

## به نام ایزد منان

تمرین دوم درس مبانی هوش محاسباتی، «شبکه‌های عصبی»



استاد درس: دکتر عبادزاده

پاییز 1403 - دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر



نکاتی در مورد این تمرین نیاز به توجه و دقت دوستان دارد.

- 1- هرگونه کپی کردن باعث عدم تعلق نمره به تمامی افراد مشارکت کننده در آن می‌شود.
- 2- آخرین مهلت ارسال تمرین، ساعت ۲۳:۵۹ دقیقه روز ۲ آذر 1403 می‌باشد. این زمان با توجه به جمع‌بندی‌های صورت گرفته، شرایط و با توجه به سایر تمرین‌ها در نظر گرفته شده است و به هیچ عنوان قابل تمدید نمی‌باشد.
- 3- دوستان فایل ارسالی خود را به صورت فشرده و به صورت «شماره دانشجویی\_HW2» مانند HW2\_9931000 نام گذاری کنید.
- 4- در صورت هرگونه سوال یا مشکل می‌توانید با تدریس‌یاران درس از طریق discussion کانال <https://t.me/+Jv4zWN2kVCtkMzhk> در ارتباط باشید.

1- تابع XOR را به وسیله شبکه‌های عصبی مبتنی بر توابع پایه شعاعی مدل کنید. برای این کار: الف) دو تابع شعاعی گاوسی به مراکز  $(0, 0)$  و  $(1, 1)$  و  $\sigma=1$  تشکیل دهید و رابطه‌ی آن‌ها را بر اساس دو ورودی  $x_1$  و  $x_2$  بنویسید. ب) جدول حالات تابع XOR را بدست بیاورید و برای 4 حالت ممکن این تابع، مقدار دو تابع پایه شعاعی بدست آمده در بخش الف را بیابید. پ) دستگاه معادلات را برای چهار حالت جدول حالت XOR و مقدار مورد انتظار آن‌ها، تشکیل دهید و پارامترهای  $w_1$  و  $w_2$  و  $\theta$  را بیابید.

---

۲- به سوالات زیر پاسخ دهید:

- 1) گام‌های الگوریتم k-means را در قالب یک شبه کد بنویسید.
  - 2) الگوریتم k-means از نظر نوع یادگیری در کدام دسته قرار می‌گیرد؟ چرا؟
  - 3) آیا انتخاب k می‌تواند مدل را دچار بیش‌برازش یا کم‌برازش کند؟ اگر بله یک مثال برای انتخاب k ارائه دهید که در آن می‌توان گفت مدل دچار بیش‌برازش یا کم‌برازش شده است.
  - 4) می‌دانیم در الگوریتم k-means دو فاصله درون خوشه‌ای (inter cluster) و میان خوشه‌ای (intra cluster) تعریف می‌شوند، توضیح دهید هدف الگوریتم برای هر یک از این فاصله‌ها چیست و کم یا زیاد بودن این فواصل چه معنایی دارند.
- 

۳- یک شبکه عصبی برای طبقه‌بندی تصاویر از سه دسته مختلف طراحی کرده‌ایم. ساختار این شبکه شامل یک لایه ورودی، دو لایه مخفی و یک لایه خروجی با سه نورون (برای سه دسته مختلف) است. بخش اول: فرض کنید که در لایه‌های مخفی از تابع فعال‌سازی ReLU و در لایه خروجی از تابع فعال‌سازی Softmax استفاده کرده‌ایم. الف) توضیح دهید که چرا از ReLU برای لایه‌های مخفی استفاده می‌کنیم و چه ویژگی‌هایی دارد که برای این لایه‌ها مناسب است؟ ب) چرا در لایه خروجی از Softmax استفاده شده و چه تاثیری بر خروجی‌های شبکه خواهد داشت؟

بخش دوم: برای مقابله با بیش‌برازش تصمیم داریم از dropout با نرخ 0.5 در لایه‌های مخفی استفاده کنیم.

ج) توضیح دهید که چگونه Dropout کمک می‌کند تا شبکه بهتر عمومی‌سازی شود؟

---

۴- توضیح دهید که SOM چگونه کار می‌کند و چه تفاوت‌هایی با feedforward دارد؟

---

۵- فرض کنید می‌خواهیم یک شبکه عصبی کانولوشنی پیاده‌سازی کنیم که با گرفتن عکس مغز بیمار، وضعیت بیمار را تشخیص دهد. با توجه به توضیحات زیر، شبکه عصبی کانولوشنی مربوطه را پیاده‌سازی کنید (مراحل پیاده‌سازی این شبکه عصبی و فرآیند کلی آن را با **رسم شکل مناسب** شرح دهید).  
نکات قابل توجه:

۱- مدل پیشنهادی باید شامل سه تسک کلی Feature Extraction، Flattening و Classification باشد. کاربرد و ترتیب هر بخش را نیز توضیح دهید.

۲- در Feature Extraction، از max pooling و تابع فعالیت ReLU استفاده کنید و دلیل استفاده از آن‌ها را نیز شرح دهید.

۳- Classification شامل سه دسته‌ی سالم، سرطان و عفونت می‌باشد.

---

۶- حداقل دو مزیت استفاده از لایه‌های Convolutional به جای استفاده از لایه‌های Fully Connected برای تسک‌های بصری<sup>۱</sup> چیست؟

---

۷- فرض کنید یک Convolutional Classifier دارید؛ برای هر لایه جدول زیر را کامل کنید:

- CONV-K-N: یک لایه‌ی کانولوشنی با N فیلتر است که هر کدام آن‌ها سایز  $K \times K$  دارند و Padding و Stride همیشه به ترتیب ۰ و ۱ است.
- POOL-K: یک لایه‌ی  $K \times K$  pooling با stride k و padding 0 است.
- FC-N: یک لایه‌ی کاملاً متصل با N نورون است.

---

<sup>۱</sup> Visual Tasks

Number of biases	Number of weights	Activation map dimensions	Layer
0	0	$128 \times 128 \times 3$	Input
			CONV-9-32
			POOL-2
			CONV-5-64
			POOL-2
			CONV-5-64
			POOL-2
			FC-3