



هوش مصنوعی

زمستان ۱۴۰۱

استاد: محمدحسین رهبان

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

گردآورندگان: حمیدرضا دهباشی، یلدا شعبانزاده و امیرمحمد عیسیزاده

مهلت ارسال: ۲۶ اسفند

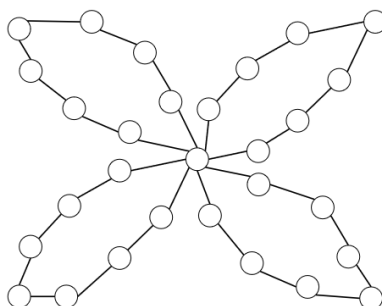
CSP, Adversarial Search

تمرین دوم

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمرین تا سقف ۷ روز و در مجموع ۱۵ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز ۱۲ درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.
- همکاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ‌های ارسال 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 (۱۰۰ نمره)

۱. (۲۰ نمره) به سوالات زیر با ذکر دلیل پاسخ کوتاه دهید.
 - ایده هیوریستیک‌های MRV و LCV را توضیح دهید.
 - گراف قیود زیر را در نظر بگیرید. به طور مختصر، راه حل بهینه این مسئله CSP را توضیح دهید.



- آیا ممکن است از alpha-beta pruning در بازی‌های non-zero sum استفاده کنیم؟ توضیح دهید.
- فرض کنید در یک درخت بازی شما گره maximizer هستید. زمانی که که نوبت شما نباشد، انتخاب به صورت رندوم میان گزینه ممکن صورت می‌گیرد. تابع هدف شما بیشینه کردن احتمال بردن ۱۰ میلیون تومان یا بیش از آن است (نه بیشینه کردن مقدار پولی که برنده می‌شوید!).
 - اگر از expectimax استفاده کنیم، به استراتژی بهینه در تابع هدف خواهیم رسید؟
 - اگر از minimax استفاده کنیم به اینصورت که نودهای شانس، به عنوان minimizer در نظر گرفته شوند، به استراتژی بهینه در تابع هدف می‌رسیم؟
 - فرض کنید درخت بازی را اندکی تغییر می‌دهیم. به اینصورت که هر زمان ۱۰ میلیون تومان یا بیش از این مقدار را برنده شدیم، مقدار ۱ قرار می‌دهیم و در غیر اینصورت مقدار ۰ قرار می‌دهیم. در این شرایط و با درخت تغییر یافته، قسمت‌های بالا را بار دیگر توضیح دهید.

۲. (۳۰ نمره) به عنوان یک دانشجوی نمونه باید تمامی تکالیف خود را تا انتهای نیمسال انجام دهید (T واحد زمانی موجود است). تکلیف j ام از کلاس i ام به مدت H_{ij} واحد زمانی به طول می انجامد. همچنین باید ترتیب انجام تمارین در هر کلاس را نیز رعایت کنید، برای مثال باید تمرین اول یک درس را پیش از تمرین دوم آن درس انجام دهید.

همان طور که مستحضر هستید، شما دانشجوی کامپیوتر هستید و بسیاری از تکالیف شما نیازمند ماشین های مشخصی جهت آزمایش است. ۳ عدد کامپیوتر موجود است و هر تکلیف ممکن است تنها روی کامپیوترهای خاصی اجرا شود. توجه کنید که در هر لحظه تنها یک تکلیف را می توان روی یک کامپیوتر اجرا نمود. شما امکان انجام چند تمرین به صورت همزمان را دارید اما در هر لحظه، هر کامپیوتر، مخصوص یک تمرین است. برای مثال تخصیص دهی زیر مجاز است:

- $S_{00} = 0, S_{01} = 3, S_{02} = 8, S_{03} = 10, S_{10} = 7, S_{11} = 8$

S_{ij} زمان شروع تکلیف j ام از کلاس i ام است.

با توجه به اطلاعات زیر به سوالات پاسخ دهید.

- Class 0: $H_{00} : 3, H_{01} : 4, H_{02} : 2, H_{03} : 2$
- Class 1: $H_{10} : 1, H_{11} : 5, H_{12} : 5$
- Class 2: $H_{20} : 2, H_{21} : 2, H_{22} : 2, H_{23} : 2$
- Class 3: $H_{30} : 2, H_{31} : 3, H_{32} : 3, H_{33} : 2$
- $H_{00}, H_{01}, H_{02}, H_{10}$ can be done on Computer 0
- H_{11}, H_{20}, H_{22} can be done on Computer 1
- $H_{21}, H_{22}, H_{31}, H_{32}$ can be done on Computer 2
- Other homework doesn't need any computers
- $T = 14 \rightarrow \text{time-periods} = \{0, 1, 2, \dots, 14\}$

(آ) متغیرها و دامنه آنها را مشخص کنید.

