



به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
شبکه های عصبی و یادگیری عمیق
تمرین ۴

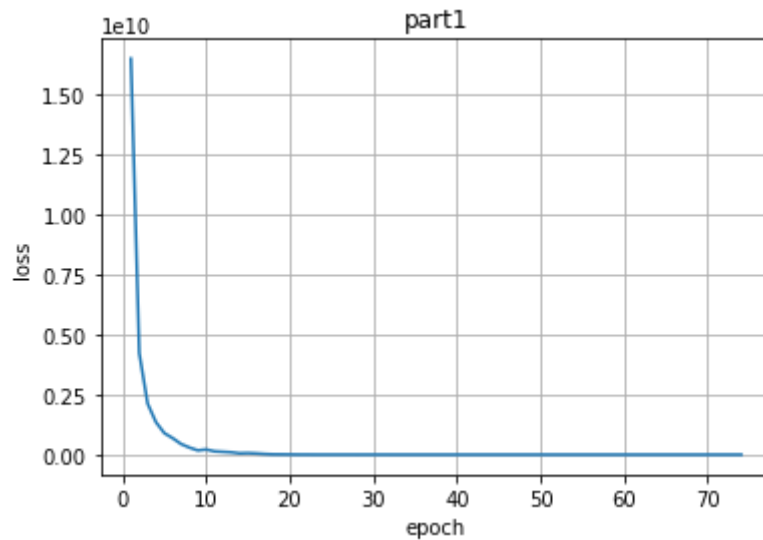
نام و نام خانوادگی	سجاد پاکدامن ساوجی
شماره دانشجویی	۸۱۰۱۹۵۵۱۷
تاریخ ارسال گزارش	

فهرست گزارش سوالات

3	سوال 1 - SOM
8	سوال ۲ - MaxNet
8	سوال ۳ - Mexican Hat Net
10	سوال ۴ - Hamming Net
11	نحوه اجرای کدها

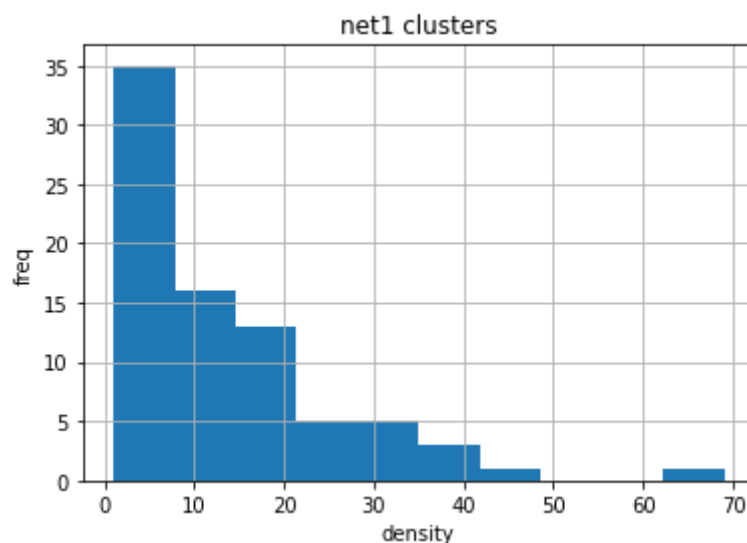
مطابق خواسته سوال مجموعه داده fashion MNIST با استفاده از کتابخانه keras بارگیری شد و ۱۰۰۰ داده ابتدایی آن برای خوشه بندی جدا شدند.

الف) شعاع مجاورت هر نرون برابر ۰ است. در این حالت الگوریتم شبیه kmeans می شود و نرون ها همیشه در رقابت هستند. برای آموزش این شبکه ۷۴ epoch از داده ها عبور کردیم تا تغییرات مرز دسته ها به حد مورد نظر برسد. نمودار آموزش در شکل ۱ آمده است.



