

گزارش تمرین چهارم درس شبکههای عصبی



فاطمه غلامزاده

9917100

سوال اول

چند نمونه از تصاویر به همراه برچسب آنها:



سوال دوم

اینکه تعداد زیادی لایه کانولوشنی با کرنل کوچک داشته باشیم تقریبا شبیه به ساختار شبکه VGG می شود. یکی از مزیتهای این ساختار این است که وقتی این لایههای کانولوشن را اصطلاحا پشت سر هم می کنیم از تعداد توابع غیرخطی ساز مانند Relu به تعداد دفعات بیشتری پشت سر هم استفاده می کنیم که باعث می شود قدرت مدل افزایش پیدا کند.

در حالتی که یک لایه کانولوشنی با اندازه کرنل بزرگ روی تصویر اعمال شود و نتیجه به یک لایه زیرنمونهبرداری شود شبیه به ساختار شبکه AlexNet است که آموزش آن ۲ تا ۳ هفته زمان میبرد و بسیار هزینهبر است. به همین دلیل بعد از آن ساختار VGG معرفی شد. در این نوع ساختار هزینه محاسباتی خیلی کمتر است و از طرفی خاصیت weight sharing باعث میشود که با وجود تعداد زیاد کرنلها، تعداد وزنهای BP کم باشد.

یک استدلال دیگر می تواند این باشد که کرنلهای با سایز کوچک ویژگیهای ساده و با درجه تجرید پایین را استخراج می کنند که ادغام این ویژگیها می تواند مفیدتر از یک ویژگی با درجه تجرید بالا که توسط یک کرنل با سایز بزرگ استخراج شده است عمل کند.

سوال سوم

قسمت اول: بررسی تعداد جفت لایههای کانولوشن زیرنمونهبرداری

نتایج بررسی برای ۱۰۱ کلاس در جدول صفحه شماره ۱ آورده شده است.در تمام آزمایشها تعداد eepoch برابر ۱۰ در نظر گرفته شده است. همچنین تعداد فیلترها برابر ۱۲ و سایز فیلترها برابر ۳ در نظر گرفته شده است.

نوع پدینگ: در حالت Same به دلیل حاشیه ای که در تصاویر اضافه میشود، اطلاعات حفظ میشوند و سرعت کاهش سایز تصاویر بسیار کمتر از حالت Valid است. بنابراین اگر از حالت Valid استفاده کنیم تعداد لایه ها محدود میشود اما این محدودیت در حالت Same وجود ندارد و در حالت Same سرعت کاهش سایز تصاویر کمتر است. بنابراین میتوان تعداد لایه های بیشتری برای شبکه در نظر گرفت و شبکه عمیق تری طراحی کرد.

همانطور که مشاهده می شود دقت روی داده های تست برای ۴ جفت لایه کانولوشن زیرنمونه برداری بهترین است. روند دقت ابتدا افزایشی و سپس کاهشی است.

می توان علت را اینگونه بیان کرد که وقتی تعداد لایهها زیاد می شود از آنجایی که مرتبا ابعاد تصویر در حال کاهش است از یک جایی به بعد اطلاعاتی از تصویر که به لایه آخر برای دسته بندی می رسد خیلی کم هستند و دقت

مدل پایین میآید. از طرفی وقتی تعداد لایهها خیلی کم است اطلاعات و فیچرهای زیادی به لایه آخر که مربوط به دستهبندی است منتقل میشوند که موجب میشوند دستهبندی به خوبی صورت نگیرد.

تعداد این جفت لایهها را فقط تا عدد ۷ میتوانیم جلو ببریم چون ابعاد تصویر ۱۲۸*۱۲۸ است و از آنجایی که padding را برای لایه کانولوشن "same" دادهایم و لایه زیرنمونهبرداری 2*2 استفاده کردهایم، ابعاد تصویر بعد از هر جفت لایه نصف میشود. بنابراین نمیتوان تعداد لایهها را تا ۵۰۰ افزایش داد زیرا ابعاد تصویر اجازه نمیدهد و تصویر نابود میشود.

