

بسمه تعالی

نیمسال دوم ۱۴۰۲-۱۴۰۱

وقت آزمون: ۱۳۰ دقیقه

هوش مصنوعی قابل اعتماد

امتحان پایان ترم

توجه: استفاده از کتاب، جزو و لپتاپ در حین امتحان غیرمجاز است.

توجه: نمره امتحان از ۱۳۰ نمره است و برای کامل شدن باید ۱۱۰ نمره کسب نمایید (۲۰ نمره امتیازی).

سوال ۱ سوالات پاسخ کوتاه (۱۵ نمره)

در هر یک از موارد زیر درست یا نادرست بودن آن را مشخص کنید و به صورت مختصر علت را توضیح دهید. (هر مورد ۵ نمره)

(الف) یک شبکه عصبی را برای یک مسأله طبقه‌بندی آموزش داده‌ایم. مشتق خروجی این شبکه نسبت به یک ویژگی حساس (sensitive attribute) دقیقاً صفر است. خروجی این مدل حتماً نسبت به مقادیر این ویژگی مستقل است.

(ب) استفاده از روش‌های Data augmentation خطای واریانس را کاهش و خطای بایاس را تغییری نمی‌دهد.

(ج) با داشتن توزیع احتمال توأم دو متغیر تصادفی، همواره می‌توان جهت رابطه‌ی علی میان آن دو را بدست آورد.

سوال ۲ (۱۰ نمره)

دو متغیر تصادفی x و y را در نظر بگیرید. می‌خواهیم جهت رابطه‌ی علی میان آن‌ها را پیدا کنیم. فرض کنید رابطه‌ی میان این دو متغیر به یکی از دو صورت زیر باشد:

$$y = g(x) + e_y \quad e_y \perp x$$
$$e_y \sim N(0, \sigma^2) \quad x = f(y) + e_x \quad e_x \perp y$$
$$e_x \sim N(0, \sigma^2)$$

که در روابط بالا، f و g دو تابع دلخواه و نامعلوم هستند.

یک مسأله رگرسن پیشنهاد دهید که با کمینه کردن تابع هدف آن بتوان جهت رابطه‌ی علی را بدست آورد. به عبارت دیگر، یک تابع هدف پیشنهاد دهید که کمینه کردن آن در هر یک از دو حالت بالا، ما را به سمت جهت درست رابطه‌ی علی هدایت کند.

سوال ۳ (۱۵ نمره)

می‌خواهیم یک سامانه‌ی بازیابی تصویر (Image Retrieval) طراحی کنیم. در این سامانه، یک پایگاهداده‌ای از تصاویر وجود دارد که می‌خواهیم جستجوی تصاویر را در این پایگاهداده به راحتی انجام دهیم. در واقع می‌خواهیم سامانه‌ای را طراحی کنیم که یک تصویر به عنوان query می‌گیرد و سامانه تصاویری که مشابه تصویر query هستند را پیدا کند.

می خواهیم با استفاده از روش های transfer learning و self-supervised یک مدل هوش مصنوعی برای این کار طراحی کنیم. پیشنهاد شما چیست؟ توضیح دهید که چه task ای را برای آموزش مدل بر اساس self-supervision تعریف می کنید. توضیح دهید که چرا فکر می کنید که این task برای مسأله اصلی (image retrieval) مناسب است.

سوال ۴ (۱۵ نمره)

یک soft classifier مبتنی بر روش 1-NN¹ را برای یک مسأله طبقه بندی دو کلاسه در نظر بگیرید. این طبقه بند، احتمال بر چسب برای یک نمونه ورودی را به صورت زیر محاسبه می کند:

$$P(y = 1 | x) = e^{-d(x, x_{nn})}$$

در رابطه‌ی بالا، x نمونه ورودی، x_{nn} نزدیک‌ترین نمونه آموزشی به x و $d(\cdot, \cdot)$ یک معیار فاصله است.

الف) (۸ نمره) در مورد میزان privacy این طبقه بند بحث کنید.

ب) (۷ نمره) چه راهکار پیشنهادی برای افزایش سطح privacy این طبقه بند دارید؟ توضیح دهید.

سوال ۵ (۱۵ نمره)

فرض کنید K تا soft-classifier در اختیار داریم که همه‌ی آن‌ها L -Lipschitz هستند:

$$(f_i(x) - f_i(x'))^2 \leq L \|x - x'\|_2^2 \quad i = 1, \dots, K$$

حال فرض کنید می خواهیم با تجمعی این طبقه بند، یک طبقه بند جدید به صورت زیر بسازیم:

$$g(x) = \sum_{i=1}^K w_i f_i(x)$$

به طوری که w_i ها مثبت و حاصل جمعشان ۱ است. ثابت کنید که $(x, g(x))$ است به طوری که $L \leq t$ است.

راهنمایی: نامساوی Cauchy-Schwarz به صورت زیر است:

$$\left(\sum_{i=1}^n u_i v_i \right)^2 \leq \left(\sum_{i=1}^n u_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n v_i^2 \right)$$

¹ 1-Nearest Neighbor

سوال ۶ (۱۵ نمره)

الف) (۷ نمره) چرا در پزشکی مدل‌های Predictive تشخیص بیماری با دقت خیلی بالا (بعضاً بهتر از پزشکان) کار می‌کنند، اما مدل‌های Prescriptive برای پیشنهاد درمان هنوز ابتدایی و ضعیف هستند؟

ب) (۸ نمره) چرا در بازی‌های آتاری مدل‌های Prescriptive خوب کار می‌کند؟ چه فرقی بین بازی‌های آتاری و پزشکی باعث می‌شود برای یکی مدل‌های Prescriptive خوب داشته باشیم برای یکی دیگر نداشته باشیم؟

سوال ۷ (۱۵ نمره)

الف) (۸ نمره) چرا شرکت‌های بزرگ هوش مصنوعی به دنبال افزایش قوانین مربوط به هوش مصنوعی هستند؟

ب) (۷ نمره) چه طور می‌توان جلوی استفاده‌ی کلاهبردارها از هوش مصنوعی برای کلاهبرداری را گرفت؟

سوال ۸ (۲۰ نمره)

الف) (۵ نمره) در توازن قدرت قشر فقیر و غنی، هوش مصنوعی بیشتر به کدام گروه کمک می‌کند؟ با ذکر چند مثال توضیح دهید.

ب) (۵ نمره) آیا مدل‌های تفسیرپذیر عادل‌تر هستند؟ توضیح دهید چرا.

ج) (۵ نمره) چه طور می‌توان یک مدل را عادل کرد؟

د) (۵ نمره) چرا عدالت بر اساس دانایی بهتر از عدالت از طریق نادانی است؟

سوال ۹ (۱۰ نمره)

اگر یک خودروی خودران تصادف کند، چه کسی مسئول هست؟ سطح گواهی هوش مصنوعی چه تاثیری در مسئولیت دارد؟

”حقیقت را با بی‌طرفی مطلق و با روحی آزاد از هرگونه تعصب جستجو کنید.“

رنه دکارت