



هوش مصنوعی - تکلیف سوم

موعد تحویل ۴ خرداد ۱۴۰۰

پیش از حل سوالات به موارد زیر دقت کنید:

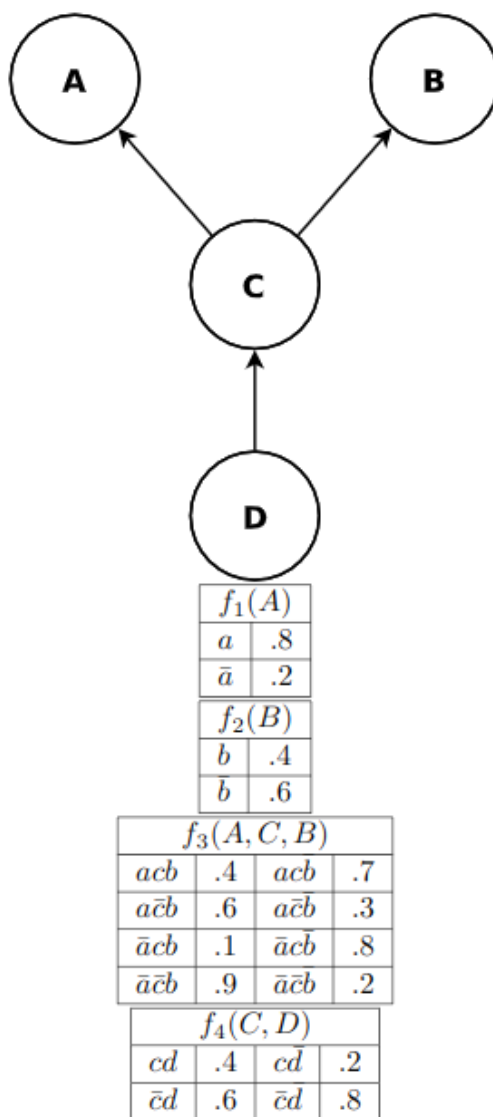
- تکلیف شامل سه سوال تئوری و دو سوال عملی می‌باشد.
- فقط به یکی از سوالات ۴ و ۵ پاسخ دهید.
- پاسخ قسمت تئوری را به صورت یک فایل PDF آماده کنید و به همراه فایل‌های مربوطه به سوالات عملی به صورت فشرده شده با نام `HW2_{Student Number}` در سامانه آپلود کنید.
- در تحویل تکالیف به زمان مجاز تعیین شده دقت نمایید. موعد تکالیف قابل تمدید نمی‌باشند. اما تا یک هفته پس از موعد اعلام شده با تاخیر تحویل گرفته می‌شوند.
- در صورتی که مجموع تاخیر کل تکالیف شما کمتر از ۲۴ ساعت باشد نمره‌ای از شما کسر نمی‌گردد. در غیر این صورت به ازای هر روز تاخیر ده درصد از نمره تکالیف شما کسر می‌گردد.
- پاسخ تکالیف را حتما در سامانه آپلود کنید و از ارسال تکالیف به ایمیل یا تلگرام اکیدا خودداری نمایید.
- در صورت وجود شباهت غیر قابل اغماض نمره‌ای به سوال تعلق نمی‌گیرد.
- در صورت وجود هرگونه ابهام می‌توانید در گروه تلگرام یا گروه اسکایپ سوالات خود را مطرح کنید.
- از طریق ایمیل‌های زیر می‌توانید با `ta` درس در ارتباط باشید.

– `mroghani+ai@ec.iut.ac.ir`

– `sahandzoufan79@gmail.com`

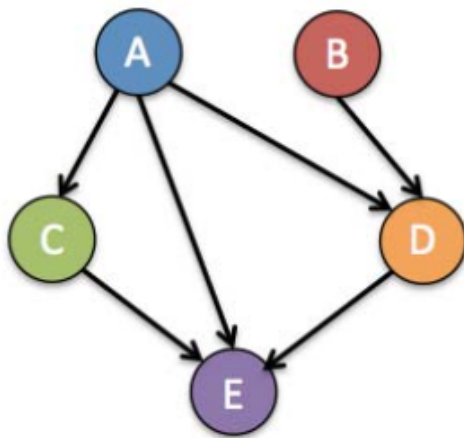
سوال ۱. در شکل زیر مشخصات یک شبکه بیزی به شما داده شده است. با استفاده از الگوریتم حذف متغیر ها که در کلاس تدریس شده است. احتمال شرطی زیر را بیابید.

$$P(A|B = t)$$

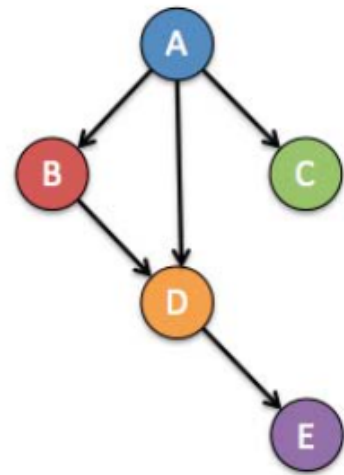


سوال ۲.

