

University of Tehran

دانشکده‌گان علوم و فناوری های میان رشته ای



Machine Learning

HW3

Fall 2024

توضیحات مهم

سلام بر دانشجویان عزیز، چند نکته مهم:

۱. حجم گزارش به هیچ عنوان معیار نمره‌دهی نیست، در حد نیاز توضیح دهید.
۲. نکته‌ی مهم در گزارش‌نویسی روشن بودن پاسخ‌ها می‌باشد، اگر فرضی برای حل سوال استفاده می‌کنید حتماً آن را ذکر کنید، اگر جواب نهایی عددی است به‌صورت واضح آن را بیان کنید.
۳. برای سوالات شبیه‌سازی، فقط از دیتاست داده‌شده استفاده کنید.
۴. فایل نهایی خود را در یک فایل زیپ شامل گزارش با فرمت PDF، آپلود کنید. نام فایل زیپ ارسالی باید الگوی زیر را داشته باشد :

ML_HW3_StudentNumber

۵. کد سوالات شبیه‌سازی بصورت فایلی تحت عنوان سوال آن با پسوند py یا ipynb به همراه گزارش در فایل زیپ تحت الگوی بند ۴ پیوست شود.
۶. هرگونه شباهت در گزارش و کد مربوط به شبیه‌سازی، به منزله‌ی تقلب می‌باشد و کل تمرین برای طرفین صرف‌نظر خواهد شد.
۷. سوالات خود را به آدرس ایمیل دستیار مربوطه به آدرس زیر ارسال نمایید:

khaledihkh@gmail.com

Hamed.khaledi@ut.ac.ir

سوال اول:

هر ساله شبکه هایی با ساختار جدید روی دادگان imagenet معرفی میشود که بهترین نتایج روز را بهبود می دهد. از جمله آنها شبکه های Vision Transformers (ViT), Swin Transformers, EfficientNet هستند. ساختار این شبکه ها و ویژگی های آن ها را توضیح دهید.

سوال دوم:

یکی از روش های تخمین عدم قطعیت تصمیم شبکه های عمیق استفاده از dropout در فاز تست است. روش ارائه شده در مقاله زیر را برای تخمین نایقینی تصمیم شبکه به طور کلی بیان کنید.

Dropout Injection at Test Time for Post Hoc Uncertainty Quantification in Neural Networks

سوال سوم:

به سوالات مفهومی زیر پاسخ دهید:

الف) در یک شبکه عصبی پیچشی (CNN) چه تفاوت هایی بین لایه های پیچش (Convolutional Layers) و لایه های تماماً متصل (Fully Connected Layers) وجود دارد؟

ب) چگونه فیلترها یا هسته ها در لایه های پیچش (Convolutional Layers) به شناسایی ویژگی های مختلف تصویر کمک می کنند؟

ج) چه معایب و محدودیت هایی در شبکه های عصبی پیچشی (CNN) وجود داشت که باعث شد مدل هایی مانند R-CNN و Fast R-CNN توسعه یابند؟

د) در شبکه های عصبی باقی مانده (ResNet)، مفهوم اتصالات باقی مانده (Residual Connections) چیست؟ و چگونه باعث بهبود آموزش شبکه های عمیق می شود؟

ه) فرض کنید مجبور هستیم در یک مساله با تعداد اندک داده از شبکه عمیق استفاده کنیم. چه روش های regularization ی را برای حوزه ورودی، شبکه و خروجی پیشنهاد می کنید.

سوال چهارم:

در این سوال شما مجاز به استفاده از کتابخانه‌های آماده (از جمله Keras یا هر کتابخانه‌ی دیگر) هستید. هدف در این تمرین مقایسه نتیجه طبقه بندی مناسب با استفاده از شبکه CNN برای مجموعه داده‌های CIFAR-10 با رزولوشن‌های متفاوت است. مجموعه CIFAR-10 شامل ۶۰ هزار تصویر رنگی است که در ۱۰ کلاس دسته بندی شده و ابعاد تصاویر آن 32×32 می‌باشد.

