

به نام خدا



مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم بهار 1402

تمرین دوم

مهلت تحویل: 29 فروردین 1402 ساعت 23:55

---

سوال اول ( ۲۰ امتیاز)

جدول کلمات زیر را در نظر بگیرید:

1	2		3
4			

کلمات : APA, ASP, FALK, FALL, KAP, KUL, SPEL

خانه‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ محل شروع کلمات و در خانه‌های ۱ و ۴ کلمات به صورت افقی و از چپ به راست و در خانه‌های ۲ و ۳ کلمات به صورت عمودی پر میشوند. در خانه‌های مشکی نیز حرفی قرار نمی‌گیرد.

\*\*توجه: تعدادی از کلمات استفاده نمی‌شوند.

الف) این مسئله را در قالب CSP فرموله کنید و در آن متغیرها، دامنه‌ها، محدودیت‌ها و گراف محدودیت را مشخص کنید.

ب) پس از اعمال arc consistency دامنه هر متغیر را بنویسید.

پ) یک جواب برای این CSP پیدا کنید.

## سوال دوم (۲۵ امتیاز)

می‌خواهیم به پنج نفر از دانشجویان یک کلاس، کتاب هدیه دهیم. فرض کنید باید کتاب‌های اهدایی را از لیست عنوان‌های زیر انتخاب کنیم (از هر کتاب به تعداد لازم موجود است):

- (1) چنین گفت زرتشت
- (2) درمان شوپنهاور
- (3) برادران کارامازوف
- (4) بیچارگان
- (5) دوازده قانون زندگی
- (6) داستان دو شهر

اما برای اهدای کتاب‌ها به این دانشجویها به نام‌های آرش، بهار، فرشاد، جمشید و ترانه محدودیت‌های زیر وجود دارد:

- (1) کتاب‌های فرشاد و بهار حتماً باید متفاوت باشد.
- (2) آرش علاقه زیادی به فلسفه ندارد پس کتاب چنین گفت زرتشت نیچه برایش مناسب نیست.
- (3) بهار فقط به کتاب‌های درمان شوپنهاور، برادران کارامازوف و داستان دو شهر علاقه دارد.
- (4) فرشاد علاقه‌ای به کتاب‌های درمان شوپنهاور، بیچارگان و داستان دو شهر ندارد.
- (5) جمشید فقط به 4 کتاب اول لیست بالا علاقه دارد.
- (6) کتاب اهدا شده به ترانه باید حتماً در لیست بالا، قبل از کتاب جمشید باشد.
- (7) ترانه به کتاب داستان دو شهر علاقه‌ای ندارد.
- (8) باید به فرشاد و جمشید کتاب‌هایی اهدا شود که حتماً حرف اول عنوانشان یکسان باشد.
- (9) بهار فقط کتابی را می‌پذیرد که در لیست، پایین‌تر از کتاب اهدا شده به آرش قرار گرفته باشد.
- (10) جمشید و ترانه فقط کتاب‌هایی را می‌پذیرند که به دانشجوی دیگر اهدا نشده باشد.

این مسئله را به شکل CSP فرموله می کنیم:

الف) محدودیت های unary را مشخص کنید.

ب) محدودیت هشتم را به شکل صریح بنویسید.

ج) گراف محدودیت مسئله را رسم کنید.

