

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE VITORIA

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

***LAB 01:***

***IMPLEMENTACIÓN DE UN SOM***

Grupo de trabajo 4

Jorge Martín Pastor

Juan Serrano Vara

Inteligencia Artificial II – 2017 / 2018

Índice de contenidos

[1 Resultados de la primera práctica 1](#_Toc506319393)

[1.1. Primera cuestión 1](#_Toc506319394)

[1.2. Segunda cuestión 7](#_Toc506319395)

[1.2.1. Gráfico RGB de los pesos iniciales 7](#_Toc506319396)

[1.2.2. Gráfico RGB y matriz de los pesos entrenados 8](#_Toc506319397)

[1.2.3. Mapas de clasificación (gráfico RGB), activaciones y distancias del *dataset* y la distancia media del mapa. 9](#_Toc506319398)

[1.3. Tercera cuestión 15](#_Toc506319399)

[2 Resultados de la segunda práctica 20](#_Toc506319400)

[2.1. Primera cuestión 20](#_Toc506319401)

[2.2. Segunda cuestión 25](#_Toc506319402)

[2.3. Tercera cuestion 36](#_Toc506319403)

[3 Discusión de la práctica 43](#_Toc506319404)

[4 Bibliografía 45](#_Toc506319405)

# Resultados de la primera práctica

El siguiente documento constituye la memoria de la primera práctica de laboratorio realizada en la asignatura de ***Inteligencia Artificial II*** durante el curso 2017-2018. A continuación contestamos a las cuestiones de la práctica de laboratorio y explicamos los resultados obtenidos.

## Primera cuestión

**¿Cuáles son los valores de *Lado\_Mapa*, *Periodo* y *Eta* más adecuados? Realiza gráficas como las vistas en teoría para justificar tu selección de los valores concretos de estos parámetros y explica el motivo de tu elección.**

Para la obtención del mejor lado del mapa de *kohonen*, periodo y *learning rate* hemos realizado una serie de gráficas que nos comparan, las distancias medias y las clases en función del lado del mapa de *kohonen*, el periodo y el *learning rate*.

Valores estudiados para la elección del mejor *Lado\_mapa*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lado\_mapa** | **dist\_media** | **clases** |
| 5 | 0,041852 | 15 |
| 10 | 0,016863 | 49 |
| 15 | 0,010827 | 70 |
| 20 | 0,006582 | 81 |
| 25 | 0,004797 | 85 |
| 30 | 0,005358 | 87 |
| 35 | 0,003192 | 88 |
| 40 | 0,003277 | 95 |
| 45 | 0,002781 | 95 |
| 50 | 0,002352 | 94 |

Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del lado del mapa de *Kohonen*

Como podemos observar en la gráfica a medida que aumentamos el lado del mapa de *Kohonen* la distancia media es menor ya que hay más neuronas en la red neuronal por lo cual más clases se detectan. La relación entre la distancia media y el número de clases es clara, una distancia media muy pequeña indica que cada neurona tiene una, por lo cual a menor distancia media habrá un mayor número de clases, aumentar el número de neuronas significa un mayor lado del mapa por lo cual más neuronas disponibles para ser “neuronas ganadoras”.

Entre 0 y 20 unidades de Lado\_mapa, la distancia media se reduce bruscamente, al contrario que el número de clases que asciende significativamente. A partir del valor 20 de lado mapa la distancia sigue disminuyendo pero de forma menos brusca.

Hemos seleccionado el valor 25 de Lado\_mapa como el más óptimo ya que le corresponde un valor de dist\_media que es uno de los mínimos de la recta que representa la distancia media. Como se aprecia en el gráfico a partir de un lado mapa de 25 unidades, tanto la distancia media como el número de clases no varían lo suficiente como para que merezca la pena aumentar el lado del mapa ya que consideramos que tenemos un número de neuronas lo suficientemente grande y una distancia media muy pequeña.

Valores estudiados para la elección del mejor *Periodo*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Periodo** | **dist\_media** | **clases** |
| 1000 | 0,012261 | 70 |
| 2000 | 0,0098 | 74 |
| 3000 | 0,007721 | 76 |
| 4000 | 0,005687 | 83 |
| 5000 | 0,005778 | 87 |
| 6000 | 0,003968 | 87 |
| 7000 | 0,004502 | 90 |
| 8000 | 0,005485 | 91 |
| 9000 | 0,003422 | 90 |
| 10000 | 0,002921 | 94 |
| 20000 | 0,002115 | 97 |

Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del *periodo*.

Como podemos observar en la gráfica, a medida que aumentamos el periodo, la distancia media es menor y el número de clases aumenta ya que un mayor periodo significa que entrenamos con más patrones aleatorios a la red neuronal. Por lo cual como hay más patrones, más neuronas resultarán ganadoras y más clases tendremos.

Entre 0 y 5000 unidades de periodo la distancia media disminuye significativamente por lo cual todavía no nos encontramos en la “zona” óptima para elegir un periodo. Entre 5000 y 10000 unidades de periodo, la recta del número de clases aumenta pero con menor pendiente que en el intervalo estudiado anteriormente (0-5000). Mientras, la distancia media tiene un comportamiento anómalo ya que para un periodo de aproximadamente 7000 unidades la distancia media aumenta. El periodo más óptimo que hemos seleccionado son 10000 de unidades ya que a partir de ahí la recta del número de clases tiene aproximadamente una pendiente cero, por lo cual si aumentamos el periodo el número de clases va a permanecer invariable, mientras que la distancia media sigue disminuyendo pero de una manera mucho menos pronunciada que en los intervalos estudiados con anterioridad por lo cual consideramos que nos encontramos en la zona en la que se encuentra el periodo más óptimo.

