

Universidad de Costa Rica

PF-3115: Computational and statistical techniques of Machine Learning

Reporte de Laboratorio #3

Osvaldo Ureña A55783

María José Cubero B22148

Resultados

Al realizar este laboratorio, para todas las pruebas utilizamos 40 iteraciones, 60000 imágenes en el training set y un learning rate de 0.01. Los resultados que se obtuvieron al probar con diferentes tamaños de las capas ocultas, diferentes funciones de activación (Sigmoid y ReLu) y diferente cantidad de capas (1 y 2) son:

One layer:

Hidden Sizes	Activation function	Accuracy	Recall (macro avg)	Precision (macro avg)	F1-score (macro avg)
30	Sigmoid	0.84	0.80	0.76	0.78
30	ReLu	0.50	0.47	0.28	0.34
40	Sigmoid	0.85	0.85	0.85	0.82
40	ReLu	0.66	0.67	0.48	0.55
50	Sigmoid	0.86	0.86	0.86	0.84
50	ReLu	0.56	0.49	0.30	0.36
100	Sigmoid	0.92	0.92	0.92	0.92
100	ReLu	0.56	0.55	0.37	0.43

Two layers:

Hidden Sizes	Activation function	Accuracy	Recall (macro avg)	Precision (macro avg)	F1-score (macro avg)
30, 30	Sigmoid	0.85	0.84	0.85	0.82
30,30	Relu	0.69	0.67	0.50	0.56
40, 40	Sigmoid	0.88	0.88	0.88	0.86
40,40	Relu	0.73	0.66	0.56	0.59

50, 50	Sigmoid	0.93	0.93	0.93	0.92
50, 50	Relu	0.41	0.47	0.25	0.31
100, 100	Sigmoid	0.94	0.93	0.93	0.93
100, 100	Relu	0.37	0.40	0.18	0.24

Conclusiones

En general, los mejores resultados se obtuvieron usando dos layers con 100 hidden sizes cada uno y la función de activación Sigmoid. Cabe resaltar que conforme se aumentaron los hidden sizes los resultados mejoraron, y además fueron mejores los resultados obtenidos con la función de activación Sigmoid que con la función de activación Relu en todos los escenarios.

Con la función de activación Relu sucedió algo interesante ya que al aumentar de 40 hidden sizes los resultados empeoraron, pero después volvieron a subir, lo que hace que no se pueda determinar el patrón de comportamiento al modificar el tamaño de las capas ocultas. Esto mismo sucede al aumentar la cantidad de capas ocultas, por lo cual no es posible saber con qué cantidad de capas ocultas da mejores resultados. Por estos motivos se considera que la función ReLu no es una buena opción a utilizar para este tipo de datos, ya que la exactitud tiende a ser muy baja (entre 0.37 y 0.73).

Por otro lado, con la Sigmoid se pudo notar que los resultados son mucho más precisos, ya que en todas las pruebas la exactitud dio arriba de 0.84, siendo 0.94 la más alta. Al ir aumentando el tamaño de las capas oculta se puede ver cómo los resultados van mejorando y el utilizar dos capas ocultas también ayuda a mejorarlos.

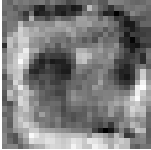
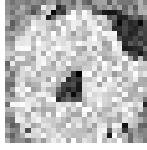
Luego, al utilizar la función Sigmoid, observando el recall y precisión individualmente se puede observar que los modelos clasificaron muy bien el número 1, el 0 y el 9, pero tuvieron problemas clasificando el número 8 y el 3.

Al utilizar la función ReLu, se puede observar que los resultados son poco constantes, ya que en algunas ocasiones clasifica muy bien algunos números, pero en otras ocasiones los clasifica muy mal. Por lo que no se puede decir que tiene muy buenos resultados con ciertos números en específico (en ocasiones un número podía tener una precisión de 1 y en otras de 0). Sin embargo, el único número que se notó que tenía un resultado más constante en todas las corridas era el 6.

