

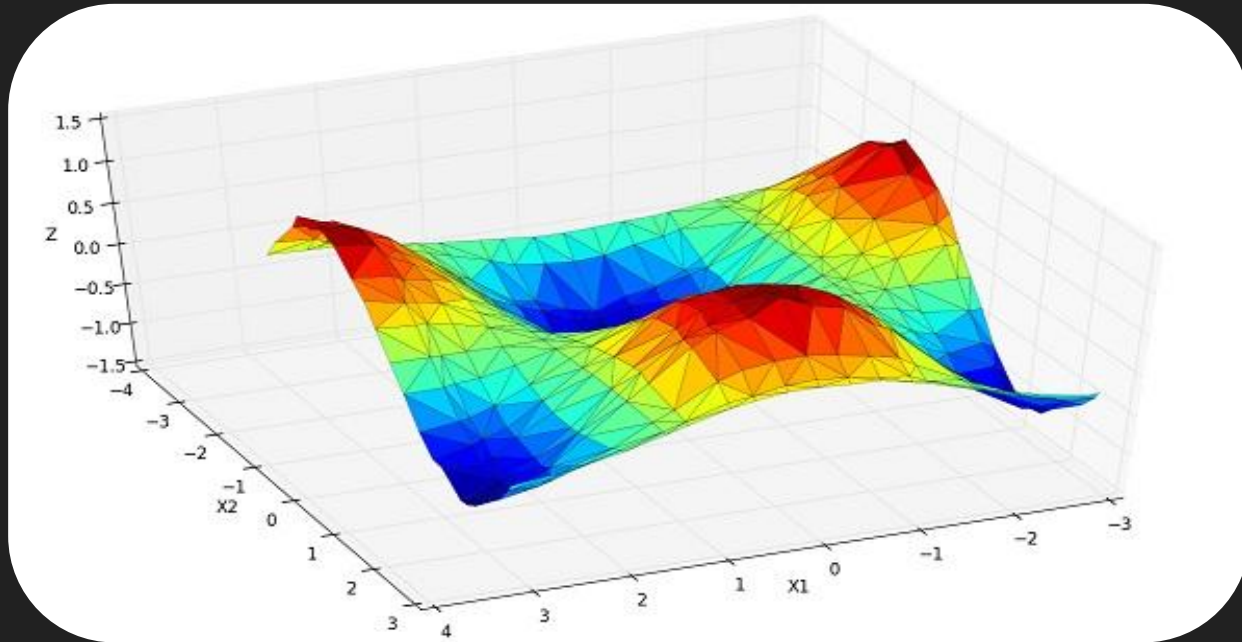
Sistemas de Inteligencia Artificial

Redes Neuronales

Leandro Matias Rivas (51274) - Maximiliano J. Valverde (51158) - Ma. Florencia Besteiro (51117)

Objetivo

Crear una red neuronal que aproxime al valor de una función f desconocida que describe un terreno 3D.



Se pide

- Analizar la capacidad de generalización de la red
- Usar función de activación: exponencial y tangencial hiperbólica. Comparar.
- Utilizar distintas arquitecturas. Comparar.
- Implementar mejoras: Momentum, Learning rate adaptativo.

Funciones de activación

Dominio de las funciones:

- exponencial : $[0, 1]$
- tangente hiperbólica : $[-1, 1]$

Dado que nuestro terreno posee puntos fuera de dichos rangos, se ha decidido normalizar las entradas y salidas, que luego pasarán por estas dos funciones.

Normalización

- Exponencial

$$\text{sign}(X_i) * X_i$$

$$| \text{Max}(x,y,z) |$$

Normalización

- **Tangente hiperbólica**

$$\frac{x_i}{| \text{Max}(x,y,z) |}$$

Error cuadrático medio (ECM)

