

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم پاییز ۱۴۰۱

تمرین دوم

مهلت تحویل ۲۵ آذر ساعت ۲۳:۵۹

سوال ۱ (۲۰ نمره)

الف) صحیح یا غلط بودن موارد زیر را با ذکر دلیل بیان کنید.

۱- حداکثر تعداد دفعاتی که یک الگوریتم جستجوی backtracking، ممکن است در یک مسئله ارضای محدودیت با ساختار درختی backtrack کند، (در صورتی که arc consistency اعمال شود و از ترتیب بهینه متغیرها استفاده کند) از مرتبه  $O(1)$  است.

۲- در یک مسئله ارضای محدودیت، مجموعه مقادیر باقیمانده در پایان الگوریتم arc consistency به ترتیب پردازش arc ها بستگی ندارد.

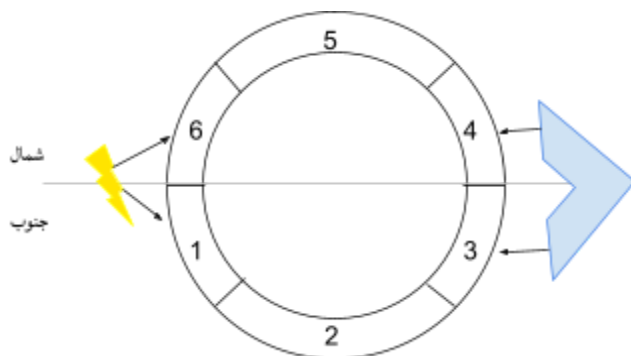
ب) عملکرد یک بازی با دو درخت که با روش جست و جوی خصمانه عمل می کند به این صورت است:

درخت اول: گرهی که در ریشه ی درخت است یک maximizer است و مقدار minimax آن برابر  $M$  است.

درخت دوم: یک درخت همسان است که هر گره minimizer با یک گره شانس، که توزیع احتمال دلخواه اما مشخص دارد، جایگزین شده است. مقدار خروجی این درخت که expectimax است برابر  $E$  است. با توجه به نکات گفته شده مقدار  $M$  و  $E$  را با هم مقایسه کنید و برای نتیجه ی خود دلیل بیاورید.

سوال ۲ (۳۰ نمره)

ساختمان دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر دانشگاه به شکل زیر است:



در این دانشکده ۶ استاد تدریس میکنند. (A, B, C, D, E, F)

دفتر اساتید می‌تواند کنار یکدیگر باشد اگر یک دیوار مشترک بین آن‌ها باشد، مثل دفتر ۱ و ۲ با ۱ و ۶. دفترها می‌توانند رو به روی یکدیگر باشند، مثل دفتر ۶ و ۳.

پنجره‌ی دفتر ۱ و ۶ رو به منبع برق دانشگاه و پنجره‌ی دفتر ۴ و ۳ رو به دریاچه است. همچنین دانشکده به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شده که دفاتر ۱، ۲ و ۳ در ناحیه‌ی جنوبی و دفاتر ۴، ۵ و ۶ در ناحیه‌ی شمالی هستند.

محدودیت‌ها به شرح زیر است:

۱. استاد A می‌خواهد دفتری رو به دریاچه داشته باشد تا از مناظر طبیعی لذت ببرد.
۲. دفتر دو استاد B و E نباید رو به روی یکدیگر باشد.
۳. استاد C دفتری رو به منبع برق می‌خواهد.
۴. دفتر دو استاد F و D باید در کنار یکدیگر باشد.
۵. دفتر دو استاد E و D باید رو به روی یکدیگر باشد.
۶. دفتر دو استاد A و C نباید در کنار یکدیگر باشد.
۷. دفتر دو استاد C و D باید در دو ناحیه‌ی مخالف باشد، یعنی اگر یکی از آن‌ها در ناحیه‌ی شمالی است، دیگری باید در ناحیه‌ی جنوبی باشد.
۸. دفتر هیچ دو استادی یکی نیست.