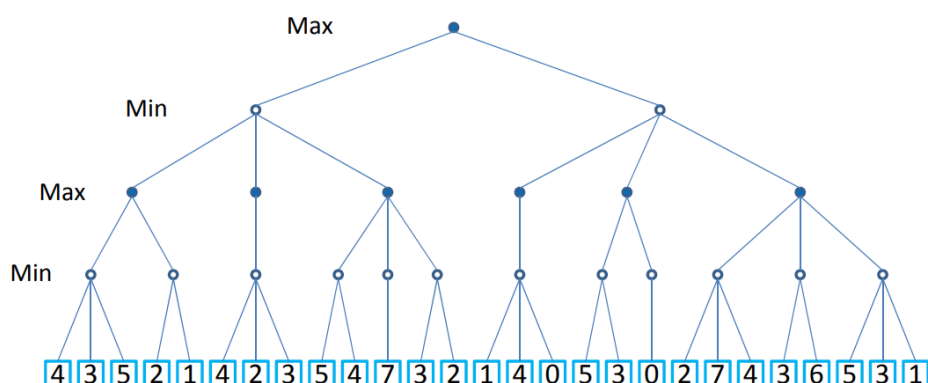
(ب) ترتیب انجام تکالیف را در قالب یک مسئله CSP مدل کنید.

(ج) مسئله CSP تعریف شده در قسمت (ب) را با ترتیب اجرای ۰۰، ۰۱، ۰۲، ۰۳، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳ حل کنید.

(د) مسئله CSP تعریف شده در قسمت (ب) را با استفاده از LCV و MRV حل کنید.

(ه) اندازه درخت جستجوی (ج) و (د) را مقایسه کنید و نتیجه مقایسه خود را بنویسید.

۳. (۱۵ نمره) درخت minimax زیر را در نظر بگیرید.



(آ) مقادیر هر گره را مشخص کنید.

(ب) alpha-beta pruning را با پیمایش از سمت چپ به سمت راست اعمال کنید و یال‌های هرس‌شده را مشخص کنید.

(ج) ترتیب قرارگرفتن برگ‌ها را طوری مشخص کنید که alpha-beta pruning، بیشترین شاخه ممکن را هرس کند.

۴. (۲۰ نمره) درخت قیودی را با ۱۵ متغیر X_1, \dots, X_{15} دامنه $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ در نظر بگیرید. گراف قیود این مسئله CSP به صورت یک درخت کامل باینری از درجه ۲ می‌باشد که هر قید $C_{ij} = X_i > X_j$ می‌باشد که j فرزند i است. (X_1 ریشه است)

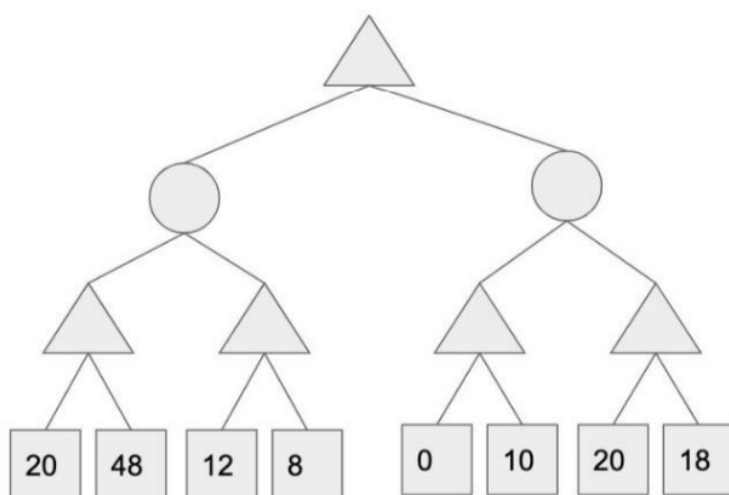
(آ) arc-consistency را در این مدل اجرا کنید و دامنه‌های مجاز را برای هر متغیر مشخص کنید.

(ب) آیا این شبکه consistent است؟ در صورت پاسخ مثبت، یک پاسخ ممکن را مطرح کنید.

(ج) آیا می‌توان ترتیبی را پیشنهاد کرد که مسئله را یکجا و بدون انجام backtrack حل کرد؟ توضیح دهید.

(د) مرتبه پیچیدگی این مسئله و هر مسئله‌ای که گراف قیود آن به صورت درخت باشد را محاسبه کنید.

۵. (۱۵ نمره) یک بازی فرضی را در نظر بگیرید که حریف شما به صورت رندوم با احتمال برابر، یکی از دو حرکت ممکن را انجام می‌دهد. درخت بازی به شکل زیر است:



(آ) مقدارهای گره‌ها را تا ریشه پیدا کنید.

(ب) فرض کنید حریف این بار با احتمال p حرکت شاخه راست را انجام می‌دهد. مقادیر ممکن p که به ازای آنها، حرکت optimal در ریشه تغییر می‌کند را پیدا کنید.

سوالات عملی (۲۰۰ نمره)

۱. (۱۰۰ نمره) برای این سوال به نوت‌بوک `Cryptarithmic_Puzzle.ipynb` مراجعه کنید.

۲. (۱۰۰ نمره) برای این سوال به نوت‌بوک `Adversarial_Search.ipynb` مراجعه کنید.