$$\frac{\sum_{i\mu} (S_I^\mu - O_I^\mu)^2}{2N}$$

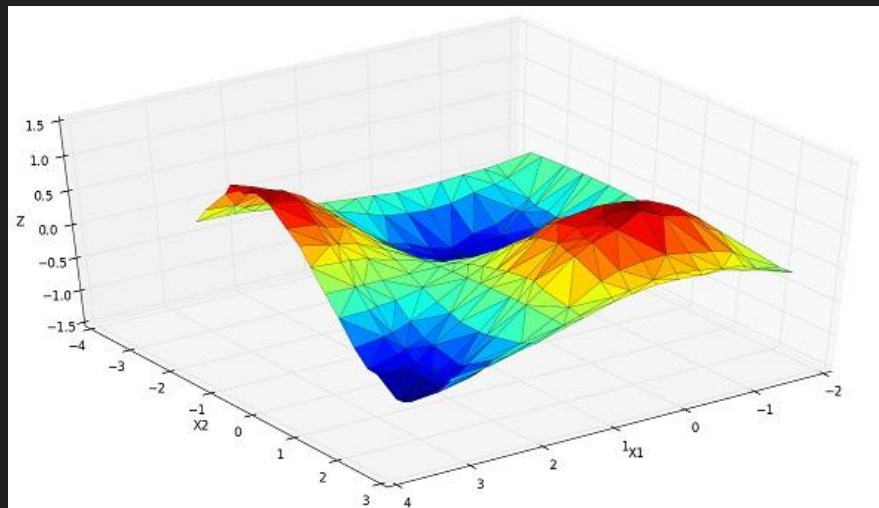
Porcentaje de acierto

Se considera acierto si:

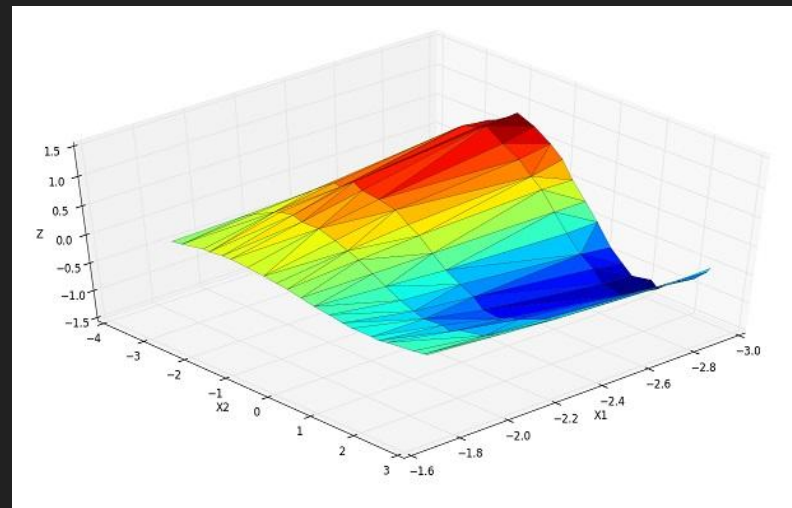
$$S - O < ECM$$

Donde **S** representa a la salida esperada, **O** a la salida obtenida y **ECM** es el error cuadrático medio.

Patrones de entrenamiento y testeo



Patrón de entrenamiento



Patrón de testeo

Arquitectura

- Se realizaron pruebas para determinar la mejor arquitectura (aquella con mejor rendimiento)
- Se considero que cuanto mayor sea el porcentaje de acierto, mejor es el rendimiento
- Desde el inicio se consideró utilizar 2 capas ocultas

Arquitectura

- **Parámetros usados en las pruebas:**

ECM	Eta	Bias	Beta	Fun
0.0005	0.5	-1	0.5	tan

Arquitecturas - Resultados

Resultados				
Capas	Tiempo (segs)	Epocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 4 12 1	250.88	341	69.52	30.48
2 5 10 1	279.31	327	80.95	19.05
2 9 3 1	379.38	622	73.33	26.67
2 9 4 1	58.06	554	34.07	62.86
2 8 5 1	360.51	574	71.43	28.57
2 9 6 1	311.3	456	63.81	36.19
2 9 8 1	271.02	359	63.81	36.19
2 12 3 1	440.41	631	65.71	34.29
2 10 4 1	509.25	762	82.86	17.14
2 11 4 1	198.11	289	65.71	34.29
2 12 4 1	76.95	670	57.14	42.86
2 13 4 1	182.52	830	47.62	52.38
2 12 5 1	277.08	367	75.24	24.76
2 10 8 1	286.55	376	64.76	35.24

