Q1 مراجعه کنید.

۲. (۱۰۰ نمره) برای پاسخ به این سوال به پوشه سوالات عملی بخش Q2 مراجعه کنید.

۳. (۱۰۰ نمره امتیازی) برای پاسخ به این سوال به پوشه سوالات عملی بخش Q3-Extra مراجعه کنید.