دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

هوش مصنوعی

بهار ۱۴۰۵

استاد: ماری‌اوریاد
گردآورندگان: فاطیما تیمارچی، باران حسینی، امید شفاعت، کیارش صانعی، علی مقدسی

تمرین دوم — **جستجوی خصمانه، مسئله ارضای قیود** — مهلت ارسال: ۲۶ اردیبهشت

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص‌شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین تا سقف ۴ روز و در مجموع ۱۰ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال‌شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر ساعت تأخیر غیر مجاز ۰.۵ درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.
- هم‌کاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما 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.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- پاسخنامه سوالات را در سامانه کوئرا و به فرمت AI_HW2_<STUDENT_ID> بارگزاری کنید.

سوالات نظری (۱۰۰ نمره)

۱. (۱۸ نمره) درستی و نادرستی عبارات زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید:

(آ) در هرس آلفا_بتا اگر گره ها را از چپ به راست باز کنیم، تعداد گره های هرس شده برابر با حالتی است که گره ها را از راست به چپ باز کنیم.

(ب) برای اینکه در مسائل CSP نیاز به backtrack کردن نداشته باشیم کافی است از الگوریتم‌های Arc Consistency (مانند AC3) استفاده کنیم.

(ج) در یک CSP کلی با n متغیر و دامنه‌هایی با اندازهٔ d، استفادهٔ هم‌زمان از اکتشافی‌های MRV و LCV همراه با Arc Consistency تضمین می‌کند که تعداد backtrackها در بدترین حالت، یک تابع چندجمله‌ای از n و d باشد.

(د) در یک CSP درختی با n متغیر، اگر متغیرها طبق ساختار درخت (از ریشه به برگ‌ها) مرتب شوند و روی یال‌ها Arc Consistency اعمال شود، می‌توان همیشه بدون backtracking، در زمانی چندجمله‌ای نسبت به n و d، یک مقداردهی کاملِ سازگار یافت یا ناممکن بودن آن را تشخیص داد.

(ه) در حل مسائل CSP، به طور کلی الگوریتم BFS نسبت به DFS ترجیح دارد.

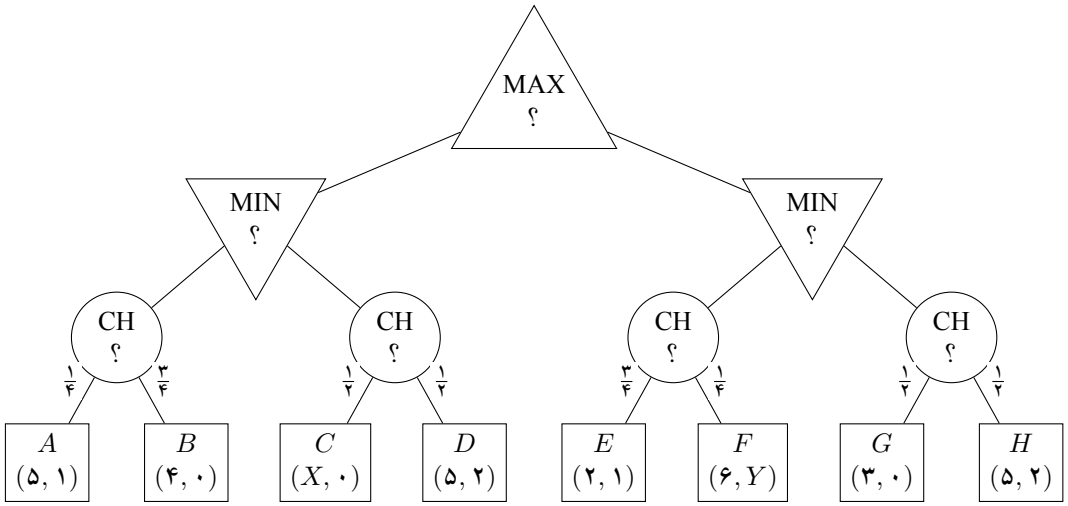
(و) تلاش برای برقراری شرط Strong K-Consistency همواره باعث سرعت عمل بیشتر الگوریتم حل مسئله‌ی CSP میشود.

۲. (۲۴ نمره) درخت بازی زیر را در نظر بگیرید. در هر برگ یک زوج مرتب (g, a) نوشته شده است. ارزش[1] نهایی برگ برای بازیکن MAX برابر است با:

$$u(g, a) = ۲g - a.$$

در گره‌های MAX بازیکن بیشینه‌ساز تصمیم می‌گیرد، در گره‌های MIN بازیکن کمینه‌ساز تصمیم می‌گیرد، و در گره‌های CHANCE یکی از خروجی‌ها با احتمال نوشته‌شده روی یال انتخاب می‌شود. فرض کنید $X, Y \in [۰, ۶]$.

[1] value



(آ) ارزش همه برگ‌ها و سپس مقدار همه گره‌های داخلی را برحسب X و Y حساب کنید.

(ب) برای $X = ۶$ و $Y = ۴$ مقدار درخت را کامل کنید و مشخص کنید بازیکن MAX در ریشه شاخه چپ را انتخاب می‌کند یا شاخه راست را.

