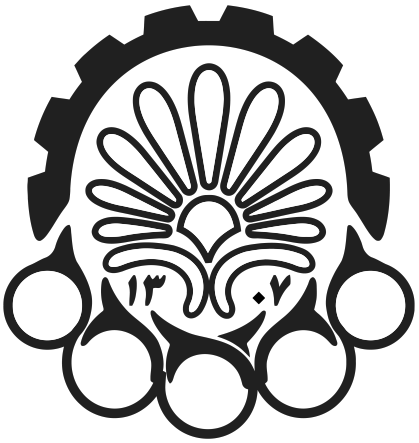
شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق
دکتر صفابخش



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی کامپیوتر

رضا آدینه پور ۴۰۲۱۳۱۰۵۵

تمرین چهارم
شبکه CNN

۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۳

شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

تمرین چهارم

رضا آدینه پور ۴۰۲۱۳۱۰۵۵

دانشکده مهندسی کامپیوتر

سوال اول - نظری

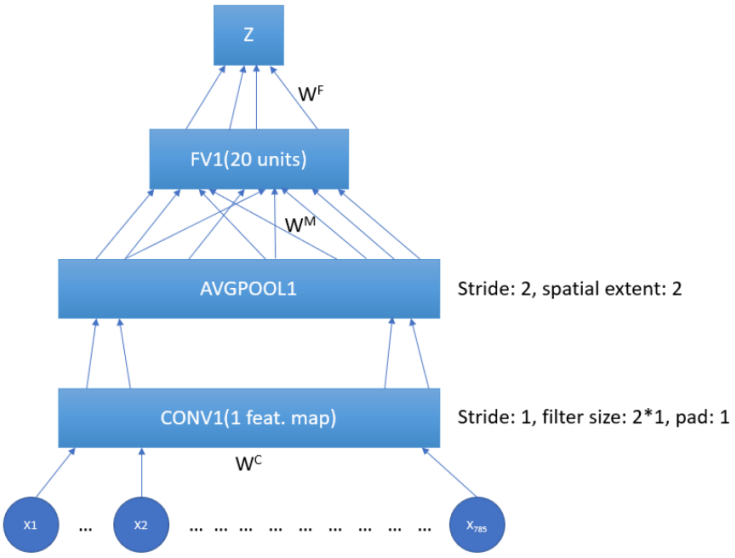
نحوه اشتراک گذاری پارمترها در لایه های کانولوشنی باعث ویژگی Equivariance نسبت به Translation می شود. این ویژگی را شرح دهید و کاربرد آن‌را توضیح دهید.

سوال دوم - نظری

شبکه‌های عمیق از عدم تفسیرپذیری رنج می‌برند. تلاش برای حل این مشکل، دو ایده Deconvolutional و Up-convolutional مطرح شده است. بررسی کنید و توضیح دهید هرکدام از دو روش، به چه صورت منجر به تفسیرپذیری می‌شوند؟

سوال سوم - نظری

معماری شبکه کانولوشنی زیر را درنظر بگیرید:



شکل ۱: شبکه کانولوشنی مورد بررسی در سوال سوم

- ابعاد ورودی 1×785 و خروجی شبکه 1×1
- لایه ورودی X با Zero-padding با طول ۱
- لایه کانولوشنی یک‌بعدی Conv1 با یک کرنل 1×2 و تابع فعال‌سازی ReLU
- لایه Average-polling(AVGPOOL1)
- لایه تمام متصل FC1 با تابع فعال‌سازی ReLU
- لایه خروجی Z که به لایه FC1 کاملا متصل است و تابع فعال‌سازی Sigmoid

وزن لایه FC1 به Z را با W_i^F، بایاس Z را با b^F، وزن لایه AVGPOOL1 به FC1 را با W_{ij}^A، بایاس FC1 را با b_i^M، بردار W^C برابر $[W_1^C, W_2^C]$ و بایاس لایه کانولوشنی را با b^C نشان می‌دهیم. داده‌های مجموعه آموزش به‌صورت X^i و خروجی مورد انتظار به‌صورت Y^i است. همچنین خروجی‌های لایه‌های شبکه به‌ترتیب $c(X^i)$، $a(X^i)$، $f(X^i)$، $z(X^i)$ می‌نامیم. در این صورت، تابع هزینه به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$cost(X,Y) = \sum_n cost(X^{(n)}, Y^{(n)}) = \sum_n (-Y^{(n)} log(z(X^{(n)})) - (1 - Y^{(n)}) log(1 - z(X^{(n)})))$$

باتوجه به مفروضات بالا، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱. تعداد پارامترهای شبکه بالا را با ذکر جزئیات محاسبه کنید.