Anexos

Tamaño de capas ocultas: 30

Función de activación: Sigmoid

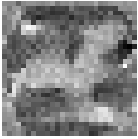
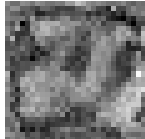
1 Layer	2 Layers
	

Results:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.90	1.00	0.95	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.88	0.88	0.88	24
3	0.71	0.87	0.78	23
4	0.79	0.94	0.86	33
5	0.73	0.76	0.75	25
6	0.88	0.95	0.91	22
7	0.81	0.90	0.85	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.86	0.70	0.78	27
accuracy			0.84	250
macro avg	0.76	0.80	0.78	250
weighted avg	0.80	0.84	0.82	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.86	1.00	0.93	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.88	0.88	0.88	24
3	0.67	0.87	0.75	23
4	0.79	0.94	0.86	33
5	0.89	0.32	0.47	25
6	0.95	0.95	0.95	22
7	0.88	0.97	0.92	29
8	0.62	0.71	0.67	14
9	0.91	0.74	0.82	27
accuracy			0.85	250
macro avg	0.85	0.84	0.82	250
weighted avg	0.86	0.85	0.84	250

Tamaño de capas ocultas: 30

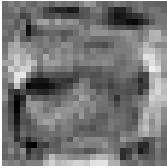
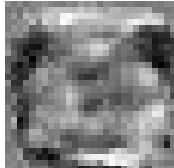
Función de activación: Relu

1 Layer	2 Layers
	

Results:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.00	0.00	0.00	19
1	0.00	0.00	0.00	34
2	0.46	0.92	0.61	24
3	0.00	0.00	0.00	23
4	0.59	0.91	0.71	33
5	0.27	0.88	0.41	25
6	0.81	0.95	0.88	22
7	0.69	1.00	0.82	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.00	0.00	0.00	27
accuracy			0.50	250
macro avg	0.28	0.47	0.34	250
weighted avg	0.30	0.50	0.37	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.00	0.00	0.00	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.88	0.96	0.92	24
3	0.64	0.91	0.75	23
4	0.58	0.94	0.72	33
5	0.00	0.00	0.00	25
6	0.88	0.95	0.91	22
7	0.71	1.00	0.83	29
8	0.33	0.93	0.49	14
9	0.00	0.00	0.00	27
accuracy			0.69	250
macro avg	0.50	0.67	0.56	250
weighted avg	0.53	0.69	0.59	250

Tamaño de capas ocultas: 40
 Función de activación: Sigmoid

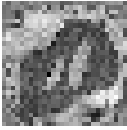
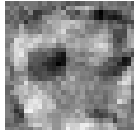
1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.95	1.00	0.97	19	
1	1.00	1.00	1.00	34	
2	0.88	0.92	0.90	24	
3	0.68	0.83	0.75	23	
4	0.82	0.94	0.87	33	
5	0.80	0.16	0.27	25	
6	0.91	0.95	0.93	22	
7	0.88	0.97	0.92	29	
8	0.57	0.93	0.70	14	
9	1.00	0.81	0.90	27	
accuracy			0.85	250	
macro avg	0.85	0.85	0.82	250	
weighted avg	0.86	0.85	0.83	250	
TEST WITH TWO LAYERS:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.95	1.00	0.97	19	
1	1.00	1.00	1.00	34	
2	0.96	0.92	0.94	24	
3	0.80	0.87	0.83	23	
4	0.89	0.94	0.91	33	
5	0.92	0.48	0.63	25	
6	0.91	0.95	0.93	22	
7	0.87	0.93	0.90	29	
8	0.55	0.86	0.67	14	
9	0.92	0.81	0.86	27	
accuracy			0.88	250	
macro avg	0.88	0.88	0.86	250	
weighted avg	0.89	0.88	0.88	250	

Tamaño de capas ocultas: 40

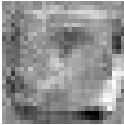
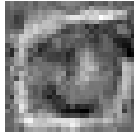
Función de activación: Relu

1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.83	1.00	0.90	19
1	1.00	0.97	0.99	34
2	0.49	0.92	0.64	24
3	0.00	0.00	0.00	23
4	0.00	0.00	0.00	33
5	0.61	1.00	0.76	25
6	0.00	0.00	0.00	22
7	0.88	1.00	0.94	29
8	0.59	0.93	0.72	14
9	0.45	0.89	0.60	27
accuracy			0.66	250
macro avg	0.48	0.67	0.55	250
weighted avg	0.49	0.66	0.55	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.00	0.00	0.00	19
1	0.97	1.00	0.99	34
2	0.59	0.96	0.73	24
3	0.00	0.00	0.00	23
4	0.97	0.94	0.95	33
5	0.36	0.92	0.52	25
6	0.91	0.91	0.91	22
7	0.88	1.00	0.94	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.92	0.85	0.88	27
accuracy			0.73	250
macro avg	0.56	0.66	0.59	250
weighted avg	0.63	0.73	0.67	250