قسمت دوم: بررسی تعداد کرنلهای کانولوشن

در این قسمت با ۴ جفت لایه که بیشترین دقت را از قسمت قبل به دست آورده بود تعداد کرنلهای مختلف را بررسی میکنیم. نتایج این بررسی در جدول شماره ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده میشود تعداد کرنل ۶۴ بیشترین دقت را دارد که برابر ۲۵ درصد است.

افزایش تعداد کرنلها تا یک جایی باعث افزایش دقت میشود اما از آن به بعد مدل دچار اورفیت شده و با اینکه loss کم میشود اما دقت روی دادههای تست پایین میآید. علتش این است که افزایش تعداد کرنلها باعث میشود تعداد پارامترها و در نتیجه میزان محاسبات افزایش یابد و شبکه دچار اورفیت میشود.

برای اطمینان از این امر، روی شبکه ای که ۱۲۸ تا کرنل دارد تعداد Dropoutهای بیشتری اعمال شد و مشاهده شد که دقت (در حالت ۱۰ کلاسه) به ۵۷ درصد رسید. بنابراین علت کاهش دقت مربوط به اورفیت بوده است.

تعداد کرنل ها را نمی توانیم تا ۳۲۰۰۰ زیاد کنیم زیرا کرنلها در واقع آرایههای دو بعدی هستند و از یک جایی به بعد برای تعریف تعداد زیاد کرنل با کمبود حافظه مواجه می شویم.

قسمت سوم: بررسی سایز کرنلهای کانولوشن

در این قسمت با ۴ جفت لایه که بیشترین دقت را از قسمت اول به دست آورده بود و تعداد کرنلهای ۶۴ که بیشترین دقت را از قسمت دوم به دست آورده بود تاثیر سایز کرنل را بررسی می کنیم. نتایج این بررسی در جدول شماره ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود سایز کرنل ۳ بیشترین دقت را دارند که برابر ۲۵ درصد و هر چقدر سایز کرنلها بیشتر می شود دقت پایین تر می آید.

اندازه کرنلهای بزرگتر باعث میشود تعداد پارامترها و در نتیجه میزان محاسبات افزایش یابد. این امر میتواند موجب اورفیت شدن مدل شود. از طرفی علت پایین آمدن دقت با افزایش سایز کرنلها را میتوان با همان استدلالی که در سوال ۲ آورده شد بیان کرد. همانطور که گفتیم کرنلهای با سایز پایینتر ویژگیهای ساده و با درجه تجرید پایین را استخراج میکنند که ادغام این ویژگیها میتواند مفیدتر از یک ویژگی با درجه تجرید بالا که توسط یک کرنل با سایز بزرگ استخراج شده است عمل کند.

سایز کرنل ها را نمی توانیم تا ۲۰۱ زیاد کنیم زیرا ابعاد تصویری که ما در نظر گرفتهایم ۱۲۸*۱۲۸ است و سایز کرنل نمی تواند از ۱۲۸ بیشتر باشد.

نمودار Loss	accuracy نمودار	(تست) Loss	دقت (تست)	تعداد لايهها
42 train_loss walidation_loss 40 2 4 6 8 epoch	0.20 0.18 0.16 0.16 0.10 0.08 0.00 0.08 0.00 0.08 0.00 0.00	3.390	0.19	3
42 - train_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss	0.20	3.282	0.21	4
train_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss	0.18 train_accuracy validation_accuracy valida	3.327	0.20	5
4.4 train_loss validation_loss	0.14 — train_accuracy validation_accuracy vali	3.5326	0.16	6
4.6152 4.6150 4.6156 4.6154 4.6154 4.6152 0 2 4 6 8 epoch	0.0098 0.0090 0.0098 0.	4.615	0.0099	7

جدول1 بررسی تعداد لایهها برای ۱۰۱ کلاس

نمودار Loss	accuracy نمودار	(تست) Loss	دقت (تست)	تعداد كرنلها
44 42 40 38 38 36 0 2 4 4 6 8 epoch	0.18	3.43	0.18	8
42 40 40 80 38 36 34 0 2 4 6 8 epoch	0 225	3.19	0.22	16
train_loss validation_loss validation_loss	0.225 train accuracy validation_accuracy validation_accuracy 0.200	3.17	0.23	32
4.4 train_loss validation_loss validation_loss 3.8 3.6 3.4 3.2 0 2 4 6 8 epoch	0.25 train_accuracy validation_accuracy 0.20 0.15 0.10 0.005 0.10 0.005 0.10 0.10 0	3.05	0.25	64
46162 46160 46158 46156 46154 46152 0 2 4 6 8	0.0096 - 0.0094 - 1.0096 - 1.0	4.61	0.0099	128