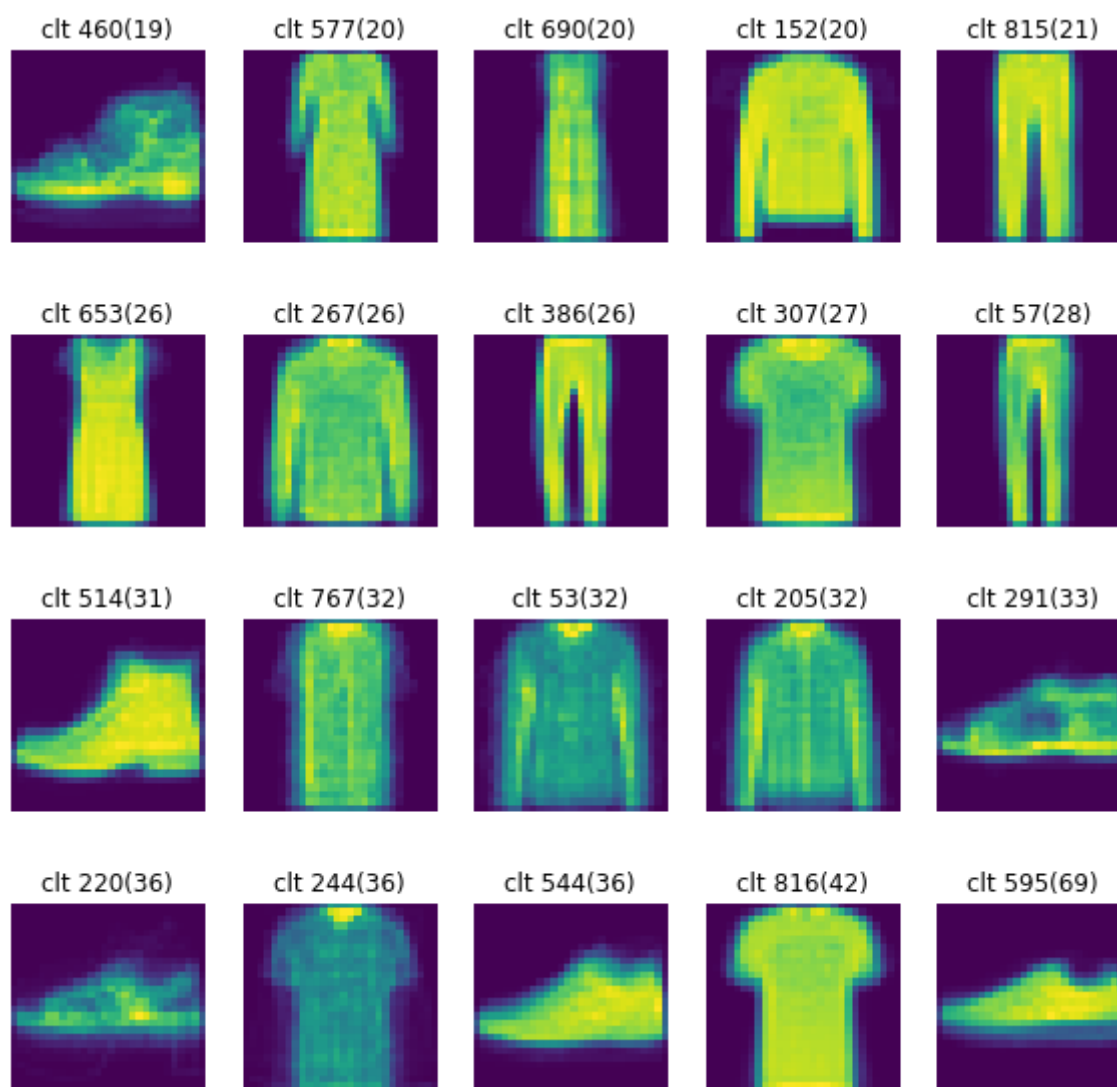
شکل ۱: نمودار هزینه در آموزش شبکه SOM قسمت اول

سپس برای این که وضعیت خوشه بندی ها معلوم شود نمودار هیستوگرام چگالی خوشه ها رسم شد. که در شکل ۲ آورده شده است.



