



بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تهران

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

تمرین اول درس هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته – آبان ۱۴۰۳



اهداف

هدف این تمرین آشنایی با فرآیند طراحی، آموزش و ارزیابی یک شبکه عصبی MLP برای دسته‌بندی تصاویر دیتاست Fashion-MNIST است. دانشجویان با پیاده‌سازی شبکه عصبی، بدون استفاده از کلاس‌های سطح بالای PyTorch، مقایسه خروجی‌ها و دقت مدل‌ها، و تحلیل عملکرد بر روی CPU و GPU، دید عمیق‌تری نسبت به مفاهیم بنیادی یادگیری عمیق و بهینه‌سازی مدل‌ها کسب می‌کنند.

مقدمه

برای دستیابی به هدف تعیین شده، از میان طیف گسترده‌ای از انواع شبکه‌های عصبی موجود، ما یک مثال ساده و کاربردی از شبکه‌ی MLP در نظر گرفته‌ایم. در ادامه توضیح مختصری درباره‌ی این دسته از شبکه‌ها داده شده و سپس در بخش‌های بعدی نیازمندی‌های لازم برای انجام تمرین ذکر شده است.

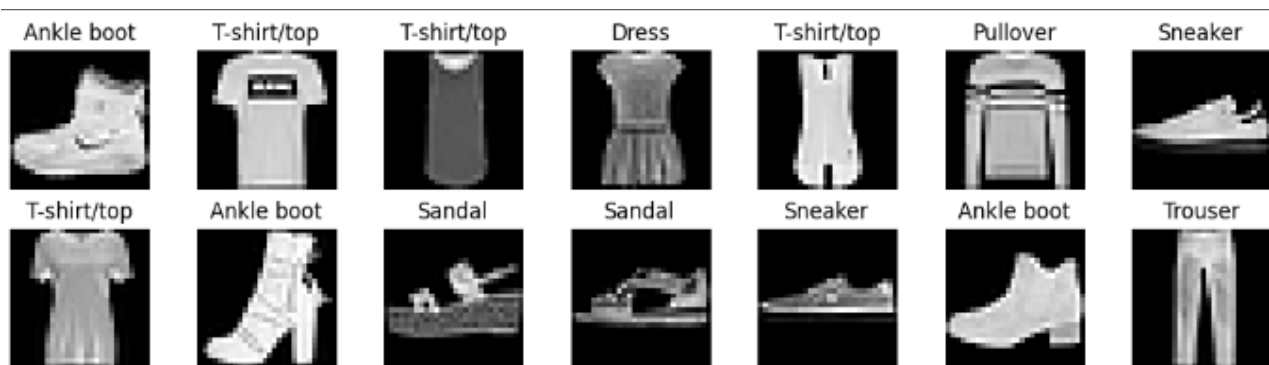
شبکه MLP

یک شبکه عصبی چند لایه پرسپترون^۱ (MLP) نوع اساسی از شبکه‌های عصبی مصنوعی است که در یادگیری ماشین و یادگیری عمیق استفاده می‌شود. شبکه‌های MLP به خاطر توانایی در مدیریت یک دسته وسیع از وظایف، شامل مسائل دسته‌بندی و رگرسیون، شناخته می‌شوند. به دلیل سبک وزن بودن و محاسبات کم این شبکه‌ها، به راحتی قابل پیاده‌سازی بر روی سخت‌افزار با استفاده از ماژول‌های MAC^۲ هستند. این مدل‌ها، در کاربردهای زیادی در زمینه‌های بسیار متنوع، مانند پردازش تصویر و تشخیص لبه^۳ تصویر، جهت حل مسائل راه یافته اند.

دیتاست

دیتاست Fashion-MNIST شامل ۷۰,۰۰۰ تصویر سیاه و سفید از لباس‌ها و کفش‌هاست که در ۱۰ کلاس مختلف دسته‌بندی شده‌اند. هر تصویر دارای ابعاد ۲۸ در ۲۸ پیکسل است. این دیتاست شامل ۶۰,۰۰۰ تصویر آموزشی و ۱۰,۰۰۰ تصویر تست است. دسته‌بندی‌ها شامل انواع پوشاک مانند تی‌شرت، کت، کیف و کفش هستند. Fashion-MNIST برای ارزیابی مدل‌های بینایی کامپیوتری در تشخیص اشیاء و طبقه‌بندی تصاویر استفاده می‌شود.