جدول2 بررسی تعداد کرنل ها برای ۱۰۱ کلاس

نمودار Loss	accuracy نمودار	Loss (تست)	دقت (تست)	سايز كرنلها
44	025 - Train_accuracy validation_accuracy 020 - Validation_accuracy 020	3.05	0.25	3
4.6160 - train loss validation loss 4.6156 - 4.6154 - 4.6	0.0098 - 0.0096 - 0.0096 - 0.0096 - 0.0096 - 0.0092 - 0.0090 - 0.0092 - 0.0090 - 0.0	4.61	0.0099	5
4 6162 - 4 6160 - train_loss - validation_loss 4 6154 - 4 6154 - 4 6152 - 4 6 8 epoch	0.0098 - 0.0094 - train accuracy 0.0090 0.0098 - 0.0086 -	4.61	0.0099	7
4 6166 - train loss validation loss 4 6164 - 4 6165 - 4 6154 - 4	0.00975 - 0.00950 - 0.00950 - 0.00955 - 0.00855 - 0.00850 - 0.00855 - 0.00850 - 0.0085	4.61	0.0099	9
461700 train_loss validation_loss 461675 461675 461675 461675 461575 46	0.0098 0.0096 0.0099 0.0099 0.0098 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0088 0.0090 0.0090 0.0088 0.0090 0.0090 0.0088 0.0090 0.0090 0.0090 0.0088 0.0090 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.	4.61	0.0099	11

جدول3 بررسی سایز کرنلها برای ۱۰۱ کلاس 7

در ادامه به دلیل اینکه دقتها برای ۱۰۱ کلاس تا حد زیادی پایین بود و اینکه افزایش تعداد epoch ها برای ۱۰ کلاس زمان زیادی را برای اجرا طلب می کرد آزمایشهای سوال ۳ برای ۱۰ کلاس که به صورت رندوم از کلاسهای دادهها انتخاب شدهاند انجام گرفته است. ۱۰ کلاس انتخاب شده این موارد هستند:

['beef_tartare', 'chicken_curry', 'chocolate_mousse', 'french_toast', 'fried_rice', 'hot_dog', 'lasagna', 'oysters', 'pizza', 'takoyaki']

قسمت اول: بررسی تعداد جفت لایههای کانولوشن زیرنمونهبرداری

نتایج بررسی برای ۱۰ کلاس در جدول شماره ۴ آورده شده است.در تمام آزمایشها تعداد epochها برابر ۲۰ در نظر گرفته شده است. نظر گرفته شده است. همچنین تعداد فیلترها برابر ۱۲ و سایز فیلترها برابر ۳ در نظر گرفته شده است.

همانطور که مشاهده میشود دقت روی دادههای تست برای ۵ جفت لایه کانولوشن زیرنمونهبرداری بهترین و برابر ۵۰ درصد است.

می توان علت را اینگونه بیان کرد که وقتی تعداد لایهها زیاد می شود از آنجایی که مرتبا ابعاد تصویر در حال کاهش است از یک جایی به بعد اطلاعاتی از تصویر که به لایه آخر برای دسته بندی می رسد خیلی کم هستند و دقت مدل پایین می آید. از طرفی وقتی تعداد لایهها خیلی کم است اطلاعات و فیچرهای زیادی به لایه آخر که مربوط به دسته بندی است منتقل می شوند که موجب می شوند دسته بندی به خوبی صورت نگیرد.

