

TRABALHO PRÁTICO

1. Objetivos

Pretende-se que os alunos explorem e aprofundem os conceitos de *redes neuronais feedforward*.

O trabalho deve ser implementado usando o Matlab, nomeadamente a toolbox Deep Learning (redes neuronais).

A descrição do trabalho e das tarefas a desenvolver encontram-se na secção 3.

2. Regras para a realização do trabalho

- Os grupos de trabalho são de dois alunos. Apenas serão aceites trabalhos individuais após uma justificação válida que deve ser apresentada ao docente das aulas práticas.
- A **data única** de entrega do trabalho é até às 23.59 do dia **11 de maio de 2025**.
- Ficheiro a submeter no Moodle:
 - Deve ser em formato ZIP
 - Nome do ficheiro: deve ter os nomes, números, e turma dos alunos dos elementos do grupo (ex: **AnaMelo222222_P1_PedroCosta33333_P3.ZIP**)
 - Deve conter: código Matlab de todas as tarefas implementadas, ficheiros Excel com os resultados globais recolhidos nas diferentes tarefas e PDF do relatório
- As defesas serão nas aulas práticas das semanas **12 a 23 de maio (e primeira semana de Junho se necessário)**.
- Para a defesa, cada grupo terá de fazer a inscrição de um (**só 1**) dos seus elementos no Moodle na turma que frequentam e onde fizeram a submissão do trabalho. Os *slots* para inscrição nas defesas serão oportunamente disponibilizados.
- A defesa do trabalho é **obrigatória** e com a presença de todos os membros do grupo. Não fazendo a defesa, o trabalho será cotado com zero valores.
- O trabalho prático tem a cotação de 8 valores (numa escala de 0 a 20).

3. Descrição do trabalho

Para a realização do trabalho prático, deverá executar as tarefas descritas de seguida.

As ambiguidades ou situações menos detalhadas devem ser resolvidas pelos alunos, fundamentando no relatório as escolhas e decisões tomadas.

Pretende-se que os estudantes aprofundem os seus conhecimentos sobre *redes neuronais feedforward*. O objetivo consiste na implementação de redes neuronais capazes de classificar corretamente um conjunto de imagens geométricas pertencentes a 6 classes diferentes: círculo, kite, paralelograma, quadrado, trapezoide, triângulo

No Moodle são fornecidos 390 ficheiros, havendo 65 ficheiros de cada classe/forma, divididos em diferentes pastas.

Para este trabalho sugere-se a seguinte abordagem: execute as tarefas descritas em cada uma das alíneas, registre os desempenhos num ficheiro EXCEL e apresente no relatório os resultados mais relevantes e as conclusões observadas em cada alínea.

IMPORTANTE:

Pode usar um ficheiro Excel semelhante ao usado na Ficha 7 como ficheiro principal, para registar as métricas de desempenho. Todos os resultados registados no relatório e ficheiro Excel principal devem ser valores médios de 10 repetições de cada configuração. Os alunos devem submeter ficheiros suplementares com os valores de todas as execuções efetuadas.

a) [15%] Nesta tarefa deve usar apenas as imagens da pasta **start**

- i. 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.
- ii. Comece por uma rede neuronal *feedforward* de uma camada com dez neurónios. Use a rede para treinar as figuras geométricas que se encontram na pasta **start**. Nesta pasta encontram-se 5 imagens de cada forma.
Use todos os exemplos no treino. Deverá encontrar uma (ou várias) parametrização(ões) da rede capazes de reconhecer todas as imagens corretamente (precisão global de 100%).
- iii. Mantenha as funções de ativação e de treino *default* e teste outras topologias para a rede neuronal (mais neurónios/camadas).

Em cada parametrização de ii) e iii) registre a **precisão global da rede** e compare os resultados obtidos.

b) [30%] Nesta tarefa deve usar apenas as imagens da pasta **train**

Implemente e treine redes neuronais *feedforward* para reconhecer o conjunto total de imagens da pasta **train**.

- i. Explore e compare várias configurações da rede
 - diferentes topologias: nº de neurónios e nº de camadas
 - diferentes funções de ativação
 - diferentes funções de treino
 - diferentes rácios de divisão em treino/validação/teste
- ii. Registe as **precisões global e de teste** das diferentes configurações de RN testadas. Analise os resultados obtidos e registe as conclusões observadas para cada um dos quatro parâmetros. Guarde também a matriz de confusão e registe as conclusões observadas. Qual(ais) a(s) forma(s) com melhor e pior precisões de acerto?
- iii. Grave as três redes neuronais com melhores desempenhos.

c) [30%] Nesta tarefa pretende-se um estudo genérico de redes neuronais treinadas e testadas com todas as imagens (pastas **start**, **train**, **test**).

i. Recupere as melhores redes neuronais gravadas em b)
Sem treinar as redes verifique qual a classificação dada por cada uma das redes às imagens da pasta **test**. Registe os resultados obtidos (precisão de teste, matriz de confusão) e compare-os com os desempenhos obtidos em b). Apresente e justifique as conclusões que observou.

ii. **Treine e teste** as melhores redes de b) apenas com as imagens da pasta **test**. Registe as precisões globais e de teste obtidas na classificação.

Após o treino, use as redes para classificar as imagens de cada uma das pastas. Registe as **precisões de teste** obtidas na classificação:

- das imagens da pasta *start*.
- das imagens da pasta *train*.
- das imagens da pasta *test*.

Analise os resultados obtidos. Guarde também a matriz de confusão e registe as conclusões observadas. Qual(ais) a(s) forma(s) com melhor e pior precisões de acerto?

iii. **Treine e teste** as melhores redes de b) rede com todas imagens (as imagens das pastas **start**, **train** e **test**). Registe as precisões globais e de teste obtidas na classificação.

Após o treino, use as redes para classificar as imagens de cada uma das pastas. Registe as **precisões de teste** obtidas na classificação:

- das imagens da pasta *start*.
- das imagens da pasta *train*.
- das imagens da pasta *test*.

Analise os resultados obtidos. Guarde também a matriz de confusão e registe as conclusões observadas. Qual(ais) a(s) forma(s) com melhor e pior precisões de acerto?

iv. Guarde as três melhores redes obtidas nesta experimentação.

d) [15%] Desenhe manualmente ou numa ferramenta de desenho **5 imagens de cada categoria**, 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 às melhores redes obtidas em c iv).

Como foram classificadas as suas imagens? Registe os resultados e conclusões.

e) [10%] 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 / ativação
- 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. Uma má qualidade do relatório pode **descontar até 50%** na classificação total obtida nos pontos anteriores.