دو شبکه بیزی زیر را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر متغیر تصادفی میتواند یکی از مقادیر On یا off را اخذ کند.



Network 1



Network 2

حال با توجه به این دو شبکه به سوالات زیر پاسخ دهید.

آ) برای محاسبه کامل $P(A, B, C, D, E)$ با توجه به مثال حل شده در کلاس نیاز حداقل نیاز به چند پارامتر داریم (فرض شود که تمام احتمالات بین متغیرهای تصادفی مستقل از یکدیگرند).

ب) برای محاسبه کامل $P(A, B, C, D, E)$ با توجه به مثال حل شده در کلاس نیاز حداقل نیاز به چند پارامتر داریم (استقلال متغیرها بر اساس شبکه ۱ فرض شوند).

ج) برای محاسبه کامل $P(A, B, C, D, E)$ با توجه به مثال حل شده در کلاس نیاز حداقل نیاز به چند پارامتر داریم (استقلال متغیرها بر اساس شبکه ۲ فرض شوند).

د) برای شبکه ۲ احتمالات زیر را داریم دو احتمال

$$P(A = ON, B = ON, C = ON, D = ON, E = ON), P(E = ON | A = ON)$$

را محاسبه کنید.

$$P(A = ON) = 0.6$$

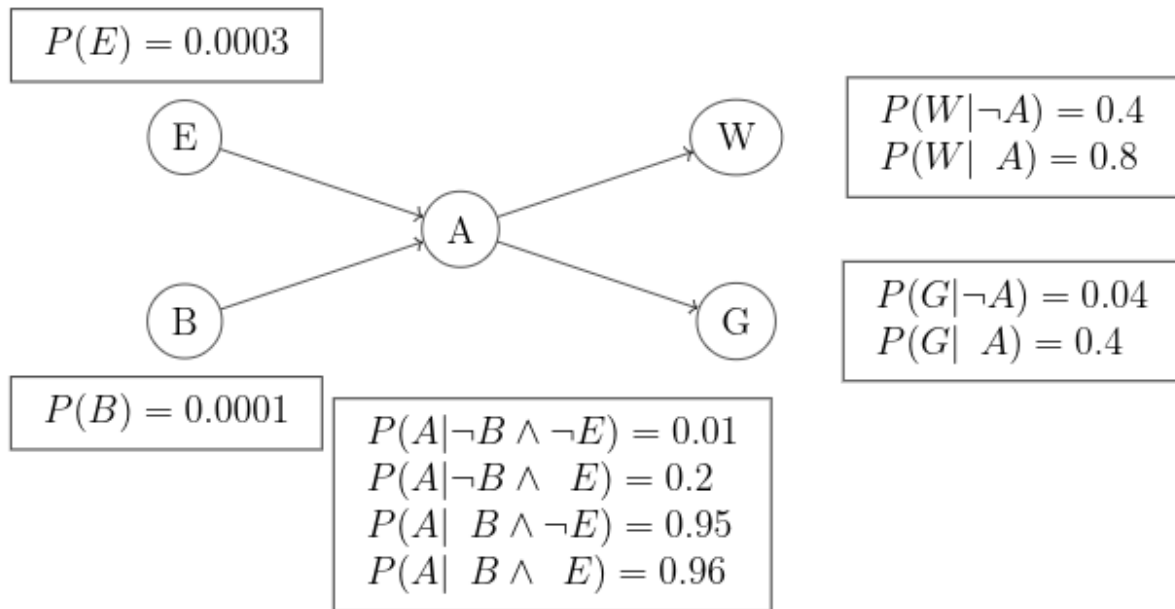
$$P(B = ON | A) = \begin{cases} 0.1, & A = OFF \\ 0.95, & A = ON \end{cases}$$

$$P(C = ON | A) = \begin{cases} 0.8, & A = OFF \\ 0.5, & A = ON \end{cases}$$

$$P(D = ON | A, B) = \begin{cases} 0.1 & A = OFF, B = OFF \\ 0.9 & A = ON, B = OFF \\ 0.3 & A = OFF, B = ON \\ 0.95 & A = ON, B = ON \end{cases}$$

$$P(E = ON | D) = \begin{cases} 0.8, & D = OFF \\ 0.1, & D = ON \end{cases}$$

سناریو هلمز که در کلاس بحث شد را به یاد بیاورید در این سوال میخواهیم که شبکه بحث شده را به صورتی دیگر بازآفرینی کنیم. و ترتیب متغیرها به صورت W, G, A, B, E میباشد (از چپ به راست). روند ساخت گراف جهت دار جدید را همانند مثال های حل شده در کلاس بنویسید. و در انتها گراف نهایی را رسم کنید. و همچنین در انتها احتمال $P(A|W)$ را با هر روش دلخواه محاسبه کنید. و راه حل خود را بنویسید.