نیاز است تمامی فرضیات خود را ذکر نمایید. پیشنهاد می‌گردد از محیط Google Colab استفاده کنید.

مراحل:

۱. از این دیتاست ۱۰ هزار تصویر که هر کلاس شامل هزار تصویر باشد انتخاب کنید.
۲. دیتاست را به دو حالت آماده‌سازی کنید:
 - a. داده‌های باکیفیت: رزولوشن اصلی: 32×32
 - b. داده‌های با رزولوشن پایین: با کاهش رزولوشن به 16×16 (از روش‌هایی مانند Resize استفاده کنید).
۳. دیتاست را به سه بخش آموزش، تست و اعتبارسنجی تقسیم کنید. درصدهای اختصاص داده به هر بخش را ذکر نمایید (مانند ۷۰٪ آموزش، ۱۵٪ اعتبارسنجی و ۱۵٪ تست).
۴. یک شبکه‌ی CNN طراحی کنید. مشخصات معماری شبکه شامل تعداد لایه‌های convolutional و dense، تعداد نوروں‌ها در هر لایه، اندازه‌ی فیلترها، تابع فعال‌ساز و ... را به تفصیل در یک جدول ارائه دهید.
۵. موارد زیر را توضیح دهید:
 - a. تابع هزینه‌ی انتخابی.
 - b. تعداد نوروں‌ها و تابع فعال‌ساز لایه‌ی آخر (علت انتخاب این موارد را توضیح دهید).
 - c. نرخ یادگیری و بهینه‌ساز (optimizer).

آموزش و ارزیابی:

۶. دو بار شبکه را آموزش دهید:
 - a. یک بار روی داده‌های باکیفیت.
 - b. یک بار روی داده‌های با رزولوشن پایین.
۷. نمودار loss و accuracy را بر حسب epoch برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی رسم کنید.

۸. ماتریس آشفتگی (Confusion Matrix) را برای نتایج تست رسم و تحلیل کنید.

ارزیابی نهایی:

۹. در این مرحله، باید ۳ معیار عملکرد Accuracy، Precision و F1-Score را گزارش کنید.

نتایج مورد نیاز به شرح زیر هستند:

- a. عملکرد مدل آموزش دیده با داده‌های باکیفیت روی داده‌های تست باکیفیت.
- b. عملکرد مدل آموزش دیده با داده‌های باکیفیت روی داده‌های تست با رزولوشن پایین.
- c. عملکرد مدل آموزش دیده با داده‌های رزولوشن پایین روی داده‌های تست باکیفیت.
- d. عملکرد مدل آموزش دیده با داده‌های رزولوشن پایین روی داده‌های تست با رزولوشن

پایین

۱۰. نتایج هر یک از موارد بالا باید به صورت مجزا گزارش و مقایسه شوند تا تأثیر کیفیت داده‌های

ورودی در آموزش و ارزیابی مشخص شود. نتایج را مقایسه و تحلیل کنید:

- a. تفاوت عملکرد شبکه روی داده‌های باکیفیت و رزولوشن پایین.
- b. تأثیر کاهش رزولوشن بر دقت پیش‌بینی.
- c. پیشنهادهایی برای بهبود عملکرد شبکه در شرایط رزولوشن پایین.

گزارش نهایی باید شامل موارد زیر باشد:

- تقسیم‌بندی دیتاست و دلایل انتخاب درصدها.
- معماری شبکه در قالب یک جدول.
- توضیح انتخاب هایپرپارامترها (مانند نرخ یادگیری، تابع هزینه، و بهینه‌ساز).
- نمودارهای loss و accuracy.
- نتایج و مقایسه آنها
- تحلیل دقیق از تأثیر رزولوشن داده‌ها بر عملکرد مدل.