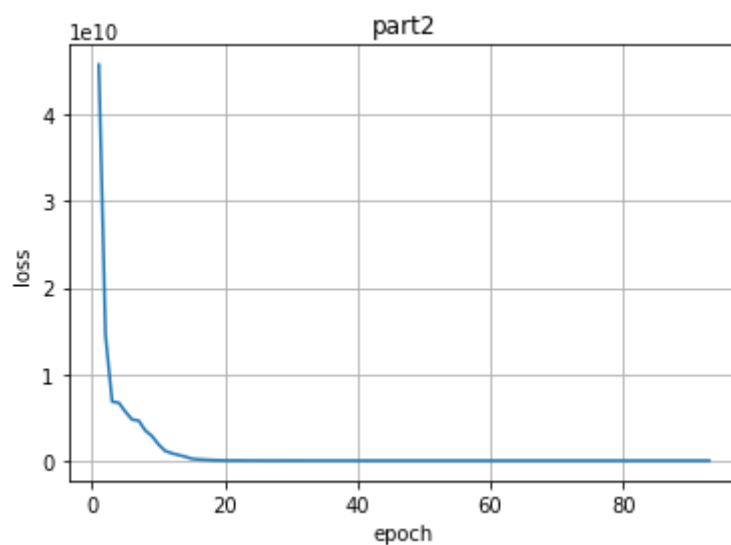
شکل ۲: نمودار هیستوگرام چگالی خوشه ها

مشاهده می‌شود که تعداد خوشه‌هایی با کمتر از ۱۰ عضو زیادتر است. برای نمایش مراکز دسته از ۲۰ خوشه چگال‌تر استفاده می‌کنیم.



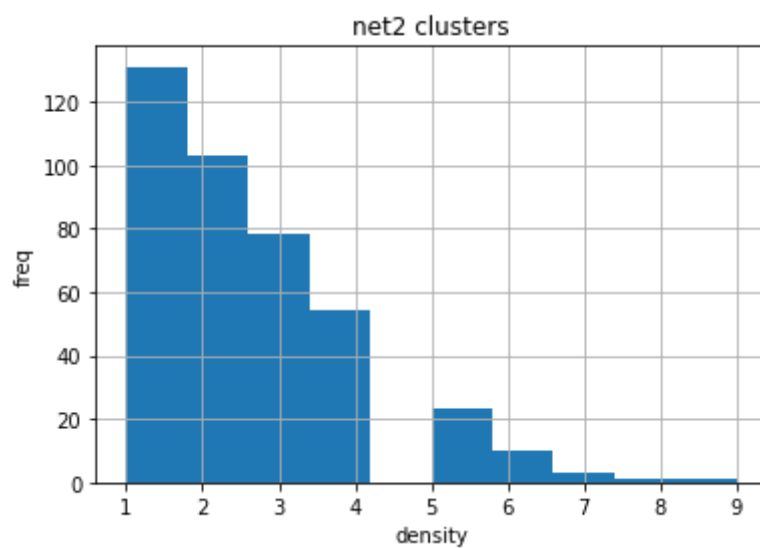
شکل ۳: ۲۰ مرکز دسته چگال‌تر در خوشه بندی قسمت اول

ب) در این قسمت نوروں‌ها به شکل خطی و با شعاع مجاورت ۱ قرار گرفته‌اند. در این قسمت برای این که به دقت دلخواه برسیم، ۹۷ epoch از داده‌ها گذشتیم. نمودار آموزش شبکه در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۴: نمودار آموزش شبکه در قسمت ۲

سپس برای این که وضعیت خوشه بندی ها معلوم شود نمودار هیستوگرام چگالی خوشه ها رسم شد. که در شکل ۵ آورده شده است. در این نمودار مشاهده می شود که تاثیر cooperative همسایه ها باعث شده است که تعداد خوشه ها با چگالی کمتر بیشتر از حالت ابتدایی شود.



