

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری سوم

دستیار آموزشی:

امیررضا ملکوتی

تاریخ تحویل:

۱۴۰۳/۰۹/۰۲

## نکات تکمیلی:

۱. پاسخ سؤالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و کدهای سؤالات در فرمت ipynb. (همراه با خروجی سلول‌های نوت‌بوک) در یک فایل فشرده به شکل HW3\_StudentID.zip قرار داده و تا زمان تعیین شده بارگذاری نمایید.
۲. در مجموع تمام پروژه‌ها، ۷۲+۴۸ ساعت تاخیر در ارسال پاسخ‌ها مجاز است و پس از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره کسر می‌گردد.
۳. چنانچه دانشجویی پروژه را زودتر از موعد ارسال کند و ۷۵ درصد از نمره را کسب کند، تا سقف ۲۴ ساعت به ساعات مجاز تاخیر دانشجو اضافه می‌گردد.
۴. حداکثر تأخیر برای ارسال هر تمرین ۴ روز می‌باشد و بعد از ۴ روز امکان ارسال وجود ندارد.
۵. لازم به ذکر است توضیح کدها و نتایج حاصله باید در فایل PDF آورده شوند و از کد بدون گزارش نمره کسر می‌شود.
۶. ارزیابی تمرین بر اساس صحیح بودن راه‌حل، گزارش کامل و دقیق است.
۷. تمرین‌ها باید به صورت انفرادی انجام شوند و حل گروهی تمرین مجاز نیست.
۸. لطفاً برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص دهید و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
۹. سؤالات خود را می‌توانید در گروه مربوطه مطرح نمایید.

## سؤال ۱:

فرض کنید چهار نقطه با مختصات  $[1,0,0,0]$ ،  $[0,1,1,0]$ ،  $[0,0,0,1]$  و  $[1,1,0,0]$  داریم که نماینده نورون‌های ورودی هستند. هدف ما این است که این چهار نقطه را با استفاده از شبکه‌ی عصبی کوهونن (Kohonen) به دو گروه تقسیم کنیم. به همین دلیل، تعداد نورون‌های خروجی را ۲ فرض می‌کنیم، یعنی می‌خواهیم این چهار نقطه را به دو دسته جداگانه گروه‌بندی کنیم.

شرایط آموزش شبکه به شکل زیر است:

- مقدار اولیه بایاس نورون‌های خروجی ۰.۵ در نظر گرفته می‌شود.
  - وزن‌های اولیه به صورت تصادفی تعیین شده‌اند.
  - نرخ یادگیری شبکه (میزان تغییر وزن‌ها در هر مرحله یادگیری) برابر با ۰.۱ است.
  - برای محاسبه شباهت بین نورون‌ها، از فاصله اقلیدسی استفاده می‌شود؛ به این معنی که فاصله بین دو نقطه با محاسبه تفاوت مختصات آن‌ها به دست می‌آید.
- برای ساده‌سازی، لازم است محاسبات مربوط به این الگوریتم را تنها برای سه نقطه ورودی اول انجام دهید و نتایج این محاسبات را گزارش کنید. علاوه بر این، مراحل اصلی الگوریتم کوهونن را به صورت خلاصه توضیح دهید تا روند آموزش شبکه مشخص باشد و بتوان آن را ادامه داد. (۱۵ نمره)

## سؤال ۲:

چگونه می‌توان از نقشه‌های خودسازمان‌دهی (SOM) برای کاهش ابعاد داده‌های پیچیده استفاده کرد و این شبکه‌ها چه نوع اطلاعات توپولوژیکی و خوشه‌بندی را از ساختار داده‌ها استخراج می‌کنند؟ (۱۰ نمره)

## سؤال ۳:

کدام پارامترها در شبکه‌های عصبی تابع پایه شعاعی (RBF) بر دقت و کیفیت تقریب تابع اثر می‌گذارند، و چگونه می‌توان بهینه‌ترین مقادیر را برای این پارامترها تعیین کرد؟ در پاسخ، از روش‌های عددی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای تعیین این مقادیر نیز نام ببرید. (۱۰ نمره)

## سؤال ۴:

در یک پروژه پیاده‌سازی شبکه عصبی تابع شعاعی پایه (RBF)، روشی را پیشنهاد دهید که پیچیدگی محاسباتی را کاهش داده و کارایی شبکه را بهبود بخشد. با توجه به استفاده از مجموعه داده‌های بزرگ و متنوع،

چه راهکارهایی برای بهینه‌سازی فرایندهای یادگیری و پیش‌بینی پیشنهاد می‌کنید؟ همچنین، روش‌های مختلف کاهش ابعاد و انتخاب ویژگی چگونه می‌توانند در افزایش کارایی و دقت شبکه مؤثر باشند؟ (۱۵ نمره)

## سؤال ۵:

شبکه تابع پایه شعاعی (RBF) را برای حل یک مسئله تقریب تابع بر روی یک مجموعه داده غیرخطی پیاده‌سازی کنید. در این پیاده‌سازی، تأثیر تعداد نودهای لایه مخفی بر دقت تقریب تابع و توانایی شبکه در یادگیری الگوهای غیرخطی را بررسی کنید. برای ساخت دیتاست می‌توانید از مجموعه داده‌های غیرخطی موجود در کتابخانه sklearn (مانند make\_moons یا make\_circles) استفاده کنید. (۲۵ نمره)

روند کار به صورت زیر است:

- یک مجموعه داده غیرخطی بسازید یا انتخاب کنید.
- شبکه RBF را با استفاده از PyTorch پیاده‌سازی کنید.
- تعداد نودهای لایه مخفی را تغییر دهید و تأثیر آن بر عملکرد شبکه در تقریب تابع را تحلیل کنید.
- برای ارزیابی دقت، از معیارهای مناسب مانند میانگین خطای مربعات (MSE) یا دقت استفاده کنید.

**توجه:** این سؤال عملی است و لازم است از زبان برنامه‌نویسی پایتون و کتابخانه PyTorch استفاده شود. کدهای خود را همراه با توضیحات لازم ارائه دهید.

## سؤال ۶:

یک سیستم Kohonen طراحی کنید که بتواند داده‌های تصاویر را کاهش بعد داده و گروه‌بندی کند. برای این منظور از مجموعه داده CIFAR-100 استفاده کرده و تصاویر را به کمک شبکه Kohonen به بردارهای با ابعاد کمتر نگاشت کنید. تأثیر متغیرهای مختلف مانند نرخ یادگیری شبکه، اندازه شبکه (ابعاد نقشه خودسازماندهی شده)، و تعداد تکرارها را بر عملکرد مدل بررسی کنید. برای محاسبه فاصله بین نقاط داده از فاصله اقلیدسی استفاده کنید و نرخ یادگیری را برابر با ۰.۲ در نظر بگیرید. (۲۵ نمره)

**توجه:** این سؤال یک تمرین عملی بوده و باید با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون و کتابخانه PyTorch انجام شود. در نهایت، نمودارها و معیارهایی را برای ارزیابی عملکرد مدل ارائه دهید و چگونگی تأثیرگذاری متغیرهای ذکر شده بر نتایج را تحلیل کنید.

موفق باشید.