

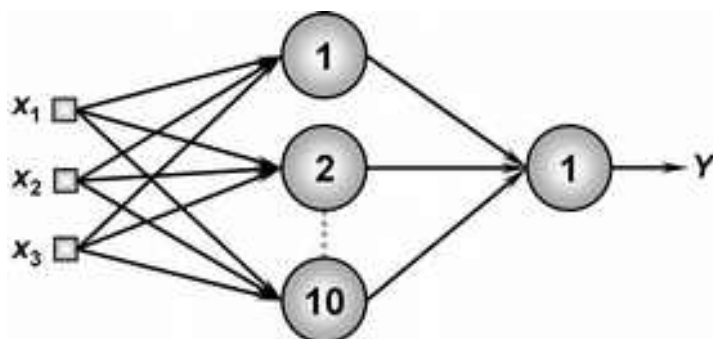
Tarefa 03 – Implementação de rede neural MLP (Livro texto Projetos Prático pág 164 – 5.8, 166 – 5.9 e 169 – 5.10)

Realizar um relatório dos projetos entregando até o dia 18 de abril as 23:59

### Projeto Prático 01 (aproximação de função)

Para confecção de um processador de imagens de ressonância magnética observou-se que a variável  $\{y\}$ , *que mede* a energia absorvida do sistema, poderia ser estimada a partir da medição de três outras grandezas  $\{X_1, X_2, X_3\}$ . Entretanto, em função da complexidade do processo, sabe-se que este mapeamento é de difícil obtenção por técnicas convencionais, sendo que o modelo matemático disponível para sua representação tem fornecido resultados insatisfatórios.

Assim, a equipe de engenheiros e cientistas pretende utilizar um Perceptron Multicamadas como um aproximador universal de funções, tendo-se como objetivo final a estimação (após o treinamento) da energia absorvida  $\{y\}$  em função dos valores de  $X_1, X_2$  e  $X_3$ . A topologia da rede a ser implementada, constituída de duas camadas neurais é ilustrada abaixo:



Utilizando o algoritmo de aprendizagem backpropagation (regra Delta generalizada), com as amostras de treinamento apresentadas no arquivo Treinamento\_projeto\_1\_MLP.xls e assumindo-se também que todas as saídas já estejam normalizadas, realize as atividades:

1) Execute cinco treinamento para a rede MLP, inicializando-se as matrizes dos pesos com valores aleatórios em cada treinamento. Utilize a função de ativação logística (sigmoide) para todos os neurônios, com taxa de aprendizagem de 0,1 e precisão de  $10^{-6}$ .

2) Registre os resultados finais dos treinamentos na tabela abaixo:

Treinamento	Erro quadrático médio	Número total de épocas
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		

3) Para os treinamentos com o maior numero de épocas, trace os respectivos gráficos dos valores erros quadráticos médio em relação as épocas.

4) Baseado no item 2, explique de forma detalhada por que o erro quadrático médio e o numero total de épocas variam entre os treinamentos.

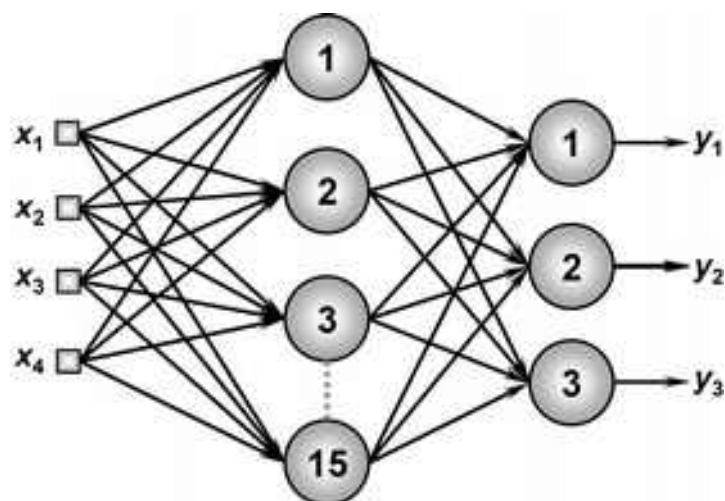
5) Para todos os treinamento realizados faça validação da rede aplicando o conjunto de dados do arquivo Teste\_projeto\_1\_MLP.xls, calculando o erro relativo médio entre os valores desejados e fornecidos pela rede e a variância do erro.

6) Fundamentado no item 5 qual dos treinamentos seria o mais adequado fornecendo maior generalização.

### Projeto prático 2 (classificação de padrões)

No processamento de bebidas, a aplicação de um determinado conservante é feita em função da combinação de quatro variáveis do tipo real, definidas por  $x_1$  (teor de água),  $x_2$  (grau de acidez),  $x_3$  (temperatura e  $x_4$  (tensão interfacial). Sabe-se que existem apenas três tipos de conservantes que podem ser aplicados, os quais são definidos por A, B e C. Em seguida realizando-se ensaios em laboratórios a fim de especificar qual tipo deve ser aplicado em uma bebida especifica.

