



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش محاسباتی

بهار ۱۴۰۱

---

تمرین سری دوم

نقشه‌های خودسازمان‌دهنده - تابع شعاعی پایه

---

استاد درس ..... دکتر مزینی

طراحی و تدوین ..... محمد صدرا خاموشی فر - کیوان داداش زاده

تاریخ انتشار ..... ۲۶ اسفند ۱۴۰۰

تاریخ تحویل ..... ۱۶ فروردین ۱۴۰۱

## قوانین

۱. انجام تمرین به صورت انفرادی می‌باشد. در صورت مشاهده هرگونه تقلب یا کپی از اینترنت، نمره سوال برای هر دو نفر ۰ منظور خواهد شد.
۲. تحویل تمرین از طریق سایت Gradescope خواهد بود. لطفا پس از ثبت نام با کد ذکر شده وارد کلاس شوید. RWJJYZ
۳. در طول ترم مجاز به ۷ روز تاخیر هستید که به صورت دقیقه‌ای محاسبه خواهد شد. اگر تمرینی بعد از ددلاین فرستاده شود و ۷ روز حق تاخیر هم استفاده شده باشد نمره آن تمرین را کاملاً از دست خواهید داد. با توجه به این مکانیزم تاخیر هیچ تمرینی تمدید نخواهد شد.
۴. فایل گزارش ارسالی حتماً باید به صورت تایپ شده باشد.
۵. پیشنهاد می‌شود جهت انجام تمرین از محیط کولب استفاده کنید.
۶. جهت تحویل تمرین عملی قبل از آپلود کد، تمام سلول‌های Notebook را دوباره Run کنید. همچنین خروجی باید شامل تمام مراحل خواسته شده در صورت سوال باشد.
۷. هر تمرین شامل سه نوع سوال تشریحی، عملی و ترکیبی است. در گزارش ارسالی خود بایستی به تمام سوالات تشریحی پاسخ دهید، نتایج به دست آمده را ذکر و تحلیل کنید.
۸. بخشی از نمره هر سوال عملی مربوط به توضیحات و گزارش کد آن می‌باشد. توضیحات در قالب Note در سلول Notebook اضافه شود و شامل ورودی و خروجی، نحوه عملکرد توابع و مراحل مهم الگوریتم می‌باشد. لازم نیست این توضیحات در فایل گزارش ذکر شود.
۹. ریز نمرات هر سوال را می‌توانید از سایت گرید اسکوپ مشاهده نمایید.
۱۰. سوالات خود را از طریق گروه تلگرام مطرح کنید.

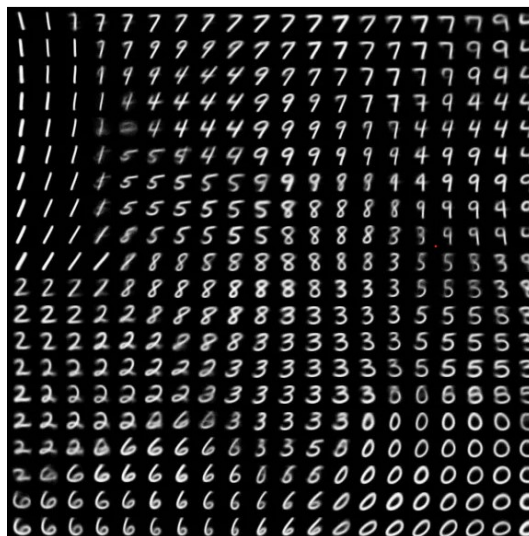
## نکات

۱. محاسبات به صورت کاملاً Vectorize باشد. تنها در Epoch و Batch ها می‌توانید از حلقه For استفاده کنید. در غیر این صورت سرعت اجرای برنامه شما بسیار کم خواهد بود.
۲. در پایان هر Epoch مقادیر دقت و خطای شبکه را گزارش کنید و در انتها نمودار آن‌ها را رسم کنید.
۳. برای ترسیم نمودارها می‌توانید از کتابخانه matplotlib استفاده کنید.
۴. هایپرپارامترهای شبکه به صورت آرگومان ورودی قابل تنظیم شدن باشند. (Epochs, Batch Size, Learning Rate, ...)
۵. بخشی از نمره این تمرین مربوط به دقت، خطا و سرعت مناسب می‌باشد. پس در انتخاب هایپرپارامترهای شبکه دقت کنید.
۶. در صورت نیاز داده‌های ورودی را قبل از Feed شدن به شبکه نرمال کنید.

موفق باشید.

## ۱ شبکه Kohonen - (۴۰ نمره)

همانطور که در کلاس متوجه شدید بعضی اوقات داده‌های ما برچسب ندارند و ما باید بدون ناظر بین آن‌ها شباهت‌هایی را پیدا کنیم. یک شبکه Kohonen پیاده‌سازی کنید به طوری که ۵۰۰۰ تصویر از داده‌های MNIST را به صورت رندوم انتخاب کند و آنها را به صورت یک جدول  $20 \times 20$  نمایش دهد به طوری که تصاویر مشابه کنار هم قرار گیرند.