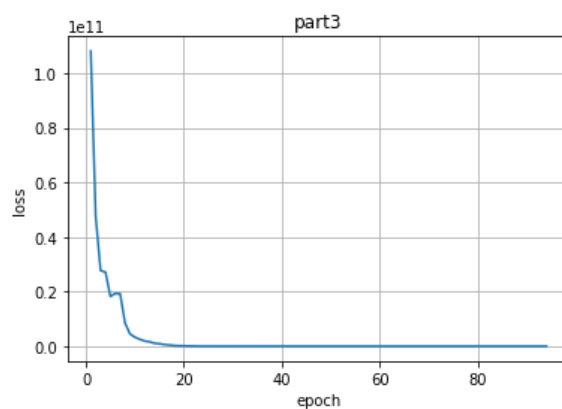
شکل ۵: نمودار هیستوگرام چگالی خوشه ها

برای نمایش مراکز دسته از ۲۰ خوشه چگال تر استفاده می کنیم.



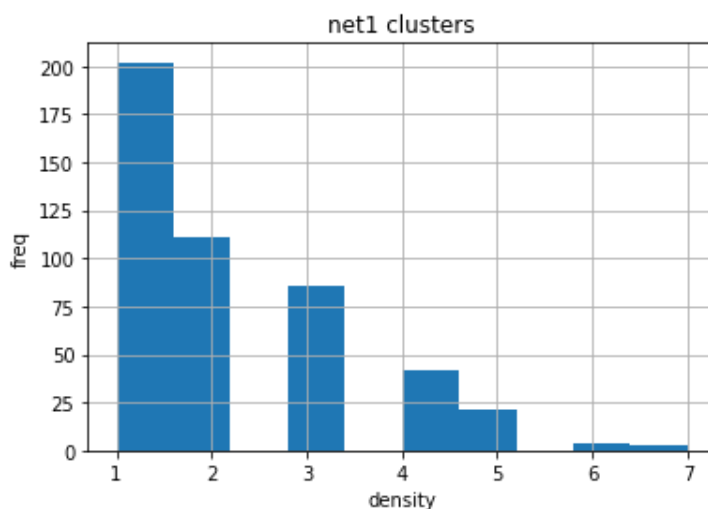
شکل ۶: مراکز دسته انتخاب شده از ۲۰ خوشه چگال تر در قسمت ۲

ج) در این قسمت نورون ها را در یک آرایش شبکه ای 29×29 فرض می‌کنیم و شعاع همسایگی را برابر ۱ قرار می‌دهیم. به این معنی که هر نون حداکثر با ۸ نورون دیگر همسایه است. برای همگرایی وزن ها در این قسمت ۹۴ epoch از داده ها عبور کردیم. نمودار در شکل



