

PSI-2533 Modelagem em Processamento de Sinais

Módulo de Redes Neurais e Aprendizado

Professor Emilio Del Moral Hernandez
emilio@lsi.usp.br

Monitor: Humberto Sandmann
sandmann@lsi.usp.br

Exercício 5 – Predição de séries temporais

Solicitado: 25 de Abril de 2008

Entrega: 07 de Maio de 2008

ERRATA: na solução foi utilizado como um dos critérios de parada a raiz quadrada do erro quadrático médio de 0,05 (equação 5.1) sobre o conjunto de treinamento, ou seja, o erro quadrático médio (Eqm) de 0,0025 (equação 5.2). Se o exercício já foi feito com Eqm=0,05 de erro quadrático médio, é importante notar que a série estimada, usando Eqm=0,0025 (conforme esta errata) ficará muito mais próxima da série original.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{\mu} (y_{rede} - y^{\mu})^2} \quad (5.1)$$

$$E_{QM} = \frac{1}{M} \sum_{\mu} (y_{rede} - y^{\mu})^2 \quad (5.2)$$

Sinais foram adquiridos de uma fonte geradora desconhecida. É desejado construir um estimador neural capaz de prever os valores do sinal no instante posterior, isto é, dado o valor do sinal nos instantes n e anteriores (ex.: $n-1$, $n-2$, ...), o estimador deve dizer o valor para o instante $n+1$. ~~O erro quadrático médio tolerável para o preditor é de 5% sobre o conjunto de treinamento.~~ **ERRATA:** A raiz quadrada do erro quadrático médio (equação 5.1) tolerável para o preditor é de **0,05** sobre o conjunto de treinamento. Para resolver esse problema, é proposto o uso de uma rede neural capaz de estimar funções.

Dica, o exercício já foi resolvido pelo monitor, com sucesso, utilizando a seguinte configuração:

- uma rede neural do tipo MLP com 2 camadas;
- 1 camada oculta com 25 neurônios;
- 15 dimensões de entrada (não implica que a ordem do gerador seja 15, pois é desconhecida);
- uma função sigmóide do tipo tangente hiperbólica;
- ~~erro quadrático médio foi inferior a 5% sobre o conjunto de treinamento;~~
novο texto (vide comentários da errata): na solução foi utilizado como um dos critérios de parada a raiz quadrada do erro quadrático médio de 0,05 (equação 5.1) sobre o conjunto de treinamento, ou seja, o erro quadrático médio (Eqm) de 0,0025 (equação 5.2). Se o exercício já foi feito com Eqm=0,05 de erro quadrático médio, é importante notar que a série estimada, usando Eqm=0,0025 (conforme esta errata) ficará muito mais próxima da série original.
- número máximo de 100.000 iterações para aprendizado (apenas sugestão, para não gastar muito tempo);
- taxa de aprendizagem (eta) de 0,9;
- atualização dos pesos em batelada (em *batch*);
- **normalização** dos valores de entrada e saída. Para isso foi observado que todos os sinais adquiridos estão no domínio [5; 115], logo, foi utilizado o conjunto de [0; 120] como domínio da função para

normalização no conjunto $[-0,5; +0,5]$. Note que esta normalização sugerida é adequada a todos os sinais adquiridos, e esta levando em conta que todos os sinais são provenientes de uma mesma fonte geradora;

- inicialização dos pesos de forma aleatória, no conjunto $[-0,5; 0,5]$;
- conjunto de treinamento com 7.000 exemplares, sendo cada exemplar uma janela formada por 15 amostras de entrada e 1 de saída. Por exemplo, entrada: $n, n-1, n-2, \dots, n-14$; saída: $n+1$;
- conjunto de testes com os 3.000 exemplares restantes, sendo organizados da mesma forma que o conjunto de treinamento.

É pedido um relatório de ensaios com os seguintes conteúdos:

- um gráfico com a evolução do erro quadrático médio (Eqm) e do erro quadrático máximo, com o decorrer da adaptação (erros avaliados sobre o conjunto de treinamento);
- o erro quadrático médio (Eqm) e o erro quadrático máximo do conjunto de testes (após encerramento do aprendizado) ESTES INDICAM A QUALIDADE DO SEU PREDITOR!!!;
- um gráfico com um trecho da série original contrastada com o trecho correspondente da série prevista (por volta de 100 amostras, para inspeção visual, indicando a qualidade do preditor);
- um arquivo no formato matlab (.m) com as duas variáveis **V** e **W** das matrizes de pesos da rede. Não se esqueça que as matrizes devem conter os pesos dos *bias*/polarização também;
- referências bibliográficas e fontes de código, caso se aplique;
- código do programa em anexo.

REFLETIR E RESPONDER A PERGUNTA: ~~o que você acha que deveria ser modificado na rede neural para atingir erros de aproximação menores que 1% em lugar dos 5% sugeridos neste exercício?~~ **ERRATA:** o que você acha que deveria ser modificado na rede neural para atingir raiz de erro quadrático médio sobre a aproximação menor que 0,01 em lugar dos 0,05 sugeridos neste exercício?

DICA QUE VALE TEMPO/DICAS DE METODOLOGIA: utilize números de neurônios e amostras baixos, assim como um número de erro grande no início de seus ensaios com a rede. Desse modo, irá garantir que o algoritmo funciona sem grandes esforços computacionais antes de fazer testes com a configuração mais complexa sugerida acima.

Observação: a definição destes parâmetros sugeridos não implica que o aluno tenha que utilizá-los, estes foram obtidos por experimentação e forneceram bons resultados. Quando forem obtidos resultados considerados satisfatórios, o aluno pode alterar a configuração para obter uma otimização em seu sistema, por exemplo, aumento ou diminuindo os graus de liberdade da rede neural.

O Exercício deve ser resolvido em grupos de 3 (três) participantes. Consulte o monitor em caso de dúvidas ou problemas na solução do exercício, **não deixe para última hora**. Sala A2-49 (ramal 9740), terças das 10h00 às 11h00 e quintas das 14h30 às 15h30.

OS SINAIS ESTÃO DISPONÍVEIS NO SÍTIO DO MONITOR SOBRE O MÓDULO DA DISCIPLINA:

<http://www.lsi.usp.br/~sandmann/psi2533/2008.html>

NOTÍCIAS E DICAS DE ESTUDOS:

<http://www.lsi.usp.br/icone/psi2533/>

Emilio: http://www.lsi.usp.br/icone/membros/emilio_del_moral_hernandez.html

Humberto: http://www.lsi.usp.br/icone/membros/humberto_sandmann.html

Regras para Entrega:

Os exercícios deverão ser entregues seja no horário de aula, seja até às 16h00 na SECRETARIA do PSI, para Nelson Bernardo. Não serão aceitos exercícios entregues “no corredor”, na sala do professor, ou através do monitor da disciplina. Cada dia útil de atraso implica em **desconto de 1 ponto**.

Na capa do relatório técnico o grupo deve identificar claramente o professor, a disciplina, a data do enunciado, a data que está sendo feita a entrega, os componentes do grupo e suas respectivas assinaturas de anuência.

Esclarecimento de Dúvidas:

Monitor	Humberto Sandmann
Local	sala A2-49 , ao chegar na porta de vidro ligue para o ramal 9740
Horários	Terça - 10h00 às 11h00 Quinta - 14h30 às 15h30

Consulte sempre o site da disciplina:

<http://www.lsi.usp.br/icone/psi2533/>