



هوش مصنوعی

بهار ۱۴۰۰

استاد: محمدحسین رهبان

گردآورندگان: حمیدرضا کامکاری، علی قربانپور

CSP - Adversarial

تمرین سوم

مهلت ارسال: ۱۷ فروردین

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- 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 منبع خارج درسی، نام هم‌فکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ‌های سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- دو بخش این تمرین به صورت همزمان ریلیز شده است. در کوئرا در قسمت مربوط به آپلود این تمرین، دو بخش جداگانه برای آپلود بخش‌های متفاوت در نظر گرفته شده. توجه داشته باشید که باید حتماً هر بخش را در قسمت مربوط به خود آپلود کنید و فایل را به صورت یکجا آپلود نکنید.
- بخش ۳.۱ دارای ۲۰ نمره امتیازی است و با گرفتن ۱۰۰ نمره از ۱۲۰ نمره، نمره‌ی کامل تمرین را دریافت می‌کنید.

سوالات CSP (بخش ۳.۱) (۱۲۰ نمره)

۱. (۶۰ نمره) مسائل زیر را با استفاده از یک مسئله CSP (Constraint Satisfaction Problem) مدل‌سازی کنید که در آن تعداد constraint ها و اندازه‌هایشان چندجمله‌ای بر حسب اندازه خروجی باشد.

الف) کشوری دارای n شهر هست که این شهرها با m جاده به هم متصل‌اند. قانون عجیبی در این کشور وجود دارد که جمعیت هر دو شهر مجاور باید لااقل ۱۰۰۰ نفر اختلاف داشته‌باشد. از طرفی برای اینکه یکی از شهرها پرجمعیت نشود جمعیت پرجمعیت‌ترین شهر باید حداکثر ۳ برابر جمعیت شهر کم‌جمعیت باشد. اگر جمعیت هر شهر را پارامتری در نظر بگیریم، سعی کنید با استفاده از CSP مسئله را مدل کنید.

ب) طبق قضیه‌ای می‌دانیم هر نقشه را می‌توان با حداکثر ۴ رنگ رنگ‌آمیزی کرد به طوری که مناطق مجاور ناهم‌رنگ باشند. حالا فرض کنید می‌خواهیم با استفاده از ۴ رنگ آبی، قرمز، سبز و سفید می‌خواهیم نقشه را رنگ کنیم به طوری که رنگ آبی بیشترین استفاده را داشته‌باشد، سپس رنگ قرمز و سپس رنگ سبز و نهایتاً رنگ سفید را از همه کمتر استفاده کرده‌باشیم. در عین حال تعداد مناطقی که با آبی رنگ کرده‌ایم حداکثر ۱/۵ برابر تعداد مناطقی باشد که با سفید رنگ‌آمیزی کرده‌ایم. به چنین رنگ‌آمیزی‌ای رنگ‌آمیزی متعادل می‌گوییم. مسئله رنگ‌آمیزی متعادل را به ازای یک نقشه دلخواه با استفاده از CSP مدل کنید.

۲. (۲۰ نمره)

الف) گراف CSP را در نظر بگیرید که strong k -consistant می‌باشد. فرض کنید درجه رئوس این گراف حداکثر $k - ۱$ است. در اینصورت ثابت کنید با $O(nd)$ می‌توانیم مسئله CSP را حل کنیم. (d دامنه مقادیری است که رئوس می‌توانند دریافت کنند و n نیز تعداد رئوس است)

ب) حالا فرض کنید درجه هر رأس حداکثر k است اما لااقل یکی از رئوس درجه‌اش کمتر از k می‌باشد. باز هم نشان دهید در صورت داشتن strong k -consistency می‌توانیم در $O(nd)$ مسئله را حل کنیم.