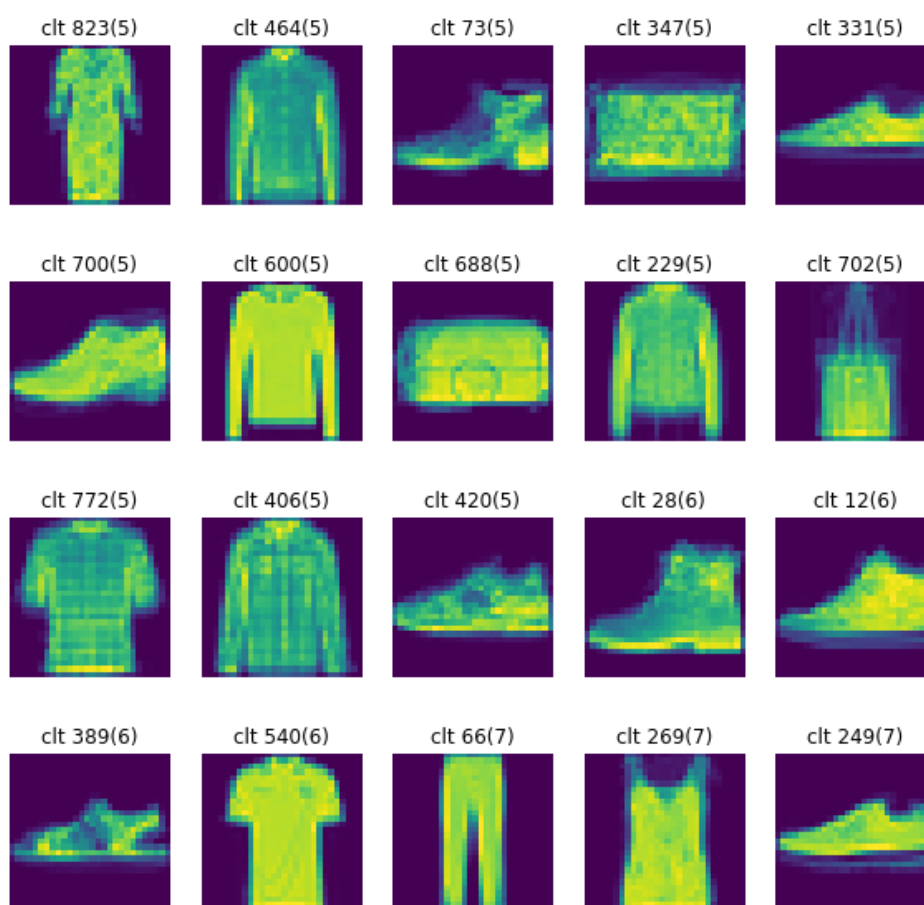
شکل ۶: نمودار آموزش شبکه در قسمت ۳

سپس برای بررسی خوشه ها نمودر هیستوگرام چگالی خوشه ها رسم شده است.



شکل ۷: هیستوگرام چگالی خوشه های

همانطور که در قسمت قبل تحلیل شده به علت افزایش تعداد نوروں های cooperative تعداد خوشه هایی با چگالی کمتر افزایش می یابد زیرا در آموزش نوروں های همسایه با یک دیگر حرکت می کنند. برای نمایش نتیجه مراکز دسته ۲۰ خوشه چگال تر آورده شده است.



شکل ۸: مراکز دسته برای ۲۰ خوشه ای که چگال تر هستند

انجام شد و مراحل بروز رسانی در زیر $e = 0.15$ با پارامتر x مطابق صورت سوال شبیه‌سازی بر روی بردار آورده شده است.

step(0): [1.200 1.100 1.000 0.900 0.950 1.150]

step(1): [0.435 0.320 0.205 0.090 0.147 0.377]

step(2): [0.264 0.131 0.000 0.000 0.000 0.197]

step(3): [0.214 0.062 0.000 0.000 0.000 0.138]

step(4): [0.184 0.009 0.000 0.000 0.000 0.096]

step(5): [0.168 0.000 0.000 0.000 0.000 0.067]

step(6): [0.158 0.000 0.000 0.000 0.000 0.042]

step(7): [0.151 0.000 0.000 0.000 0.000 0.018]

step(8): [0.149 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000]

الف) ایگر اعداد همگی بزرگ تر از یک عدد حقیقی همانند β باشند، به سادگی می‌توان تبدیل

