درس: سامانه‌های چند رسانه‌ای	**دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر**	
استاد درس: دکتر شریفیان	**ترم دوم سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵**	
استادیار درس: نجفی زاده، علی نژاد	**دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر**	

- نیازی به توضیح خط به خط کد نمی‌باشد اما روند کار و الگوریتم را در متن گزارش توضیح دهید.
- کد های ارسالی به صورت نوت‌بوک (ipynb) باشند و در هر بخش گزارش به فایل یا قسمت مربوطه ارجاع داده شود (به فایل پیوست نحوه تحویل تمرین مراجعه شود، ۱۰ درصد نمره تمرین به رعایت این نکات تعلق دارد).
- خروجی بخش های مختلف به صورت نمودار و جدول حتما همراه با تحلیل و نتیجه‌گیری باشد تا نمره کامل تعلق گیرد.

۱) مجموعه داده

۱-۱ بررسی مجموعه داده

مجموعه داده Fashion-MNIST شامل تصاویر کالاها و لباس‌های خط تولید زالاندو (Zalando) است که به عنوان جایگزینی چالش‌برانگیز برای MNIST کلاسیک طراحی شده است. این مجموعه داده شامل تصاویری در ۱۰ دسته مختلف (مانند تی‌شرت، کفش، کیف، کت و...) است. هر نمونه در این مجموعه داده، یک تصویر سیاه و سفید (تک‌کاناله) با ابعاد ۲۸ در ۲۸ پیکسل است که به صورت یک سطر افقی با ۷۸۴ ویژگی (پیکسل) به همراه یک ستون برای برچسب ذخیره شده است. مقادیر هر پیکسل عددی بین ۰ (سیاه مطلق) تا ۲۵۵ (سفید مطلق) است.

Fashion MNIST

فراوانی هر دسته را نمایش دهید و چند تصویر از این مجموعه داده را نشان دهید.

۱-۲ پیش پردازش مجموعه داده

پیش پردازش مجموعه داده یعنی آماده‌سازی، تمیزکاری و مهیا کردن داده‌های خام، قبل از اینکه آن‌ها را به مدل هوش مصنوعی بدهیم برای این منظور موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

مدیریت داده‌های مفقود
حذف داده‌های تکراری
عددی کردن دسته‌ها
نرمال‌سازی
استانداردسازی

با توجه به جدول فوق پیش پردازش های لازم را روی مجموعه داده بررسی یا انجام دهید. (توجه: مجموعه داده مورد استفاده به صورت استاندارد و تمیز در اختیار قرار گرفته است و احتمالا نیازی به خیلی از موارد پیش پردازش نباشد.)

۳-۱ آماده سازی مجموعه داده

داده های خود را به مجموعه های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون تقسیم بندی کنید و در مورد اندازه تقسیم بندی خود بحث کنید. با توجه به کتابخانه خود (PyTorch) تبدیلات لازم را برای استفاده از داده ها اعمال کنید.

۲) آماده سازی مدل

۲-۱ شبکه (MLP)

با توجه به انتخاب مجموعه داده، تعداد نورن های لایه ورودی و لایه خروجی مشخص می باشد(؟). اکنون به دنبال تعیین دو مدل MLP بر اساس جدول زیر هستیم.

مدل سبک	Model 1
مدل هرمی	Model 2

- مدل سبک: طراحی شبکه با حداقل پارامتر ممکن.
- مدل هرمی: طراحی شبکه حداقل ۲ لایه پنهان به طوری که در هر مرحله تعداد نورون‌ها کم شود تا اطلاعات به مرور فشرده شوند.

۲ مدل پیشنهادی بر اساس استدلال منطقی طراحی کنید و سپس در مرحله آموزش بهترین معماری پیشنهادی را ارائه دهید.

۲-۲ انتخاب سایر هایپرپارمترها

در این قسمت باید در مورد انتخاب بهینه هایپرپارمترهای مناسب برای آموزش مدل خود بحث کنید. با استفاده از جدول پیشنهادی زیر، ابتدا در مورد کاربرد این هایپرپارمترها بحث کنید.

Optimization	SGD, Adam
Activation Function	ReLU, Sigmoid
Loss	MSE, CrossEntropy
Learning Rate	0.1,0.01
Batch Size	32, 64, 128

با استدلال منطقی هاپیرپامترهای مناسب را انتخاب کنید و سپس در مرحله آموزش بهترین نحوه آموزش هر مدل را ارائه دهید.

۳) آموزش مدل

۳-۱ آموزش اولیه

در این قسمت، ۲ معماری خود را به تعداد ۱۵ دوره آموزش دهید و نمودار های خطا را برای داده های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون نشان دهید. در مورد دقت،حافظه مورد نیاز و سرعت آموزش مدل ها بحث کنید. همچنین بررسی کنید آموزش مدل‌ها

به درستی انجام شده است یا خیر(Underfit, Overfit , …). سپس با تغییر مناسب تعداد دوره های آموزش بهترین دقت را در مدل انتخابی خود بدست آورید.

۳-۲ بهبود آموزش

در این قسمت می خواهیم با استفاده از ۳ روش مرسوم جهت افزایش دقت و جلوگیری از بیش برازش روند آموزش خود را بهبود دهیم. در ادامه هر یک از ۲ مدل را با یکی یا ترکیبی از روش های زیر بهبود دهید.(سعی کنید بهترین مقدار متغییر را برای این روش ها پیدا کنید به عنوان مثال در مورد Dropout می توان محل های اضافه شدن و همچنین ضریب آن را برای تعدادی حالت اجرا کرده و بهترین را نتیجه‌گیری کنید)

Early Stopping
Dropout
Batch Normalization

۳-۳ انتخاب بهترین مدل

در این قسمت با توجه به تجربه خود در بخش های قبل بهترین مدل پیشنهادی برای بخش ۲-۱ و هایپرپارمتر های آموزش را مشخص نمایید و در مورد دلیل انتخاب خود توضیح دهید.

۴) ارزیابی مدل و آموزش

۴-۱ متغییر های ارزیابی

ابتدا به صورت مفهومی توضیح دهید هر کدام از ملاک های زیر چه کاربردی دارند و سپس ۲ مدل بخش ۳-۳ را با استفاده از معیار های زیر برای داده های آزمون مقایسه کنید.

Accuracy
Confusion Matrix
F1-Score
Loss

۴-۲ تفسیر مدل

در یکی از مدل های آموزش داده شده، خروجی نورون‌های یکی از لایه‌های پنهان مدل را برای تعدادی از داده‌های ورودی (مثلاً ۱۰۰ نمونه) محاسبه و ذخیره کنید. سپس برای تمام نورون‌های آن لایه، ضریب همبستگی بین خروجی‌های شان را محاسبه کرده و نتیجه را به‌صورت نمودار (مثلاً heatmap یا ماتریس همبستگی) نمایش دهید. آیا برخی نورون‌ها خروجی‌های مشابهی دارند(یعنی همبستگی بالایی بین آن‌ها وجود دارد)؟ اگر یکی از این نورون‌های بسیار مشابه را حذف یا غیرفعال کنید، دقت مدل روی داده‌های آزمون چقدر تغییر می‌کند؟

موفق باشید