Valores estudiados para la elección del mejor *learning rate*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eta** | **dist\_media** | **clases** |
| 0,02 | 0,010196 | 69 |
| 0,04 | 0,007245 | 78 |
| 0,06 | 0,004795 | 89 |
| 0,08 | 0,003597 | 89 |
| 0,1 | 0,002921 | 94 |
| 0,12 | 0,002581 | 94 |
| 0,14 | 0,002543 | 97 |
| 0,16 | 0,001901 | 93 |
| 0,18 | 0,002632 | 99 |
| 0,2 | 0,002023 | 95 |

Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del *learning rate (Eta).*

Como podemos observar en la gráfica a medida que aumentamos el coeficiente de aprendizaje, la distancia media es menor y el número de clases aumenta. El *learning rate* es el coeficiente en tanto por ciento de lo que se va a acercar la neuronas ganadora al patrón reconocido, es decir si la distancia a un patrón es ‘x’ nos acercaremos en a ese patrón el 10% de x. Por lo cual a menor learning rate mayor distancia media habrá.

Entre 0 y 0,05 de coeficiente de aprendizaje la pendiente de ambas rectas es “grande” por lo cual todavía no nos encontramos en la zona óptima. Hemos escogido el learning rate 0,1 es decir 10%, ya que a partir de ese valor ya no obtenemos nuevas clases y la distancia disminuye pero con una pendiente muy “pequeña”, por lo cual esto significa que las neuronas ganadoras están lo “suficientemente cerca” de los patrones obtenidos de manera aleatoria.

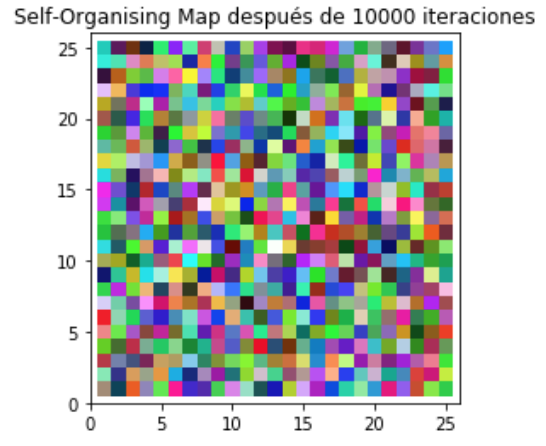
## Segunda cuestión

**Para la mejor clasificación que hayas obtenido del dataset de entrenamiento, adjunta la información generada en la ejecución y explica detalladamente que estamos viendo en cada uno de ellos. Deberás de entregar**

1. **Gráfico RGB de los pesos iniciales**
2. **Gráfico RGB y matriz de los pesos entrenados**
3. **Mapas de clasificación (gráfico RGB), activaciones y distancias del dataset y la distancia media del mapa.**

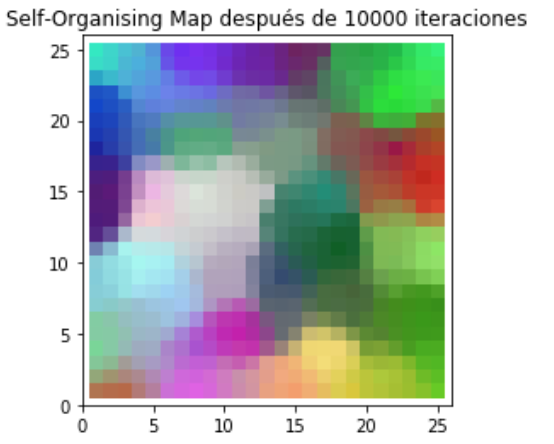
### Gráfico RGB de los pesos iniciales

El gráfico de pesos iniciales, es el gráfico que se va a emplear tanto para el entrenamiento, como para la clasificación a lo largo de la práctica. Es una matriz de 25x25, es decir, una matriz de 625 elementos, que representan cada neurona de la red, por lo cual tenemos 625 neuronas. En cada posición de la matriz tendremos un vector de tres posiciones (RGB), que representan el vector de pesos de cada neurona.



### Gráfico RGB y matriz de los pesos entrenados

Esta matriz es el resultado del entrenamiento de la matriz de pesos mostrada anteriormente. Como podemos observar las neuronas han cambiado su vector de pesos, incluyendo las neuronas del vecindario, el vecindario definido es la mitad de la longitud del lado del mapa de kohonen.



**Matriz de pesos entrenados:** Esta matriz representa cada vector con sus respectivas tres coordenadas R, G y B.

[[[ 0.10952464 0.87297343 0.45307211]

[ 0.11377596 0.87923845 0.46498409]

[ 0.13564837 0.888021 0.49437207]

...,

[ 0.72109138 0.39080756 0.95602877]

[ 0.71796774 0.36014749 0.9669644 ]

[ 0.73796259 0.43447632 0.94501732]]

[[ 0.08052089 0.86388379 0.45157392]

[ 0.10728234 0.87404208 0.46140402]

[ 0.13037992 0.88571648 0.49071395]

...,

[ 0.68211796 0.39856113 0.95191084]

[ 0.72625876 0.4023574 0.95433164]

[ 0.72760635 0.40703387 0.95294694]]

[[ 0.09902561 0.88368951 0.34765665]

[ 0.10071771 0.8789863 0.39374832]

[ 0.14488868 0.86883523 0.45107793]

...,

[ 0.48783008 0.41187536 0.93315512]

[ 0.63700524 0.35830657 0.94781767]

[ 0.64674816 0.3813163 0.94184803]]

...,

[[ 0.94759825 0.80028041 0.20986392]

[ 0.94745614 0.80183001 0.23273775]

[ 0.94079989 0.77373354 0.32009441]

...,

[ 0.87607637 0.43192386 0.38096093]

[ 0.84074049 0.40595218 0.39276416]

[ 0.79298609 0.39142746 0.40544979]]

[[ 0.93252565 0.85706467 0.06258777]

[ 0.93366538 0.84864204 0.09963167]

[ 0.90988933 0.87641159 0.10527595]

...,

[ 0.89232862 0.38667613 0.38662281]

[ 0.85544867 0.33953598 0.38088014]

[ 0.84272812 0.31946807 0.37810652]]

[[ 0.93720245 0.84955596 0.02927134]

[ 0.93060813 0.89519197 0.05613954]

