

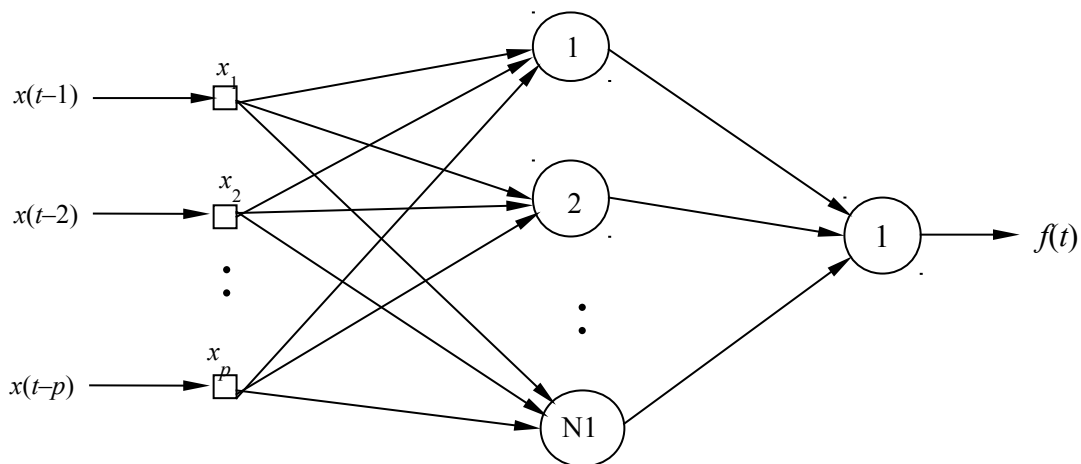
## Redes Neurais Artificiais

(Prof. Giovani Guarienti Pozzebon)

### EPC-6

O preço de uma determinada mercadoria disposta para ser comercializada no mercado financeiro de ações possui um histórico de variação de valor conforme mostrado na tabela apresentada no Apêndice.

Um pool de pesquisadores estará tentando aplicar redes neurais para tentar prever o comportamento futuro deste processo. Assim, pretende-se utilizar uma arquitetura perceptron multicamadas, com topologia “Time Delay” (TDNN), conforme mostrado na figura abaixo:



As topologias candidatas para serem aplicadas no mapeamento do problema acima são especificadas como segue:

**Rede 1** → 05 entradas ( $p = 05$ ) com  $N1 = 10$

**Rede 2** → 10 entradas ( $p = 10$ ) com  $N1 = 15$

**Rede 3** → 15 entradas ( $p = 15$ ) com  $N1 = 25$

Utilizando o algoritmo de aprendizagem *backpropagation com momentum* e os dados de treinamento apresentados no Anexo, realize as seguintes atividades:

1. Execute 3 treinamentos para cada rede perceptron acima inicializando as matrizes de pesos em cada treinamento com valores aleatórios entre 0 e 1. Se for o caso, reinicie o gerador de números aleatórios em cada treinamento de tal forma que os elementos das matrizes de pesos iniciais não sejam os mesmos. Utilize a função de ativação logística (*sigmoid*) para todos os neurônios, taxa de aprendizado  $\eta = 0.1$ , fator de momentum  $\alpha = 0.8$  e precisão  $\epsilon = 0.5 \times 10^{-6}$ .
2. Registre os resultados finais desses 3 treinamentos para cada uma das três topologias de rede na tabela a seguir:

Treinamento	Rede 1		Rede 2		Rede 3	
	EQM	Épocas	EQM	Épocas	EQM	Épocas
1º (T1)						
2º (T2)						
3º (T3)						

3. Para todos os treinamentos efetuados no item 2, faça a validação da rede em relação aos valores desejados apresentados na tabela abaixo. Forneça para cada treinamento o erro relativo médio entre os valores desejados e os valores fornecidos pela rede em relação a todos os padrões de teste. Obtenha também a respectiva variância.

