



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Tecnologia

Escola Superior de Tecnologia  
Curso de 1º Ciclo em Engenharia Informática  
1º Semestre do 2º Ano  
Unidade Curricular: Inteligência Artificial  
Docente: Ana Paula Neves Ferreira da Silva  
Ano Letivo 2022/2023  
Trabalho Prático  
Data de entrega: 4 de Janeiro

## Aprendizagem utilizando uma rede neuronal

### 1. Objetivo

O trabalho prático de Inteligência Artificial tem como objetivo a aplicação dos conceitos apresentados nas aulas teórico-práticas sobre agentes aprendizes usando a linguagem de programação Python, introduzida nas aulas práticas. Para tal, os alunos devem utilizar uma rede neuronal multicamada de maneira que esta aprenda a identificar o género de um animal cujas características são conhecidas. É fornecido código que permite treinar uma rede para imitar funções binárias simples, o qual deverá ser adaptado a este novo problema.

### 2. O Problema

Neste trabalho pretendemos implementar um agente baseado em redes neuronais capaz de identificar o género (ave, peixe, etc...) de um animal cujas características (se tem penas, se produz leite, etc...) são conhecidas. É fornecido código que define uma rede neuronal multicamada e implementa o mecanismo de treino por retro-propagação do erro. Também é fornecido código exemplificativo de como utilizar uma rede neuronal para imitar funções booleanas simples como o AND, o OR e o XOR.

Pretende-se adaptar este código para treinar uma rede capaz de receber as características de um animal e corretamente identificar o seu género. Para o treino é fornecido um ficheiro adicional (zoo.txt) que contém exemplos de 121 animais, descritos por uma lista de 18 atributos. O primeiro atributo é o nome do animal e não deverá ser utilizado no treino. Os seguintes 16 atributos são numéricos e deverão ser utilizados para criar as entradas para a rede. O último atributo corresponde ao género do animal. Os atributos são descritos num segundo ficheiro fornecido (info.txt). A rede deverá ter 7 saídas, uma para cada género possível (atributo 18). Por exemplo, quando a terceira saída da rede tiver o maior valor, isso quer dizer que o animal cujos dados foram fornecidos é um réptil (reptile).



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Tecnologia

Escola Superior de Tecnologia  
Curso de 1º Ciclo em Engenharia Informática  
1º Semestre do 2º Ano  
Unidade Curricular: Inteligência Artificial  
Docente: Ana Paula Neves Ferreira da Silva  
Ano Letivo 2022/2023  
Trabalho Prático  
Data de entrega: 4 de Janeiro

### 3. Construção dos Conjuntos de Treino e Teste

Antes de iniciar esta primeira fase do trabalho, o aluno deverá analisar o código fornecido, o qual está comentado de forma a descrever o seu funcionamento. O aluno deverá ainda testar o funcionamento das funções `train_and`, `train_or` e `train_xor`.

Nesta primeira fase vamos implementar a função `build_sets` e uma função auxiliar chamada `translate` que irá ser chamada pela anterior. A função `build_sets` cria os conjuntos de treino e teste que irão ser utilizados no treino e avaliação da rede neuronal a partir dos dados armazenados no ficheiro `zoo.txt`. A função deve ler cada linha e transformá-la numa lista de valores, tendo em atenção o tipo dos valores lidos. A lista é posteriormente passada como argumento à função `translate`, a qual construirá um padrão de treino no formato adequado, discutido mais abaixo. A lista resultante será armazenada numa lista de padrões, cuja ordem deve ser randomizada (consultar método `shuffle` disponível no módulo `random`). Finalmente, a função deverá devolver duas listas, o conjunto de treino com os primeiros 67 padrões e o conjunto de teste com os restantes.