[ 0.90968056 0.88323341 0.07556979]

...,

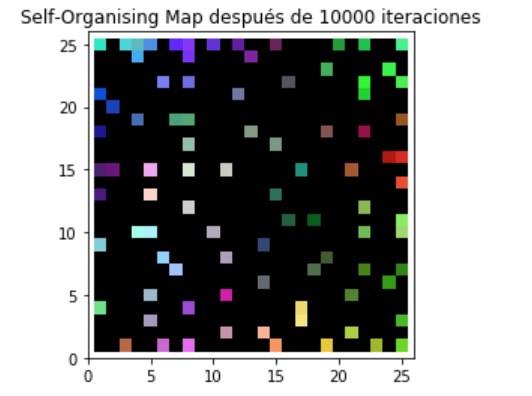
[ 0.85957794 0.34829309 0.37811078]

[ 0.85150354 0.32863466 0.37790612]

[ 0.82660726 0.26326141 0.37665934]]]

### Mapas de clasificación (gráfico RGB), activaciones y distancias del *dataset* y la distancia media del mapa.

El **mapa de clasificación** representa las neuronas ganadoras, es decir, para dado un patrón de entrada se activa la neurona tiene la menor distancia euclídea a dicho patrón. Como podemos ver en la imagen mostrada a continuación las posiciones de la matriz coloreadas son las neuronas ganadoras. Realizando una suma de todas estas neuronas obtendremos el número de clases que se han formado al clasificar la red.



**Mapa de activaciones:** La matriz mostrada a continuación es la representación en forma numérica del Mapa de clasificación RGB, en la matriz además de saber que neuronas se han activado también podemos saber el número de veces que se han activado, es decir, el número de veces que han sido neuronas ganadoras.

[[ 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 8. 0. 9. 0. 0. 7. 0. 0. 10. 0. 0. 0. 17.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3. 0. 0. 0. 0. 2. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 7. 8.]  
 [ 0. 0. 2. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 12. 0. 0. 6. 0. 4. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 5.]  
 [ 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 4. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 14.]  
 [ 8. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 15. 0. 7. 0. 8. 0. 0. 5. 0. 3. 15.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 10. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6.]  
 [ 0. 6. 0. 0. 13. 0. 0. 3. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 8. 0. 0. 0. 12.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 0. 4. 0.]  
 [ 0. 10. 0. 0. 0. 11. 0. 0. 10. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 7. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 19.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 10. 0. 0. 0. . 0. 0. 0. 0. 0. 0. 4. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 4. 7. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 4. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 8. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 4.]  
 [ 0. 7. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 8. 0. 8. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 0. 0. 5. 12. 0. 0. 8.]  
 [ 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 9. 0. 0.]  
 [ 8. 0. 9. 0. 0. 0. 3. 0. 0. 3. 4. 0. 0. 6. 0. 6. 0. 0. 4. 0. 0. 4. 0. 0. 13.]]

**Mapa de distancias:** Con el mapa de distancias obtenemos la distancia media de cada patrón de la clase con su vector de pesos, encontramos valores que son cero ya que son neuronas que nunca se han activado. Como hemos mostrado anteriormente en el mapa de activación hay neuronas que resultan ganadoras para diferentes patrones. Por lo cual la distancia media será la suma de las distancias de cada patrón respecto a los pesos de la BMU dividido entre el número de veces que se ha activado cada neurona.

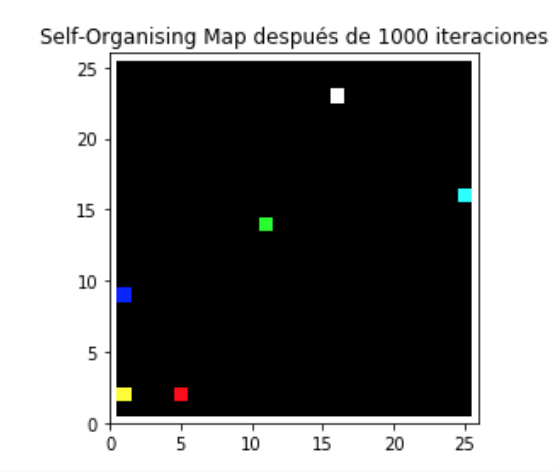
[[ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 8.03502752e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.77062306e-05 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 6.38538643e-04 0.00000000e+00 9.93814946e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 7.14367904e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 5.60403978e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.19238471e-03]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.12368853e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.91673732e-04  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 4.91606882e-07 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 6.42509511e-03]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.07495367e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.88012485e-06 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.07819418e-02  
 5.26666195e-03]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.30976170e-04 0.00000000e+00  
 5.09316003e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.11568045e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.35609246e-03 0.00000000e+00 6.24877404e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.41205510e-03]  
 [ 1.09490673e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.91355422e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.81337559e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.63753025e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.96352920e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 9.25562600e-03]  
 [ 5.61880383e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 5.32324522e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.83011631e-05  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.10164227e-03 0.00000000e+00  
 1.46846108e-04 0.00000000e+00 5.61599143e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 4.65208270e-04 0.00000000e+00 5.30886520e-04  
 1.01259156e-02]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 4.37915590e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.37056061e-03]  
 [ 0.00000000e+00 2.44796671e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.34614010e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.45336511e-05  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 9.88415884e-05 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.23519712e-05 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.73512218e-03]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.30687208e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.04765922e-03  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 9.13056953e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 5.46759150e-06 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.53612493e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 3.22399874e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 5.42818928e-05 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.67132857e-06 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.27623140e-03]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.47681631e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.41876683e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.14312937e-03 1.64787686e-04  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.37906167e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 8.74491055e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.31486095e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 3.63983572e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.32970571e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 7.72276077e-05 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.69282400e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.91044650e-03]  
 [ 0.00000000e+00 1.88390819e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 9.52228506e-05 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.03622295e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.15483701e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 6.86660692e-04 0.00000000e+00 2.56556869e-04  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 2.22794370e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.44321267e-03 1.01813128e-02 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.28214721e-03]  
 [ 2.06798158e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 9.17072793e-04 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.14725582e-02  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.57095498e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00]  
 [ 2.91731433e-03 0.00000000e+00 2.08488019e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.12572435e-03 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.23595144e-03 8.89798905e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 5.48626218e-03 0.00000000e+00 2.25099101e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 6.23767197e-04 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.28916274e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.24039468e-02]]

**Distancia media del mapa:** La distancia media del mapa obtenida ha sido de 0.00266876709327, es una distancia muy pequeña lo que quiere decir que el lado del mapa de Kohonen es el óptimo. Una distancia mayor indicaría que no hay neuronas suficientes para tantos patrones, al ampliar el lado del mapa consecuentemente aumentamos el número de neuronas por lo cual habrá más neuronas disponibles para detectar clases, lo que conlleva que la distancia media del mapa de reduzca.

