
Para a realização do Trabalho Prático propõem-se 3 temas. Mais abaixo encontra-se a descrição detalhada de cada um deles e no Moodle será disponibilizado o material complementar de cada um.

No Moodle encontra-se um referendo para que possam escolher o tema que pretendem desenvolver. Apenas um dos alunos de cada grupo de trabalho deve selecionar o tema pretendido.

Os grupos de trabalho devem ser formados, no máximo, por **2 alunos**.

Existem duas datas possíveis para entrega, uma para a época normal e outra para a época de recurso. **Cada grupo apenas pode efetuar a entrega numa delas. Não serão aceites submissões nas duas datas.**

- **Época Normal: 23.59 do dia 23 de Junho de 2019**
- **Época de Recurso: 23.59 do dia 07 de Julho de 2019**

Devem ser entregues os seguintes elementos:

- Moodle: código e todos os ficheiros necessários para a execução e teste do trabalho; cópia pdf do relatório;
- **No início da defesa deve ser entregue uma versão impressa do relatório.**

Cada grupo realizará uma apresentação, com defesa, do seu trabalho. A defesa do trabalho é obrigatória.

Datas para apresentação/defesa: serão efetuadas defesas imediatamente após cada época de entregas. O mapa será divulgado pelos professores dos Laboratórios

O trabalho prático terá a cotação máxima de 10 valores (numa escala de 0 a 20).

TEMA 1 – REDES NEURONAIS

Neste tema pretende-se que os estudantes aprofundem os seus conhecimentos sobre redes neuronais. O objetivo consiste na implementação de uma rede neuronal capaz de classificar correctamente um conjunto de imagens geométricas pertencentes a 4 formas diferentes – círculos, quadrados, triângulos e estrelas.

No Moodle são fornecidos os ficheiros de imagens a preto e branco de 1000 imagens de diferentes formas geométricas. São fornecidas 250 imagens de cada classe/forma, divididas em diferentes pastas.

Para este trabalho sugere-se a seguinte abordagem:

- a) [25%] Usando as funções de manipulação de imagem do Matlab converta as imagens fornecidas em matrizes binárias. Se achar necessário faça um tratamento prévio às imagens, como redimensionamento, ou outro que achar relevante.
Comece por uma rede neuronal de uma camada com 10 neurónios. Use a rede para treinar as figuras geométricas que se encontram na pasta **Formas_1**. Nesta pasta encontra-se uma imagem de cada forma. Use todos os exemplos no treino. Teste outras topologias, funções de activação e de treino, registre e compare os resultados obtidos.
- b) [20%] Implemente e treine a rede neuronal para reconhecer o conjunto total de imagens da pasta **Formas_2**. Utilize uma segmentação do dataset de 70%, 15%, 15% para treino, validação e teste. Observe a matriz de confusão, erros de treino e teste. Explore e compare várias configurações da rede. Obtenha a melhor, registre os resultados. Grave a rede neuronal com melhor desempenho.
- c) [15%] Utilize agora as imagens da pasta **Formas_3** que não foram usadas no treino anterior. Sem treinar a rede verifique se a classificação dada pela RN é correta. Apresente os resultados obtidos. Posteriormente, volte a treinar a rede com estes novos exemplos, compare e registre os resultados obtidos.
- d) [15%] Desenhe manualmente algumas formas que apresentem semelhanças com os exemplos usados no treino da rede. Transcreva os desenhos para matrizes binárias. Desenvolva um pequeno programa para ler um ficheiro correspondente a uma destas imagens e aplicá-lo à rede obtida em c). Quais os resultados?
- e) [25%] Desenvolva uma aplicação gráfica em Matlab que permita ao utilizador fazer as tarefas desenvolvidas anteriormente de forma fácil e intuitiva:
 - Configurar a topologia da rede neuronal
 - Escolher funções de treino / activação
 - Treinar a rede neuronal
 - Gravar uma rede neuronal previamente treinada
 - Carregar uma rede neuronal previamente treinada e aplica-la a um *dataset*
 - Desenhar uma nova forma, ou carregar um ficheiro de imagem onde esta já se encontre desenhada. Aplicar uma rede neuronal para classificar a figura desenhada
 - Visualizar os resultados da classificação.
 - Geração/gravação de ficheiros de resultados se achar relevante e necessário.
- f) Elabore um relatório do trabalho realizado e **imprima-o**. Uma má qualidade do relatório pode **descontar até 50%** na classificação total obtida nos pontos anteriores.

TEMA 2 – SISTEMAS PERICIAIS

O objetivo deste tema é desenvolver um sistema pericial baseado em regras para a recomendação de vestuário numa loja virtual.

A loja disponibiliza vários itens em armazém que podem ser de mulher, homem ou criança. Cada item, deverá estar relacionado com um item “complementar” (por exemplo, um par de sandálias pode ser emparelhado com um chapéu; um chapéu pode ser emparelhado com um par de óculos de sol, etc). Deve ainda ter em atenção a quantidade em armazém de cada item.

Os clientes devem indicar o seu nome, sexo (de modo a tornar o problema mais simples, pode considerar apenas as opções “feminino” e “masculino”), estado civil (de modo a tornar o problema mais simples, pode considerar apenas as opções “solteiro/a” e “casado/a”) e se possuem filhos.