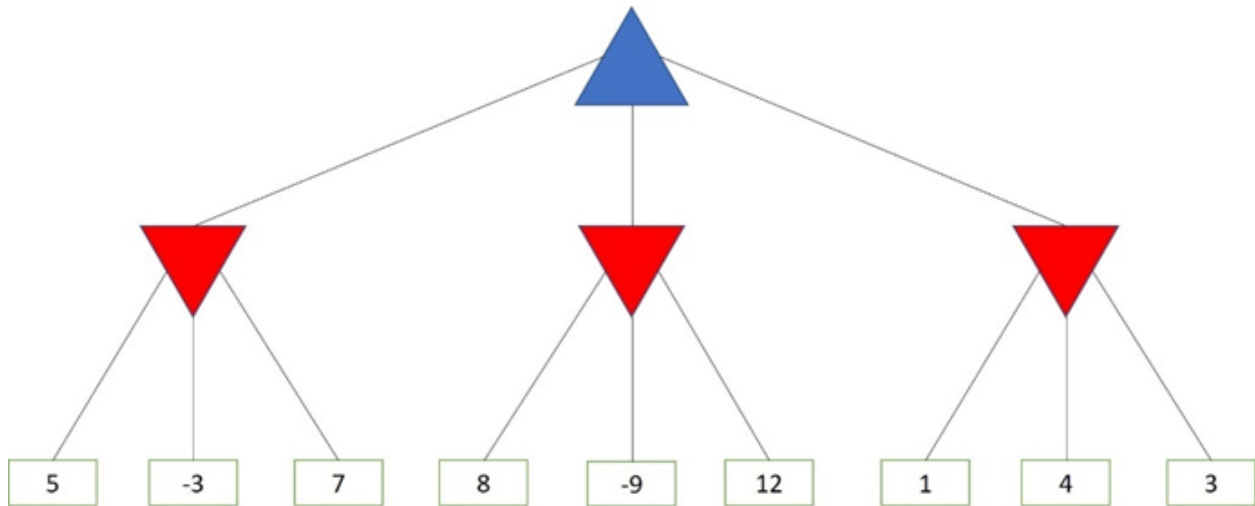
د) مقادیر موجود در دامنه های هر متغیر پس از اعمال محدودیت های unary در جدول زیر آمده است. برای هر یک از انتساب های ممکن F، انتساب های ممکن برای سایر متغیرها را تعیین کنید.

A		2	3	4	5	6
B		2	3			6
F	1		3		5	
J	1	2	3	4		
T	1	2	3	4	5	

ه) با در نظر گرفتن جدول بالا مشخص کنید با استفاده از هیوریستیک LCV متغیر F چه مقداری می گیرد و همچنین با استفاده از هیوریستیک MRV کدام متغیر ابتدا مقداردهی می شود.

سوال سوم (۱۵ امتیاز)

در یک مسابقه بین تیم های قرمز و آبی، تیم آبی می تواند نتیجه هر کدام از اقدامات خود را در بازی در قالب درخت minimax زیر ببیند:



نودهای آبی max و نودهای قرمز min هستند.

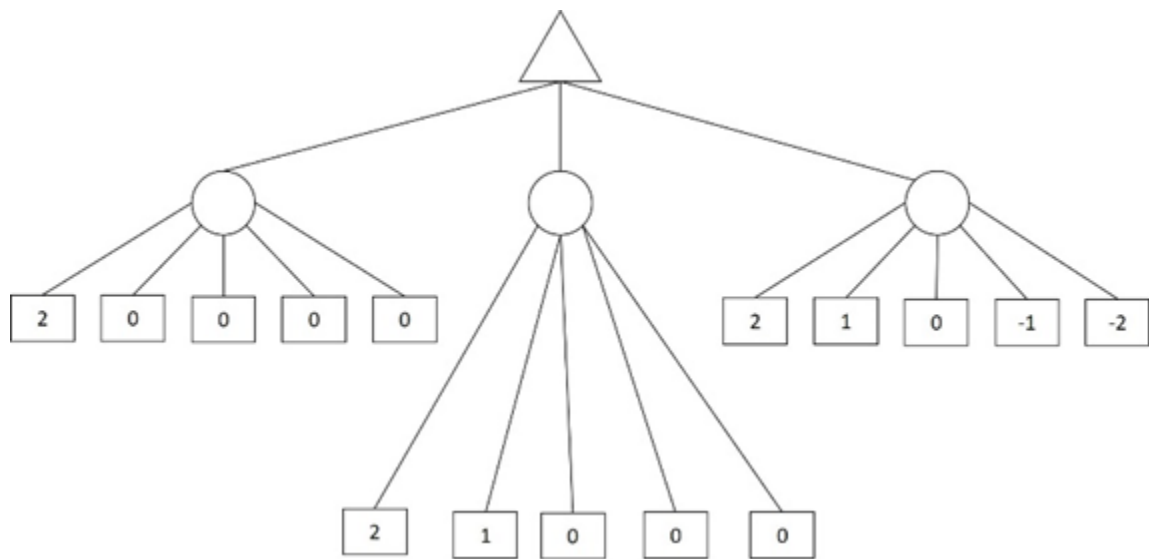
الف) بهترین نتیجه ای که تیم آبی می تواند در این موقعیت بگیرد چیست؟ با پر کردن درخت به این سوال پاسخ دهید. همچنین، با هرس آلفا-بتا گره هایی را که می شود هرس کرد، پیدا کنید.