## Tercera cuestión

**Sin modificar el entrenamiento, clasifica el dataset de prueba y adjunta sus mapas de clasificación (gráfico RGB), activaciones y distancias y la distancia media del mapa. Explícalos. [255, 255, 255] [255, 0, 0] [0, 255, 0] [0, 0, 255] [255, 255, 0] [0, 255, 255]**

**Mapa de clasificación RGB:** Al tener seis patrones de entrada hemos obtenido seis neuronas ganadoras que corresponden con el número de clases, las neuronas ganadoras se ven representadas en el gráfico que se encuentra a continuación.



**Mapa de activación:** Como hemos comentado anteriormente en el mapa de activación podemos ver qué neuronas se han activado y cuántas veces lo han hecho. Observamos en la matriz que se han activado seis neuronas que coinciden con las neuronas del mapa RGB mostrado en el apartado anterior. Para comprobar que el mapa de activación está bien hecho, basta con comprobar que las posiciones activadas de la matriz de activación sean las misma que las representadas en el gráfico RGB.

[[ 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]]

**Mapa de distancias:** En el mapa de distancias observamos la distancia media de cada patrón de la clase con el vector de pesos de prueba que le hemos introducido.

[[ 0. 0.12326652 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.23778533 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0.22141308 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. . 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0.23896271 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.19562251 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.13851397 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]]

La **distancia media del mapa** obtenida ha sido de 0.192594019726, en comparación con la distancia media obtenida en el apartado anterior (0.00266876709327) es mucho mayor, la causa de esto es que clasificamos menos patrones.

# Resultados de la segunda práctica

## Primera cuestión

**¿Cuáles son los valores de Lado\_Mapa, Periodo y Eta más adecuados? Realiza gráficas como las vistas en teoría para justificar tu selección de los valores concretos de estos parámetros y explica el motivo de tu elección**

Valores estudiados para la elección del mejor *Lado\_mapa*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lado\_mapa** | **dist\_media** | **clases** |
| 5 | 3,34967 | 15 |
| 10 | 2,90853 | 42 |
| 15 | 2,69163 | 73 |
| 20 | 2,78958 | 135 |
| 25 | 2,65918 | 131 |
| 30 | 2,51667 | 190 |
| 35 | 2,57121 | 193 |
| 40 | 2,5704 | 218 |
| 45 | 2,46455 | 274 |
| 50 | 2,453842 | 334 |

Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del lado del mapa de *Kohonen.*

Como podemos observar en la gráfica el comportamiento es similar a la estudiada en caso de los colores. A medida que aumentamos lado\_mapa la distancia se reduce pero no con una pendiente muy grande, mientras que el número de clases durante toda la gráfica crece de manera pronunciada. Por lo cual significa que al aumentar el lado del mapa el impacto es mucho mayor en el número de clases que en la distancia media.

Hemos seleccionado una longitud del lado mapa de 30 unidades como el lado mapa más óptimo, la distancia media con un lado del mapa de 30 coincide con un mínimo de la recta de distancias medias, a partir de ese valor a medida que aumentamos el lado del mapa no tiene gran repercusión en la distancia media, mientras que el número de clases sigue aumentando de forma drástica.

Valores estudiados para la elección del mejor *Periodo*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **periodo** | **dist\_media** | **clases** |
| 1000 | 3,41966 | 93 |
| 2000 | 2,93164 | 108 |
| 3000 | 2,72695 | 187 |
| 4000 | 2,48168 | 228 |
| 5000 | 2,52523 | 209 |
| 6000 | 2,43004 | 209 |
| 7000 | 2,43785 | 211 |
| 8000 | 2,45209 | 234 |
| 9000 | 2,33069 | 206 |
| 10000 | 2,26359 | 223 |
| 20000 | 2,42803 | 198 |

Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del *periodo*.

Como podemos observar en la gráfica a medida que aumentamos el periodo, la distancia media aumenta y el número de clase disminuye. Hemos establecido el periodo óptimo en 10000 unidades ya que antes de ese valor la distancia media del mapa disminuye notablemente y el número de clases aumenta, para los valores a la izquierda de ese periodo la gráfica presenta un comportamiento muy constante.

Valores estudiados para la elección del mejor *learning rate*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eta** | **dist\_media** | **clases** |
| 0,02 | 2,94531 | 140 |
| 0,04 | 2,55441 | 173 |
| 0,06 | 2,50015 | 189 |
| 0,08 | 2,37147 | 216 |
| 0,1 | 2,31379 | 197 |
| 0,12 | 2,26077 | 221 |
| 0,14 | 2,20038 | 261 |
| 0,16 | 2,27555 | 230 |
| 0,18 | 2,32569 | 202 |
| 0,2 | 2,27462 | 244 |

