



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

هوش مصنوعی

نیم‌سال دوم ۹۹-۹۸

استاد: محمدحسین رهبان

مهلت ارسال: ۲۵ خرداد

آزمون میانترم

لطفا به موارد زیر توجه داشته باشید:

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- همکاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد بنابراین بهتر است انجام تمرین را به روزهای پایانی موکول نکنید.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

۱. در این مساله قصد داریم نوعی تغییر یافته از بازی پکمن را حل کنیم. در این بازی،  $k$  پکمن مختلف وجود دارد. هر کدام از این پکمن‌ها، در هر مرحله می‌تواند یک واحد به هر یک از جهت‌های، بالا، پایین، راست و چپ حرکت کند به شرط این که دیوار از حرکت او جلوگیری نکند. هدف این است که در حداقل تعداد حرکت ممکن، تمامی پکمن‌ها را در یک خانه یکسان جمع کنیم. (این که در چه خانه‌ای جمع شوند اهمیتی ندارد.)

ورودی: در خط اول ورودی، ۲ عدد  $n, m$  آمده‌اند که به ترتیب نشان‌دهنده‌ی تعداد سطر و ستون جدول هستند. سپس در  $m$  خط بعدی، در هر خط  $n$  عدد آمده است که ۱ نشان‌دهنده‌ی خانه‌ی خالی، ۲ نشان‌دهنده‌ی دیوار و ۳ نشان‌دهنده‌ی پکمن می‌باشد.

خروجی: در تنها خط خروجی، حداقل تعداد حرکت مورد نیاز برای جمع کردن همه‌ی پکمن‌ها در یک خانه را چاپ کنید.

## ۲. شرح مسئله

شما بعد از فارغ التحصیلی وزیر ارتباطات شده‌اید و می‌خواهید یک مناقصه برای ساخت دکل‌های مخابراتی (آنتن‌های تلفن همراه) برگزار کنید که در آن اپراتورها پیشنهادهای خود را ارائه می‌کنند. شما کشور را به  $M$  منطقه تقسیم کرده‌اید و از اپراتورها خواسته‌اید برای هر منطقه یک قیمت پیشنهاد  $^1$  کنند. اما اپراتورها زیرک هستند. آن‌ها می‌دانند اگر یک استان یا یک مجموعه از مناطق نزدیک به هم را به جای یک منطقه کوچک در اختیار بگیرند، سود بیشتری خواهند کرد. بنابراین تصمیم می‌گیرند به جای پیشنهاد قیمت برای یک منطقه، روی مجموعه‌ای از مناطق پیشنهاد بدهند. به عنوان مثال، یک اپراتور ممکن است ۱۰ میلیارد تومان برای مناطق ۱، ۳ و ۵ پیشنهاد کند اما برای هر یک از این مناطق به تنهایی ۳ میلیارد تومان پیشنهاد کند. شما می‌خواهید پیشنهادها را طوری قبول کنید که بیشترین درآمد را داشته باشید. می‌توانیم فرض کنیم تفاوتی میان سرویس ارائه شده توسط اپراتورها وجود ندارد و همه کیفیت مشابهی دارند. شما یک هدف دیگر نیز دارید. شما می‌خواهید عدالت را رعایت کنید. پس تصمیم می‌گیرید از یک اپراتور، حداکثر یک پیشنهاد را قبول کنید. همچنین فرض کنید که ایرادی نداشته باشد اگر در یک منطقه آنتنی نصب نشود. (محدودیتی برای این‌که تمام مناطق آنتن داشته باشند نداریم.)

## تعریف مسئله

$M$  منطقه داریم که در یک مناقصه ارائه شده‌اند. در کل  $B$  پیشنهاد از  $C$  اپراتور دریافت می‌شود. هر پیشنهاد شامل یک شناسه مربوط به اپراتور، یک مجموعه از مناطق، و یک مقدار پول پیشنهادی می‌شود. شما باید مجموعه‌ای از پیشنهادها را پیدا کنید که مجموع مبالغ آن‌ها بیشینه شود. مشخصاً نمی‌توان یک منطقه را به دو اپراتور داد و همچنین نمی‌توان دو پیشنهاد از یک اپراتور را قبول کرد. این مسئله را با استفاده از local search حل کنید. محدودیتی برای روش انتخابی شما وجود ندارد. (استفاده از برنامه‌ریزی خطی یا Linear Programming مجاز نیست.)

## ورودی

در اولین خط ورودی،  $M$  یا تعداد مناطق می‌آید. در خط بعد  $B$  یا تعداد پیشنهادها و در خط بعد  $C$  یا تعداد اپراتورها می‌آید. در  $B$  خط بعدی، به ترتیب شماره اپراتور، مبلغ پیشنهادی، و بعد تعدادی شماره منطقه می‌آید. در نهایت یک علامت # برای نشان دادن پایان پیشنهاد می‌آید.

## خروجی نمونه

در تنها خط خروجی شماره پیشنهادهایی که قبول می‌کنید را به ترتیب از کوچک به بزرگ بنویسید. در نهایت برای مشخص کردن تمام شدن خروجی یک علامت # چاپ کنید.

## ورودی نمونه

6  
4  
2

bid<sup>1</sup>

0 3000 0 1 4 #  
0 2000 0 1 5 #  
1 1000.5 2 3 #  
1 1525.75 0 1 2 3 4 5 #

خروجی نمونه

0 2 #

محدودیت‌ها

حداکثر زمانی که برای اجرای کد دارید ۱ دقیقه است. test case ها به اندازه کافی کوچک خواهند بود تا کدتان در صورت بهینه بودن، accept شود.

