

Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática

TIP7077 – Inteligência Computacional Aplicada
Responsável: Prof. Dr. Guilherme de Alencar Barreto

Estudo Dirigido Computacional 1 – Semestre 2019.1

Observação: Para as questões abaixo, são necessários os seguintes arquivos, disponibilizados no SIGAA.

- (1) `ionosphere.data`: Contém os dados do problema a ser abordado.
- (2) `ionosphere.names`: Contém a descrição dos dados e do problema.
- (3) `ionosferaMQ.m`: Implementação de um classificador linear usando o método dos mínimos quadrados para estimação de parâmetros.
- (4) `ionosferaPS.m`: Implementação de um classificador linear Perceptron Simples para estimação de parâmetros.
- (5) `ionosferaELM.m`: Implementação de um classificador não-linear (i.e. com camada oculta) chamado Máquina de Aprendizado Extremo (ELM) usando o método dos mínimos quadrados para estimação dos parâmetros do neurônio de saída.

Questão 1: No programa `ionosferaMQ.m`, constam 3 uma implementação direta da equação de livro-texto do método dos mínimos quadrados:

$$W = D_{tr} \cdot X_{tr}' \cdot \text{inv}(X_{tr} \cdot X_{tr}')$$

Agora, rode o programa digitando a seguinte linha de comando no prompt do Matlab/Octave (os arquivos de extensão `.m` devem estar no diretório de trabalho):

```
>> ionosferaMQ.m
```

Comente os resultados obtidos analisando a taxa de acerto e as taxas de erro obtidas. O resultado é confiável? Por quê?

Questão 2: Ainda no programa `ionosferaMQ.m`, comente de novo a linha 44 e descomente agora as linhas 45 e 46 (uma por vez). Estas linhas trazem implementações diferentes do método dos mínimos quadrados através do uso do operador barra invertida (`/`) e da função `PINV` (use *help* nestes comandos para saber como são implementados):

```
>> W = Dtr/Xtr;  
>> W = Dtr*pinv(Xtr);
```

Agora, rode novamente o programa. Comente os resultados obtidos à luz daqueles obtidos na Questão 1. Comente acerca dos resultados obtidos. Os vetores W , W_1 e W_2 são diferentes? Por quê? As normas dos vetores W , W_1 e W_2 são iguais?

Questão 3: Rode o programa `ionosferaPS.m` e comente os resultados obtidos. Enumere algumas vantagens da regra de aprendizado do Perceptron Simples (aprendizado adaptativo) em relação ao método dos mínimos quadrados (aprendizado *batch*).

Questão 4: Rode o programa `ionosferaELM.m` para diferentes valores de Q (numero de neurônios intermediários). Escolha um valor que você ache adequado, ou seja, que forneça melhor desempenho médio para os dados de teste. Os resultados obtidos em termos de taxas de acerto e erro foram melhores do que aqueles obtidos para os classificadores lineares? Por quê?

Questão 5: Implemente uma versão da rede ELM em que os parâmetros do neurônio de saída são estimados pela regra do Perceptron Simples e não mais pelo método dos mínimos quadrados. Compare e comente os resultados obtidos com aqueles da Questão 4. Dica: Troque o Passo 4 do programa `ionosferaELM.m` pelo Passo 3 do programa `ionosferaPS.m`, trocando W por M e X_{tr} por Z_{tr} .

Boa Sorte!