A função `translate` recebe cada lista de valores e transforma-a num padrão de treino. Cada padrão é uma lista com o seguinte formato `[nome_do_animal, padrao_de_entrada, tipo_do_animal, padrao_de_saida]`, em que os elementos da lista são obtidos da seguinte forma:

- `nome_do_animal` é uma string contida no primeiro valor da lista recebida como argumento;
- `tipo_do_animal` é uma string armazenada na última posição da mesma lista;
- `padrao_de_entrada` é uma lista de 0 e 1, contendo os valores dos atributos, sendo que o número de pernas deve também ser convertido numa lista de 0 e 1 (10 bits), concatenada com os restantes,

e.g. `[0 0 0 0 1 0 0 0 0 0]` -> 4 pernas;

- `padrao_de_saida` é uma lista de 0 e 1 que representa o tipo do animal, tendo 7 posições em que a única que estiver a 1 corresponde ao tipo do animal. E.g., `[0 0 1 0 0 0 0]` -> reptile, seguindo a ordem de valores do atributo apresentada no ficheiro `info.txt`.



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Tecnologia

Escola Superior de Tecnologia  
Curso de 1º Ciclo em Engenharia Informática  
1º Semestre do 2º Ano  
Unidade Curricular: Inteligência Artificial  
Docente: Ana Paula Neves Ferreira da Silva  
Ano Letivo 2022/2023  
Trabalho Prático  
Data de entrega: 4 de Janeiro

Em resumo, e para exemplificar, a primeira linha do ficheiro zoo.txt deve resultar no seguinte padrão:

```
"[aardvark,1,0,0,1,0,0,1,1,1,1,0,0,4,0,0,1,mammal]"
```

deve ser transformado em:

```
['aardvark', [1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1], 'mammal', [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]
```

#### 4. Treino da Rede Neural

Nesta segunda fase vamos implementar três funções. A primeira função chama-se **train\_zoo**, recebe o conjunto de treino e deve criar a rede neuronal e chamar a função **iterate** para a treinar durante **n** iterações. Esta função funciona de forma semelhante às funções de treino fornecidas no código, devendo, em cada iteração de treino, percorrer todos os padrões armazenados no conjunto de treino, chamando a função **iterate**, a qual recebe um padrão de entrada (lista dos atributos do animal) e de saída (lista com a codificação binária do género do animal).

A segunda função, **test\_zoo**, tem como objetivo testar o desempenho da rede treinada. Para tal deve percorrer o conjunto de teste, e, para cada padrão, chamar a função **forward** passando como argumentos a rede treinada e a lista de atributos do animal. De seguida, a função deve analisar a lista de saídas da rede (`net['y']`), chamando a terceira função a implementar (**retranslate**). Esta função deve devolver o género do animal correspondente à saída da rede com maior valor. A função **test\_zoo** deve comparar o valor devolvido pela função auxiliar com o verdadeiro género do animal, armazenado no padrão de treino, calculando a percentagem de respostas corretas. Para cada padrão deve ainda imprimir uma linha semelhante à seguinte:

```
The network thinks mongoose is a mammal, it should be a mammal
```

Após a impressão das linhas com o resultado referente a cada padrão de treino, deve ainda imprimir o valor do desempenho final da rede (percentagem de respostas corretas), por exemplo:

```
Success rate: 94.12
```



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Tecnologia

Escola Superior de Tecnologia  
Curso de 1º Ciclo em Engenharia Informática  
1º Semestre do 2º Ano  
Unidade Curricular: Inteligência Artificial  
Docente: Ana Paula Neves Ferreira da Silva  
Ano Letivo 2022/2023  
Trabalho Prático  
Data de entrega: 4 de Janeiro

Por último, a função `run`, que será a função principal do nosso programa, deverá reunir as funções anteriormente implementadas: desde a construção dos conjuntos de treino e teste, até ao treino e teste da rede.

## 5. O que deve ser entregue

Os alunos devem submeter no moodle o ficheiro .py com o código desenvolvido (os nome dos alunos deve ser colocado em comentário no início do ficheiro), assim como um ficheiro PDF com um pequeno relatório, com no máximo 3 páginas, onde apresentam os resultados obtidos no trabalho experimental realizado. No trabalho experimental devem efetuar experiências para 3 redes diferentes e para cada uma devem apresentar o desempenho da rede ao fim de 100, 200 e 300 iterações, para três valores diferentes da constante  $\eta$  que define o ritmo de aprendizagem. De notar que o relatório deve descrever a arquitetura das 3 redes treinadas. Os resultados do trabalho experimental devem ser acompanhados de uma pequena reflexão sobre os mesmos.

O relatório deve também ser entregue em papel.