



«مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم پائیز ۱۴۰۴»

پروژه چهارم

در انجام پروژه‌ها به نکات زیر توجه فرمائید:

- ۱ - پیاده‌سازی پروژه‌ها را به زبان برنامه‌نویسی پایتون انجام دهید.
- ۲ - مطابق قوانین دانشگاه هر نوع کپی‌برداری و اشتراک کار دانشجویان غیرمجاز است و پاسخ به پروژه‌ها باید به صورت انفرادی و بدون استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی انجام شود، در صورت مشاهده چنین مواردی با طرفین شدیداً برخورد خواهد شد.
- ۳ - فایل پروژه را با فرمت StudentID_AI_P04.zip تا ساعت ۲۳:۵۹ روز ۱۴۰۴/۱۰/۰۴ فقط در بخش مربوطه در سایت درس آپلود نمایید.
- ۴ - توجه نمایید پاسخ پروژه‌ها تنها در صورت آپلود در سامانه کورسز پذیرفته خواهد شد و ارسال پاسخ از طریق ایمیل یا تلگرام بررسی نخواهد شد.
- ۵ - در مجموع برای پروژه‌ها ۱۰ روز تاخیر مجاز دارید که می‌توانید در طول ترم بسته به شرایط از آن استفاده نمایید، در صورت اتمام تاخیر مجاز، هر روز تاخیر منجر به کسر ۲۰٪ نمره از پروژه مربوطه خواهد شد.

فهرست مطالب

۱.	ساختار فایل‌های پژوهش
۲.	تعریف شبکه بیزی و ساختار گراف
۳.	مقداردهی و ساخت جداول احتمال شرطی (CPT)
۴.	نمودار ساختار شبکه و جداول CPT
۵.	استنتاج در شبکه بیزی (Exact & Approximate)
۶.	فایل‌های مورد نیاز برای تحویل

«مدل احتمالاتی با شبکه‌های بیزی»

ساختار فایل‌های پروژه

۱. bayes_model.ipynb: شامل تمام دستورات برای ساخت مدل احتمالاتی و استنتاج از مدل ساخته شده.

۲. utils/bayes_net.py: شامل کلاس‌های مورد نیاز برای ساخت شبکه بیزی.

۳. utils/vis.py: شامل توابع مورد نیاز برای نمایش شبکه بیزی و جداول احتمالاتی.

تعريف شبکه بیزی و ساختار گراف

در نوتبوک، توضیحات ساختار شبکه هر مسئله و امکان رسم گراف در اختیار شما قرار داده شده است. شما باید شبکه خود را مطابق مسئله بسازید. پاسخ سوالات زیر را برای شبکه‌هایی که تعریف کرده‌اید در گزارش خود بنویسید.

۱. ساختار انتخاب شده چگونه روابط علت و معلولی مسئله واقعی را منعکس می‌کند؟
۲. اگر یک یال جدید بین دو گره اضافه یا حذف می‌شود، چه تغییری در تفسیر مدل ایجاد می‌شود؟

مقداردهی و ساخت جداول احتمال شرطی (CPT)

قالب CPT‌ها و مقادیر احتمالاتی را براساس منطق مسئله تعیین کنید. پاسخ سوالات زیر را برای شبکه‌هایی که تعریف کرده‌اید در گزارش خود بنویسید.

۱. اگر یک مقدار در CPT تغییر کند، کدام روابط در شبکه بیشترین حساسیت را خواهند داشت؟
۲. از نظر شما، کدام CPT در شبکه بیشترین نقش را در تعیین رفتار کلی مدل ایفا می‌کند؟ توضیح دهید.
۳. آیا جایی در شبکه مشاهده کردید که وابستگی شرطی موجب سادگی یا پیچیدگی مدل شود؟ مثال بزنید.

نمودار ساختار شبکه و جداول CPT

تابع‌های کمکی، ساختار شبکه و CPT‌ها را نمایش می‌دهند. با استفاده از این توابع ساختار شبکه خود را نشان دهید. پاسخ سوالات زیر را برای شبکه‌هایی که تعریف کرده‌اید در گزارش خود بنویسید.

۱. در شبکه شما کدام گره «متمرکز»‌تر است (والدهای زیاد یا فرزندان زیاد دارد) و این چه معنایی در تحلیل مسئله دارد؟
۲. اگر بخواهید شبکه را برای داده‌های واقعی گسترش دهید، تغییرات ساختاری از کجا آغاز می‌شود؟

استنتاج در شبکه بیزی (Exact & Approximate)

در این بخش از پروژه باید روش‌های مختلف استنتاج را پیاده‌سازی کنید. قالب کلی و توابع لازم در نوتبوک ارائه شده‌اند. دو دسته روش باید بررسی شوند:

الف) استنتاج دقیق (Exact Inference)

روش‌های مورد نیاز:

- شمارش کامل (Enumeration)

- حذف متغیر (Variable Elimination)

شما باید کوئری‌های مختلف را با این دو روش محاسبه کرده و تفاوت‌های عملکردی و محاسباتی را در گزارش توضیح دهید و همچنین پاسخ سوالات زیر را در گزارش خود بنویسید.

۱. چرا پیچیدگی زمانی Enumeration از نظر تئوری بالا است؟ در شبکه شما این موضوع چگونه مشاهده می‌شود؟ توضیح دهید
۲. حذف متغیر چگونه فضای محاسباتی را کاهش می‌دهد؟ مثال بزنید.
۳. ترتیب حذف متغیرها چه تأثیری بر سرعت اجرای الگوریتم دارد؟

ب) استنتاج تقریبی (Approximate Inference)

روش‌های مورد نیاز:

Rejection Sampling •

Likelihood Weighting •

Gibbs Sampling •

هدف، مقایسه کارایی، دقت و رفتار این سه روش و همچین روش‌های استنتاج دقیق روی کوئری‌های مشابه است. پاسخ سوالات زیر را در گزارش خود بنویسید.

۱. چرا Rejection Sampling در شبکه‌های با شواهد کم احتمال عملکرد ضعیفی دارد؟ آیا این

موضوع در مدل شما دیده شد؟

۲. چگونه مشکل Likelihood Weighting را کاهش می‌دهد؟ وزن‌ها چه نقشی

در نتایج بازی می‌کنند؟

۳. چه فرضی درباره ساختار شبکه دارد؟ آیا این روش روی شبکه شما سریع

همگرا شد؟

۴. دقت خروجی‌ها را بین سه روش مقایسه کنید. کدام یک پایدارتر بود؟

فایل‌های مورد نیاز برای تحويل

برای تحويل پروژه، لازم است فایل‌های زیر را ارسال کنید:

۱. نوتبوک تکمیل شده: شامل تمام کدهای خواسته شده و خروجی‌ها.

۲. گزارش پروژه (PDF): شامل توضیحات، پاسخ پرسش‌ها و تفسیر نتایج (همانند پروژه‌های قبلی، فایل گزارش این پروژه نیز باید جامع، کامل و شامل تفاسیر و تحلیل‌های موردنیاز باشد).

در مجموع، گزارش نهایی باید تصویری روشن از فرایند طراحی، پیاده‌سازی، آزمایش و تحلیل عملکرد عامل هوشمند شما ارائه دهد، صرفاً ذکر نتایج عددی کافی نیست.