ب) داور این مسابقه که توسط تیم قرمز خریداری شده است (!) می تواند ارزش هایی که گره قرمز به خود می-گیرد را به وسیله تابع ارزیابی  $y = x^2 + 2x + 6$  مقدار دهد و مقادیر این تابع را به تیم آبی تحویل دهد! با توجه به این نکته، آیا عملی که تیم آبی انجام می دهد با عملی که در قسمت الف انتخاب کرده متفاوت است؟ توضیح دهید.

ج) درخت بالا را بدون امتیازهای موجود در برگ های آن در نظر بگیرید (برگ های آن را خالی در نظر بگیرید). یک بازه برای مقادیر برگ ها پیشنهاد دهید که هنگامی که داور با استفاده از تابع ارزیابی قسمت ب ارزش گره های قرمز را به گره آبی می دهد، عمل انتخابی تیم آبی را تغییر نمی دهد.

#### سوال چهارم (۱۰ امتیاز)

درخت expectimax زیر را در نظر بگیرید. مثلث گره max و دایره گره شانس است.



الف) اگر در گره های شانس، با احتمال برابر به برگ ها برویم، مقدار نود های شانس و max در شکل را بنویسید و توضیح دهید در نهایت کدام زیر درخت توسط نود max انتخاب می شود.

ب) اگر بدانیم که هنگام پیمایش روی درخت، مقادیر روی برگ ها از چپ به راست غیر کاهشی هستند و پیمایش درخت را از گره های فرزند به صورت چپ به راست انجام دهیم، کدام یک از زیر شاخه های درخت بالا هرس می شوند؟

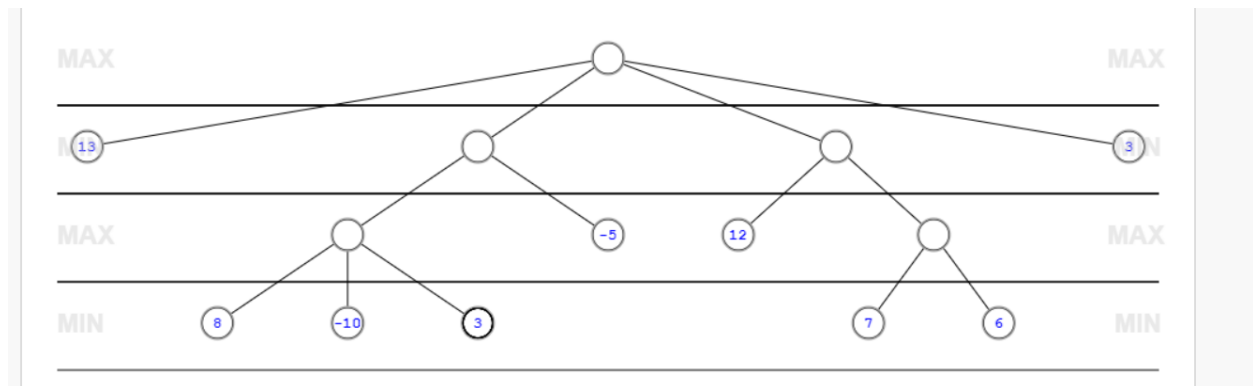
سوال پنجم (۱۰ امتیاز)

(الف)

یک مسئله CSP را در نظر بگیرید که  $n$  متغیر دارد و هر محدودیت آن شامل دو متغیر و اندازه دامنه متغیرها یکسان و برابر  $d$  باشد. اگر برای حل این مسئله از arc consistency استفاده شود، هر یال گراف محدودیت حداکثر چند بار نیاز به سازگار شدن دارد؟

(ب)