۲. برای فقط یک نمونه آموزشی، مقدار $\frac{\partial Cost}{\partial W_1^C}$ و $\frac{\partial Cost}{\partial W_{ji}^A}$ را با جزئیات محاسبه کنید.

سوال چهارم - نظری

کانولوشن متسع[۱] روشی برای افزایش میدان پذیرش (Receptive field) شبکه‌های کانولوشنی است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود: (دقت شود خروجی تنها برای اندیس‌هایی از کرنل و تصویر همپوشانی کامل دارند، محاسبه می‌شود)

$$(k * I)(i, j) = \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} K(m, n) I(i + D_m, j + D_n)$$

۱. در یک شبکه کانولوشنی با یک لایه کانولوشن $K \times K$ با طول گام یک، عرض میدان پذیرش را بدست آورید.

۲. برای ورودی $I \in \mathbf{R}^{M \times N}$ و کرنل $K \in \mathbf{R}^{F \times F}$، نشان دهید خروجی عملگر متسع دارای ابعاد $(M - DF + D) \times (N - DF + D)$ است. متغیر D به معنی Dilation است.

۳. نشان دهید کانولوشن متسع معادل کانولوشن با کرنل متسع شده $K' = K \otimes A$ است. ماتریس A را مشخص کنید. (عملگر $\otimes$ به معنی Kronecker product است.)

[۱] Dilated convolution

سوال پنجم - عملی

شبکه‌های کانولوشنی با توجه به توانایی آن‌ها در استخراج و یادگیری خودکار ویژگی‌ها، مقاومت نسبت به تغییرات و کارایی آن‌ها در مقابل پیچیدگی‌های وظیفه‌ی بازشناسی چهره، یک عنصر اساسی در اکثر اسن سیستم‌ها هستند. در این تمرین قصد داریم که با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنی به تحلیل احساسات چهره[۲] و طبقه‌بندی آن‌ها از روی تصویر بپردازیم. مجموعه داده‌ی این تمرین شامل ۱۲۰۰ تصویر نمونه‌گیری شده از هر کلاس مجموعه AffectNet می‌باشد. مجموعه داده AffectNet شامل ۴۵۰ هزار تصویر چهره با ۸ حالت مختلف می‌باشد که شکل ۲ نمونه‌هایی از آن را نشان می‌دهد.

شکل ۲: نمونه‌هایی از مجموعه داده AffectNet

۱. **پیش‌پردازش و داده افزایی:** مجموعه داد را از این لینک دانلود کنید و از هر کلاس سه نمونه را نمایش دهید. برای افزایش سرعت آموزش، تمامی تصاویر را به بازه $[0, 1]$ نرمال‌سازی کنید. همچنین داده‌ها را با پردازش مناسب افزونه کنید. توضیح دهید که به‌نظر شما استفاده از چه پردازش‌هایی در این حالت مناسب است و چرا در این مسئله نیاز به داده‌افزایی وجود دارد؟ از هر کلاس سه نمونه‌ی افزونه شده را نمایش دهید و همچنین تعداد کل نمونه‌ها پیش و پس از داده‌افزایی را در گزارش خود بیاورید.

۲. **یادگیری انتقالی** یک رویکرد رایج در هوش مصنوعی است که از یک مدل از قبل آموزش دیده برای یک وظیفه متفاوت اما مرتبط استفاده می‌کند و آن را با وظایف جدید تطبیق می‌دهد. با استفاده از شبکه پیش آموزش دیده VGG16 وظیفه بازشناسی حالت چهره را بر روی مجموعه داده ارائه شده انجام دهید. برای فرآیند آموزش، از داده‌های موجود در پوشه Train استفاده کنید. نمودار خطا و دقت در فرآیند آموزش و نمودار ROC و ماتریس درهم‌ریختگی را برای داده‌های موجود در پوشه Validation گزارش کنید.

به‌کارگیری شبکه‌های ازپیش آموزش دیده به‌طور خاص در زمانی که داده‌ی کمی وجود دارد مزایای زیادی دارد اما این شبکه‌ها با توجه به معماری ازپیش تعریف شده و نسبتا سنگین آنها برای استفاده در ابزارهای کاربردی مانند تلفن‌همراه مناسب نیستند. مدل‌های موجود در تلفن های همراه باید نیازهای ذخیره‌سازی را به حداقل برسانند و درعین حال افت عملکرد قابل توجهی نداشته باشند. برای دستیابی به این امر، در این مقاله سه معماری سبک از سه شبکه کانولوشنی مطرح یعنی VGG، AlexNet و MobileNet مطرح شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که این سه معماری عملکرد مشابهی نسبت به آخرین مدل‌های پیشرو در این زمینه دارند.

[۲] Facial expression recognition

.۳