



به نام خدا

تمرین سری دوم درس بهینه‌سازی (بخش پیاده‌سازی)

(نیمسال اول ۱۴۰۲)



تمرینات پیاده‌سازی

۱- هدفی که در این سوال دنبال می‌شود پیاده‌سازی روش Gradient Descent (GD) در پایتورچ است. برای این منظور می‌بایست یک کلاس تعریف کنید که از `torch.optim.Optimizer` ارث برده باشد. سپس کافی است در این کلاس توابع `__init__()` و `step()` مشابه قطعه کد زیر تعریف و تکمیل گردند.

```
import torch
import torch.nn as nn

class MyGD(torch.optim.Optimizer):

    def __init__(self, params, lr):
        super(MyGD, self).__init__(params, defaults={'lr': lr})
        pass

    def step(self):
        pass

optimizer = MyGD(model.parameters(), lr=0.001)
```

پس از تعریف این کلاس، می‌توان از آن برای آموزش یک شبکه عصبی دلخواه در پایتورچ استفاده کرد.

a. روش GD را در پایتورچ پیاده‌سازی کنید و سپس از آن برای به‌دست آوردن پاسخ بهینه مساله بهینه‌سازی زیر استفاده کنید.

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x_1, x_2) = \frac{x_1^2}{x_2} \\ \text{s. t.} \quad & x_2 > 0 \end{aligned}$$

مسیری که این الگوریتم برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه طی می‌کند را بر روی کانتورلاین‌های تابع هدف رسم کنید.

b. در این قسمت از `Optimizer` خود برای آموزش یک شبکه عصبی دولایه، به منظور دسته‌بندی داده‌های MNIST استفاده کنید و نمودار تابع خطای آن را برای داده‌های آموزشی رسم کنید. در

آموزش این شبکه از تابع خطای `nn.CrossEntropyLoss()` استفاده کرده و شبکه‌ی خود را براساس قطعه کد زیر تعریف کنید.

```
class MyNet(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(MyNet, self).__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(28*28, 256)
        self.fc2 = nn.Linear(256, 256)
        self.fc3 = nn.Linear(256, 10)

    def forward(self, x):
        x = x.view(-1, 28*28)
        x = torch.relu(self.fc1(x))
        x = torch.relu(self.fc2(x))
        x = self.fc3(x)
        return x

model = MyNet()
loss_fn = nn.CrossEntropyLoss()
```

۲- الگوریتم‌های Newton و BFGS را با بهره‌گیری از متد backtracking line search (الگوریتم ۳.۱ کتاب Nocedal) و همچنین الگوریتم trust-region را با بهره‌گیری از متد dogleg پیاده‌سازی نمایید و از آن‌ها برای بهینه‌سازی تابع زیر استفاده کنید. مقدار اولیه‌ی اندازه قدم را $\delta_0 = 1$ انتخاب کنید و مسیری که در هرکدام از الگوریتم‌ها برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه طی می‌شود را بر روی کانتورلاین‌های تابع هدف رسم کنید و در نهایت به مقایسه نتایج به‌دست آمده بپردازید. این الگوریتم‌ها را برا نقطه‌های شروع $x_0 = (-1.2, 1)^T$ و $x_0 = (1.2, 1.2)^T$ اجرا کنید. همچنین برای روش BFGS از دو حدس اولیه‌ی $B = \frac{y_1^T y_1}{y_1^T s_1} \mathbf{I}$ و $\frac{\|g_0\|}{\delta} \mathbf{I}$ استفاده کنید که در آن g_0 نشان‌دهنده‌ی گرادیان تابع در گام اول است. s_1 و y_1 نیز مطابق رابطه (2.17) از کتاب Nocedal تعریف می‌شوند.

$$f(x_1, x_2) = \log(\exp(x_1) + \exp(x_2))$$

فرمت گزارش:

- گزارش بایستی حاوی تمام نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری در قالب فایل PDF باشد. همچنین انتظار می‌رود که در این گزارش برای سوالات پیاده‌سازی، تحلیل خود را از نتایج به‌دست آمده ارائه دهید.
- در صورتی که تمرینات را به‌صورت دست‌نویس حل می‌کنید. فایل‌های عکس تمرینات را با کیفیت مناسب و به‌ترتیب سوالات در یک فایل pdf قرار دهید و درنهایت این فایل را آپلود نمایید.
- فایل گزارش خود را تنها به‌شکل StdNum.pdf نام‌گذاری کنید. (مانند 9272203.pdf)

فرمت کدها:

- برای هر تمرین شبیه‌سازی کامپیوتری بایستی فایل کد جداگانه در محیط MATLAB، Python یا R تهیه شود.
- هر فایل کد خود را به شکل k_Q نامگذاری کنید. که k بیانگر شماره سوال شبیه‌سازی خواهد بود.

نحوه تبدیل:

- فایل‌های کد و گزارش خود را که طبق فرمت‌های فوق تهیه شده‌اند، در قالب یک فایل فشرده بارگذاری نمایید. فایل فشرده را تنها به شکل StdNum.zip نامگذاری نمایید. (مانند 9272203.zip)

تذکر:

- در صورتی‌که پارامتر خاصی در سوالات مشخص نشده با توجه به اطلاعاتی که در ارتباط با محدوده پارامتر دارید، مقدار دلخواهی انتخاب کنید و آن را در گزارش توضیح دهید.
- تحویل بخش‌های تئوری و پیاده‌سازی هر تمرین به‌صورت جداگانه خواهد بود. ارسال تمرین‌های تئوری تا یک روز تاخیر بلامانع است. پس از آن پاسخ این بخش بارگذاری خواهد شد و لذا مواردی که پس از بارگذاری پاسخ‌ها ارسال شوند قابل قبول نخواهد بود.
- برای تمرین‌های بخش پیاده‌سازی در مجموع ۷ روز تاخیر مجاز است (برای کل تمرینات جمع تاخیرهای شما نباید از ۷ روز بیشتر شود). در صورت تاخیر بیشتر از ۷ روز کسر ۵ درصد نمره از نمره کل تمرینات پیاده‌سازی به ازای هر روز تاخیر مد نظر قرار خواهد گرفت.
- در صورت شبیه بودن تمرین دانشجویان، نمره تمرین بین دانشجویان با تمرین مشابه تقسیم خواهد شد.
- در صورت وجود هرگونه سوال یا ابهام با یکی از ایمیل‌های زیر ارتباط برقرار کنید.

- farzane.abdoli@aut.ac.ir
- meysam.fozi@aut.ac.ir
- b.roshtanfekar@aut.ac.ir