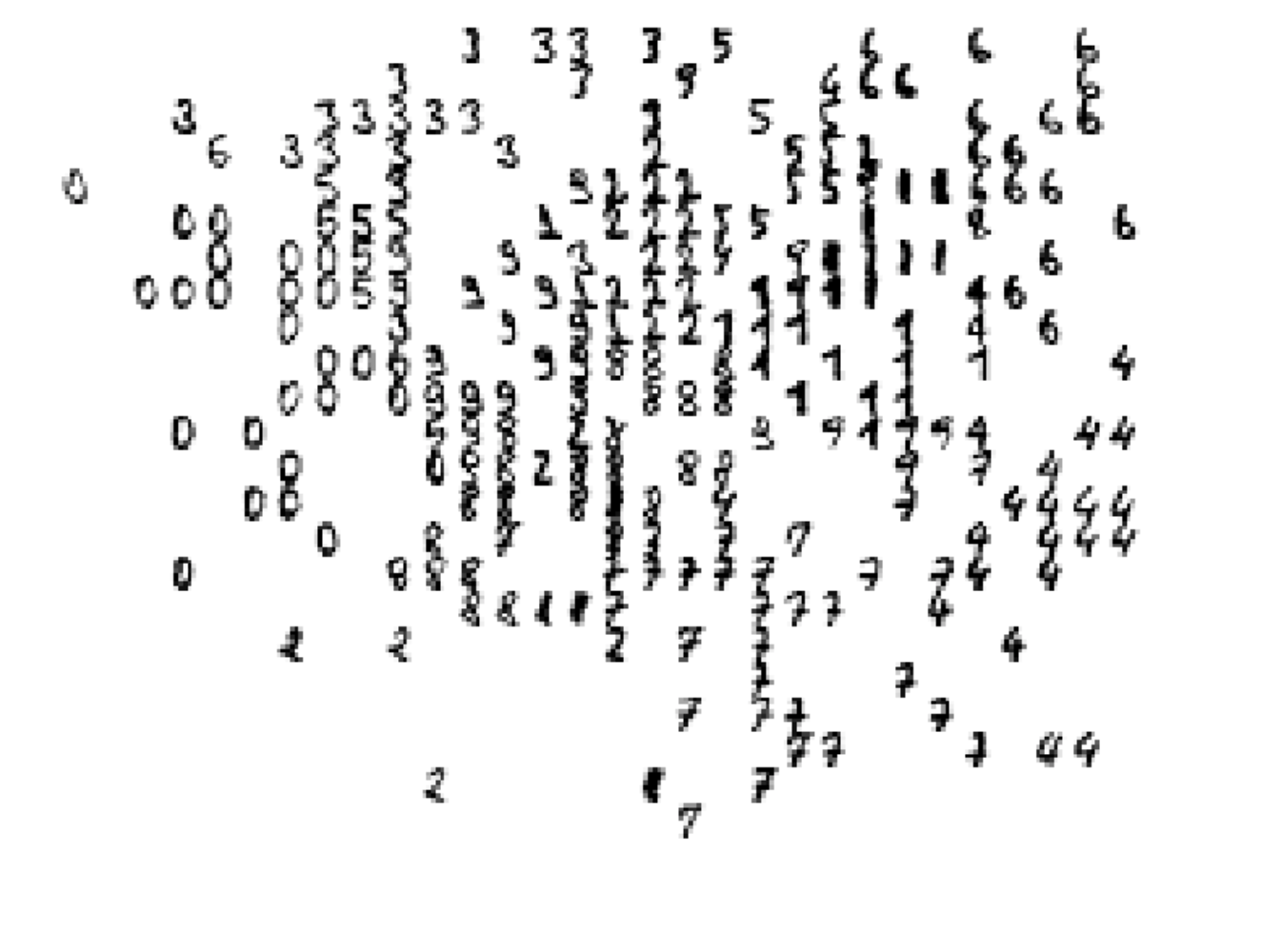
Gráfica que muestra la relación del número de clases y la distancia media del mapa en función del *learning rate (Eta)*.

Como podemos observar en la gráfica a medida que aumentamos el coeficiente de aprendizaje la distancia media decrece lentamente al contrario que el número de clases que aumenta lentamente. El *learning rate* que hemos seleccionado como el más óptimo es 0,1, ya que a partir de ese valor la distancia media permanece prácticamente invariable. Por lo cual obtenemos que si aumentamos el learning rate la distancia mínima vas a ser aproximadamente le misma, lo que quiere decir que no merece la pena aumentar el coeficiente de aprendizaje.

## Segunda cuestión

**Para la mejor clasificación que hayas obtenido del dataset de entrenamiento, adjunta los mapas de clasificación, activaciones y distancias y la distancia media del mapa. Explica detalladamente los resultados.**

**Mapa de clasificación:** En el siguiente mapa de clasificación podemos ver representados gráficamente los dígitos detectados por cada neurona ganadora.



**Mapa de activación:** El mapa de activación muestra las neuronas activadas y el número de neuronas que se han activado.

