

به نام خدا



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



شبکه های عصبی مصنوعی و یادگیری عمیق

تمرین شماره 4

خرداد 1401

فهرست سوالات

- سوال 1 – SOM 3
- سوال ۲ – Max Net 5
- سوال 3 – Mexican Hat 6
- سوال 4 – Hamming Net 7

SOM – 1 سوال

الف) دیتاست fashion_mnist را لود کرده و 1000 تصویر اول را به عنوان داده آموزش و 3000 داده را به عنوان داده تست در نظر بگیرید. اگر تعداد $225 = (15 \times 15)$ نورون خروجی با چینش مربعی برای SOM در نظر بگیریم با توجه به ابعاد تصاویر ورودی، ماتریس وزن ها دارای چه ابعادی خواهد بود. همچنین مشخص کنید نوع چینش نورون های خروجی در کدام یک از مراحل زیر تاثیرگذار است؟ به طور خلاصه توضیح دهید.

4.2.2 Algorithm

- Step 0.* Initialize weights w_{ij} . (Possible choices are discussed below.)
Set topological neighborhood parameters.
Set learning rate parameters.
- Step 1.* While stopping condition is false, do Steps 2–8.
- Step 2.* For each input vector x , do Steps 3–5.
- Step 3.* For each j , compute:
- $$D(j) = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2.$$
- Step 4.* Find index J such that $D(J)$ is a minimum.
- Step 5.* For all units j within a specified neighborhood of J , and for all i :
- $$w_{ij}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \alpha[x_i - w_{ij}(\text{old})].$$
- Step 6.* Update learning rate.
- Step 7.* Reduce radius of topological neighborhood at specified times.
- Step 8.* Test stopping condition.

ب) الگوریتم را با شعاع همسایگی (ثابت) $R = 1$ پیاده سازی کرده و شبکه را به ازای مقادیر مختلف Initial- Learning Rate و decay factor آموزش داده و سپس نتایج بهترین حالت به دست آورده شده را گزارش دهید. گزارش باید شامل مقادیر هایپرپارامترها و چند تصویر از وزن های شبکه در ایپاک های مختلف که به صورت یک ماتریس با ابعاد 420×420 در آمده است، باشد. (در واقع وزن های مربوط به هر کدام از نورون های خروجی یک قسمت از این تصویر را تشکیل می دهند که دارای ابعاد 28×28 است و از کنار هم قرار گرفتن این تصاویر کوچک یک ماتریس به ابعاد $420 \times 420 = 28 \times 15 \times 28 \times 15$ تشکیل می شود).

(اختیاری : تعداد ورودی های مپ شده و تعداد کلاس های منحصر به فرد مپ شده به هر نورون خروجی را نیز به صورت یک (یا دو) هیستوگرام رسم کنید. به چند نورون بیشتر از یک کلاس مپ شده است؟)

(اختیاری: به ازاء شعاع همسایگی (ثابت) $R=0$ تصویر وزن های شبکه چگونه می شود؟ توضیح دهید.)

پ) مرحله قبل را با شعاع همسایگی اولیه $R = 3$ تکرار کنید و در هر ایپاک شعاع همسایگی را یک عدد کاهش دهید تا به صفر برسد (و سپس بروی صفر ثابت بماند!) ، همچنین مقادیر هایپرپارامتر ها را دوباره تنظیم کنید. نتایج را همانند مرحله قبل گزارش کنید.(اختیاری : تعداد ورودی های مپ شده و تعداد کلاس های منحصر به فرد مپ شده به هر نورون خروجی را نیز به صورت یک (یا دو) هیستوگرام رسم کنید. به چند نورون بیشتر از یک کلاس مپ شده است؟)

ت) آیا بهبودی در نتایج به دست آمده ایجاد شده است؟ به طور مختصر توضیح دهد شعاع همسایگی متغیر چگونه می تواند به بهبود نتایج کمک کند؟

سوال ۲ – Max Net

به ازای $x = (1.2, 1.1, 1, 0.9, 0.95, 1.15)$ و با $\epsilon = 0.15$ شبیه سازی انجام دهید و مراحل بروز رسانی واحد ها را نشان دهید و سپس سوالات زیر را پاسخ دهید.

- توضیح دهید و پیاده سازی کنید تحت چه شرایطی و با چه اصلاحاتی می توان از شبکه Maxnet برای پیدا کردن بزرگترین عدد در بین اعدادی که میدانیم همه این اعداد از $\beta \in R$ بزرگتر هستند استفاده کرد؟
- در چه شرایطی و با چه اصلاحاتی می توان مکانیزم شبکه Maxnet را برای مرتب کردن اعداد از بزرگ به کوچک بکار برد؟
- در چه شرایطی و با چه اصلاحاتی می توان مکانیزم شبکه Maxnet را برای مرتب کردن اعداد از کوچک به بزرگ بکار برد؟

سوال 3 – Mexican Hat

با استفاده از شبکه Mexican Hat واحدی که مقدار ماکزیمم دارد را از بردار زیر پیدا کنید.

[0.27, 0.35, 0.44, 0.58, 0.66, 0.77, 0.4, 0.32, 0.20, 0.15, 0.08]

الف: مقدار $R1=0$ و مقدار $R2=\infty$ در نظر بگیرید.