(ج) برای چه مقادیر X و Y شاخه راست برای بازیکن MAX بهتر از شاخه چپ است؟ در چه حالت‌هایی دو شاخه هم‌ارزش می‌شوند؟

(د) فرض کنید $X = ۶$ و $Y = ۴$ و پیمایش از چپ به راست انجام می‌شود. اگر گره‌های شانسی فقط بعد از دیدن همه فرزندانشان مقداردهی شوند و فقط در گره‌های MIN/MAX از هرس alpha-beta استفاده کنیم، کدام زیردرخت‌ها هرس می‌شوند؟

۳. (۱۸ نمره) چهار کارمند به نام‌های سارا، نهال، پریا و زهرا مسئولیت نگهداری از یک کتابخانه را بر عهده دارند. این کارمندان باید در سه شیفت صبح، عصر و شب مشغول به کار شوند. هر کارمند دقیقاً یک شیفت را انتخاب می‌کند. در هر شیفت ممکن است تعدادی از کارمندان (از صفر تا چهار نفر) حضور داشته باشند. این چهار کارمند مجموعه‌ای از شروط را برای انتخاب شیفت خود تعیین کرده‌اند که در ادامه آورده شده است:

- اگر نهال و سارا در شیفت یکسانی نباشند، آنگاه یکی از آن‌ها باید در شیفت شب باشد.
- زهرا نمی‌خواهد با هیچ‌یک از سه نفر دیگر در یک شیفت حضور داشته باشد.
- نهال و پریا نمی‌خواهند در یک شیفت مشترک باشند.
- شیفت زهرا از نظر زمانی بعد از شیفت سارا قرار دارد.
- اگر نهال و سارا در یک شیفت باشند، آن شیفت فقط می‌تواند عصر باشد.

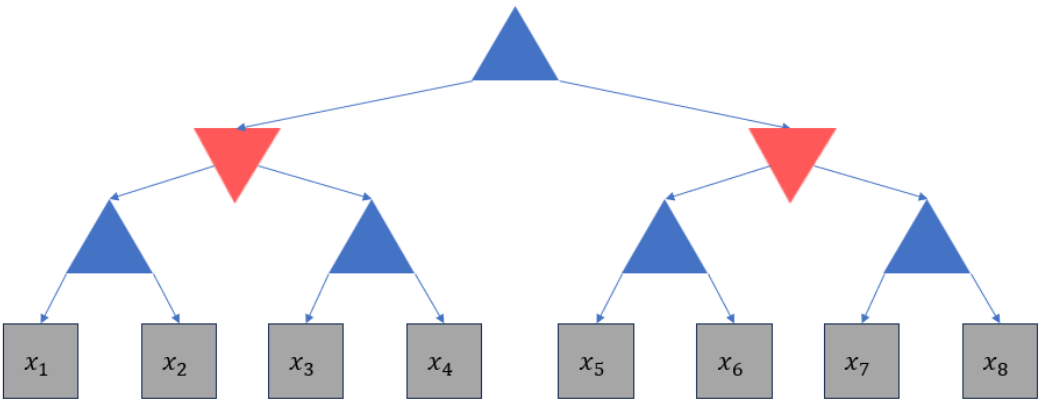
(آ) این سیستم را با CSP مدل کنید و گراف شرط ها را رسم کنید.

(ب) با اعمال Arc Consistency و با استفاده از صف (queue) دامنه شیفت‌های ممکن برای هر کارمند را بدست آورید.

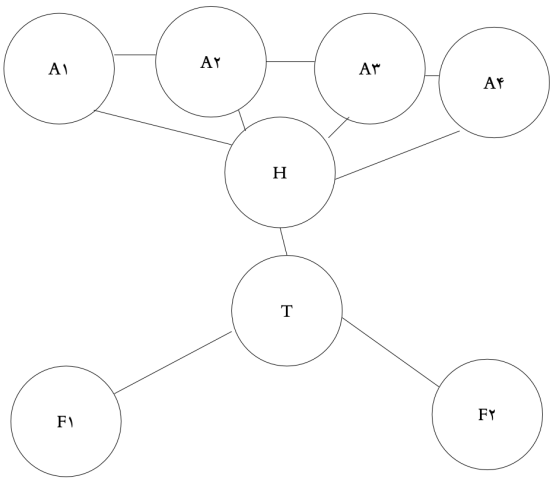
۴. (۲۰ نمره) در درخت minimax زیر، مثلث‌های آبی maximizer و مثلث‌های دیگر minimizer هستند. فرض کنید که گره‌ها را از چپ به راست گسترش می‌دهیم.

(آ) مقادیر x_iها را طوری مشخص کنید که در هرس آلفا_بتا **حداکثر تعداد برگ‌های** ممکن هرس شوند.

(ب) مقادیر x_iها را طوری مشخص کنید که در هرس آلفا_بتا هیچ برگی هرس نشود.



۵. (۲۰ نمره) گراف زیر را در نظر بگیرید:



(آ) برای گراف بالا با استفاده از الگوریتم backtracking مسئله‌ی سه‌رنگ‌پذیری را حل کنید و مراحل را توضیح دهید. اولویت متغیرها از چپ به راست به صورت زیر هستند:

$$A_۱, H, A_۴, F_۱, A_۲, F_۲, A_۳, T$$

و اولویت رنگ‌ها از چپ به راست به صورت زیر است:

$$R,\ G,\ B$$

(ب) همین سؤال را این بار با MRV و Degree Heuristic حل کنید. در صورت تساوی MRV از Degree Heuristic استفاده کنید و در صورت تساوی هر دو مطابق ترتیب بخش قبل الگوریتم را ادامه دهید.