شکل ۱: نمونه خروجی مناسب

در هنگام پیاده‌سازی خود به نکات زیر توجه داشته باشید:

- برای دریافت تصاویر می‌توانید از تابع‌های کمکی Keras استفاده کنید.
- داده‌هایی که برای آموزش به شبکه می‌دهید باید شامل توزیع متوازی از تمام اعداد ۰ تا ۹ باشد.
- لازم است از مراحل مختلف آموزش در گزارش خود تصاویر مناسب قرار دهید. حداقل ۵ تصویر در حین آموزش نیاز می‌باشد.
- توجه نمایید که آموزش این شبکه برای رسیدن به یک خروجی قابل قبول ممکن است کمی زمان بر باشد. برای رفع این مشکل سعی کنید پیاده‌سازی Vectorize شده داشته باشید. همچنین داده‌ها را به صورت Batch های کوچک وارد شبکه کنید.

### ۱.۱ تغییر ضریب یادگیری

مقدار ضریب آموزش (Learning Rate) را در طول آموزش تغییر دهید و اثر آن در خروجی و زمان الگوریتم را نسبت به حالت قبل بیان کنید.

### ۲.۱ تغییر شعاع همسایگی

ایراد ثابت بودن شعاع همسایگی چیست؟ نام این پدیده چیست؟ نمونه ای از این پدیده را در خروجی مرحله ی قبل نمایش دهید. شبکه را طوری تغییر دهید که تا حد امکان اثر این پدیده کاهش یابد.

## ۲ سوالات تشریحی Kohonen - (۱۰ نمره)

چرا در این روش به برچسب روی داده ها نیازی نداریم؟  
آیا میتوان از این شبکه برای حل مسائل Classification استفاده کرد؟ توضیح دهید چگونه می توان از SOM به عنوان یک Classifier استفاده کرد.  
توضیح دهید که چگونه به شبکه آموزش یافته SOM می تواند مقدار (برچسب) یک داده را تشخیص دهد، بدون آن که آن داده را دیده باشد.

## ۳ خوشه بندی (Clustering) - (۱۰ نمره)

منظور از خوشه بندی یا Clustering چیست؟ درباره الگوریتم های مختلف خوشه بندی نظیر DBSCAN, GMM, K-Means و ... تحقیق کنید و مراحل و الگوریتم آن ها را شرح دهید.  
(دو الگوریتم کافی می باشد).

#### ۴ شبکه عصبی RBF - (۴۰ نمره)

تابع زیر را در نظر بگیرید.

$$y = 1/3 + 0.5 \cdot \sin(3x \cdot \pi) + \mu$$

$$0 < x < 1$$

$$-0.7 < \mu < 0.7$$

با استفاده از روش نمونه برداری (Sampling) زوج‌های مرتب  $(x, y)$  از آن ایجاد کنید. بخشی از این زوج‌های مرتب را برای آموزش و بخشی دیگر را برای ارزیابی نگه دارید.

#### ۱.۴ شبکه MLP

با استفاده از ابزار Keras یک شبکه MLP بسازید و آن را روی دیتاستی که در بالا ایجاد کردید آموزش دهید و نتایج را روی داده ارزیابی بررسی کنید. پیش‌بینی شبکه از تابع و همچنین مقدار واقعی تابع را در یک نمودار رسم کنید. این کار را هم برای داده آموزشی و هم ارزیابی انجام دهید.

#### ۲.۴ شبکه RBF

این بار یک شبکه RBF طراحی کنید و تمامی مراحل بالا را روی این شبکه RBF انجام دهید. توجه نمایید که برای پیدا کردن مراکز باید به روش‌های زیر عمل کنید که روش اول اجباری و دو روش دیگر امتیازی می‌باشد. نتایج هر روش (نمودار پیش‌بینی شده) را به صورت کامل بیاورید.

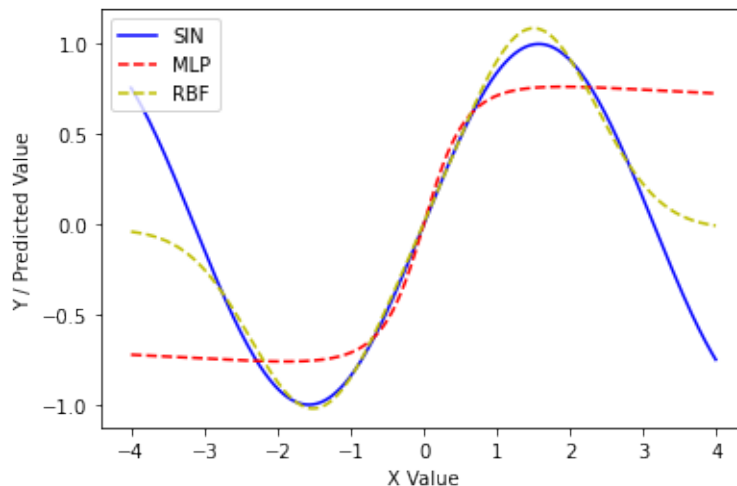
۱. K-Means

۲. GMM (امتیازی)

۳. Random (امتیازی)

### ۳.۴ مقایسه و تحلیل نتایج

در این قسمت نتایج حالت‌های بالا را با هم مقایسه کنید و نقاط ضعف و قوت هر روش را ذکر کنید. همچنین درباره کاربرد به خصوص هر روش توضیح دهید.



شکل ۲: نمونه نمودار برای مقایسه

آیا می‌توان شبکه‌ای ایجاد کرد که از ترکیب تعدادی لایه Perceptron و RBF در کنار هم شکل گرفته باشد؟ توضیح دهید چگونه می‌توان این کار را انجام داد.