[[ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3. 0. 6.  
 7. 0. 5. 0. 1. 0. 0. 0. 3. 0. 0. 1. 0. 0.  
 32. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.  
 11. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 5. 1. 3. 0. 0. 0. 0.  
 5. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 2. 4. 7. 4. 14. 0. 0.  
 0. 0. 1. 0. 0. 20. 0. 10. 0. 0. 0. 1. 0. 3.  
 1. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 3. 0. 2. 2. 0. 10. 0. 0. 3. 0.  
 0. 0. 3. 0. 0. 0. 1. 6. 9. 0. 0. 1. 7. 0.  
 0. 0.]  
 [ 2. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 10. 0. 1. 0. 0. 0. 0.  
 1. 4. 2. 2. 0. 0. 12. 1. 6. 7. 1. 3. 3. 2.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 1. 1. 0. 0. 8. 1. 1. 0. 0. 0. 3.  
 0. 2. 1. 9. 1. 1. 0. 0. 6. 0. 0. 1. 0. 0.  
 0. 3.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 2. 0. 4. 6. 26. 13. 0. 0. 2. 0.  
 2. 0. 5. 6. 1. 0. 1. 4. 1. 12. 10. 0. 0. 3.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 6. 15. 1. 0. 8. 7. 2. 4. 0. 1. 0. 1.  
 2. 1. 2. 4. 0. 2. 1. 2. 2. 0. 0. 2. 3. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3. 0. 0. 4. 0. 0. 1. 0.  
 3. 7. 24. 12. 2. 2. 2. 0. 0. 1. 0. 7. 0. 2.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 7. 9. 1. 0. 0. 1.  
 1. 5. 5. 0. 4. 3. 0. 5. 0. 1. 0. 1. 0. 0.  
 0. 4.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 4. 2. 0. 1. 5. 2. 2. 0.  
 1. 0. 1. 5. 3. 0. 1. 0. 2. 1. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 1. 0. 3. 0. 0. 0. 0. 1. 3. 1. 0.  
 7. 3. 0. 0. 0. 2. 0. 2. 1. 1. 1. 2. 0. 0.  
 1. 1.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 0. 0. 0. 1. 1. 7. 4.  
 7. 1. 0. 2. 1. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 6. 0. 2.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 1. 2. 0. 0. 0. 0. 1. 1. 0.  
 3. 1. 3. 0. 7. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 4.  
 1. 1.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 0. 0. 1. 0. 4. 0.  
 0. 3. 1. 0. 4. 0. 3. 0. 0. 0. 0. 8. 0. 3.  
 8. 6.]  
 [ 0. 0. 0. 2. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 2. 2. 0. 0.  
 0. 6. 1. 3. 1. 4. 0. 0. 3. 0. 4. 10. 0. 1.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 3. 1.  
 5. 10. 0. 0. 0. 1. 2. 1. 0. 0. 10. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.  
 0. 1. 0. 1. 0. 22. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 20. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 5. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 10. 2. 0. 0. 0. 3. 0. 1.  
 1. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0.  
 0. 0. 1. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 2. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0.]]

**Mapa de distancias:** Con el mapa de distancias obtenemos las distancias medias de la clase con su vector de pesos, las neuronas que han sido activadas tienen un valor mayor que cero.

