

مهلت تحویل : ۱۴۰۳/۰۹/۱۱

لطفاً به نکات موجود در سند قوانین انجام و تحویل تمرین ها دقت فرمایید.

۱. شبکه عصبی کانولوشنی زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید تصویر ورودی رنگی با اندازه 128×128 در اختیار داریم:

Layer1: Conv2d(32,kernel-size=(7,7),stride=1,padding='same')

Layer2: Conv2d(64,kernel-size=(5,5),stride=2,padding='valid')

Layer3: MaxPool2d(kernel-size=(2,2),stride=2)

Layer4: Conv2d(128,kernel-size=(3,3),stride=1,dilation=2,padding='valid')

Layer5: Conv2d(128,kernel-size=(3,3),stride=1,dilation=1,padding='valid')

Layer6: MaxPool2d(kernel-size=(2,2),stride=2)

Layer7: Conv2d(256,kernel-size=(3,3),stride=1,padding='valid')

Layer8: AvgPool2d(kernel-size=(2,2),stride=2)

Layer9: Linear(1024)Linear(1024)

Layer10: Dropout(0.5)

Layer11: Linear(10)

الف) اندازه خروجی، تعداد پارامترها و میدان تأثیر هر لایه را با ذکر راه حل به تفکیک محاسبه کنید.
ب) تعداد اعمال ضرب‌هایی که در این شبکه بر روی ورودی انجام می‌شود را با ذکر راه حل محاسبه کنید.

ج) تعداد گرادیان‌هایی که برای بروزرسانی وزن ها محاسبه می‌شود را محاسبه کنید.

۲. به سوالات زیر پاسخ دهید. (۲۰ نمره)

(الف) مصالحه بایاس-واریانس^۱ را توضیح دهید و آن را در حالت‌هایی که مدل ساده و پیچیده باشد توضیح دهید.

(ب) یک شبکه عصبی را روی داده‌های آموزشی، آموزش داده و روی داده‌های آزمون تست می‌کنیم. در این حالت عملکرد مدل روی داده‌های آموزشی خوب ولی روی داده‌های تست پایین است. این شبکه عصبی دچار چه مشکلی شده است؟ راهکارهایی برای مقابله با آن ارائه دهید.

(ج) مشکل ناپدید شدن گرادیان و انفجار گرادیان^۲ را توضیح دهید و بیان کنید که در صورت استفاده از کدام یک از توابع فعال‌سازی احتمال رخداد این مشکل بیشتر است؟

(د) مزیت عمیق تر کردن در شبکه MLP چیست؟ آیا همیشه شبکه‌های با عمق بیشتر نتایج بهتری نسبت به شبکه‌های کم‌عمق کسب می‌کنند؟

۳. ورودی یک لایه هم‌گشتی^۳ (X) با ابعاد سه در سه را در نظر بگیرید. فیلتر F با ابعاد دو در دو روی ورودی X اعمال شده است. روی خروجی این لایه کانولوشنی، یک لایه ادغام حداکثر سراسری^۴ اعمال می‌شود که خروجی نهایی یک عدد خواهد شد. با توجه به اینکه گرادیان تابع ضرر نسبت به این خروجی نهایی که یک عدد است، ۱ می‌شود، با استفاده از الگوریتم پس‌انتشار^۵ خطا، گرادیان‌های این لایه کانولوشنی را به دست آورید (برای محاسبه می‌توانید از فرمول‌های این مرجع استفاده کنید)(۱۵ نمره).

۱	۲	-۲
-۱	۵	۳
۳	۰	۱

ورودی X

-۱	۳
-۲	۰

فیلتر F

^۱bias-variance tradeoff

^۲vanishing and exploding gradient

^۳Convolutional layer

^۴Global max pooling (GAP)

^۵Backpropagation

۴. فرض کنید یک شبکه عصبی داریم که دارای ۲ ورودی و ۱ خروجی است و رابطه زیر میان ورودی و خروجی آن برقرار است (a و b و c و d پارامترهای قابل آموزش شبکه هستند)

$$y = ax_1^2 + bx_2^2 + cx_1x_2 + d \quad (۱)$$

اگر داده‌های آموزشی شبکه به صورت جدول زیر باشد و از نقطه اولیه زیر شروع کنیم، نتیجه حاصل از یک epoch با استفاده از بهینه‌ساز SGD+Momentum با $\beta = 0.9$ و $lr = 0.1$ و $batch-size = 1$ محاسبه کنید. فرض کنید از تابع ضرر میانگین مربعات خطا (MSE) استفاده می‌شود. برای محاسبه مقادیر عددی می‌توانید از ماشین حساب یا پایتون استفاده کنید اما مراحل کار را یادداشت کنید.

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (۲)$$

$$a = +1, \quad b = -1, \quad c = -1, \quad d = +1$$

y	x_2	x_1
۱۰	-۱	۱
۱۳	۰	۲

جدول ۱: داده‌های آموزشی