۳. در این مساله قصد داریم راس‌های یک گراف بدون جهت را رنگ کنیم به طوری که هیچ دو راس مجاور هم‌رنگ نباشند. نکته‌ی مهم این گراف این است که اگر راس شماره‌ی ۱ را از آن حذف کنیم، در گراف باقی‌مانده دوری وجود نخواهد داشت.

در ورودی ابتدا به شما ۳ عدد  $n, m, k$  داده شده که به ترتیب نشان‌دهنده‌ی تعداد راس‌ها، تعداد یال‌ها و تعداد رنگ‌هاست. سپس در  $n$  خط بعدی، در هر خط رنگ‌های مجاز برای هر راس و در  $m$  خط بعد از آن، یال‌های گراف می‌آید. در خروجی باید یک رنگ‌آمیزی معتبر گراف را چاپ کنید. اگر رنگ‌آمیزی معتبری وجود نداشت هم باید  $NO$  چاپ کنید.

ورودی نمونه:

6 9 3  
1 2  
1 2 3  
2 3  
2  
1 2 3  
1 2  
1 2  
1 3  
1 4  
1 5  
1 6  
2 3  
3 4  
4 5  
5 6

خروجی:

1 2 3 2 3 2

ورودی نمونه:

5 6 2  
1 2  
1 2  
1  
2  
1 2  
2 3  
2 4  
2 5  
1 3  
1 4  
1 5

خروجی:

NO

۴. در این سوال قصد داریم برنامه‌ای بنویسیم که با استفاده از آن بتوان در شبکه‌های بیز، استقلال شرطی را بررسی کرد. به این منظور به عنوان ورودی یک شبکه‌ی بیز و مجموعه‌ای از *evidence variable* ها داده می‌شود و از شما خواسته می‌شود به عنوان خروجی وابستگی و یا استقلال این دو متغیر را بررسی کرده و در صورت وابستگی، یکی از مسیرهای فعال آن را مشخص کنید.

ورودی:

در خط اول به ترتیب تعداد رئوس ( $n$ )، یال‌های شبکه ( $m$ ) و اندازه مجموعه‌ی *evidence variables* ( $z$ ) داده می‌شود.

در هر یک از  $m$  خط بعدی دو عدد ظاهر می‌شود که نشان‌دهنده‌ی آن است که یالی جهت دار از راس با شماره‌ی اول به راس با شماره‌ی دوم وجود دارد.

در  $z$  خط بعدی شماره رئوس *evidence variable* و در آخرین خط دو شماره می‌آید که شماره‌ی رئوسی است که استقلال خطی آن‌ها مورد سوال است.

خروجی:

در صورتی که دو متغیر مستقل بودند، عبارت **independent** و در غیر این صورت دنباله یکی از مسیرهای فعال آن را چاپ کنید.

۵. در این سوال می‌خواهیم سه نوع **Sampling** را جهت تخمین **inference** در شبکه‌های بیزین پیاده سازی کنیم:

• **Rejection Sampling**

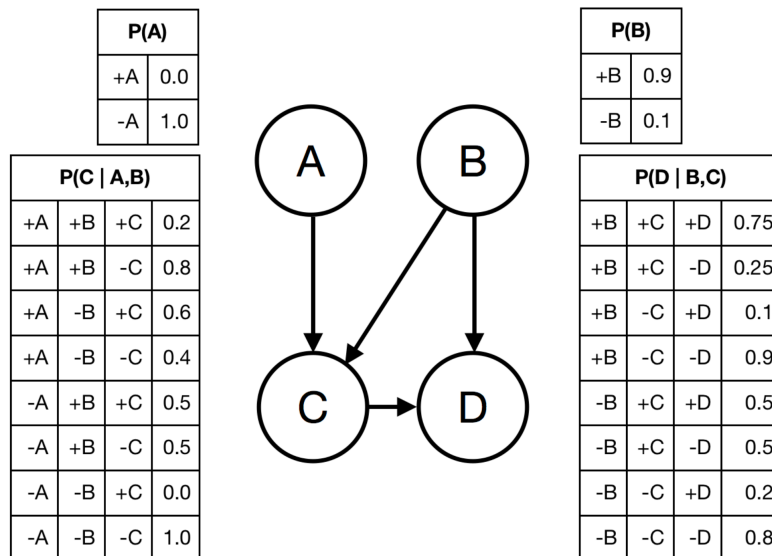
• **Likelihood Sampling**

• **Gibbs Sampling**

شما در این سوال باید کدی بنویسید که احتمالات شرطی مانند  $P(b|c)$  یا  $P(d| - a, b)$  را محاسبه کند. توجه کنید که تنها یک متغیر **query** داریم، اما متغیرهای **evidence** می‌توانند هر تعدادی باشند.

ورودی: در خط اول ورودی ابتدا عدد  $n$  که تعداد گره‌های شبکه بیزین است، خواهد آمد و سپس در خط بعدی  $n$  حرف الفبای انگلیسی به عنوان گره‌های شبکه خواهند آمد. سپس عدد  $m$  وارد خواهد شد و در  $m$  خط بعدی، احتمالات شرطی‌ای خواهند آمد که جدول شبکه بیز را مشخص خواهند کرد. در نهایت در خط پایانی یک کوثری خواهد آمد که احتمال یک متغیر خاص را با داشتن **evidence** داده شده، می‌خواهد.

برای مثال شبکه بیزین زیر را در نظر بگیرید:



برای این شبکه ورودی مشابه زیر خواهد بود:

4

A B C D

10

A 0.0

B 0.9

+A +B C 0.2

+A -B C 0.6

-A +B C 0.5

-A -B C 0.0

+B +C D 0.75

+B -C D 0.1

-B +C D 0.5



**-B -C D 0.2**

**D +C**

خروجی: در خروجی تنها باید یک عدد اعشاری گزارش کنید که تقریب مناسبی برای پرسمان داده شده باشد.