



به نام خدا
دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر

درس سیستم‌های هوشمند

تمرین شماره 4

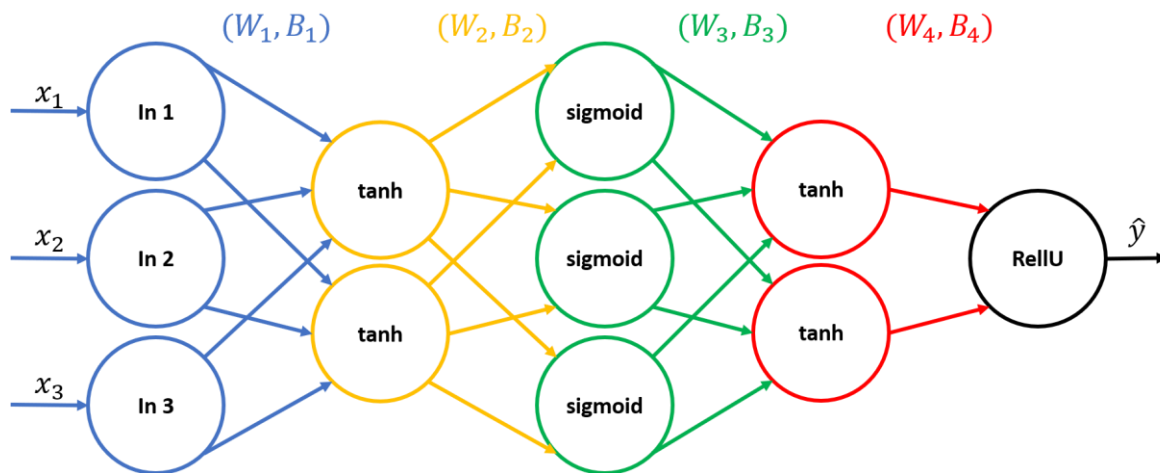
آذرماه 1401

فهرست سوالات

- سوال 1: شبکه عصبی پرسپترون با چندلایه مخفی: 3
- سوال 2: کاربرد شبکه های عصبی در طبقه بندی: 4
- الف) استفاده از شبکه MLP: 5
- ب) استفاده از شبکه MLP+CNN: 5
- سوال 3: یادگیری انتقال یافته برای شبکه EfficientNet 7
- الف) آشنایی با شبکه EfficientNet 7
- ب) پیاده سازی شبکه به کمک ایده Transfer Learning 7
- ج) رفع یک مشکل خاص شبکه 7
- د) آموزش شبکه با مجموعه دادگان جدید 7
- نکات تحویل: 8

سوال 1: شبکه عصبی پرسپترون با چندلایه مخفی:

شبکه عصبی زیر را در نظر بگیرید. به ازای دو ورودی داده شده، ضرایب را دو مرحله به صورت دستی به روز رسانی کنید. سپس با پیاده سازی محاسبات خود در قالب کد پایتون، خروجی های کد را با محاسبات دستی مقایسه کنید.



$$\begin{cases} Z = \tanh(W_1^T X + B_1) \\ K = \text{sigmoid}(W_2^T Z + B_2) \\ P = \tanh(W_3^T K + B_3) \\ \hat{y} = \text{ReLU}(W_4^T P + B_4) \end{cases}$$

$$X_1 = \begin{bmatrix} a \\ b \\ a \end{bmatrix}, Y_1 = [a], \quad X_2 = \begin{bmatrix} b \\ a \\ b \end{bmatrix}, Y_2 = [b]$$

$$W_1 = \begin{bmatrix} 0.1a & 0.2b \\ 0.3a & 0.4b \\ 0.5a & 0.4b \end{bmatrix}, \quad W_2 = \begin{bmatrix} a + 0.15 & a + 0.25 & a + 0.35 \\ b + 0.45 & b + 0.55 & b + 0.65 \end{bmatrix},$$

$$W_3 = \begin{bmatrix} a \times b + 0.12 & a \times b + 0.22 \\ a \times b + 0.32 & a \times b + 0.42 \\ a \times b + 0.52 & a \times b + 0.62 \end{bmatrix}, \quad W_4 = \begin{bmatrix} a - b + 0.16 \\ a - b + 0.36 \end{bmatrix}$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0.1a \\ 0.2b \end{bmatrix}, B_2 = \begin{bmatrix} a + b + 0.15 \\ a + b + 0.25 \\ a + b + 0.35 \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} \frac{a}{b+1} + 0.12 \\ \frac{a}{a+1} + 0.22 \end{bmatrix}, B_4 = [b - a + 0.26]$$

که a رقم یکان و b رقم دهگان شماره دانشجویی شما است. و تابع خطای مد نظر به صورت زیر تعریف شده است :