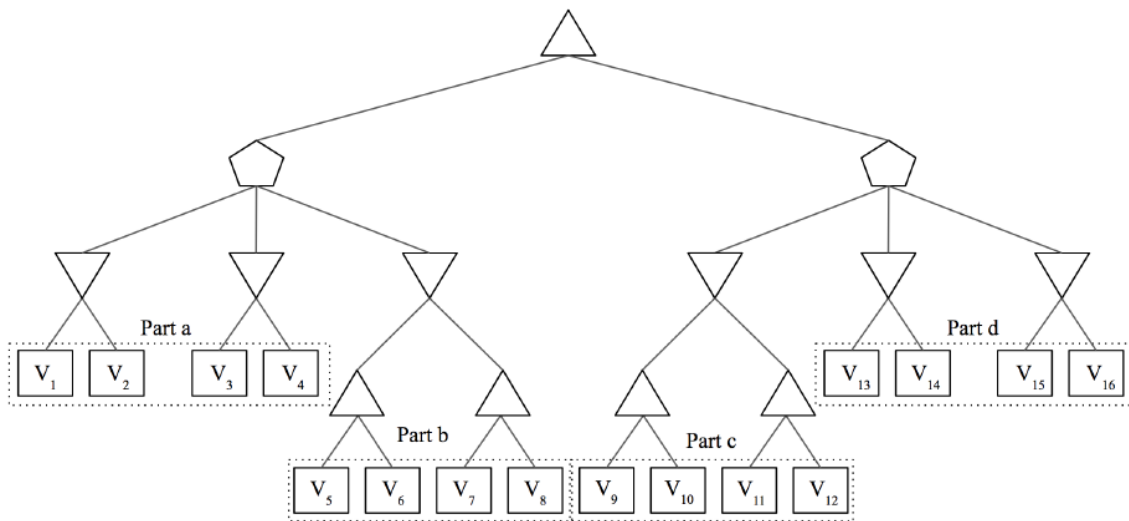
مشخص کنید در درخت زیر کدام یک از نودها را می توان هرس نمود (به همراه توضیح علت هرس)



سوال ششم (۲۰ امتیاز)

در درخت minimax زیر عاملی که با پنج ضلعی نشان داده شده است همواره فرزندان خود را انتخاب می کند. در هر کدام از بخش های مشخص شده (که با حروف a b c d مشخص شده اند) بررسی کنید که آیا وضعیتی وجود دارد که بتوان تعدادی از ترمینال نودهای موجود در هر بخش را هرس کرد یا خیر؟ اگر این امکان در یک بخش وجود داشت، عنوان کنید که با آن وضعیت، کدام برگ ها هرس می شوند؟ فرض کنید ترتیب ارزیابی از چپ به راست و همه  $V_i$  ها متمایز هستند.

رهنمایی: منظور از وضعیت، مقادیری است که هر گره می گیرد. همچنین برای یک بخش خاص، ممکن است تعدادی از برگ ها در یک وضعیت و تعدادی در یک وضعیت دیگر شانس هرس شدن داشته باشند، این نکته را هم در نظر بگیرید.





## توضیحات تکمیلی

- پاسخ به تمرین ها باید به صورت انفرادی انجام شود. در صورت مشاهده تقلب برای همه افراد نمره صفر لحاظ خواهد شد.
- پاسخ خود را در قالب یک فایل PDF به صورت تایپ شده و یا دست نویس (مرتب و خوانا) در سامانه کورسز آپلود کنید.
- فرمت نام گذاری تمرین باید مانند AI\_HW2\_9931062 باشد.
- در صورت هرگونه سوال یا ابهام از طریق ایمیل [aipring1401@gmail.com](mailto:aipring1401@gmail.com) با تدریسپاران در ارتباط باشید. همچنین خواهشمند است در متن ایمیل به شماره دانشجویی خود نیز اشاره کنید.
- همچنین می توانید از طریق تلگرام نیز با آیدی های زیر در تماس باشید و سوالاتتان را مطرح کنید:
- @ali\_nrb
- @eeajohsehale
- @Shafiei\_Maryam
- @Arriann
- ددلاین این تمرین ۲۹ فروردین ۱۴۰۲ ساعت ۲۳:۵۵ است. بهتر است انجام تکلیف را به روزهای پایانی موکول نکنید.