Coeficiente de aprendizaje

- **Parámetros usados en las pruebas:**

ECM	Bias	Beta
0.0005	-1	0.5

- **Se realizaron las pruebas con ambas funciones de activación**

Coeficiente de aprendizaje - Resultados

Parámetros			Resultados			
Capas	Eta	Fun	Tiempo (segs)	Epocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 5 10 1	0.3	exp	221.69	1837	42.68	57.14
2 5 10 1	0.3	tan	111.42	541	32.38	67.42
2 10 4 1	0.3	exp	310.62	2722	44.76	55.24
2 10 4 1	0.3	tan	142.5	717	69.52	30.48
2 10 4 1	0.5	exp	481.55	1394	55.24	44.76
2 10 4 1	0.5	tan	297.7	861	59.05	40.95
2 5 10 1	0.5	tan	134.23	358	69.52	30.48
2 5 10 1	0.5	exp	621.13	1701	55.24	44.76
2 10 4 1	0.7	exp	580.9	908	56.19	43.81
2 10 4 1	0.7	tan	508.12	796	69.52	30.48
2 5 10 1	0.7	exp	1196.02	1809	52.38	47.62
2 5 10 1	0.7	tan	237.35	353	75.24	24.76

Error cuadrático medio

- **Parámetros usados para las pruebas**

Eta	Bias	Beta
0.5	-1	0.5

- **Se realizaron las pruebas con ambas funciones de activación**

Parámetros			Resultados			
Capas	ECM	Fun	Tiempo (secs)	Épocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 5 10 1	0.0001	exp	474.44	3943	43.81	56.19
2 5 10 1	0.0001	tan	737.66	3553	40.95	59.05
2 10 4 1	0.0001	exp	453.15	3906	43.81	56.19
2 10 4 1	0.0001	tan	6504.26	9984	52.38	47.62
2 10 4 1	0.0005	exp	7704.26	1506	54.19	43,81
2 10 4 1	0.0005	tan	182.44	531	57.14	42.86
2 5 10 1	0.0005	tan	96.35	265	80.95	19.05
2 5 10 1	0.0005	exp	462.99	1276	55.24	44.76
2 10 4 1	0.001	exp	489.33	761	55.24	44.76
2 10 4 1	0.001	tan	247.37	387	50.48	49.52
2 5 10 1	0.001	exp	618.11	915	56.19	43.81
2 5 10 1	0.001	tan	162.47	239	65.71	34.29

Momentum

- **Parámetros utilizados para las pruebas**

ECM	Eta	Bias	Beta	Momentum
0.0005	0.5	-1	0.5	0.9

- **Se realizaron las pruebas con ambas funciones de activación**

Momentum - Resultados

Parámetros		Resultados			
Capas	Fun	Tiempo (segs)	Épocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 5 10 1	exp	913.89	2615	52.38	47.62
2 5 10 1	tan	75.28	664	67.62	32.38
2 10 4 1	exp	106.43	946	54.29	45.71
2 10 4 1	tan	74.23	373	21.9	78.1

Eta adaptativo

- **Parámetros utilizados para las pruebas**

ECM	Eta	Bias	Beta	fun
0.0005	0.5	-1	0.5	tan

- **Se realizaron las pruebas con ambas funciones de activación**
- **La variación del eta es cada k épocas, con $k = 25$**

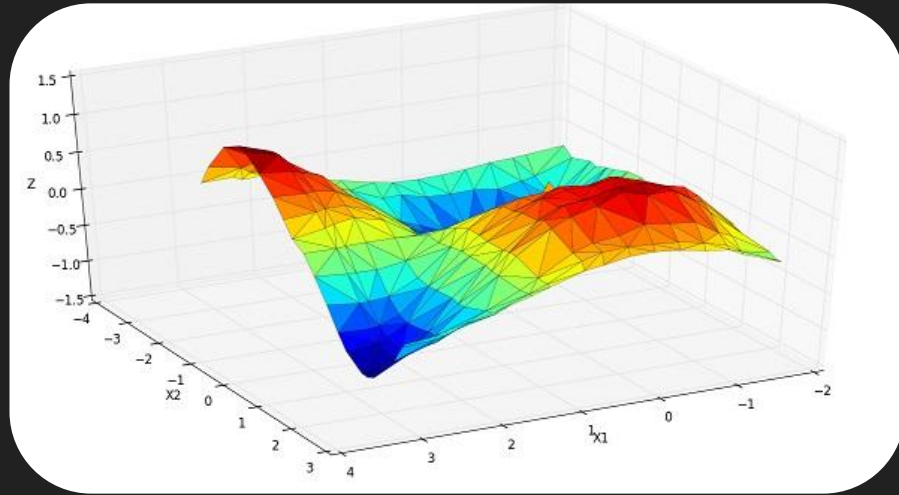
Eta adaptativo

Parámetros						Resultados			
Capas	ECM	Eta	Momentum	a	b	Tiempo (secs)	Épocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 5 10 1	0.005	0.05	0.9	0.0001	0.01	559.21	1007	60	40
2 10 4 1	0.0005	0.005	0.9	0.001	0.001	807.84	7363	56.19	43.81