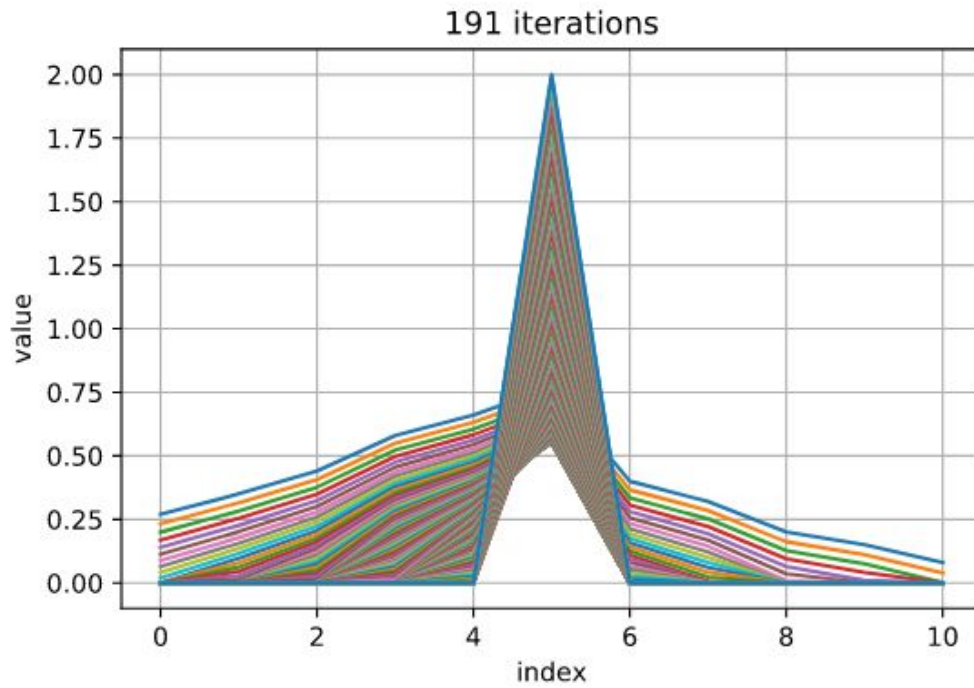
$y = x - \beta$ را روی اعداد اعمال کرد و مجدداً از شبکه استفاده کرد.

ب) یک روش برای مرتب سازی آن است که از شبکه maxnet به صورت گردشی استفاده می‌کنیم و در هر مرحله بزرگ ترین عدد را انتخاب می‌کنیم مانند selection sort.

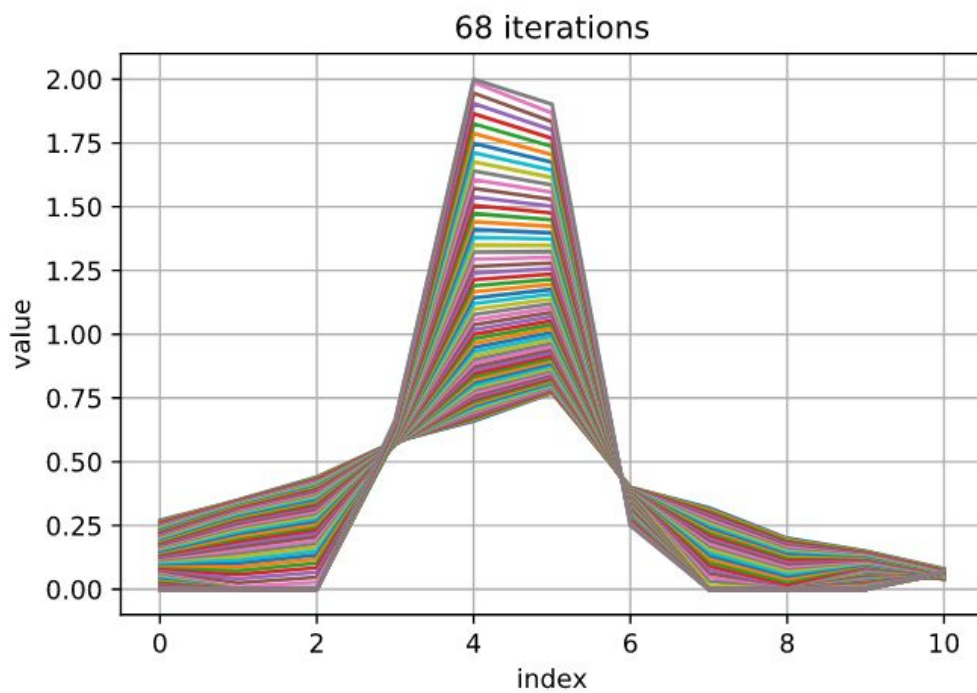
ج) برای این قسمت ابتدا تبدیل $y = -x$ را روی اعداد اعمال می‌کنیم. سپس با استفاده از قسمت ۱ اعداد را مثبت می‌کنیم. در مرحله بعدی سوال به سوال قسمت ب تبدیل شده است و با روش توضیح داده در این قسمت سوال حل می‌شود.