الف) متغیرها و دامنه و محدودیت‌ها را مشخص کنید.

ب) گراف محدودیت CSP این مسئله را رسم کنید.

ج) محدودیت سوم را به صورت ضمنی بنویسید.

د) بعد از اعمال محدودیت‌های ۱ و ۳، و تعیین کردن مقدار ۱ برای متغیر C، دامنه‌ی متغیرها به شکل زیر است. مقادیری که با استفاده از روش Forward Checking حذف می‌شوند را تعیین کنید.

A			3	4		
B	1	2	3	4	5	6
C	1					
D	1	2	3	4	5	6
E	1	2	3	4	5	6
F	1	2	3	4	5	6

ه) بعد از اعمال محدودیت‌های ۱ و ۳، تعیین کردن مقدار ۱ برای متغیر C و ۳ برای متغیر E، دامنه‌ی متغیرها به

شکل زیر است. تمامی مقادیری که در صورت اعمال arc consistency حذف می‌شوند را تعیین کنید.

توجه داشته باشید که اجرای arc consistency شامل تمام هرس‌های قبلی می‌شود.

A			3	4		
B	1	2	3	4	5	6
C	1					

D	1	2	3	4	5	6
E			3			
F	1	2	3	4	5	6

سوال ۳ (۲۰ نمره)

می‌خواهیم معادله رمزنگاری شده زیر را به صورت یک مسئله ارضای محدودیت (CSP) مدل کرده و حل کنیم.  
بدیهی است هر حرف نشان دهنده یک رقم و هر کلمه نشان دهنده یک عدد است.  
الف) متغیرها و دامنه آنها و محدودیت‌های سوال را به صورت ریاضیاتی بنویسید.  
ب) گراف محدودیت‌ها را رسم کنید.  
ج) با توجه به MRV و LCV با توضیح ترتیب اولویت‌ها یک جواب مسئله را بیابید.

DO

+ IT

---

NOW

(امتیازی ۱۰ نمره)

EAT

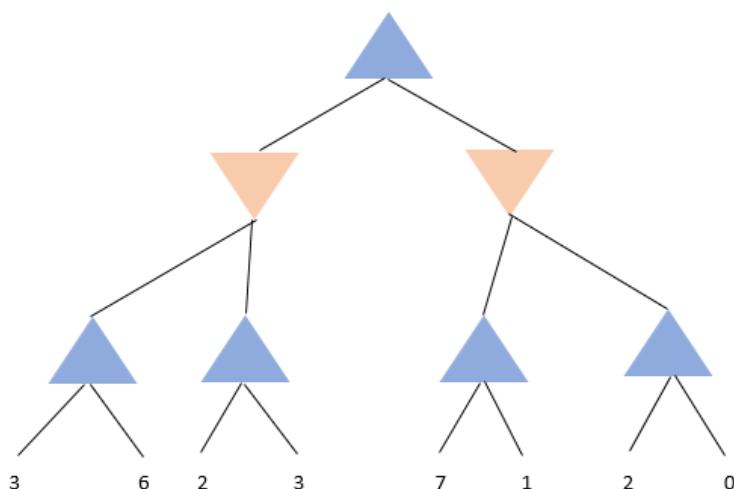
+ THAT

---

FROG

سوال ۴ (۱۰ نمره)

الف) مقادیر درخت Minimax زیر را پس از اجرای الگوریتم جایگذاری کنید.

