Relatório -Trabalho Prático 4

# Redes Neuronais na Previsão de Ataques Epilépticos

*Realizado por:*

2009109673 – Daniel Frutuoso

2009111924 – Igor Cruz

Grupo 4

Faculdade de Ciências e Tecnologias da UC

Departamento de Engenharia Informática

Coimbra, 06 de Dezembro de 2012

# Introdução

Neste trabalho pretende-se testar várias arquitecturas e características de redes neuronais e saber qual a melhor configuração para a previsão de ataques epilépticos perante os dados reais, fornecidos pelo docente.

Na fase posterior pretende-se ainda escolher um subconjunto mais pequeno de sensores com as melhores características de forma a limitar a quantidade de sensores que o paciente teria de utilizar numa implementação real para utilização no dia-a-dia.

# Separação de Dados

Para a realização deste trabalho os dados de input foram analisados e separados pelo script **tp4\_132\_caracteristicas.m** da seguinte forma:

1 - Contagem do número total de crises presentes no ficheiro;

2 – Eliminação uma parte do inter-ictal, ficando com apenas 100 pontos antecedentes a um pre-ictal de forma a que as classes fiquem equilibradas.

2 – Criação de matriz treino com 70% das crises

3 – Criação de matriz teste com 15% das crises

4 – Criação de matriz validação com 15% das crises

Note-se que devido ao elevado número de dados existentes para o período inter-ictal, decidimos atribuir apenas os 100 pontos antecedentes a cada período pré-ictal para cada crise. Para além disso, decidimos ainda ignorar a primeira crise, visto que a recolha de dados do nosso paciente começava num período pré-ictal e não inter-ictal.

Para a realização da segunda parte do trabalho foi criado um script que escolhe apenas as melhores 6 características. Mais à frente este processo é explicado.

# Fase I – Utilização de 132 inputs

Numa primeira fase do trabalho utilizamos toda a informação presente no input, isto é, utilizamos os 132 sensores para construção de uma rede neuronal capaz de prever ataques epilépticos.

A utilização desta quantidade de inputs leva a um desempenho bastante lento por parte das redes neuronais havendo mesmo algumas que demora horas a treinar.

Os dados de input foram normalizados no intervalo [-1 1] de forma a atenuar o ruído.

Para avaliação do desempenho da nossa rede utilizámos várias métricas, de entre elas decidimos elaborar gráficos comparativos entre os outputs desejados (a vermelho) e o output da rede (a verde). Note-se que no eixo das abcissas, os valores de 1 a 4 representam os estados do paciente. Por exemplo, o estado 1 representa o período inter-ictal e estado 2 representa o pré-ictal. No eixo das ordenadas encontram-se representados os instantes temporais.

# Rede FeedForward

1 Camada escondida com 5 neurónios, função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5535  Sensibilidade : 0.7283  Especificidade : 0.8590 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4756  Sensibilidade : 0.6367  Especificidade : 0.8485 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5516  Sensibilidade : 0.9227  Especificidade : 0.9862 |
|  | |
| Como podemos observar o desempenho ficou muito a quem das expectativas, errou muitos casos no ficheiro de teste e a rede ficou muito confusa com o ficheiro de treino.  Ainda assim vamos tentar outra função de treino com apenas 5 neurónios. | |

# Rede FeedForward

1 Camada escondida com 5 neurónios , função de treino 'trainlm', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.7952  Sensibilidade : 0.4920  Especificidade : 0.5613 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5122  Sensibilidade : 0.4686  Especificidade : 0.5965 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.2006  Sensibilidade : 0.0307  Especificidade : 0.0500 |
|  | |
| Com a função 'trainlm' o desempenho diminuiu drasticamente pelo que optámos por continuar a utilizar o trangdx. | |

# Rede FeedForward

1 Camada escondida com 10 neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5565  Sensibilidade : 0.7189  Especificidade : 0.8539 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4512  Sensibilidade : 0.8918  Especificidade : 0.9630 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5723  Sensibilidade : 0.8599  Especificidade : 0.8653 |
|  | |
| Como podemos observar o desempenho continua muito fraco sendo as melhorias quase nulas.  Deste modo decidimos aumentar o número de camadas escondidas. | |

