

هو الحق

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

مهلت: ۱۳ خرداد ۱۳۹۸

آشنایی با شبکه‌های CNN



در این پروژه شما قرار است با طراحی یک Convolutional Neural Network یا CNN به وسیله کتابخانه‌ی pytorch و روی داده‌های CIFAR 10 به بررسی نحوه عملکرد این شبکه و تغییر پارامترهای آن به قصد بهبود پردازش.

• Convolutional Neural Networks

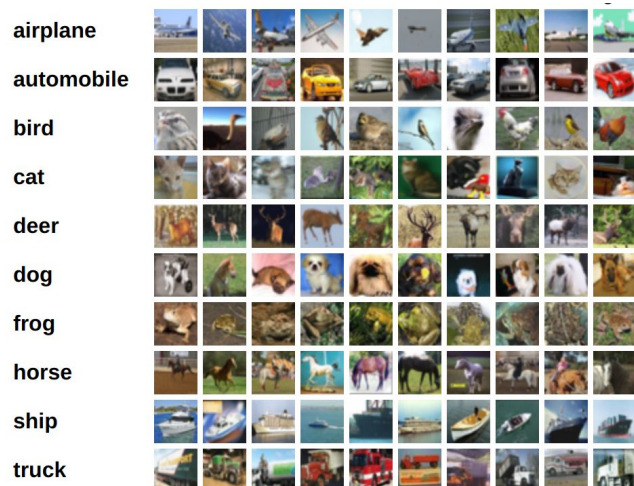
این شبکه‌ها کاربرد گسترده‌ای در پردازش و طبقه‌بندی تصاویر دارد. در اینجا سعی شده تا توضیح کلی‌ای از نحوه کار آن‌ها برای درک بهتر چگونگی طبقه‌بندی آورده شود.

ایده‌ی این شبکه‌ها از تحقیقات بیولوژیکی روی نورون‌های چشم گربه بدست آمده. بررسی‌ها نشان داده‌است که تعدادی از نورون‌ها زمانی که مرزهای افقی و یا منحنی و ... مشاهده می‌شود شروع به فعالیت می‌کنند و به طور کلی به نظر می‌رسد که الگوهای جزئی برای تشخیص در مغز به وسیله‌ی بینایی وجود دارد.

با مشاهداتی که در بالا توضیح داده شد، این شبکه‌ها به منظور شناخت الگوها به صورت لایه به لایه طراحی و پیشنهاد شد. یکی از لایه‌های مهم در این شبکه‌ها Convolution layer هستند. برای مثال، در ابتدایی‌ترین این لایه‌ها، الگوهایمانند انحنا، خطوط مورب، خطوط عمودی و ... تشخیص داده می‌شود. این کار به سادگی، با تقسیم تصویر به بخش‌های مختلف - مثلاً مربع‌های 5×5 - و convolve کردن هر بخش تصویر با یک مربع دیگر که داده‌ی پیکسل‌های آن منطبق بر یکی از الگوهای گفته شده‌است - که به آن فیلتر گفته می‌شود - و در نهایت تبدیل آن به یک عدد اسکالر یا مربعی کوچکتر صورت می‌گیرد. با بسط دادن همین ایده، در ادامه می‌توان با بررسی داده‌ی خروجی این لایه، به کشف الگوهای کلی‌تر، مثل سر، چشم و ... پرداخت. برای آشنایی بیشتر با این شبکه‌ها این [لینک ۱](#) و [لینک ۲](#) می‌تواند مفید باشد.

• شرح پروژه:

دیتاستی که شما قرار است طبقه‌بندی را بر روی آن انجام دهید دیتاست CIFAR 10 متشکل از ۱۰ دسته تصویر است که باید عکس‌ها را در آن‌ها طبقه‌بندی کنید.



همانطور که گفته شد برای پیاده‌سازی این تمرین، شما باید از کتابخانه‌ی pytorch استفاده کنید. با استفاده از این کتابخانه در ابتدا داده‌ی این دیتاست را لود کنید. توجه کنید که داده‌ی test و train شما متفاوت است.

بخش اصلی پیاده‌سازی شما، طراحی یک شبکه‌ی CNN با استفاده از امکانات این کتابخانه است. در این بخش شما یک شبکه با تعداد محدودی لایه‌ی پنهان - بین ۱ تا ۳ - طراحی می‌کنید که تعدادی از این لایه‌ها Convolution layer ها هستند.