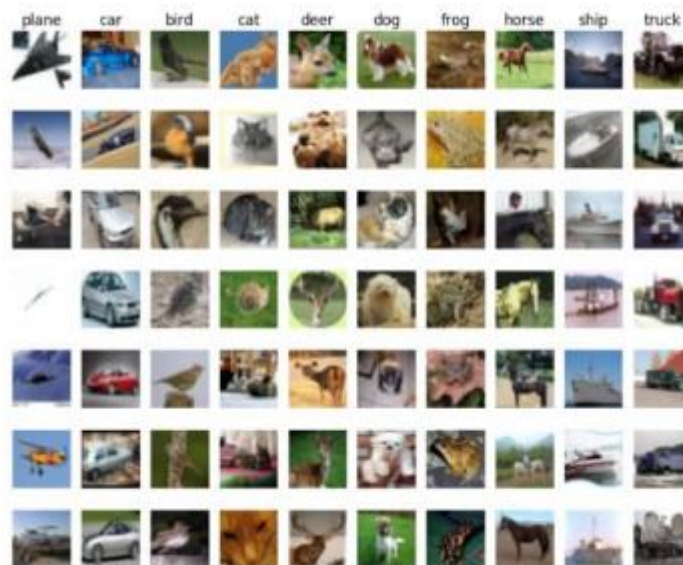
$$E = \frac{1}{2}(\hat{y} - y)^2$$

مثال برای محاسبه اعداد ضرایب :

$$\begin{cases} a = 2 \\ b = 3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 0.1a = 0.12 \\ 0.2b = 0.32 \end{cases}, \quad \begin{cases} a \times b + 0.12 = 6.12 \\ \frac{a}{b+1} + 0.16 = 0.66 \end{cases}$$

سوال 2: کاربرد شبکه های عصبی در طبقه بندی:

هدف در این تمرین ایجاد یک طبقه بند برای طبقه بندی مجموعه داده [CIFAR-10](#) با استفاده از شبکه های MLP^1 و CNN^2 و بررسی تاثیر هایپرپارامترها میباشد. این مجموعه داده شامل 60 هزار تصویر رنگی میباشد که در 10 کلاس دسته بندی شده است.



تصویر (1) – نمونه مجموعه داده CIFAR-10

این مجموعه دادگان را دانلود کنید و 10 تصویر ابتدایی آن را به همراه نام هر شی نمایش دهید. سپس دادگان را سه بخش آموزش³، تست⁴ و ارزیابی⁵ تقسیم نمایید.

از طریق این [لینک](#) می توانید این مجموعه داده را دانلود نمایید. همچنین با استفاده از کتابخانه Keras میتوانید مجموعه دادگان را دانلود نمایید.

```
from keras.datasets import cifar10
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = cifar10.load_data()
```

در مرحله بعدی پیش پردازش های مورد نیاز را انجام دهید تا داده ها برای آموزش شبکه عصبی آماده بشوند.

¹ Multilayer Perceptron
² Convolutional Neural Network
³ Train
⁴ Test
⁵ Validation

الف) استفاده از شبکه MLP:

قبل از شروع این بخش لطفا به نکات زیر توجه نمایید:

- روش مورد استفاده در این بخش Stochastic mini batch based می باشد.
- تعداد لایه های مخفی را برابر 2 در نظر بگیرید و همچنین سایر هایپر پارامترها مانند توابع خطا، نرخ یادگیری و موارد مشابه را با آزمون خطا تعیین کنید بگونه ای که به نتایج دقیق تری منجر شود.
- در سوالات شماره دوم و سوم تغییرات دقت¹ و خطای² مدل را برای هر اپاک³ برای داده ی ارزیابی و آموزش در یک نمودار رسم نمایید و در ادامه خطا، دقت و ماتریس آشفتگی⁴ را برای داده تست محاسبه نمایید.
- در هر سوال بجز هایپر پارامتر مورد بررسی بقیه موارد ثابت هستند و شما ملزم به استفاده از بهترین مدل هر سوال در قسمت های بعد خواهید بود.

- 1- از سه دسته با اندازه های 32 و 64 و 256 استفاده نمایید و تاثیر تفاوت اندازه دسته ها را در دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمایید.
 - 2- توابع فعالساز هر لایه را تغییر دهید و تاثیر توابع فعالساز را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید، در کل 3 مرحله توابع فعالساز را در لایه های ماقبل اخر تغییر دهید و نتایج آن را گزارش کنید. مزایا و معایب این توابع فعالساز را نسبت به دیگری بررسی نمایید.
 - 3- تابع خطا شبکه را تغییر دهید و تاثیر تابع خطاهای متفاوت را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید، و نتایج را گزارش و توجیه کنید. در این قسمت 2 مرحله تغییر کافی است.
 - 4- بهینه ساز شبکه را تغییر دهید و تاثیر بهینه سازهای متفاوت را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید. 2 بهینه ساز مختلف را بررسی نمایید.
 - 5- با توجه به ارزیابی های انجام شده، انتخاب کدام پارامترها به نتیجه بهتر منجر خواهد شد؟
- برای این مدل علاوه بر خطا و دقت، معیارهای ارزیابی دیگری شامل F-Score, Recall, Precision را گزارش نمایید.

