

MEMORIA PRÁCTICA 1

Mixtura de gaussianas

Ejercicio obligatorio: implementación del algoritmo M, experimento para evaluar el error de clasificación, entrenamiento con valores óptimos.

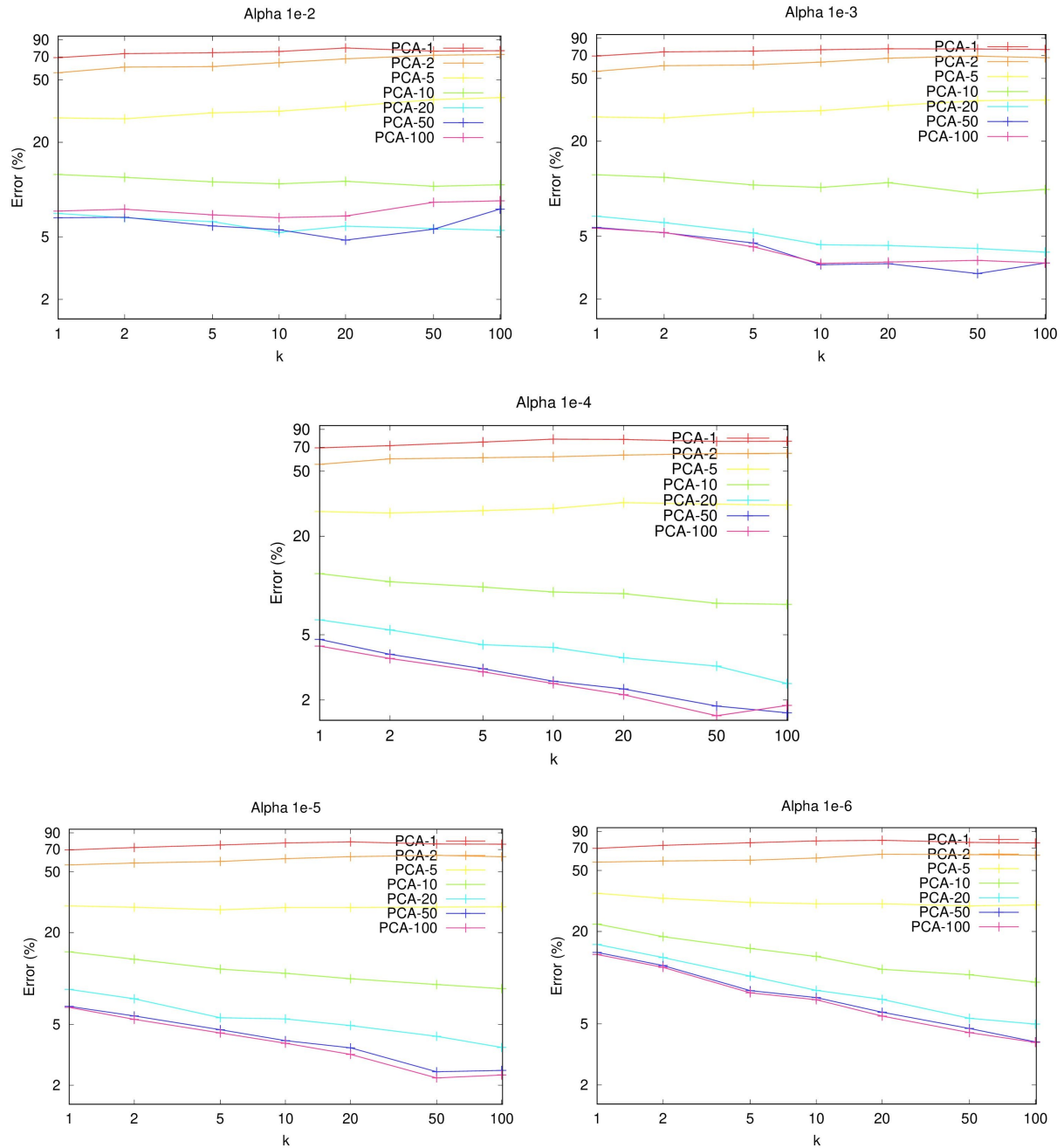
Ejercicio 2.1 (obligatorio: 0.3 puntos). Implementa el paso M de estimación de los parámetros que gobiernan la mixtura de gaussianas y que se detallan en las Ecs. 7, 8 y 9. Ten en cuenta que no debes utilizar bucles sino operaciones matriciales, a excepción de la estimación de la matriz de covarianzas de cada componente, que necesitarás un bucle que recorra las componentes. Tras la estimación de la matriz de covarianzas de cada componente, recuerda suavizar mediante *flat smoothing* con la matriz identidad.

```
sumz = sum(z);
pkGc{ic} = sumz/Nc; % Primer parámetro
mu{ic} = (Xc'*z)./sumz; % Segundo parámetro
for k=1:K
    aux = ((Xc-mu{ic}(:,k))' * ((Xc-mu{ic}(:,k))'*z(:,k)))/sumz(k);
    sigma(ic,k) = alpha * aux + (1-alpha)*eye(D);
end % Tercer parámetro
```