# Rede FeedForward

2 Camada escondida com [10 5] neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5569  Sensibilidade : 0.7292  Especificidade : 0.8609 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4537  Sensibilidade : 0.3984  Especificidade : 0.4939 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5988  Sensibilidade : 0.7037  Especificidade : 0.7642 |
|  | |
| Apesar do aumento do número de camadas o desempenho foi ainda pior. Iremos então aumentar o número de neurónios em cada camada. | |

# Rede FeedForward

2 Camada escondida com [20 10] neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5552  Sensibilidade : 0.7114  Especificidade : 0.8362 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4780  Sensibilidade : 0.5021  Especificidade : 0.6450 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5870  Sensibilidade : 0.7591  Especificidade : 0.8824 |
|  | |
| Apesar do aumento do número de neurónios na primeira camada o desempenho foi ainda pior. Iremos então testar outro tipo de rede. | |

# Rede Patternnet

2 Camada escondida com [15 15] neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5578  Sensibilidade : 0.7094  Especificidade : 0.8340 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4732  Sensibilidade : 0.6383  Especificidade : 0.7229 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.5457  Sensibilidade : 0.9043  Especificidade : 0.7272 |
|  | |
| Verificámos que independentemente da rede utilizada, número de neurónios ou função de treino o desempenho fica à quem das expectativas pelo decidimos optar pelas redes com delay, visto o cérebro pode ser encarado como um sistema dinâmico. | |

# Rede Radial Basis

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.7562  Sensibilidade : 0.6532  Especificidade : 0.7569 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4688  Sensibilidade : 0.4555  Especificidade : 0.5665 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.3664  Sensibilidade : 0.6997  Especificidade : 0.3656 |
|  | |

# Rede Radial Basis

Erro = 0.02; Neurónios=1669

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9830  Sensibilidade : 0.9887  Especificidade : 0.9792 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4415  Sensibilidade : 1  Especificidade : 0 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4303  Sensibilidade : 0.9724  Especificidade : 0.0044 |
| Para nossa surpresa esta rede apresenta uma má especificidade mas apresenta uma boa sensibilidade. Isto indica que com esta rede não conseguimos identificar muito bem indivíduos sem doença, pelo menos para este caso. Quando tentámos novamente mas desta vez definindo o erro igual a zero, os resultados foram bastante piores. | |

# Rede Narxnet

1 camada com 10 neurónios; função de treino: traingdx; função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9628  Sensibilidade : 0.9812  Especificidade : 0.9806 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9654  Sensibilidade : 0.9613  Especificidade : 0.9866 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9752  Sensibilidade : 0.9834  Especificidade : 0.9865 |
| Após visualização dos resultados podemos concluir que esta rede tem um excelente desempenho em relação às anteriores. Vamos então variar atributos para ver se conseguimos melhorar ainda mais. | |

# Rede Narxnet

1 camada com 20 neurónios; função de treino: traingdx; função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9610  Sensibilidade : 0.9812  Especificidade : 0.9778 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9679  Sensibilidade : 0.9724  Especificidade : 0.9821 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9728  Sensibilidade : 0.9834  Especificidade : 0.9821 |
| Apesar de as alterações terem revelado algumas melhorias, nós não as consideramos significantes, pelo que optámos por testar a mesma rede mas com mais uma camada. | |

# Rede Narxnet

2 camada com 10 neurónios em cada; função de treino: traingdx; função de performance 'mse', erro médio quadrático.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9555  Sensibilidade : 0.9751  Especificidade : 0.9778 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9630  Sensibilidade : 0.9724  Especificidade : 0.9821 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9703  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9821 |
| Ao introduzir mais uma camada não se verificaram melhorias praticamente nenhumas. Na verdade foi maior o que se perdeu do que aquilo que ganhámos com esta arquitectura. Outras tentativas foram efectuadas, nomeadamente a alteração dos delays mas a primeira configuração foi a melhor. | |

# Fase II – Utilização de 6 inputs

Nesta fase foram apenas consideradas 6 características. O scrit tp4\_6\_caracteristicas.m é utilizado para escolher quais os melhores sensores a utilizar como input. Após análise dos valores de input chegamos à conclusão de que esses sensores seriam 5, 27, 49, 71, 93, 115.



