

نیمسال اول ۱۳۹۷-۹۸
مدرس: دکتر فاطمی‌زاده
نمره: ۸۵

یادگیری عمیق
تمرین سری اول
موعد تحویل: ۱۳۹۷/۷/۲۲

هدف این تمرین بررسی فرمولاسیون‌های مختلفی برای پرسپترون خطی^۱ است. در طبقه‌بندی^۲ با استفاده از پرسپترون، تابع هزینه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$J(\omega) = \sum_{x \in Y} \delta_x \omega^T x \quad (۱)$$

که در آن، x داده‌ها، ω ضرایب پرسپترون، Y مجموعه داده‌هایی است که اشتباه طبقه‌بندی شده‌اند و δ_x هم متغیری است که مقدار آن برابر ± 1 و هم‌علامت با حاصل $\omega^T x$ است.

الف) قسمت تئوری: (۴۰ نمره)

۱. (۱۰ نمره) با حل بهینه‌سازی برای رابطه^۱، چگونگی محاسبه ضرایب بهینه برای پرسپترون را به دست آورید.
(راهنمایی: برای حل بهینه‌سازی از Gradient Descent استفاده کنید.)

۲. (۱۰ نمره) تابع هزینه را به صورت زیر در نظر بگیرید و با حل مسأله بهینه‌سازی برای این تابع هزینه، ضرایب بهینه برای پرسپترون را به دست آورید.

$$J(\omega) = \sum_{x \in Y} \text{sign}(\omega^T x) \omega^T x \quad (۲)$$

(راهنمایی: به دلیل مشکلی که مشتق‌پذیری تابع sign در بهینه‌سازی ایجاد می‌کند، آن را با \tanh تقریب بزنید و بهینه‌سازی را حل کنید.)

۳. (۲۰ نمره) تابع هزینه را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$J(\omega) = \sum_{x \in Y} |\omega^T x| \quad (۳)$$

۱.۳. (۱۰ نمره) برای حل مشکل مشتق‌پذیری تابع قدرمطلق، به جای قدرمطلق از تابع هزینه Huber استفاده کنید.
(راهنمایی: تابع هزینه Huber به صورت زیر است:

$$L(g(x), y) = \begin{cases} c|y - g(x)| - \frac{c^2}{2} & |y - g(x)| > c \\ \frac{1}{2}(y - g(x))^2 & |y - g(x)| \leq c \end{cases} \quad (۴)$$

که در آن c عدد حقیقی دلخواه است.)

۲.۳. (۱۰ نمره) برای حل مشکل مشتق‌پذیری تابع قدرمطلق، تابع دیگری به جز تابع هزینه Huber پیشنهاد دهید و بهینه‌سازی را برای آن حل کنید.

^۱linear perceptron

^۲classification

ب) قسمت عملی: (۴۵ نمره)

ویژگی‌های استخراج‌شده از پایگاه داده‌ای از تصاویر دست‌نوشته اعداد انگلیسی در اختیار شما قرار داده شده است. در فایلی که در اختیار دارید، هر سطر شامل ۱۶ ویژگی استخراج‌شده از تصویر و عدد مربوط به تصویر (در ستون آخر) است. با استفاده از ویژگی‌های استخراج‌شده یک پرسپترون خطی طراحی کنید که دو رقم مختلف را طبقه‌بندی کند. دو رقم متناظر هر فرد، دو رقم کوچک‌تر از چهار رقم سمت راست شماره دانشجویی آن فرد است. برای مثال اگر شماره دانشجویی شما ۹۷۲۰۷۹۸۶ است، باید برای دو رقم ۶ و ۷، طبقه‌بند مناسب را طراحی کنید. برای این کار تمامی داده‌های مربوط به رقم‌های موردنظر را انتخاب کنید، ۸۰٪ اول را به عنوان داده‌های آموزش و ۲۰٪ باقی‌مانده را به عنوان داده‌های تست در نظر بگیرید. برای هر چهار روش محاسبه ضرایب پرسپترون که در قسمت تمرین تئوری به‌دست آوردید، شبیه‌سازی را انجام داده و نتایج را به‌صورت جداگانه گزارش دهید. در گزارش خود، درصد دقت طبقه‌بندی و نیز ماتریس confusion را برای هر طبقه‌بند ارائه کنید. (شبیه‌سازی هر طبقه‌بند ۱۰ نمره)

همچنین، روابط به‌دست آمده در قسمت تئوری را مقایسه کنید و نتایج متفاوت به‌دست آمده در قسمت عملی برای طبقه‌بندهای مختلف را تفسیر کنید. (۵ نمره)

توجه: قسمت تئوری تمرین را به صورت کاغذی و تا موعد مشخص‌شده در کلاس درس تحویل دهید.

توجه: برای قسمت عملی این تمرین، می‌توانید از نرم‌افزار MATLAB و یا زبان برنامه‌نویسی Python استفاده کنید.

توجه: برای قسمت عملی این تمرین، استفاده از کتابخانه آماده برای آموزش طبقه‌بند، مجاز نیست.

توجه: برای تحویل قسمت عملی، کد هر طبقه‌بند را به صورت مشخص همراه با گزارش بارگزاری کنید.