تعداد این جفت لایهها را فقط تا عدد ۷ میتوانیم جلو ببریم چون ابعاد تصویر ۱۲۸*۱۲۸ است و از آنجایی که padding را برای لایه کانولوشن "same" دادهایم و لایه زیرنمونهبرداری 2*2 استفاده کردهایم، ابعاد تصویر بعد از هر جفت لایه نصف میشود. بنابراین نمیتوان تعداد لایهها را تا ۵۰۰ افزایش داد زیرا ابعاد تصویر اجازه نمیدهد. در شکل زیر ساختار شبکه برای ۳ جفت لایهی کانولوشنی- زیرنمونهبرداری نشان داده شده است:

Layer (type)	Output Shape	Param #
inp (InputLayer)		
conv2d (Conv2D)	(None, 128, 128, 12)	336
<pre>max_pooling2d (MaxPooling2D)</pre>	(None, 64, 64, 12)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 64, 64, 12)	1308
<pre>max_pooling2d_1 (MaxPooling 2D)</pre>	(None, 32, 32, 12)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 32, 32, 12)	1308
<pre>max_pooling2d_2 (MaxPooling 2D)</pre>	(None, 16, 16, 12)	0
flatten (Flatten)	(None, 3072)	0
dense (Dense)	(None, 128)	393344
dense_1 (Dense)	(None, 10)	1290

Total params: 397,586 Trainable params: 397,586 Non-trainable params: 0

قسمت دوم: بررسی تعداد کرنلهای کانولوشن

در این قسمت با ۵ جفت لایه که بیشترین دقت را از قسمت قبل به دست آورده بود تعداد کرنلهای مختلف را بررسی میکنیم. نتایج این بررسی در جدول شماره ۵ آورده شده است. همانطور که مشاهده میشود تعداد کرنل ۲۳ و ۶۴ بیشترین دقت را دارند که برابر ۵۵ درصد است اما با توجه به نمودار loss و accuracy میتوان مشاهده کرد که برای تعداد ۶۴ کرنل اورفیت داریم به همین دلیل ۳۲ کرنل را به عنوان بهترین انتخاب میکنیم.

همانطور که مشاهده می شود افزایش تعداد کرنلها تا یک جایی باعث افزایش دقت می شود اما از آن به بعد مدل دچار اورفیت شده و با اینکه loss کم می شود اما دقت روی داده های تست پایین می آید. برای اطمینان از این امر، روی شبکه ای که ۱۲۸ تا کرنل دارد تعداد Dropoutهای بیشتری اعمال شد و مشاهده شد که دقت (در حالت ۱۰ کلاسه) به ۵۷ درصد رسید. بنابراین علت کاهش دقت مربوط به اورفیت بوده است.

تعداد کرنل ها را نمی توانیم تا ۳۲۰۰۰ زیاد کنیم زیرا کرنلها در واقع آرایههای دو بعدی هستند و از یک جایی به بعد برای تعریف تعداد زیاد کرنل با کمبود حافظه مواجه می شویم.

نمودار Loss	نمودار accuracy	Loss (تست)	دقت (تست)	تعداد لايهها
22 train_loss validation_loss	0.6 tain_accuracy validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.5 validation_accuracy 0.7 validation_accuracy 0.8 validation_accuracy 0.9 val	1.59	0.47	3
22 train_loss walidation_loss 18 16 14 12 00 25 50 75 100 125 150 175 epoch	0.6 train_accuracy wildation_accuracy wildation_accuracy 0.5 0.4 0.2 0.5 0.7 1.5 10.0 12.5 15.0 17.5 epoch	1.52	0.49	4
22 train_loss validation_loss	0 55	1.46	0.50	5
22 train_loss validation_loss validation_los validation_los validation_los validation_los vali	0.45 train_accuracy	1.58	0.45	6
22 train_loss validation_loss	0.40 1.50	1.66	0.41	7

جدول4 بررسی تعداد لایهها برای ۱۰ کلاس

نمودار Loss	accuracy نمودار	Loss (تست)	دقت (تست)	تعداد کرنلها
22 train_loss welidation_loss 21	0.45 train_accuracy validation_accuracy valida	1.57	0.46	8
22 train joss validation jos validation j	0.55 0.50 0.45 0.45 0.045 0.035 0.035 0.025 0.025 0.00 0.025 0.00	1.44	0.51	16
train loss validation loss 18 8 14 12 10 00 25 50 75 100 125 150 175 epoch	0.6 well-dation_accuracy well-	1.42	0.55	32
22- 20- 18- 14- 12- 10- 0.0 25 50 75 100 125 15.0 17.5 epoch	0.7	1.35	0.55	64
22 train loss validation loss 18	0.7	1.40	0.54	128