A partir de 148 ensaios executados em laboratórios, a equipe de engenheiros resolveu aplicar uma rede MLP como classificador de padrões para identificar o qual conservante seria utilizado. Foi implementada uma rede com a topologia abaixo:



A padronização para a saída é conforme a tabela abaixo:

Tipo de conservante	$y_1$	$y_2$	$y_3$
Tipo A	1	0	0

Tipo B	0	1	0
Tipo C	0	0	1

Utilizando os dados de treinamento do arquivo Treinamento\_projeto\_2\_MLP.xls execute o treinamento da rede proposta e faça as seguintes atividades:

1) Faça o treinamento da rede, por meio do algoritmo backpropagation convencional, com as matrizes de pesos com valores aleatórios, com função de ativação sigmoide para todos, taxa de aprendizado de 0,1 e precisão de  $10^{-6}$

2) Efetue o treinamento da rede com o algoritmo backpropagation com momentum, utilizando as mesmas matrizes de pesos do item anterior. Com função de ativação sigmoide, taxa de aprendizado de 0,1, fator de momentum de 0,9 e precisão de  $10^{-6}$

3) Para os dois treinamentos anteriores trace os gráficos com os erros quadráticos médios pelo numero de épocas e avalie o tempo do processamento do treinamento analiticamente.

4) Dado que que é um problema de classificação implemente a rotina de pós-processamento convertendo a saída de numero reais para inteiros. Para  $y_{ant} < 0,5$ ,  $y_{pos} = 0$  e caso contrário  $y_{pos} = 1$ .

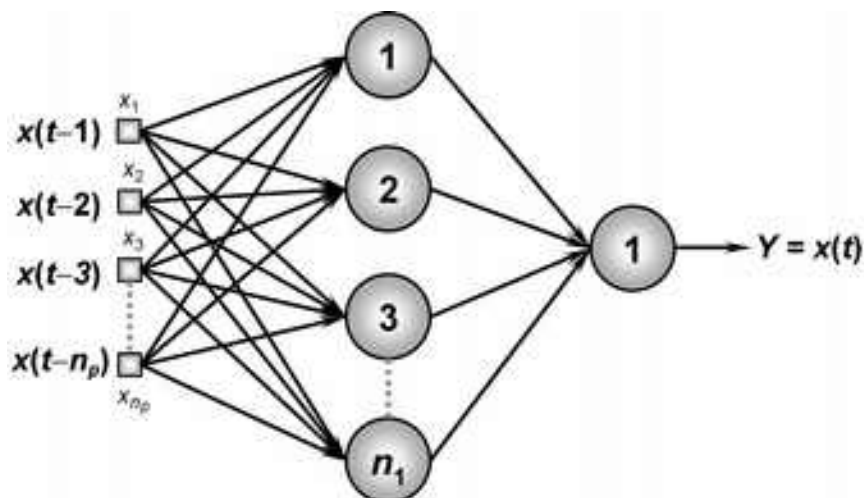
5) Realize a validação das redes treinadas com as saídas pós-processadas utilizando os dados do arquivo Teste\_projeto\_2\_MLP.xls. Preencha a tabela tabela abaixo, obtendo a matriz de confusão e a taxa de acerto de cada treinamento avaliando qual dos treinamentos foi mais eficiente.

Amostr a	x1	x2	x3	x4	D1	D2	D3	Y1	Y2	Y3
1										
2										
...										
18										
Taxa de acertos										

### Projeto Prático 3 (Sistemas variantes no tempo)

O preço de uma determinada mercadoria , disposta para ser comercializada no mercado financeiro de acoes, possui um histórico de variação de valor conforme o arquivo Treinamento\_projeto\_3\_MLP.xls.

Um grupo de engenheiros quer aplicar uma rede PMC para prever o valor futuro da mercadoria, para isto utilizou uma arquitetura PMC com topologia time delay neural network (TDNN) conforme a figura abaixo:



As topologias candidatas para a implementação foram:

TDNN 1 – 5 entradas, com  $n_1=10$ ;

TDNN 1 – 10 entradas, com  $n_1=15$ ;

TDNN 1 – 15 entradas, com  $n_1=25$ ;

Utilizando o algoritmo backpropagation com momentum realize as seguintes atividades:

1) Execute três treinamentos para cada topologia candidata com matrizes de pesos aleatórias. Utilize a função de ativação sigmoide para todos os neurônios, taxa de aprendizado de 0,1, fator de momentum de 0,8 e precisão de  $0,5 \times 10^{-6}$

2) Preencha a tabela abaixo:

Treinamento	TDNN 1		TDNN2		TDNN3	
	Em	Épocas	Em	Épocas	Em	Épocas
T1						
T2						
T3						

3) Para todos os treinamentos efetuados no item 2, faça a validação das três topologias utilizando os dados do arquivo Teste\_projeto\_3\_MLP.xls. Obtenha para cada treinamento o erro médio e a variância. Preencha uma tabela com valores obtidos.

Valores	TDNN1	TDNN2	TDNN3
---------	-------	-------	-------

Amostr as	x(t)	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
...										
Erro médio										
Variância										

4) Para cada uma das topologias candidatas (considerando o melhor treinamento de cada uma), trace os gráficos do erro médio pelo número de amostras e os gráficos dos valores desejados frente aos estimados da série temporal ( $t=101, \dots, 120$ ).

5) Baseado nas análises realizadas identifique qual das topologias candidatas e com qual configuração final dos pesos nos treinamentos permite a maior generalização da série temporal.