O gráfico representa a azul uma sobreposição dos valores obtidos pelos sensores durante os estados pré-ictais. Na intersecção das linhas vermelhas com as azuis podemos verificar os valores dos sensores escolhidos como óptimos, referidos acima.

Nesta fase, não foram testadas as todas as redes feitas na fase 1, visto que o seu desempenho foi medíocre. Assim sendo foram apenas testadas as melhores configurações.

# Rede Narxnet

Camada escondida com 10 neurónios , função de treino 'traigdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático, inputDelays 1:5 feedbackDelays 1:5.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9563  Sensibilidade : 0.9756  Especificidade : 0.9769 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9580  Sensibilidade : 0.9503  Especificidade : 0,9821 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9611  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9739 |
| Como podemos observar esta foi uma das melhores redes neuronais testadas até ao momento. | |

# Rede Radial Basis

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.7835  Sensibilidade : 0.5629  Especificidade : 0.8216 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.4838  Sensibilidade : 0.5074  Especificidade : 0.4265 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.2707  Sensibilidade : 0.4085  Especificidade : 0.5366 |
|  | |
|  | |

# Fase 3 – Dados Intracranianos

Nesta fase do trabalho considerámos como input os dados obtidos directamente do cérebro, ou seja, os dados foram obtidos através de uma rede implantada directamente sobre o cérebro.

Os resultados obtidos foram tratados com a melhor rede neuronal obtida até ao momento, a Narxnet, capaz de retirar informação dinâmica de um sistema.

# Rede NarxNet com dados intracranianos ficheiro rand

Camada escondida com 10 neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático, inputDelays 1:5 feedbackDelays 1:5.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9655  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9836 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9671  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9783 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9714  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9832 |
| Os resultados obtidos foram bons apesar de estarmos à espera que fossem bastante melhores que os resultados obtidos quando testámos a rede com dados recolhidos no coro cabludo. | |

# Rede NarxNet com dados intracranianos ficheiro prop

Camada escondida com 10 neurónios , função de treino 'traingdx', função de performance 'mse', erro médio quadrático, inputDelays 1:5 feedbackDelays 1:5.

|  |  |
| --- | --- |
| Treino | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9655  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9836 |
| Validação | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9671  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9783 |
| Teste | |
|  | Precisão do Classificador : 0.9714  Sensibilidade : 0.9779  Especificidade : 0.9832 |
|  | |

# Conclusão

# Através da realização deste trabalho foi-nos possível testar diversas redes neuronais e obter conhecimento acerca das suas vantagens e desvantagens. Observámos que existem redes que não têm bom resultado para este tipo de problema, uma vez que, são redes que não têm em consideração resultados passados e, por isso, não apresentam bons resultados. Quando construídas redes que tomam isso em consideração foi notável a grande melhoria a nível de precisão do classificador bem como a melhorias a nível de especificidade e sensibilidade.

Quanto à escolha de um subset mais pequeno de características, de entre as 132 consideradas inicialmente, escolhemos as 6 melhores. Por outras palavras, foram escolhidas as 6 características que estão mais activas durante os estados pré-ictais. São elas: [5 27 49 71 93 115].

Com estas características os resultados foram semelhantes aos melhores obtidos com as 132 ao que se adicionam as melhorias de desempenho. Para além disto, num contexto real, isto quereria dizer que uma pessoa utilizaria apenas 6 sensores ao invés dos 132 para previsão de uma crise epiléptica. Isto revelar-se-ia bastante mais confortável para o doente.

A nível da comparação entre os resultados obtidos com os dados intracranianos foi possível verificar que, apesar das melhorias verificadas em termos de desempenho, não se justificaria uma intervenção cirúrgica para a colocação dos sensores no cérebro. Por isso, melhor sistema que poderíamos propor seria um sistema de 6 sensores a recolher informação pelo lado de fora do cérebro.