Amostra	$f(t)$	Rede 1			Rede 2			Rede 3		
		(T1)	(T2)	(T3)	(T1)	(T2)	(T3)	(T1)	(T2)	(T3)
$t = 101$	0.4173									
$t = 102$	0.0062									
$t = 103$	0.3387									
$t = 104$	0.1886									
$t = 105$	0.7418									
$t = 106$	0.3138									
$t = 107$	0.4466									
$t = 108$	0.0835									
$t = 109$	0.1930									
$t = 110$	0.3807									
$t = 111$	0.5438									
$t = 112$	0.5897									
$t = 113$	0.3536									
$t = 114$	0.2210									
$t = 115$	0.0631									
$t = 116$	0.4499									
$t = 117$	0.2564									
$t = 118$	0.7642									
$t = 119$	0.1411									
$t = 120$	0.3626									
Erro Relativo Médio:										
Variância:										

4. Para cada uma das topologias apresentadas na tabela acima, considerando ainda o melhor treinamento {T1, T2 ou T3} realizado em cada uma delas, trace o gráfico dos valores de erro quadrático médio (EQM) em função de cada época de treinamento. Imprima os três gráficos numa mesma folha de modo não superpostos.
5. Para cada uma das topologias apresentadas na tabela acima, considerando ainda o melhor treinamento {T1, T2 ou T3} realizado em cada uma delas, trace o gráfico dos valores desejados e dos valores estimados pela respectiva rede em função do domínio de estimação considerado ( $t=101..120$ ). Imprima os três gráficos numa mesma folha de modo não superpostos.
6. Baseado nas análises dos itens acima, indique qual das topologias candidatas {Rede 1, Rede 2 ou Rede 3} e com que qual configuração final de treinamento {T1, T2 ou T3} seria a mais adequada para realização de previsões neste processo.
7. Em relação aos algoritmos de treinamento que são variantes do algoritmo *backpropagation*, investigue e comente sobre as principais características e vantagens dos seguintes algoritmos:
- Algoritmo de treinamento Resilient-Propagation (RProp).
  - Algoritmo de treinamento Levenberg-Marquardt (LM).

ANEXO

Amostra	$f(t)$	Amostra	$f(t)$	Amostra	$f(t)$	Amostra	$f(t)$
$t = 1$	0.1701	$t = 26$	0.2398	$t = 51$	0.3087	$t = 76$	0.3701
$t = 2$	0.1023	$t = 27$	0.0508	$t = 52$	0.0159	$t = 77$	0.0006
$t = 3$	0.4405	$t = 28$	0.4497	$t = 53$	0.4330	$t = 78$	0.3943
$t = 4$	0.3609	$t = 29$	0.2178	$t = 54$	0.0733	$t = 79$	0.0646
$t = 5$	0.7192	$t = 30$	0.7762	$t = 55$	0.7995	$t = 80$	0.7878
$t = 6$	0.2258	$t = 31$	0.1078	$t = 56$	0.0262	$t = 81$	0.1694
$t = 7$	0.3175	$t = 32$	0.3773	$t = 57$	0.4223	$t = 82$	0.4468
$t = 8$	0.0127	$t = 33$	0.0001	$t = 58$	0.0085	$t = 83$	0.0372
$t = 9$	0.4290	$t = 34$	0.3877	$t = 59$	0.3303	$t = 84$	0.2632
$t = 10$	0.0544	$t = 35$	0.0821	$t = 60$	0.2037	$t = 85$	0.3048
$t = 11$	0.8000	$t = 36$	0.7836	$t = 61$	0.7332	$t = 86$	0.6516
$t = 12$	0.0450	$t = 37$	0.1887	$t = 62$	0.3328	$t = 87$	0.4690
$t = 13$	0.4268	$t = 38$	0.4483	$t = 63$	0.4445	$t = 88$	0.4132
$t = 14$	0.0112	$t = 39$	0.0424	$t = 64$	0.0909	$t = 89$	0.1523
$t = 15$	0.3218	$t = 40$	0.2539	$t = 65$	0.1838	$t = 90$	0.1182
$t = 16$	0.2185	$t = 41$	0.3164	$t = 66$	0.3888	$t = 91$	0.4334
$t = 17$	0.7240	$t = 42$	0.6386	$t = 67$	0.5277	$t = 92$	0.3978
$t = 18$	0.3516	$t = 43$	0.4862	$t = 68$	0.6042	$t = 93$	0.6987
$t = 19$	0.4420	$t = 44$	0.4068	$t = 69$	0.3435	$t = 94$	0.2538
$t = 20$	0.0984	$t = 45$	0.1611	$t = 70$	0.2304	$t = 95$	0.2998
$t = 21$	0.1747	$t = 46$	0.1101	$t = 71$	0.0568	$t = 96$	0.0195
$t = 22$	0.3964	$t = 47$	0.4372	$t = 72$	0.4500	$t = 97$	0.4366
$t = 23$	0.5114	$t = 48$	0.3795	$t = 73$	0.2371	$t = 98$	0.0924
$t = 24$	0.6183	$t = 49$	0.7092	$t = 74$	0.7705	$t = 99$	0.7984
$t = 25$	0.3330	$t = 50$	0.2400	$t = 75$	0.1246	$t = 100$	0.0077