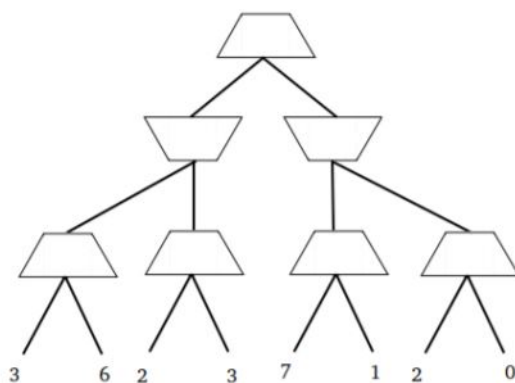
۳. (۴۰ نمره) برای برگزاری کنفرانسی در دانشگاه شریف از ۶ سخنران دعوت شده است تا در این کنفرانس سخنرانی کنند. ارائه‌ها در بازه‌های یک‌ساعته برنامه‌ریزی شده است بدین صورت که زمان شروع آن‌ها می‌تواند یکی از ساعات ۱، ۲، ۳ و ۴ عصر باشد. از این افراد پرسیدیم چه زمانی برای ارائه‌ی آن‌ها مناسب است و یک زیرمجموعه از مجموعه ساعات ممکن را به عنوان پاسخ در دست داریم. مورد دیگری که باید در نظر گرفت محتوای ارائه‌هاست به گونه‌ای که برخی ارائه‌ها را نمی‌توان هم‌زمان در یک ساعت در سالن‌های مختلف شروع کرد، زیرا شرکت‌کنندگان به طور عمده به هر دوی این سخنرانی‌ها علاقه‌مند هستند. جدول زیر شرایط گفته شده را برای سخنران‌های مختلف نشان می‌دهد.

گراف محدودیت را برای این مسئله رسم کنید. همچنین یک زمان‌بندی که این محدودیت‌ها را ارضا می‌کند مشخص کنید.

سخنران	ساعات‌های ممکن برای سخنرانی	افرادی که نباید هم‌زمان با این سخنران ارائه داشته باشند
علی	۱	حسن، امین، سینا، الهه
حسن	۱، ۲، ۳، ۴	امین، سینا، الهه
امین	۱، ۲، ۳، ۴	الهه
سینا	۱، ۲، ۳، ۴	
الهه	۱، ۲، ۳	صبرینه
صبرینه	۲	

سؤالات adversarial (بخش ۳.۲) (۱۰۰ نمره)

۱. (۶۰ نمره) دو نفر یک بازی zero-sum به صورت زیر می‌کنند. نفر اول سعی دارد نتیجه بازی را بیشینه کند در حالیکه نفر دوم سعی دارد نتیجه بازی کمینه بشود. توجه کنید نفر اول می‌تواند تقلب کند به این صورت که هر گاه نوبت نفر دوم شد به جای او بازی کند. اما با این کار c امتیاز منفی خواهد گرفت. بنابراین ممکن است در جاهایی تقلب صرفه نداشته‌باشد. دقت کنید که نفر دوم از تقلب کردن نفر اول مطلع نیست و با استراتژی minimax بازی می‌کند.



الف) به ازای $c = 2$ سعی کنید درخت را با اعداد پر کنید به صورتی که در هر رأس مقدار امتیاز آن فرد باشد در صورتیکه هوشمندانه عمل کند.

ب) به ازای $c = 5$ درخت را پر کنید.

ج) آیا می‌توانیم از روش‌هایی مثل alpha-beta pruning برای بهینه‌تر کردن جست‌وجو استفاده کنیم؟

۲. (۴۰ نمره) سینا و الهه در حال انجام بازی زیر هستند.

• در ابتدا دو مجموعه سکه روی میز قرار دارد که در آن‌ها به ترتیب ۱ و ۴ سکه قرار دارد. بازی را سینا آغاز می‌کند.

- سینا می‌تواند مجموعه با سکه‌های بیشتر را انتخاب کند (حرکت C) یا به الهه اجازه‌ی حرکت دهد (حرکت P). اگر سینا تصمیم C را بگیرد به خودش ۴ سکه و به الهه ۱ سکه خواهد رسید. اگر تصمیم P را بگیرد تعداد سکه‌های هر دو گروه بر روی میز دو برابر می‌شود. حال نوبت الهه است که تصمیم بگیرد گروه بزرگتر را انتخاب کند یا با دادن نوبت به سینا تعداد سکه‌های بازی را دو برابر کند. (دقت کنید که با حرکت C بازی تمام می‌شود)

- این بازی تا حداکثر ۱۰۰۰ مرحله انجام می‌شود. در مرحله‌ی ۱۰۰۰ الهه با انتخاب P به پول ۲۱۰۰۰ می‌رسد و همین مقدار نیز به سینا می‌رسد.

گراف بازی به همراه سود سینا و الهه برای حالات مختلف را رسم کنید.

اگر سینا و الهه هر دو به دنبال بیشینه کردن سود خود باشند با استفاده از هرس کردن از حالات انتهایی به سمت بالا مشخص کنید به هر کدام چند سکه خواهد رسید.