جدول5 بررسی تعداد کرنل ها برای ۱۰ کلاس

قسمت سوم: بررسی سایز کرنلهای کانولوشن

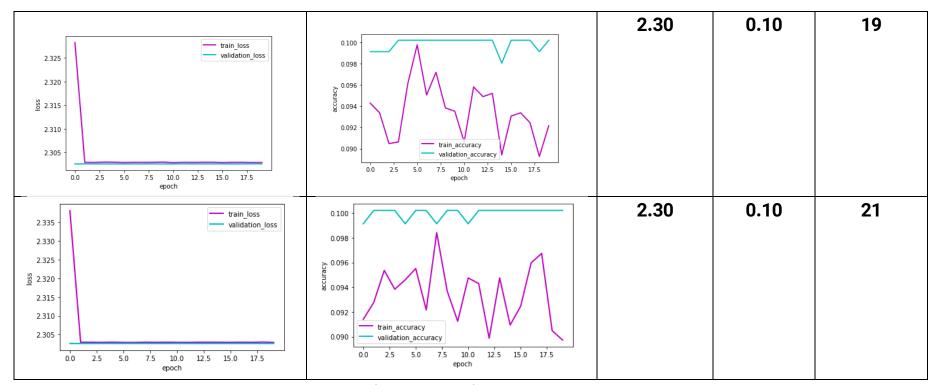
در این قسمت با ۵ جفت لایه که بیشترین دقت را از قسمت اول به دست آورده بود و تعداد کرنلهای ۳۲ که بیشترین دقت را از قسمت دوم به دست آورده بود تاثیر سایز کرنل را بررسی میکنیم. نتایج این بررسی در جدول شماره ۶ آورده شده است. همانطور که مشاهده میشود سایز کرنل ۳ بیشترین دقت را دارند که برابر ۵۵ درصد و هر چقدر سایز کرنلها بیشتر میشود دقت پایین تر میآید.

اندازه کرنلهای بزرگتر باعث میشود تعداد پارامترها و در نتیجه میزان محاسبات افزایش یابد. این امر میتواند موجب اورفیت شدن مدل شود. به وضوح در نمودار های loss و accuracy این مورد قابل مشاهده است.

سایز کرنل ها را نمی توانیم تا ۲۰۱ زیاد کنیم زیرا ابعاد تصویری که ما در نظر گرفتهایم ۱۲۸*۱۲۸ است و سایز کرنل نمی تواند از ۱۲۸ بیشتر باشد.

نمودار Loss	نمودار accuracy	Loss (تست)	دقت (تست)	سایز کرنلها
2.2	0.6 train_accuracy validation_accuracy validat	1.42	0.55	3
2.2 train_loss validation_loss	0.6 train_accuracy validation_accuracy validat	1.55	0.49	5
22 train loss validation_loss 20 18 16 100 25 50 7.5 100 12.5 15.0 17.5 epoch	0.50 0.45 0.40 0.25 0.20 0.15 0.0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 17.5 epoch	1.74	0.40	7
23 train_loss validation_loss validation_los validation_l	0.40 train_accuracy validation_accuracy valida	1.80	0.39	9

2.35 2.30 2.25 2.20 2.20 2.10 2.05 2.00 0.0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 17.5 epoch	0.300 0.275 0.250 0.250 0.175 0.150 0.125 0.00 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 17.5 epoch	1.98	0.29	11
2.30425 - train_loss validation_loss validation_loss 2.30375 - 2.30350 - 2.30325 - 2.30250 - 2.3	0.100 0.098 0.096 0.092 0.090 0.088 train_accuracy validation_accuracy validation_accuracy	2.30	0.10	13
2 340 2 335 2 330 2 325 8	0.100 0.098 0.094 0.092 0.090 0.088 0.0 25 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 17.5 epoch	2.30	0.10	15
2.308 - train_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss validation_loss	0.100 0.098 - 0.096 - 0.090 -	2.30	0.10	17



جدول6 بررسی سایز کرنلها برای ۱۰ کلاس