Ejercicio 2.3 (obligatorio: 0.5 puntos). Realiza un experimento donde se evalúe el error de clasificación en función del número de componentes por mixtura del clasificador ($K = 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100$), para un número de dimensiones PCA variable ($D = 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100$) y probando algunos de los valores de suavizado flat smoothing que mejores resultados han proporcionado en el clasificador gaussiano. Para ello, puedes partir del script mixgaussian-exp.m para crear el script pca+mixgaussian-exp.m que mantenga la misma partición en entrenamiento y validación, y realice la exploración de parámetros propuesta.

Los valores de flat smoothing que mejores resultados daban en el clasificador gaussiano son los cercanos a $1e-4$, es por eso, que a parte de hacer la gráfica con este valor, también hemos tomados dos valores por encima y por debajo ($1e-2$, $1e-3$, $1e-5$, $1e-6$) para mostrar la evolución del error.

Error	1e-8	1e-7	1e-6	1e-5	1e-4	1e-3	1e-2	1e-1	2e-1	5e-1	9e-1	1e+1
Alpha	19.55	18.933	14.083	6.317	4.267	6.383	10	11.967	12.2	13.55	18.693	93.867



A través de las gráficas se puede observar que el mejor resultado se obtiene para $\alpha = 1e-4$, $PCA = 100$ y $k = 50$, por lo que los consideraremos los parámetros óptimos para el clasificador por mixtura de gaussianas. Sin embargo, las combinaciones de $\alpha = 1e-4$, $k=20,50,100$ y $PCA = 50,100$ también ofrecen buenos resultados, así que con el fin de estudiar su comportamiento, los tendremos en consideración para el experimento.

- $\alpha = 1e-4$
- $K = [20, 50, 100]$
- $PCA = [50, 100]$

Ejercicio 2.4 (obligatorio: 0.2 puntos). Como hemos comentado anteriormente, en este ejercicio utilizaremos los valores óptimos de los parámetros del clasificador para entrenar y evaluar un clasificador final en los conjuntos oficiales MNIST de entrenamiento y test, respectivamente. Para ello te recomendamos que tomes como punto de partida el script `pca+mixgaussian-exp.m`, modificandolo adecuadamente para generar el script `pca+mixgaussian-eva.m` que también deberá recibir como entrada el conjunto de test de MNIST. Recuerda que toda estimación de (la probabilidad de) error de un clasificador final, debe ir acompañada de sus correspondientes intervalos de confianza al 95 %. Discute los resultados obtenidos comparándolos con los obtenidos con el clasificador gaussiano y con los reportados en la tarea MNIST con clasificadores que conozcas.

Los resultados con los valores óptimos obtenidos en el anterior ejercicio son:

PCA	K	Error	Inter. confianza
50	20	1.900	[1.632, 2.168]
50	50	1.870	[1.604, 2.136]
50	100	1.620	[1.373, 1.867]
100	20	2.060	[1.782, 2.338]
100	50	1.920	[1.651 ,2.189]
100	100	1.710	[1.456, 1.964]

En la tabla podemos observar como el mejor resultado de todos se obtiene con los valores de reducción de dimensionalidad = 50, número de distribuciones gaussianas = 100 y un valor de suavizado = $1e-4$.

En cuanto a la comparación con el clasificador gaussiano y el mismo junto la técnica de PCA, se puede observar en la siguiente tabla cómo presenta una gran disminución del error:

Alfa (dim=175)	Error
$1e-4$	4.12
$1e-4$ (sin PCA)	4.18

Finalmente, comentar que en la página de MNIST, consiguen resultados del 3.3% error con un clasificador cuadrático, un 1.68% más que nuestro mejor resultado.