در این سوال ۳ مرتبه با شرایط گفته شده، شبکه را اجرا می‌کنیم. در هر قسمت نمودار مربوط به عمل کرد شبکه آورده شده است.

الف) مقدار $R1 = 0$ و $R2 = \infty$:



ب) مقدار $R1 = 1$ و $R2 = 3$:



با اضافه کردن مقدار $R1$ و کم کردن مقدار $R2$ در قسمت ب بیشینه نرم تری پیدا شده است.

الف) معماری این شبکه ۲ لایه است. لایه اول لایه ورودی است که در آن ۶ نرون وجود دارد. یک نرون برای هر بعد ورودی. در لایه دوم ۳ نرون وجود دارد که هر یک نماینده یکی از بردار های پایه هستند. میان هر نرون از لایه ابتدایی و لایه انتهایی ۶ وزن وجود دارد که در مجموع ۱۸ وزن خواهند بود. همچنین ۶ ترم بایاس نیز در شبکه وجود دارد. مقادیر وزن ها و بایاس ها مطابق معماری شبکه hamming است. در این صورت تمامی وزن های متصل به هر نرون در لایه انتهایی برابر نصف بردار پایه متناظر با آن است. مقدار بایاس نیز همواره ثابت و برابر نصف بعد فضا می باشد.

ب) بردار های پایه و نمونه ها مطابق زیر می باشند.

بردار های ورودی :	بردار های پایه :
V1: [1,-1, 1, 1,-1,1]	[1,-1,1,-1,1,-1]
V2: [-1, 1, 1,-1,1,-1]	[-1,1,-1,1,-1,1]
V3: [1, 1, 1,-1,-1,-1]	[1, 1,1,1, 1, 1]
V4: [-1,-1,-1, 1, 1,1]	
V5: [1, 1, 1, 1, 1, 1]	
V6: [-1,-1,1,-1,-1,-1]	
V7: [-1,-1,-1,1,-1,-1]	
V8: [1, 1,-1,-1, 1, 1]	
V9: [1, 1,-1, 1, 1, 1]	
V10: [1, 1, 1,-1, 1, 1]	

و پس از اجرای شبکه بر روی نمونه ها ، طبقه بندی ها مطابق زیر بدست آمد.

v1 -> out = [3. 3. 4.], arg = 3
v2 -> out = [4. 2. 3.], arg = 1
v3 -> out = [4. 2. 3.], arg = 1
v4 -> out = [2. 4. 3.], arg = 2
v5 -> out = [3. 3. 6.], arg = 3
v6 -> out = [4. 2. 1.], arg = 1
v7 -> out = [2. 4. 1.], arg = 2
v8 -> out = [3. 3. 4.], arg = 3
v9 -> out = [2. 4. 5.], arg = 3
v10 -> out = [4. 2. 5.], arg = 3

کد های تمرین به تفکیک سوال در نوت بوک های مربوطه پیوست شده است و نیازی به اجرای مجدد آن ها نیست.
نتایج در نوت بوک ها وجود دارند.