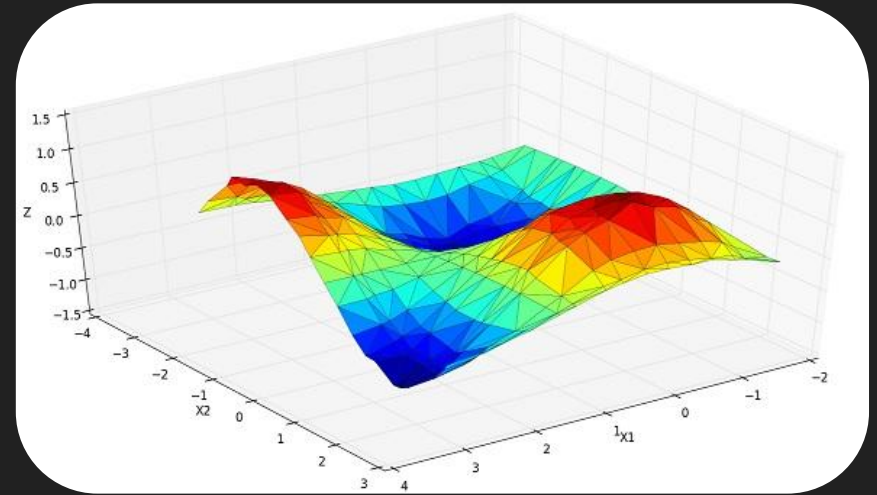
Mejor resultado

Parámetros						Resultados			
Capas	ECM	Eta	Bias	Beta	Fun	Tiempo (secs)	Épocas	Aciertos (%)	Aproximaciones (%)
2 10 4 1	0.0005	0.5	-1	0.5	tan	509.25	762	82.86	17.14