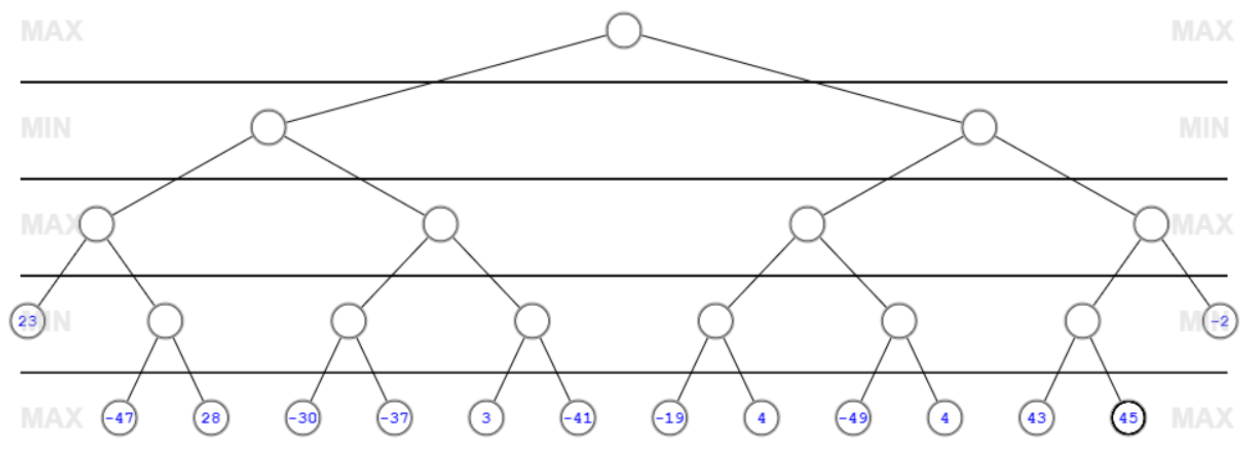


ب) فرض کنید در یک شرایط خاص، عامل maximizer، قابلیت این را دارد که حرکت حریف خود را کاملاً کنترل کند، اما هر بار بخواهد از این روش استفاده کند باید یک هزینه  $c$  پردازد که این هزینه در مقیاس همان مقادیر پایین درخت محاسبه می‌شود. هر دفعه که نوبت حریف است، عامل ما می‌تواند انتخاب کند که از قابلیتش استفاده کند یا اجازه دهد حریف خودش حرکتش را طبق minimax انجام دهد.

۱- با فرض  $c=2$ ، همان درخت قبلی را در نظر بگیرید. آیا بهینه است که عامل از قدرتش استفاده کند؟ اگر بله، مشخص کنید در کدام قسمت درخت از این قابلیت استفاده می‌کند. پاسخ را با  $c=5$  هم بررسی کنید.

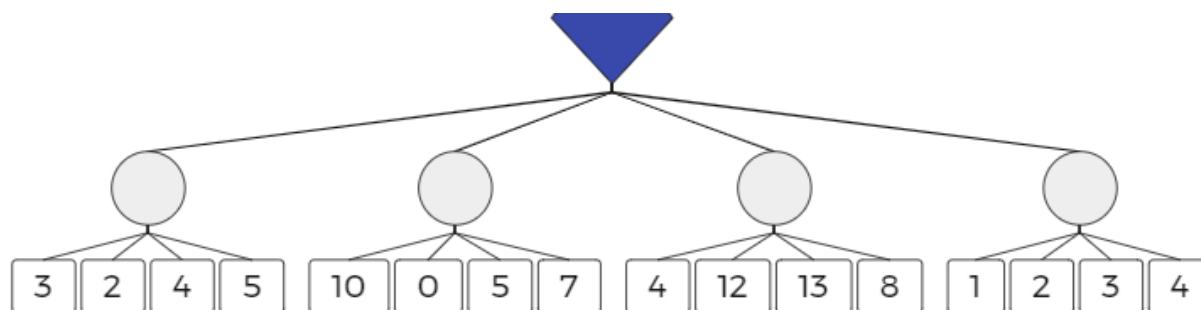
۲- فرض کنید حریف از قابلیت عامل ما آگاه شده است و به همین دلیل دیگر شیوه minimax همیشگی خود را پیش نمی‌گیرد و قابلیت‌های عامل ما را در نظر خواهد داشت. شبه کد الگوریتم استاندارد minimax را که در اسلایدها بررسی گردید به گونه‌ای تغییر دهید که مقدار بهینه را برای عامل ما با توجه به شرایط جدید بازگرداند. (امتیازی ۱۰ نمره)