^۱ Multi-layer Perceptron
^۲ Multiply And Accumulator
^۳ edge



شکل ۱- بخشی از مجموعه داده Fashion-MNIST

۱- پیش نیازهای انجام تمرین

۱. آشنایی با پایتان
۲. کتابخانه های تورچ و پایتورچ در پایتان

۲- مراحل انجام تمرین

مرحله ۱: طراحی و پیاده سازی مدل MLP با استفاده از PyTorch

- یک مدل MLP با ساختار مناسب برای دسته بندی (classification) تصاویر ۲۸ در ۲۸ پیکسلی دیتاست Fashion-MNIST طراحی کنید.
- مدل را با استفاده از داده های آموزشی، آموزش دهید.
- مدل آموزش دیده را با استفاده از داده های آزمایش (Test) ارزیابی کرده و دقت آن را گزارش کنید. (دقت بالای ۸۸.۸۰ درصد باشد)

مرحله ۲: ذخیره وزن های مدل PyTorch

- پس از اتمام آموزش، وزن های مدل را با استفاده از توابع ذخیره سازی PyTorch ذخیره کنید

مرحله ۳: پیاده سازی بخش اینفرنس مدل بدون استفاده از کلاس های PyTorch

- مدل MLP را بدون استفاده از کلاس های سطح بالای PyTorch پیاده سازی کنید. تنها از ماژول های پایه ای مانند torch.matmul (توابعی مانند ReLU یا softmax را خودتان پیاده سازی کنید)
- وزن های ذخیره شده از مدل PyTorch را بارگذاری کرده و در مدل جدید استفاده کنید.
- مدل را بر روی داده های آزمایش اجرا کرده و خروجی ها را تولید کنید.

مرحله ۴: مقایسه خروجی لایه های دو مدل

- خروجی هر لایه از مدل PyTorch و مدل پیاده سازی شده سفارشی را برای دو نمونه ورودی چاپ کنید.
- تفاوت های احتمالی را بررسی کرده و اطمینان حاصل کنید که خروجی ها تا حد ممکن مشابه هستند.

مرحله ۵: مقایسه دقت دو مدل

- دقت هر دو مدل را بر روی داده‌های آموزش محاسبه کرده و نتایج را مقایسه کنید.
- اطمینان حاصل کنید که دقت مدل پیاده‌سازی شده سفارشی تفاوتی با مدل PyTorch ندارد.

مرحله ۶: نوشتن تابعی برای چاپ تعداد پارامترها

- یک تابع بنویسید که تعداد کل پارامترها و تعداد پارامترهای هر لایه را برای هر دو مدل محاسبه و چاپ کند.

مرحله ۷: اجرای بخش اینفرنس بر روی CPU و GPU

- بخش اینفرنس هر دو مدل را بر روی CPU و GPU اجرا کنید.
- زمان اجرای هر کدام را به میلی‌ثانیه اندازه‌گیری و گزارش کنید.
- برای اندازه‌گیری زمان می‌توانید از توابع زمان‌سنجی مانند `time.time()` استفاده کنید.

مرحله ۸: گزارش نهایی و تحلیل نتایج

- تمامی نتایج و مشاهدات خود را در قالب یک گزارش مستند کنید.
- توضیح دهید که چگونه پیاده‌سازی سفارشی شما با مدل PyTorch مطابقت دارد.
- تحلیل کنید که چگونه زمان اجرا بر روی CPU و GPU متفاوت است و دلایل احتمالی را بیان کنید.
- به چالش‌ها و راهکارهایی که در طی انجام تمرین با آن‌ها مواجه شده‌اید اشاره کنید.

لازم است موارد زیر جهت تحویل تمرین و ارائه‌ی گزارش رعایت شوند:

- گزارش خود را در بخش‌های مجزا شامل چکیده، نحوه‌ی انجام کار، نتایج به دست آمده، تحلیل نتایج، نتیجه‌گیری و ضمائم بیاورید. فایل گزارش باید بر اساس فرمت قرار داده شده در سایت درس باشد.
- فایل گزارش به صورت PDF و doc باشد. کد خود را نیز آپلود نمایید.
- تمرین را با فرمت YourName_StudentNo_EAI\ .rar آپلود کنید.
- تمرین به صوت انفرادی انجام شود.
- نمره از ۱۰۰ محاسبه می شود و به ازای هر روز تاخیر در اپلود تمرین، به اندازه 2^x (x تعداد روز تاخیر) از نمره شما کسر می‌شود.
- در صورت مشاهده تشابه زیاد کدها و گزارش، طبق قوانین درس رفتار خواهد شد.
- تمرین تحویل حضوری دارد که زمان آن بعدا اعلام خواهد شد.

طراحان تمرین:

امیرحسین محمودی

amirho.mahmoudi@gmail.com

مهدی محمدی نسب

mahdimn۲۰۱۱@yahoo.com