ب) استفاده از شبکه MLP+CNN:

بالرزیابی شبکه در بخش قبل حتما باین نتیجه رسیده اید که عملکرد طبقه بند از آستانه ای مشخص فراتر نخواهد رفت و لذا در این قسمت قصد داریم تا با بکارگیری لایه های کانوالوشنی عملکرد طبقه بند را افزایش دهیم.

¹ Accuracy

² Loss

³ Epoch

⁴ Confusion Matrix

قبل از شروع این بخش نیز همانند بخش قبل نکات زیر را برای تمام سوالات این بخش اعمال نمایید:

- در دو نمودار جداگانه تغییرات دقت و خطای مدل را در هر اپیک برای داده ی ارزیابی و آموزش حالت های خواسته شده نشان دهید.
- دقت و خطای نهایی برای داده های تست را نیز گزارش نمایید.

1- به بهترین شبکه بدست آمده در سوال اول، لایه های کانولوشنی را اضافه نمایید و شبکه را پیاده سازی نمایید. نتیجه بدست آمده را از نظر دقت و خطا با معماری MLP مقایسه نمایید.

2- لایه های Pooling, Batch Normalization را توضیح دهید و سپس این لایه ها را به توپولوژی شبکه اضافه نمایید و شبکه را پیاده سازی نمایید. نتیجه بدست آمده را از نظر دقت و خطا با معماری سوال یک مقایسه نمایید.

3- به معماری شبکه بدست آمده در سوال دوم اکنون Dropout را نیز اضافه نمایید و تاثیر آن را بررسی نمایید. چرا از Dropout در معماری شبکه عصبی استفاده میکنیم؟

4- توقف زود هنگام¹ در شبکه های عصبی به چه معناست؟ چه معیارهایی در این توقف زود هنگام استفاده میشوند؟ یک نمونه از آن را پیاده سازی نمایید.

¹ Early Stopping

سوال 3: یادگیری انتقال یافته برای شبکه EfficientNet

با پیشرفت اخیر در CNN در حوزه بینایی کامپیوتر، مدل‌های معروفی از شبکه‌های عصبی کانولوشنی بوجود آمدند. که شبکه EfficientNet که اخیراً ارائه شده از قوی‌ترین شبکه‌ها در راستای طبقه‌بندی تصاویر است. پیشنهاد می‌شود مقاله مربوط به این مدل را خوانده و به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) آشنایی با شبکه EfficientNet

مختصراً موارد زیر را در مورد معماری شبکه EfficientNetB0 توضیح دهید.

الف) معماری شبکه

ب) توضیح نسخه‌های مختلف معماری و تفاوت آنها (در صورت وجود نسخه‌های مختلف)

ج) پیش‌پردازش‌های اولیه برای تصویر ورودی

د) مزایا نسبت به سایر مدل‌ها

ب) پیاده‌سازی شبکه به کمک ایده Transfer Learning

شبکه انتخابی را با کمک Transfer Learning پیاده‌سازی نمائید و سپس توضیحات زیر را بر روی شبکه اجرا نمائید.

- ابتدا یک عکس رنگی با کیفیت مناسب از محیط اطراف خود بگیرید. (این عکس بایستی از دسته‌های قابل تشخیص توسط مدل باشد) این عکس را در صورت نیاز پیش‌پردازش کنید، سپس به شبکه‌ای که پیاده‌سازی کرده اید داده و 3 دسته به ترتیب با بیشترین احتمال پیش‌بینی شده را در خروجی نشان دهید.

ج) رفع یک مشکل خاص شبکه

اگر تصویر ورودی به شبکه جز اشیا قابل تشخیص توسط مدل نباشد، خروجی مدل قابل استناد نیست، راه حل شما برای حل این مشکل چیست؟ آن را پیاده‌سازی نمائید و نتیجه آن را گزارش نمائید.

د) آموزش شبکه با مجموعه داده‌گان جدید

یک لیست از اشیا قابل تشخیص توسط مدل بدست بیاورید، یک مجموعه داده جمع‌آوری کنید که شامل دو دسته باشد (حداقل هر دسته شامل 200 تصویر باشد، قاعدتاً می‌توانید مجموعه داده بیشتری جمع‌آوری کنید و محدودیتی وجود ندارد) و مدل را با استفاده از این مجموعه داده مجدداً آموزش دهید.

نکات تحویل:

- مهلت تحویل این تمرین 4 دی میباشد.
- انجام این تمرین به صورت یک نفره است.
- برای انجام این تمرین تنها مجاز به استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون هستید.
- در صورت وجود تقلب نمره تمامی افراد شرکت کننده در آن -100 لحاظ میشود.
- لطفا پاسخ تمرین خود را (به همراه کد/گزارش سوال کامپیوتری) به صورت زیر در صفحه درس آپلود نمایید:

HW [HW number] _ [Last name] _ [Student number].zip

- در صورت وجود هر گونه ابهام یا مشکل لطفا به یکی از مسئولین تمرین ایمیل بزنید و بقیه را CC کنید.

اويس دل افروز (oveys.delafrouz@ut.ac.ir)

محمد حيدري (muhammed.heydariiii@gmail.com)

عرفان حاجي هاشمي (erfanhajihashemi@ut.ac.ir)