شما باید بخش‌های زیر را پیاده‌سازی کنید:

● نکات پیاده‌سازی:

- در پیاده‌سازی این بخش‌ها، شما باید از Cross-Entropy به عنوان تابع هزینه استفاده کنید. همچنین روش بهینه‌سازی Schotastic Gradient Descent به همراه momentum است و activation function شما تابع relu است. در هر بار training مقدار epoch را برابر 5 قرار دهید و batch size پیش‌فرض شما 32 باشد.

- اجرای این پروژه ممکن است از شما زمان زیادی بگیرد. در این صورت اگر روی سیستم خود GPU ی مجهز به CUDA دارید، کدهای خود را روی آن اجرا کنید. در غیر این صورت می‌توانید از سیستم رایگانی که Google در اختیار شما قرار می‌دهد، با نام COLAB برای اجرای کدهای خود استفاده کنید.

بخش‌های زیر را پیاده‌سازی کنید و نتایج را به طور کامل در گزارش کار خود ذکر کنید:

1. شبکه را بدون هیچ پردازشی بر روی داده‌ها آموزش دهید. سعی کنید با سعی و خطا بهترین ترکیب برای تعداد نوروها و تعداد لایه‌ها را پیدا کنید. این کار را یکبار با مقدار دهی اولیه‌ی همه‌ی وزن‌ها به صفر انجام دهید و بار دیگر آن‌ها را با مقادیر تصادفی مقدار دهی کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

2. بخش قبل را برای یک شبکه با دو لایه‌ی که یکی از نوع convolution layer است و دیگری لایه‌ی خروجی شبکه‌ی شماس تکرار کنید. سعی کنید مناسب‌ترین اندازه‌ی فیلتر را بدست‌آورید. تغییرات را گزارش کنید.

3. این بار داده‌های خود را normalize کنید. به این معنا که میانگین و پراکندگی آن‌ها در تمامی ابعاد یکسان باشد. بخش اول را برای داده‌ی normalize شده تکرار کنید و زمان لازم برای آموزش و دقت طبقه‌بندی را در این دو حالت با یکدیگر مقایسه کنید. دقت کنید که normalization باید بدون در نظر گرفتن label داده‌ها باشد. چرا؟ مشاهدات خود را توضیح دهید.

4. در فرآیند یادگیری، تعیین learning rate اهمیت ویژه‌ای دارد. بخش قبل را یکبار با یک learning rate بالا، بار دیگر با مقداری معقول و بار بعد با یک صدم آن مقدار تکرار کنید. در هر بار مقدار loss function را بعد از هر batch ذخیره کنید و در نهایت نمودار تغییرات آن را رسم کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

5. یکی دیگر از پارامترهای مهم batch size است. در این بخش، قسمت سوم را برای مقادیر 64 و 256 تکرار کنید. با افزایش batch size باید learning rate را افزایش دهید یا کاهش؟ چرا؟ افزایش batch size چه معایب و مزایایی دارد؟

6. دقت و زمان طبقه‌بندی را برای قسمت سوم با activation function های tanh، relu، leaky relu و softplus مقایسه کنید. نتیجه را ذکر و تفسیر کنید.

7. مجدداً بخش سوم را با activation function ای که در قسمت ۴ توانستید عملکرد بهتری از آن بدست‌آورید، یکبار با SGD همراه با momentum و یکبار دیگر بدون آن تکرار کنید. زمان و دقت این دو را با یکدیگر مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

● نکات:

- ۱- گزارش شما بخش قابل توجهی از نمره‌ی شما را تشکیل می‌دهد. لطفاً با دقت نسبت به نگارش آن اقدام کنید.
- ۲- گزارش تمرین را به صورت یک فایل PDF و در کنار پوشه‌ی Codes که کدهای خود را داخل آن قرار می‌دهید آپلود کنید.
- ۳- فایل فشرده‌ی تمرین خود را با نام Surname_Name_StudentNumber.zip در صفحه‌ی درس آپلود کنید.
- ۴- هرگونه سوال در مورد تمرین را در فروم درس و یا از طریق ایمیل مطرح کنید.