

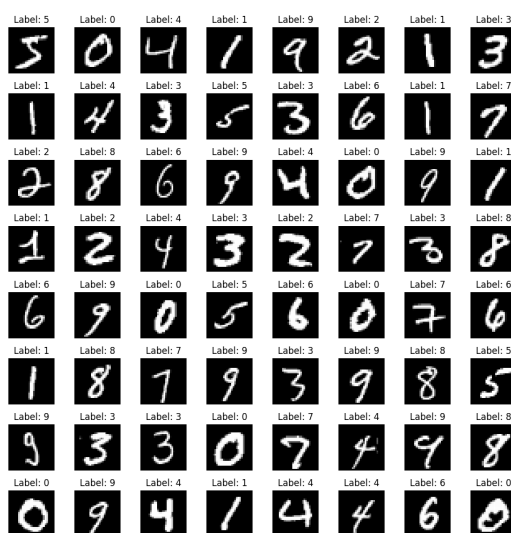
گزارش پیاده‌سازی مدل شبکه عصبی روی دیتاست MNIST

هیوا ابوالهادی زاده ۴۰۴۰۵۰۴
درس یادگیری ماشین

۷ آذر ۱۴۰۳

۱ مقدمه

هدف این پروژه پیاده‌سازی یک مدل ساده شبکه عصبی برای طبقه‌بندی تصاویر دیتاست MNIST است. این دیتاست شامل ۶۰,۰۰۰ تصویر برای آموزش و ۱۰,۰۰۰ تصویر برای تست است که هر تصویر یک عدد دست‌نویس از ۰ تا ۹ را نشان می‌دهد. در این پروژه، یک مدل شبکه عصبی به کمک کتابخانه‌ی PyTorch پیاده‌سازی شده است.



شکل ۱: دیتاست

۲ ساختار مدل

مدل شبکه عصبی مورد استفاده در این پروژه شامل سه لایه Linear است که بین آن‌ها از تابع فعال‌سازی ReLU استفاده شده است. ساختار مدل به صورت زیر است:

□ لایه ورودی: ۷۸۴ نورون (اندازه تصویر پس از صاف کردن به یک بردار یک‌بعدی)

□ لایه مخفی اول: ۵۱۲ نورون با تابع فعال‌سازی ReLU

□ لایه مخفی دوم: ۵۱۲ نورون با تابع فعال‌سازی ReLU

□ لایه خروجی: ۱۰ نورون (برای ۱۰ کلاس دیتاست MNIST)

۳ روش‌ها و تنظیمات آموزش

برای آموزش مدل از تابع هزینه CrossEntropyLoss و بهینه‌ساز Adam استفاده شد. تنظیمات آموزش به شرح زیر است:

□ تابع هزینه: CrossEntropyLoss که برای مسائل طبقه‌بندی مناسب است.

□ بهینه‌ساز: Adam با نرخ یادگیری ۰.۰۰۶.

□ سائز Batch: ۶۴

□ تعداد Epochها: ۵

۴ ارزیابی مدل

برای ارزیابی مدل از معیارهای زیر استفاده شد:

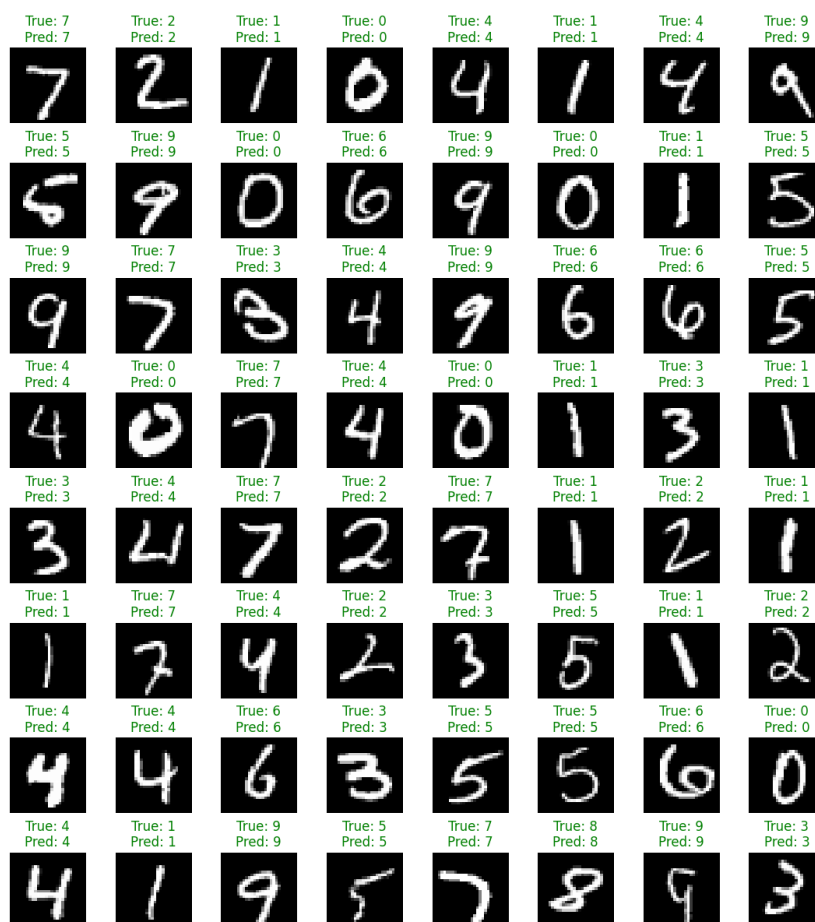
□ دقت (Accuracy): ۹۶۲۲.۰

□ دقت مثبت (Precision): ۹۶۲۶.۰

□ یادآوری (Recall): ۹۶۲۲.۰

□ امتیاز F1: ۹۶۲۱.۰

این نتایج نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب مدل در شبیه‌سازی و طبقه‌بندی تصاویر دیتاست MNIST است. تمامی این معیارها در محدوده مطلوبی قرار دارند که نشان‌دهنده تعادل خوب بین دقت مدل و توانایی آن در شناسایی نمونه‌های مختلف از کلاس‌های مختلف است.



شکل ۲: خروجی پیش‌بینی مدل

۵ نتایج و مقایسه بهینه‌سازها

مدل با استفاده از بهینه‌سازهای مختلف آموزش داده شد. در اینجا نتایج به‌دست‌آمده برای هر کدام از بهینه‌سازها آورده شده است:

□ RMSProp بهترین عملکرد را داشت و سریع‌ترین کاهش Loss و بیشترین دقت را روی مجموعه‌ی تست ارائه داد.

□ Adam عملکرد خوبی داشت و نتایج مشابه با RMSProp را نشان داد.

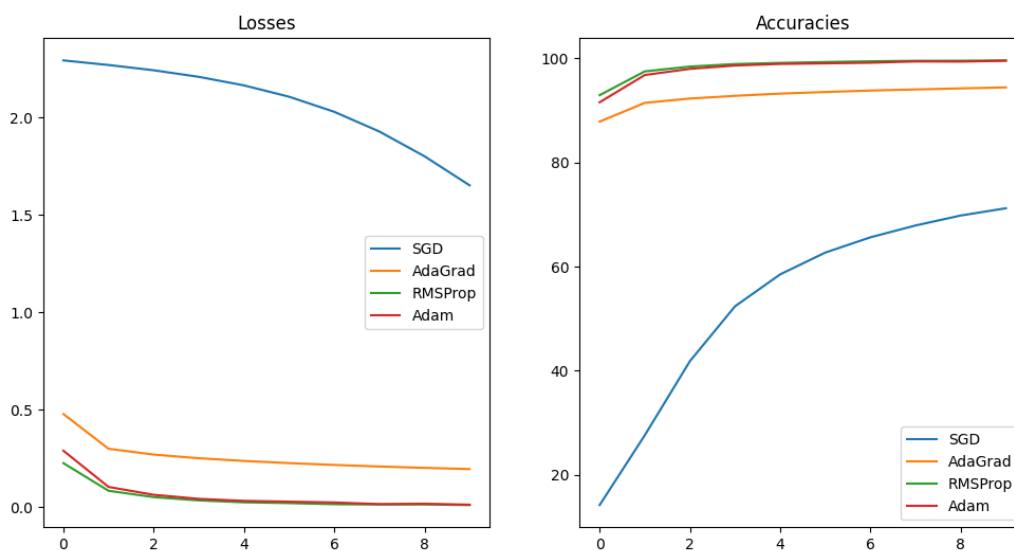
□ Adagrad در مقایسه با Adam و RMSProp عملکرد کمی ضعیف‌تری داشت.

□ SGD با وجود اینکه ساده‌ترین روش بهینه‌سازی است، نتایج نسبتاً ضعیفی از خود نشان داد.

نمودارهای Loss و Accuracy برای هر بهینه‌ساز، که در ادامه آورده شده است، نشان می‌دهد که RMSProp و Adam بهترین نتایج را داشته‌اند.

□ نمودار Loss: کاهش سریع و ثابت Loss برای RMSProp و Adam مشاهده می‌شود.

□ نمودار Accuracy: RMSProp به بالاترین دقت (۹۸٪) دست یافته است، در حالی که SGD دقت پایین‌تری (۸۰٪) دارد.



شکل ۳: مقایسه‌ی بهینه‌سازها

۶ نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهند که RMSProp به دلیل ترکیب هوشمندانه نرخ یادگیری پویا و کاهش سریع Loss، در این پروژه بهترین عملکرد را داشته است. بهینه‌ساز SGD به دلیل عدم همگرایی سریع، نتایج ضعیف‌تری به دست داده است. در آینده، می‌توان مدل را با تغییر نرخ یادگیری و استفاده از تکنیک‌هایی مانند Momentum بهینه‌تر کرد.