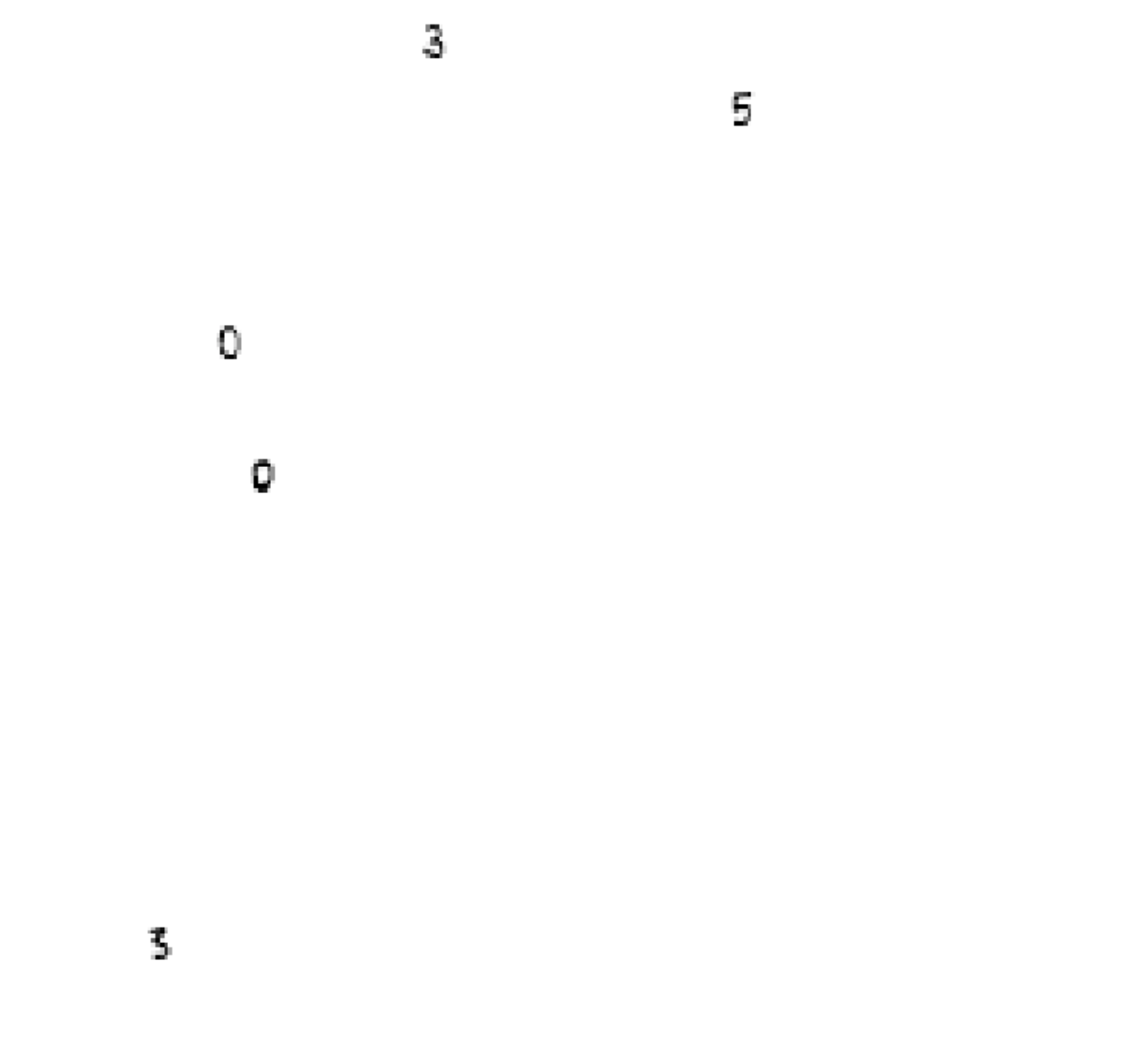
[[ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.05829526e+00  
 0.00000000e+00 1.44882563e+00 1.61171942e+00 0.00000000e+00  
 2.90293756e+00 0.00000000e+00 2.98331121e-01 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.32460728e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 6.00707690e-01 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.03043647e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.12726358e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.61260727e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 2.33173680e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.10640244e+00 8.44986193e-01 6.44802597e-02  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.72072540e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.73585164e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.98273639e+00  
 1.60625950e+00 2.31823301e+00 1.77482086e+00 2.06554283e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.25481562e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.89983635e+00  
 0.00000000e+00 3.90396766e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 6.68388382e-01 0.00000000e+00 1.42819045e+00  
 3.35599837e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.87869886e+00 0.00000000e+00 3.08116674e+00 2.56049342e+00  
 0.00000000e+00 2.26915237e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.95091020e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.91137055e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.15660820e+00 3.75401006e+00 4.13704695e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 9.21168898e-01 1.63348332e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 2.45185873e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.77630097e+00  
 0.00000000e+00 2.11736707e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.55282798e+00 3.81833331e+00  
 2.93437101e+00 4.10135123e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.81249676e+00 1.49938240e+00 3.18329942e+00 2.15594115e+00  
 2.36377592e+00 2.08250548e+00 1.71188226e+00 5.66494730e-01  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.56629837e+00  
 1.46436808e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.07719325e+00  
 3.45304058e+00 3.41064060e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.46174070e+00 0.00000000e+00 3.22478466e+00  
 2.31165689e+00 2.47711530e+00 2.84911136e+00 4.73709681e-01  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.74245247e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.59637875e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.26015245e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.82197885e+00 0.00000000e+00 8.89087694e-01 1.96001189e+00  
 2.34178555e+00 2.33520328e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.01286645e+00 0.00000000e+00 3.57059454e+00 0.00000000e+00  
 2.59903760e+00 1.78422821e+00 3.91373276e+00 0.00000000e+00  
 4.68997943e+00 2.98567910e+00 2.22068134e+00 1.85389973e+00  
 2.38004981e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.79197461e-01  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 9.09546498e-01 1.16668094e+00  
 1.23475594e+00 0.00000000e+00 8.64403317e-01 1.16880591e+00  
 3.39385799e+00 2.17631915e+00 0.00000000e+00 3.73018431e-01  
 0.00000000e+00 2.23776630e+00 4.17110221e+00 7.45328157e-01  
 1.69850623e+00 2.27395016e+00 0.00000000e+00 1.87790822e+00  
 3.04967945e+00 1.43865502e+00 2.47561081e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.91196369e+00 1.50325577e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.29295856e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 4.66911760e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.17024580e+00 0.00000000e+00 3.34397012e+00 3.26211306e+00  
 3.41983871e+00 3.20147175e+00 4.38970368e+00 2.33902329e+00  
 2.47386019e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.36068208e+00  
 0.00000000e+00 3.36474014e+00 0.00000000e+00 1.76907106e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 9.15166876e-01  
 9.89694545e-01 2.79088362e+00 2.66874303e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.62535867e+00 2.69173068e+00 3.01751572e+00  
 2.57085744e+00 0.00000000e+00 3.22245745e+00 2.97269081e+00  
 0.00000000e+00 2.00313535e+00 0.00000000e+00 2.08489666e-01  
 0.00000000e+00 4.52369055e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 2.00811248e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.25320135e+00 1.18911012e+00  
 0.00000000e+00 1.26324293e+00 3.67889064e+00 3.11037074e+00  
 2.66845259e+00 0.00000000e+00 2.38449463e+00 0.00000000e+00  
 4.61594383e-01 2.18701571e+00 2.69949282e+00 0.00000000e+00  
 2.94601425e+00 0.00000000e+00 1.64593440e+00 2.29806551e-01  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 7.11533672e-01  
 0.00000000e+00 1.23918566e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.73683636e+00 3.58738887e+00  
 4.22140024e+00 0.00000000e+00 3.04877266e+00 2.86019629e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.60413798e+00  
 0.00000000e+00 4.12268950e+00 1.77295162e+00 6.57517719e+00  
 4.53159979e+00 1.16139302e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.97898198e+00 1.80577916e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.33655646e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.31693989e+00 3.95678906e+00  
 3.51934937e+00 2.26319925e+00 2.73106734e+00 1.55252646e+00  
 0.00000000e+00 2.19571195e+00 1.68443331e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.25148792e+00  
 0.00000000e+00 3.81019808e+00 0.00000000e+00 8.35087126e-01  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.50201672e-05 1.26380606e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.97347752e+00  
 2.25392959e+00 0.00000000e+00 1.77979287e+00 2.75756804e+00  
 2.24778180e-02 0.00000000e+00 5.02096504e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.75638713e-03  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 7.52633126e-01 1.93677751e+00  
 3.78576549e+00 2.80596404e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.05821792e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.38594178e+00 0.00000000e+00  
 3.41023508e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.92985592e+00  
 2.90304586e+00 0.00000000e+00 3.80640333e+00 0.00000000e+00  
 3.81611700e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.13236290e+00 0.00000000e+00 2.19418757e+00  
 2.70794496e+00 2.38396125e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.15638547e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 3.17024407e+00 3.17739410e+00 2.87742395e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 4.16602263e+00  
 2.35243992e+00 2.10060318e+00 7.70930070e-01 2.02517413e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.13193471e+00 0.00000000e+00  
 4.41824986e+00 2.03166013e+00 0.00000000e+00 1.22791916e-04  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.91945820e+00  
 3.13689721e+00 2.67926397e+00 3.11138000e+00 2.68014416e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.39706055e+00  
 2.51798773e+00 2.78935781e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.86219234e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.37482985e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.89376478e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 3.00251986e+00  
 0.00000000e+00 1.68892518e+00 0.00000000e+00 2.83308369e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.70233894e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.72967283e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.42908100e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 1.63999024e-03 0.00000000e+00 2.10729449e+00  
 3.37859440e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 1.87085060e-03 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 2.50988980e+00 1.07407959e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 2.35794684e+00 0.00000000e+00 4.79635571e+00  
 1.76365362e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 7.54592781e-05 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 3.41330693e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 2.18390477e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 4.83987336e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]  
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00  
 0.00000000e+00 0.00000000e+00]]

Hemos obtenido una distancia media del mapa de 2.36644265516, observando las gráficas del learning rate, periodo y lado del mapa de *Kohonen* tiene sentido que nos de este valor ya que para los valores que hemos considerado los más óptimos de learning rate, periodo y lado del mapa de *Kohonen* observamos la distancia media corresponde con ese valor.