فقط به یکی از سوالات ۴ و ۵ پاسخ دهید.

سوال ۴. (۳۰ نمره) برنامه‌ای بنویسید که توصیف یک مدل مخفی مارکوف را به همراه لیست مشاهدات بگیرد و $P(X_t|O_{1:T})$ را برای تمام زمان‌ها چاپ کند.

ورودی

در خط اول ورودی به ترتیب تعداد استیت‌ها (n)، تعداد رخدادهای ممکن (m) و تعداد مشاهدات انجام شده (T)، آمده است. در خط دوم n عدد که وضعیت ابتدایی مدل (π) است آمده است. در n خط بعدی در هر خط n عدد که توصیف کننده مدل ترنژیشن است، آمده است. در m خط بعدی در هر خط n عدد که توصیف کننده سنسور مدل است، آمده است. در خط بعدی T عدد آمده است که هر عدد شماره رخداد مشاهده شده در زمان t است.

نمونه ورودی

2 2 5
0.5 0.5
0.7 0.3
0.3 0.7
0.9 0.1
0.2 0.8
1 1 2 1 1

نمونه خروجی

0.867339 0.132661
0.820419 0.179581
0.307484 0.692516
0.820419 0.179581
0.867339 0.132661

سوال ۵. (۳۰ نمره + ۳۰ نمره تشویقی) به شما ماتریس ترنزیشن، سنسور مدل و مشاهدات یک مدل مخفی مارکوف داده شده است. به شما تعدادی کوئری داده می‌شود. در هر کوئری از شما خواسته شده که استیت اولیه‌ای را برای مدل بیابید که باعث شود که در زمان t احتمال استیت x بیشینه شود. یا به عبارت دیگر:

$$\operatorname{argmax}_{\pi} P(Xt, x)$$

ورودی

در خط اول ورودی به ترتیب تعداد استیت‌ها (n)، تعداد رخ داده‌های ممکن (m)، تعداد مشاهدات انجام شده (T) و تعداد کوئری‌ها (q) آمده است.

در n خط بعدی در هر خط n عدد که توصیف کننده مدل ترنزیشن است، آمده است.
در m خط بعدی در هر خط n عدد که توصیف کننده سنسور مدل است، آمده است.
در خط بعدی T عدد آمده است که هر عدد شماره رخداد مشاهده شده در زمان t است.
در q خط بعدی در هر خط دو عدد t و x آمده است. ($1 \leq x \leq n$ و $1 \leq t \leq T$)

خروجی

به ازای هر کوئری یک خط چاپ کنید که در آن n عدد آمده است که توصیف کننده استیت اولیه است.

نمونه ورودی

2 3 5 2
0.7 0.3
0.3 0.7
0.9 0.1
0.2 0.8
0.6 0.4
1 1 2 1 3
3 1
1 2

نمونه خروجی

1 0
0 1

راهنمایی

ابتدا مشخص کنید که چه قسمت‌هایی از الگوریتم forward-backward به π وابسته هستند. سپس برای راحتی کار معادلات مربوط به آن قسمت‌ها را به صورت ماتریسی بنویسید. از ضرایب نرمالیزیشن در محاسبات صرف نظر کنید.

سوال ۶. (۲۰ نمره + ۳۰ نمره تشویقی) در این سوال شما باید یک شبکه بیزی برای دیتاست بیماری‌های قلبی cleveland طراحی کنید. اطلاعات مربوط به این دیتاست را می‌توانید در این لینک مطالعه کنید. برای پیاده شبکه بیزی از کتابخانه pgmpy استفاده شده است. تمامی کدهای مربوط به مدل بیزی در اختیار شما قرار دارد. شما فقط باید یال‌های شبکه بیزی را طراحی کنید.

بدیهی است که این سوال جواب یکتا ندارد و از روش‌های مختلف به جواب‌های متفاوت می‌رسید. شما می‌توانید برای حل این مساله از توابع آماده یا روش‌های گفته شده در کلاس استفاده کنید. اما استفاده از روش‌های خلاقانه نمره تشویقی دارد. روش خود را گزارش دهید و توضیح دهید چرا از این روش استفاده کردید. ۳۰ نمره این سوال تشویقی بوده و وابسته به روش شما برای پیدا کردن یال‌ها است.