

به نام خدا

هدف از این تمرین، آشنایی شما با الگوریتم MAML برای وظیفه طبقه‌بندی تصاویر با تعداد نمونه محدود بر روی مجموعه داده Omniglot می‌باشد. تمرین متشکل از بخش‌های زیر است:

- پیاده‌سازی بخش‌هایی از الگوریتم MAML (نوتبوک در اختیار شما قرار داده می‌شود و بخش‌های مشخص شده را تکمیل خواهید کرد.) 30 نمره
- تحلیل معیارهای ارزیابی 30 نمره
- بررسی تاثیر تنظیمات مختلف 30 نمره
- بررسی تاثیر افزایش تعداد داده‌های ساپورت در زمان تست 10 نمره

پیاده‌سازی:

1. به نوتبوک ارائه‌شده مراجعه کنید:

- در بخش Data Preparation و کلاس OmniglotDataset، تابع getitem را تکمیل کنید.
- در بخش Implementation of MAML for Omniglot، تابع score و در کلاس MAML، کد مربوط به بخش feature extractor و توابع inner\_loop و outer\_loop و train را تکمیل کنید.

سپس با مقادیر پیش‌فرض موجود در نوتبوک یک‌بار کد خود را اجرا کنید. در گزارش خود برای تمرین، نمودار validation post-adaptation query accuracy را قرار دهید.

تحلیل معیارهای ارزیابی:

2. در کد شما 6 معیار accuracy ثبت می‌شود:

pre-adaptation support accuracy  
post-adaptation support accuracy  
post-adaptation query accuracy

برای train و validation

(الف) مفهوم هر یک از دقت‌های مطرح شده را به‌طور کوتاه توضیح دهید. (هر کدام یک خط)

ب) رفتار `pre-adaptation support accuracy` در `train` و `pre-adaptation support accuracy` در `validation` را توضیح داده و با یکدیگر مقایسه کنید. در پاسخ به این سوال به فرایند نمونه‌گیری از `task` ها توجه کنید.

ج) دو دقت `train pre adaptation support` و `train post adaptation support` را با یکدیگر مقایسه کنید و نتایج خود را بیان کنید. این دو دقت را برای `validation` نیز مقایسه کنید.

د) دو دقت `train post adaptation support` و `train post adaptation query` را با یکدیگر مقایسه کنید و نتایج خود را بیان کنید. این دو دقت را برای `validation` نیز مقایسه کنید.

بررسی تنظیمات مختلف:

3. هایپرپارامتر `inner learning rate` را به 0.04 تغییر داده و یکبار دیگر کد را اجرا کنید و نمودار `validation post-adaptation query accuracy` را برای هر دو نرخ یادگیری 0.4 و 0.04 را در گزارش خود بیاورید. تأثیر کاهش نرخ یادگیری درونی بر بهینه‌سازی و تعمیم‌پذیری چیست؟

4. متغیر `num_inner_steps` نشان‌دهنده تعداد دفعاتی است که گرادینت‌ها در حلقه درونی به‌روز رسانی می‌شوند. این متغیر به‌صورت پیش‌فرض برابر 1 قرار داده شده است. کد خود را بار دیگر با `inner lr = 0.04` و `num_inner_steps = 5` اجرا کنید. افزایش تعداد گام‌های حلقه درونی بر بهینه‌سازی و تعمیم‌پذیری چه تأثیری دارد؟

5. نرخ یادگیری یک هایپرپارامتر است که در آزمایشات قبلی مقدار آن در طول آموزش ثابت بود. با این حال، می‌توان این هایپرپارامتر را به یک پارامتر قابل یادگیری تبدیل کرد. برای این کار، مقدار `learn_inner_lrs` را به `True` تغییر دهید؛ مقدار نرخ یادگیری اولیه را برابر 0.4 و `num_inner_steps = 1` قرار دهید. کد خود را دوباره اجرا کنید. تأثیر یادگیری نرخ‌های یادگیری داخلی بر بهینه‌سازی و تعمیم‌پذیری چیست؟

بررسی تأثیر افزایش تعداد داده‌های ساپورت:

6. می‌خواهیم تأثیر افزایش `support data` را در زمان تست بررسی کنیم.  
الف) از `MAML 5way-1shot` با `learn_inner_lrs = True` که در گام آخر آموزش داده‌اید استفاده کنید و تعداد داده‌های `support` را به ازای 10, 8, 6, 4, 2, 1 `K` در زمان تست بررسی کنید. تعداد کوئری را در همه موارد برابر با 10 قرار دهید.  
ب) نمودار دقت را برای موارد فوق رسم کرده و تحلیل خود را در این باره ارائه کنید.