## Tercera cuestion

**Sin modificar el entrenamiento, clasifica el dataset de prueba guardado en el fichero dígitos.txt y adjunta sus mapas de clasificación (gráfico RGB), activaciones y distancias y la distancia media del mapa. Explícalos. NOTA: en este caso, no inicialices el mapa de clasificación. Usa el que has obtenido de la clasificación del dataset de entrenamiento a fin de ver mejor la relación entre los datos de entrenamiento y los de prueba.**

**Mapa de clasificación:** El mapa de clasificación mostrado a continuación nos muestra los dígitos del archivo digitos.txt clasificados, es decir para cada dígito cuál es su neurona ganadora.



**Mapa de activación:** En el mapa de activación observamos las neuronas activadas y el número de veces que se han activado para cada patrón del archivo de digitos.txt, estas posiciones coinciden con las posiciones de la imagen mostrada anteriormente.

[[ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.]]

**Mapa de distancias:**

[[ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 2605.99814927  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 2934.02092172 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 2688.38467297  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0.  
 3920.24255586 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 10.65236763 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 3092.49479843 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]  
 [ 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0.  
 0. 0. 0. 0. 0. 0. ]]  
  
  
La distancia media del mapa es 2541.96557765, tiene un valor muy elevado ya que las distancias medias son muy altas, como podemos observar en la matriz de distancias, al dividir este valor entre las neuronas activadas (que son 5) nos queda un valor muy alto que corresponde con la distancia media del mapa.

# Discusión de la práctica

Entre las numerosas arquitecturas de redes neuronales, una muy interesante que hemos estudiado en esta práctica es la que presentó Teuvo Kohonen en 1980, los mapas autoorganizados SOM (Self-organizing map), también llamados mapas de Kohonen. Los mapas de Kohonen mapean datos multidimensionales en subespacios dimensionales inferiores donde la relaciones geométricas entre puntos indican su similitud. La reducción en dimensionalidad que proveen los mapas SOM permite visualizar e interpretar datos que de otra manera serían indescifrables. Kohonen genera subespacios con una red neuronal de aprendizaje no supervisado entrenada con un algoritmo de aprendizaje competitivo. Los pesos de las neuronas son ajustados basados en su proximidad a las neuronas ganadoras, que son aquellas que más se parecen a los datos de muestra. El entrenamiento en varias iteraciones de conjuntos de datos de entrada dará como resultado la agrupación de neuronas similares y viceversa.

La principal ventaja de usar el mapa de Kohonen es que hace que los datos sean fácilmente interpretados y entendidos. La reducción de la dimensionalidad y la malla de agrupamiento hace más fácil observar las similitudes de los datos. Los SOM tienen en cuenta todos los datos de la entrada para generar estos clústeres y pueden modificarse de tal manera que ciertos datos tengan más o menos un efecto sobre dónde se coloca una entrada. Además son capaces de manejar varios tipos de problemas de clasificación al tiempo que proporcionan un resumen útil, interactivo e inteligible de los datos. También son capaces de manejar varios tipos de problemas de clasificación al tiempo que proporcionan un resumen útil, interactivo e inteligible de los datos.

La principal desventaja de un SOM es que requiere datos necesarios y suficientes para desarrollar agrupamientos significativos. Los vectores de ponderación se deben basar en datos que puedan agrupar y distinguir entradas con éxito. La falta de datos o datos extraños en los vectores de ponderación agregará aleatoriedad a las agrupaciones. Encontrar los datos correctos implica determinar qué factores son relevantes y puede ser una tarea difícil o incluso imposible en varios problemas. La capacidad de determinar un buen conjunto de datos es un factor decisivo para determinar si se debe usar un mapa de Kohonen o no. Otro problema con los SOM es que a menudo es difícil obtener un mapeo bueno donde las agrupaciones son únicas dentro del mapa. Los clústeres a menudo se dividen en grupos más pequeños, creando varias áreas de neuronas similares. Esto se puede evitar inicializando bien el mapa, pero esa no es una opción si el estado del mapa final no es obvio.

Finalmente, los SOM requieren que los puntos de datos cercanos se comporten de manera similar. Los problemas parecidos a la paridad, como la puerta XOR, no tienen esta propiedad y no convergerían a una asignación estable en un SOM.

Los mapas de Kohonen se pueden utilizar en un amplio tipo de aplicaciones como visualizaciones, generación de mapas de características, patrón de reconocimientos y clasificación. Todo esto permite que los mapas de Kohonen se usen como una herramienta analítica, pero también se puede aplicar su uso en otros ámbitos como la medicina, ciencia e industria.

# Bibliografía

1. **Breif Review of SOM. [En línea] [Citado el: 15 de 2 de 2018.] https://bib.irb.hr/datoteka/877545.cts\_17\_4511.pdf.**

**2. Datacamp. [En línea] [Citado el: 5 de 2 de 2018.] https://www.datacamp.com/courses/intro-to-python-for-data-science.**

**3. Datacamp2. [En línea] [Citado el: 7 de 2 de 2018.] https://www.datacamp.com/courses/intermediate-python-for-data-science.**

**4. Halweb. [En línea] [Citado el: 4 de 2 de 2018.] http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/DM/tema5dm.pdf.**

**5. StackOverflow. [En línea] [Citado el: 5 de 2 de 2018.] https://stackoverflow.com/questions/11500539/python-indexerror-list-index-out-of-range.**

**6. Universidad Francisco de Vitoria. [En línea] [Citado el: 24 de 12 de 2016.] https://moodleufv.ufv.e.**

**7. Users.ics. [En línea] [Citado el: 6 de 2 de 2018.] http://users.ics.aalto.fi/jhollmen/dippa/node9.html.**