Mejor resultado - Patrones de entrenamiento

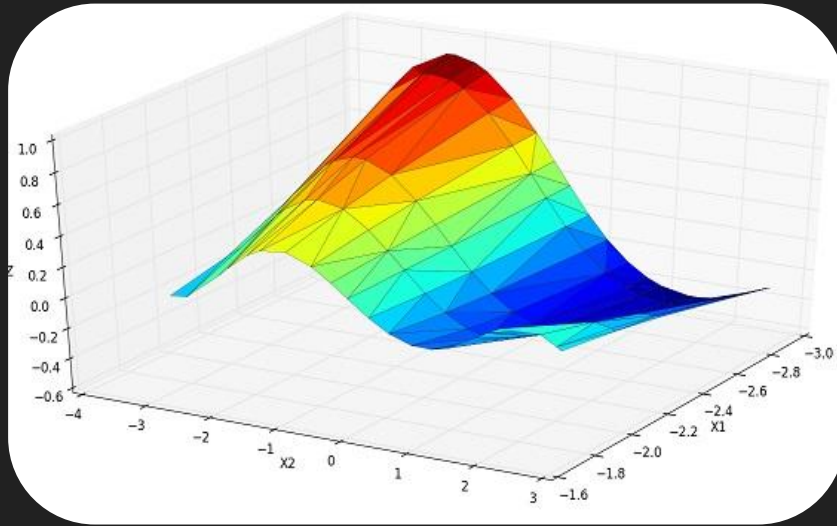


Obtenido por red

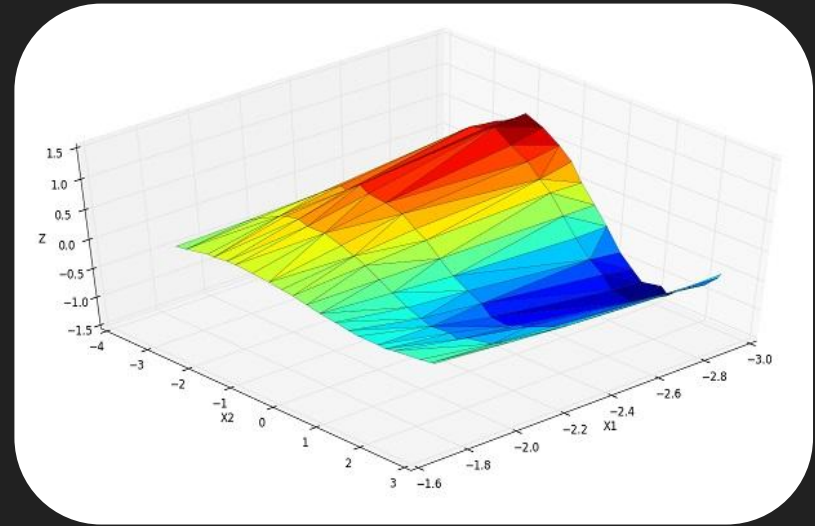


Original

Mejor resultado - Patrones de testeo

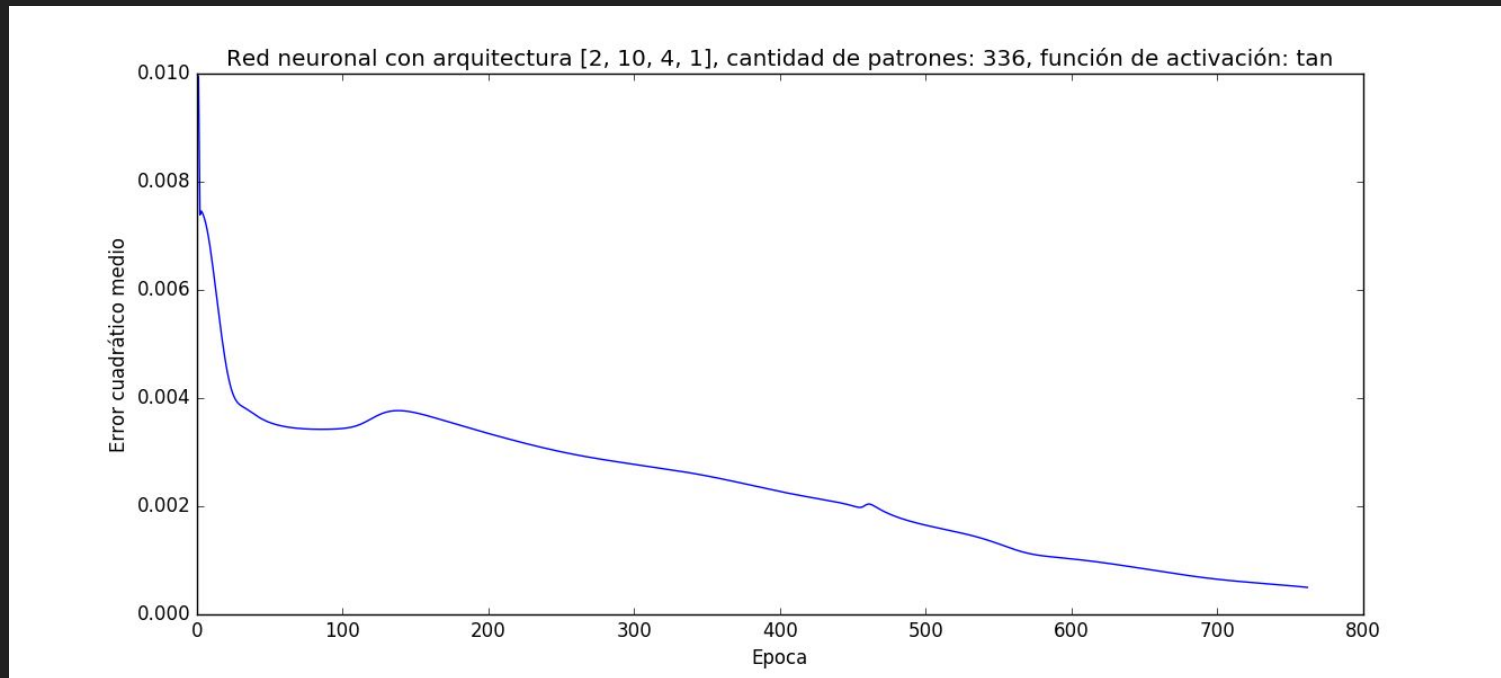


Obtenida por red



Original

Mejor resultado - ECM



Conclusiones

- La función de activación tangente resultó ser la de mayor rendimiento
- Mayor cantidad de neuronas por capa no garantiza un mayor aprendizaje
- La correcta elección de los parámetros puede ser decisiva al momento del rendimiento de la red.
- Las variaciones a backpropagation no nos cambió significativamente los resultados