پ) بر روی درخت زیر هرس آلفا بتا را انجام دهید

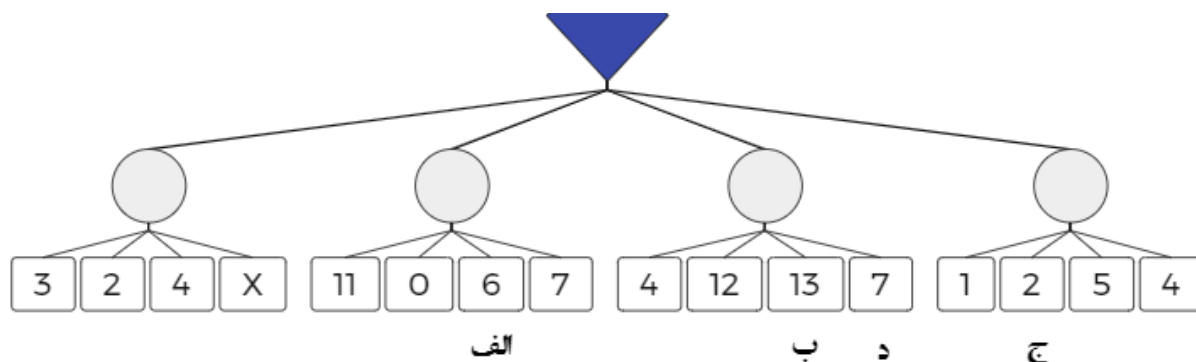


سوال ۵ (۲۰ نمره)

در این مسئله ما یک بازی را به صورت یک عامل کمینه کننده و یک عامل احتمالی مدل کرده ایم. فرض کنید که تمام فرزندان نود های احتمالی، احتمال رخ دادن های برابر دارند. (شروع بررسی از چپ ترین نود است). الف) درخت اکسپکت مین زیر را تکمیل کنید.



ب) فرض کنید که اطلاعات اضافه ای به شما داده می شود که تمام مقادیر مثبت هستند و نود های احتمالی دقیقاً ۴ فرزند دارند. حالا کدام نود ها را می توانستیم حرص کنیم؟  
ج) برای حرص کردن نود های درخت اکسپت ماکس، مانند حرص در قسمت ب، چه شرایطی نیاز است؟  
د) برای حرص شدن هر کدام از نود های الف، ب، ج و حرص نشدن د که در شکل زیر مشخص شدند، مقادیر مناسب برای x را بیابید. (شرایط بخش ب برقرار است).





## توضیحات تکمیلی

- پاسخ به تمرین ها باید به صورت فردی انجام شود. در صورت مشاهده تقلب، برای همه ی افراد نمره صفر لحاظ خواهد شد.
- پاسخ خود را در قالب یک فایل PDF بصورت تایپ شده یا دست نویس (مرتب و خوانا) در سامانه کورسز آپلود کنید.
- فرمت نامگذاری تمرین باید مانند AI\_HW2\_9931099.pdf باشد.
- در صورت هرگونه سوال یا ابهام از طریق ایمیل [ai.aut.fall2022@gmail.com](mailto:ai.aut.fall2022@gmail.com) با تدریسپاران در تماس باشید، همچنین خواهشمند است در متن ایمیل به شماره دانشجویی خود اشاره کنید.
- همچنین می توانید از طریق تلگرام نیز با آیدی های زیر در تماس باشید و سوالاتتان را مطرح کنید:
  - o @tnyaa
  - o @Elahehere
  - o @mahdi\_teii
- ددلاین این تمرین **۲۵ آذر ۱۴۰۱ ساعت ۲۳:۵۹** است و امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد، بنابراین بهتر است انجام تکلیف را به روز های پایانی موکول نکنید.