

مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین

نیمسال اول ۹۷-۹۸

مدرس: دکتر صابر صالح

تمرین عملی سری چهارم

• مهلت تحویل تمرین کامپیوتری: ۱۳۹۷/۱۰/۱۴ •

۱ مقدمه

در این تمرین به بررسی و پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی تمام متصل و همچنین شبکه‌های عصبی کانولوشنی با استفاده از کتابخانه Keras پرداخته می‌شود. داده‌هایی که در این تمرین از آن استفاده خواهید کرد، تصاویری از ۱۰ حرف انگلیسی بصورت دست نوشته است. حروف موجود A, B, C, D, E, F, G, H, I و J هستند. در تصویر زیر نمونه‌ای از داده‌ها را می‌توانید مشاهده کنید:



دو فایل با نام‌های train.data و test.data در اختیار شما قرار گرفته است. این فایل‌ها هر کدام شامل یک dictionary هستند که می‌توانید با استفاده از کتابخانه pickle آن‌ها را load کنید. فایل train.data دارای ۲ کلید data و labels است که در آن data یک آرایه numpy به شکل (۱, ۲۸, ۲۸)، ۴۰۰۰۰ است که هر عضو (۱, ۲۸, ۲۸) یکی از تصاویر حروف در دیتاست است. labels نیز یک آرایه numpy با ابعاد (۱۰, ۴۰۰۰۰) است که از کد کردن حروف بصورت one-hot بدست آمده است. فایل test.data نیز مانند train.data است با این تفاوت که کلید labels را ندارد.

۲ شبکه عصبی تمام متصل

در این بخش شما باید یک شبکه تمام متصل آموزش دهید. این شبکه شامل یک لایه مخفی با ۵۰ نورون با تابع فعال‌ساز sigmoid و لایه خروجی با ۱۰ نورون با تابع فعال‌ساز softmax است. برای بهینه‌سازی نیز از Gradient Descent با گام 0.01 و تابع هزینه Cross Entropy استفاده کنید. همچنین، ۲۰٪ از داده‌های آموزش را بصورت تصادفی برای اعتبارسنجی (حین یادگیری) جدا کنید و سپس مدل خود را آموزش دهید.

۱. نمودار تابع هزینه را برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی حین آموزش رسم کنید. سپس ماتریس confusion را برای داده‌های اعتبارسنجی رسم کرده و دقت کلی مدل را گزارش کنید.^۱

۲. شبکه را با استفاده از تابع tanh برای لایه مخفی آموزش دهید و مشابه سوال قبل نتیجه را در گزارش خود بیاورید. نتیجه را با قسمت قبل مقایسه و تحلیل کنید.

۳. شبکه سوال قبل را با استفاده از ۵۰۰ نورون برای لایه مخفی (با تابع tanh) آموزش دهید و مشابه سوال قبل نتیجه را در گزارش خود بیاورید.

۴. شبکه را با دو لایه ۱۰۰ نورون برای لایه مخفی (با تابع tanh) آموزش دهید و نتیجه را در گزارش خود بیاورید. با به دست آوردن تعداد پارامترهای این مدل و مدل سوال ۳ و با توجه به نمودارهای تابع هزینه و دقت، این دو ساختار را مقایسه کنید.

^۱ راهنمایی: برای رسم نمودار می‌توانید از TensorBoard استفاده کنید و یا با استفاده از CSVLogger در قسمت Callbacks مقادیر را ذخیره و بعداً رسم کنید.

۳ شبکه عصبی کانولوشنی

در این بخش با استفاده از یک شبکه کانولوشنال به حل مساله پرداخته می‌شود. یک شبکه با ساختار زیر در نظر گرفته و با بهینه‌ساز Adam با گام 0.001 و تابع هزینه Cross Entropy آن را آموزش دهید:

۶۴ فیلتر کانولوشن با ابعاد 5×5 با گام ۲ و تابع فعال‌ساز ReLU
لایه max-pooling با ابعاد پنجره 2×2 و گام ۱
۶۴ فیلتر کانولوشن با ابعاد 5×5 با گام ۱ و تابع فعال‌ساز ReLU
لایه max-pooling با ابعاد پنجره 2×2 و گام ۱
۱۲۸ فیلتر کانولوشن با ابعاد 5×5 با گام ۱ و تابع فعال‌ساز ReLU
۱۲۸ فیلتر کانولوشن با ابعاد 5×5 با گام ۱ و تابع فعال‌ساز ReLU
یک لایه تمام متصل با ۲۵۶ نورون و تابع فعال‌ساز ReLU
لایه خروجی با ۱۰ نرون و تابع فعال‌ساز softmax

۱.۳ سوال ۱

مشابه قسمت قبل، ۲۰٪ از داده‌های آموزش را بصورت تصادفی برای اعتبارسنجی (حین یادگیری) جدا کنید و سپس، مدل خود را آموزش دهید. ابتدا نمودار تابع هزینه را برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی رسم کنید. سپس ماتریس confusion را برای داده‌های اعتبارسنجی رسم کرده و دقت کلی مدل را گزارش کنید. برای هر حرف تعدادی از عکس‌هایی که به اشتباه دسته‌بندی شده‌اند را رسم کنید و خودتان سعی کنید آنها را تشخیص دهید!

۲.۳ سوال ۲ (دارای نمره امتیازی رقابتی)

با استفاده از تکنیک‌هایی مانند Dropout، Batch Normalization و Data Augmentation سعی کنید دقت دسته‌بندی را افزایش دهید. نمودار تابع هزینه را برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی در مدل نهایی خود رسم کنید. سپس ماتریس confusion را برای داده‌های اعتبارسنجی رسم کرده و دقت کلی مدل را گزارش کنید. برای نمره کامل این سوال باید به دقت ۹۴ درصد بر روی دادگان اعتبارسنجی برسید. افرادی که به دقت بالاتر از این میزان برسند، بر اساس دقت آن‌ها بر روی داده‌های تست اصلی و به صورت رقابتی نمره تشویقی این قسمت را به دست می‌آورند. (در صورتی که به دقت بالاتر رسیدید، با استفاده از مدل خود نتایج را برای داده‌های تست پیش‌بینی کنید و در فایل CNN.csv ذخیره کنید).

۳.۳ سوال ۳ (امتیازی)

در شبکه‌های عمیق وزن‌های لایه‌های کانولوشن می‌توانند بصورت عملیات پردازش تصویر، مثلاً تشخیص لبه، تعبیر شوند. برای لایه اول چند مورد از فیلترهای لایه اول مدل آموزش یافته خود را در کنار هم در یک تصویر رسم کنید و سعی کنید آنها را بصورت معناداری تعبیر کنید (برای دیدن اثر این فیلترها می‌توانید آنها را روی چند عکس اثر دهید و خروجی را ملاحظه کنید). همچنین خروجی لایه اول را برای یکی از تصاویر پایگاه داده به دست آورده و به صورت تصویر ذخیره کنید. این تصاویر را با تحلیل قبلی خود از فیلترها تطبیق دهید.