O sistema deve funcionar da seguinte forma:

- a) O cliente deseja comprar um certo item (correspondente ao seu sexo);
- b) Caso o cliente possua filhos, o sistema deve depois recomendar a compra de uma t-shirt de criança com o dizer “A minha mama é a melhor” ou o “O meu papa é o melhor”, dependendo do sexo do cliente (esta recomendação só deverá ser feita uma vez por compra, caso já tenha sido feita, deverá ser feita a recomendação da alínea c) ou d), consoante o cliente seja ou não casado);
- c) Caso o cliente não possua filhos, mas seja casado, o sistema deve recomendar um item com a mesma descrição ao escolhido, mas para o sexo oposto;
- d) Caso o cliente não possua filhos nem seja casado, o sistema deve recomendar o item “complementar”;
- e) Sempre que um item é adicionado, o sistema deve apresentar o valor corrente da compra.
- f) Ao terminar a compra, deve ser apresentada uma mensagem com a quantidade de itens comprados e o valor final.

Para tal, deve considerar os seguintes passos:

[25%] Implemente as regras que permitam ao sistema comprar itens (atualizando a quantidade em armazém e o valor total da compra).

[35%] Implemente as regras que permitam ao sistema efetuar as recomendações.

[25%] Elabore um conjunto de testes que permitam testar exaustivamente o funcionamento do sistema pericial desenvolvido. Garanta que os testes cobrem todos os cenários possíveis. Elabore um relatório detalhado com a análise feita aos testes executados e inclua essa informação no relatório final.

[15%] Complemente o sistema desenvolvido com uma interface gráfica que permita a inserção dos dados necessários e a apresentação dos resultados gerados.

Elabore um relatório do trabalho realizado que, para além dos detalhes técnicos da implementação e da análise feita aos testes realizados com o sistema, deve incluir uma árvore de inferência ou um diagrama que permita uma simples leitura e compreensão das regras que o sistema implementa. Pode ilustrar o diagrama com imagens que considere convenientes. Um relatório com fraca qualidade pode levar a **descontos até 50%** na classificação total obtida nos pontos anteriores.

Nota: Recorde-se que deve utilizar um sistema pericial onde as regras não deverão possuir instruções do tipo “if”, com a exceção das regras relativas à leitura de informação escrita pelo utilizador.

TEMA 3 – CBR + Fuzzy Logic

Neste tema pretende explorar-se o paradigma CBR e a lógica difusa, combinando-os numa mesma aplicação do campo médico, destinada a estimar a tendência futura para contrair diabetes.

É fornecido o *dataset* diabetes.csv contendo 768 exemplos de indivíduos com e sem diabetes. Os atributos têm o seguinte significado:

- *Pregnancies* Number of times pregnant
- *Glucose* Plasma glucose concentration a 2 hours in an oral glucose tolerance test
- *BloodPressure* Diastolic blood pressure (mm Hg)
- *SkinThickness* Triceps skin fold thickness (mm)
- *Insulin* 2-Hour serum insulin (μ U/ml)
- *BMI* Body mass index ($\text{weight in kg}/(\text{height in m})^2$)
- *DiabetesPedigreeFunction*: Diabetes pedigree function
- *Age* Age (years)
- *Outcome* Class variable (0 or 1) 268 of 768 are 1, the others are 0

1. Modelo CBR simples

- 10% Como sabe, a biblioteca de casos de um sistema CBR deve ser composta por casos relevantes, “suficientemente” diferentes uns dos outros, que contêm algo de novo, cobrindo o máximo possível do espectro de ocorrências mais habituais e, se possível, alguns casos particulares, pouco vulgares. Analise os exemplos fornecidos (valores dos atributos e o resultante “outcome” (classe)), estabeleça critérios e selecione casos que considere relevantes para a construção de uma biblioteca de casos. Coloque-os num ficheiro Excel.
- 30% Implemente, em Matlab, um sistema CBR destinado a diagnosticar a possibilidade de uma pessoa vir ou não a ter diabetes. O sistema deve incluir as 4 fases do paradigma, nomeadamente retrieve, reuse, revise e retain. As funções de distância, critérios de retenção de casos ou quaisquer outras decisões necessárias à implementação do sistema ficam ao seu critério.
- 10% Teste a funcionalidade do modelo através da aplicação de alguns casos de teste (mínimo 10 casos) diferente dos que figuram na biblioteca de casos.

2. Modelo CBR difuso

- 10% **Biblioteca de Casos:** para cada um dos atributos que compõem o *dataset*, defina n termos linguísticos (ao seu critério) nos suportes (domínios) respetivos e fuzifique os valores dos atributos dos casos que selecionou em 1. a). Com estes casos e estes resultados construa uma nova biblioteca de casos (agora, para cada atributo haverá n valores de μ).
- 30% Repita 1b (adaptando o formulário, funções de distância e tudo o necessário, à implementação atual, com lógica difusa).
- 10% Teste a funcionalidade do modelo através da aplicação de alguns casos de teste (mínimo 10 casos) diferente dos que figuram na biblioteca de casos.

- Relatório: Elabore um relatório do trabalho realizado e **imprima-o**. Compare os resultados obtidos pelos sistemas 1 e 2. Uma má qualidade do relatório **pode descontar até 50%** na classificação total obtida nos pontos anteriores.