



Redes Neurais Artificiais

(Prof. Ivan Nunes da Silva)

EPC-8

Nome: Luiz Gustavo Caobianco

A quantidade de gasolina $\{y\}$ a ser injetada por um sistema de injeção eletrônica de combustível para veículos automotores pode ser computada em tempo-real em função de três grandezas $\{x_1, x_2, x_3\}$. Devido à complexidade inerente do processo, configurado como um sistema não-linear, pretende-se utilizar uma rede neural artificial para o mapeamento entre as entradas e a saída do processo.

Sabe-se que para efetuar o respectivo mapeamento (problema de aproximação funcional), duas potenciais arquiteturas podem ser aplicadas, a saber, o perceptron multicamadas ou a RBF. Dado que a equipe de engenheiros e cientistas já realizou o mapeamento do problema por meio do perceptron multicamadas, o objetivo agora é treinar uma RBF a fim de que os resultados fornecidos por ambas as arquiteturas possam ser contrastados.

Assim, efetue o treinamento de uma RBF com o objetivo de computar a quantidade de gasolina $\{y\}$ a ser injetada pelo sistema de injeção eletrônica em função das variáveis $\{x_1, x_2, x_3\}$. A topologia da rede RBF está ilustrada na figura abaixo. As topologias candidatas de RBF para serem aplicadas no mapeamento do problema acima são especificadas como se segue:

Rede 1 → RBF com $N1 = 05$

Rede 2 → RBF com $N1 = 10$

Rede 3 → RBF com $N1 = 15$

Utilizando os dados de treinamento apresentados no Anexo, execute o treinamento das redes RBF conforme as topologias definidas acima. Para tanto, faça as seguintes atividades:

1. Execute 3 treinamentos para cada topologia de rede RBF definida anteriormente, inicializando a matriz de pesos da camada de saída 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 uma taxa de aprendizado $\eta = 0.01$ e precisão $\varepsilon = 10^{-7}$.
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 |
| T1 | -8,60E-08 | 11 | -4,43907E-08 | 14 | -6,50E-08 | 14 |
| T2 | -8,75E-08 | 11 | -6,057E-08 | 14 | -4,41E-08 | 12 |
| T3 | 8,63E-08 | 12 | -3,75683E-08 | 13 | -9,2048E-08 | 16 |



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 (%).

A tabela referente à esta questão está anexada ao final da proposta deste trabalho.

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.

Os gráficos estão anexados após a tabela referente à questão 3.

5. 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 este problema.

Visando um melhor desempenho, a rede T1 apresentou, em média, valores menores para a variância e média de erros relativos. Dessa forma, a rede T1 seria a escolhida para a resolução da situação problema proposta.