Tamaño de capas ocultas: 50
 Función de activación: Sigmoid

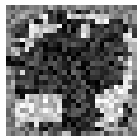
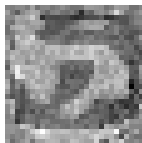
1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.90	1.00	0.95	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.92	0.96	0.94	24
3	0.70	0.83	0.76	23
4	0.76	0.97	0.85	33
5	0.89	0.32	0.47	25
6	0.91	0.95	0.93	22
7	0.87	0.93	0.90	29
8	0.68	0.93	0.79	14
9	1.00	0.70	0.83	27
accuracy			0.86	250
macro avg	0.86	0.86	0.84	250
weighted avg	0.87	0.86	0.85	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	1.00	0.97	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.92	0.96	0.94	24
3	1.00	0.87	0.93	23
4	0.89	0.94	0.91	33
5	0.92	0.88	0.90	25
6	0.95	0.95	0.95	22
7	0.88	0.97	0.92	29
8	0.81	0.93	0.87	14
9	0.95	0.78	0.86	27
accuracy			0.93	250
macro avg	0.93	0.93	0.92	250
weighted avg	0.93	0.93	0.93	250

Tamaño de capas ocultas: 50

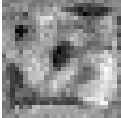
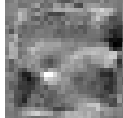
Función de activación: Relu

1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.00	0.00	0.00	19
1	1.00	1.00	1.00	34
2	0.40	1.00	0.57	24
3	0.42	0.96	0.58	23
4	0.51	0.94	0.66	33
5	0.00	0.00	0.00	25
6	0.00	0.00	0.00	22
7	0.67	0.97	0.79	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.00	0.00	0.00	27
accuracy			0.56	250
macro avg	0.30	0.49	0.36	250
weighted avg	0.36	0.56	0.42	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.79	1.00	0.88	19
1	0.00	0.00	0.00	34
2	0.57	0.83	0.68	24
3	0.54	0.96	0.69	23
4	0.00	0.00	0.00	33
5	0.00	0.00	0.00	25
6	0.00	0.00	0.00	22
7	0.48	1.00	0.64	29
8	0.15	0.93	0.25	14
9	0.00	0.00	0.00	27
accuracy			0.41	250
macro avg	0.25	0.47	0.31	250
weighted avg	0.23	0.41	0.28	250

Tamaño de capas ocultas: 100
 Función de activación: Sigmoid

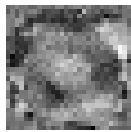
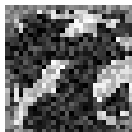
1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.95	1.00	0.97	19	
1	1.00	1.00	1.00	34	
2	0.91	0.88	0.89	24	
3	0.95	0.87	0.91	23	
4	0.94	0.94	0.94	33	
5	0.96	0.88	0.92	25	
6	0.95	0.95	0.95	22	
7	0.85	0.97	0.90	29	
8	0.72	0.93	0.81	14	
9	0.96	0.81	0.88	27	
accuracy			0.92	250	
macro avg	0.92	0.92	0.92	250	
weighted avg	0.93	0.92	0.92	250	
TEST WITH TWO LAYERS:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	1.00	1.00	1.00	19	
1	1.00	1.00	1.00	34	
2	0.88	0.92	0.90	24	
3	1.00	0.87	0.93	23	
4	0.89	0.97	0.93	33	
5	0.92	0.92	0.92	25	
6	1.00	0.91	0.95	22	
7	0.93	0.97	0.95	29	
8	0.76	0.93	0.84	14	
9	0.96	0.85	0.90	27	
accuracy			0.94	250	
macro avg	0.93	0.93	0.93	250	
weighted avg	0.94	0.94	0.94	250	

Tamaño de capas ocultas: 100

Función de activación: Relu

1 Layer	2 Layers
	

Resultados:

TEST WITH ONE LAYER:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.70	1.00	0.83	19
1	0.00	0.00	0.00	34
2	0.00	0.00	0.00	24
3	0.00	0.00	0.00	23
4	0.69	0.82	0.75	33
5	0.33	0.92	0.48	25
6	0.47	0.95	0.63	22
7	0.69	1.00	0.82	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.81	0.81	0.81	27
accuracy			0.56	250
macro avg	0.37	0.55	0.43	250
weighted avg	0.39	0.56	0.45	250
TEST WITH TWO LAYERS:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.49	1.00	0.66	19
1	0.00	0.00	0.00	34
2	0.29	1.00	0.45	24
3	0.00	0.00	0.00	23
4	0.00	0.00	0.00	33
5	0.00	0.00	0.00	25
6	0.75	0.95	0.84	22
7	0.29	1.00	0.45	29
8	0.00	0.00	0.00	14
9	0.00	0.00	0.00	27
accuracy			0.37	250
macro avg	0.18	0.40	0.24	250
weighted avg	0.16	0.37	0.22	250