ب: مقدار $R1=1$ و مقدار $R2=3$ در نظر بگیرید.

- در هر بار تکرار نمودار Index اعضای آرایه و مقدار سیگنال خروجی را رسم کرده و در نهایت نتایج دو قسمت را مقایسه کنید (t_{max} و سایر پارامترها را مقادیر مناسبی در نظر بگیرید).

برای هر دو قسمت تابع فعالسازی را به صورت زیر در نظر بگیرید:

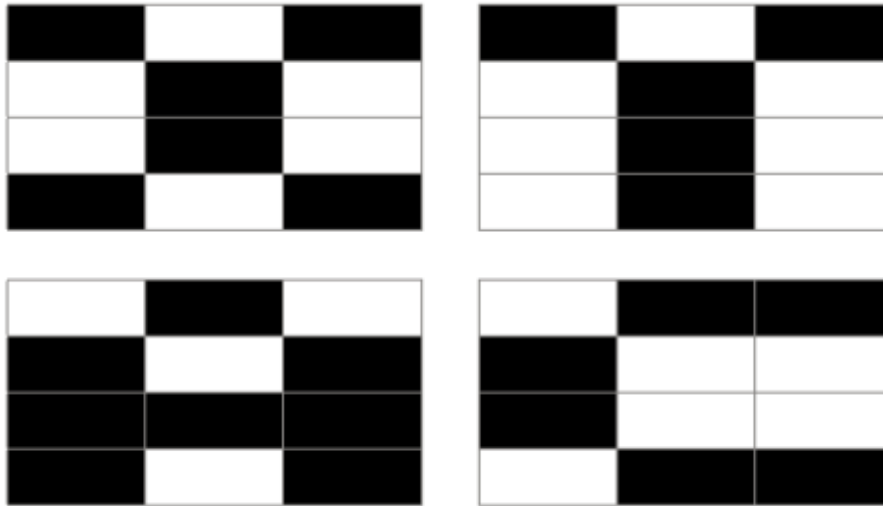
$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ x & 0 \leq x < 2 \\ 2 & 2 \leq x \end{cases}$$

- این تمرین را به کمک زبان برنامه نویسی پایتون پیاده سازی کنید.

سوال 4 – Hamming Net

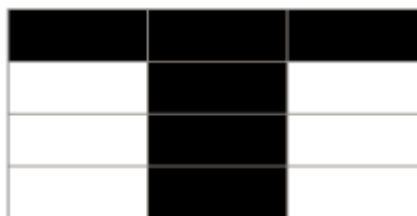
الف) تصاویر زیر را در چند ارایه از نوع numpy ذخیره و فاصله Hamming را برای هر جفت از آنها محاسبه کنید.

خانه های سیاه 1 و خانه های سفید 0- در نظر بگیرید!



ب) 4 تصویر قسمت اول را به عنوان نمونه ها (exemplars) شبکه Hamming-net در نظر گرفته و با فرض $n = 12$ (ابعاد داده ورودی شبکه)، ماتریس وزن ها و بایاس شبکه Hamming-net را به دست آورید.

پ) با استفاده از ماتریس وزن و بایاس به دست آمده در مرحله قبل خروجی های شبکه را برای ورودی زیر محاسبه کنید. بر اساس خروجی های به دست آمده ورودی به کدام یک از تصاویر (X,Y,A,C) نزدیک تر است.



نکات:

- مهلت تحویل این تمرین تا 20 خرداد است.
- گزارش را در قالب تهیه شده که روی صفحه درس در Elearn بارگذاری شده، بنویسید.
- گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی که برای پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید را در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول هم بالانویس اضافه کنید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند. بنابراین هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در شرح سوال از شما خواسته شده است را به طور واضح و کامل در گزارش بیاورید. در صورت عدم رعایت این مورد، بدیهی است که از نمره تمرین کسر می‌شود.
- در صورت مشاهده تقلب امتیاز تمامی افراد شرکت‌کننده در آن، 100- لحاظ می‌شود.
- برای انجام تمرین‌ها و مینی پروژه‌ها، تنها زبان برنامه نویسی مجاز Python است.
- استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست. اما برای مینی پروژه‌ها فقط برای قسمت‌هایی از کد و به عنوان راهنمایی برای پیاده‌سازی، می‌توانید از کدهای آماده استفاده کنید.
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: مهلت ارسال بدون جریمه تا تاریخ اعلام شده و پس از آن به ازای هر روز 5 درصد نمره کسر خواهد شد و حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر وجود، پس از بازه تاخیر نمره تکلیف صفر خواهد شد.
- لطفاً گزارش، فایل کدها و سایر ضمایم مورد نیاز را با فرمت زیر در سامانه مدیریت دروس بارگذاری نمایید.

HW4_[Lastname]_[StudentNumber].zip

- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل می‌توانید از طریق رایانامه‌های زیر با دستیاران آموزشی مربوطه آقای مهرداد انوری فرد (سوال 1 و 4) و خانم ملیکا صادقی (سوال 2 و 3) در تماس باشید:

mehrdad.anvarifard@gmail.com

melikasadeghi16@gmail.com