



ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Inteligência Artificial e Sistemas Cognitivos

Relatório do projeto

Mestrado em Engenharia Informática e Multimédia

Rúben Santos, 49063

Semestre de Inverno, 2021/2022

1. Introdução

Este relatório procura descrever alguns dos desafios disponibilizados pelo projeto da cadeira de inteligência artificial e sistemas cognitivos. O projeto foi dividido em três partes distintas, com o intuito de estudar e concretizar modelos e arquiteturas de inteligência artificial e sistemas cognitivos.

No primeiro objetivo, é realizada uma introdução às redes neurais recorrendo a plataformas de desenvolvimento de redes neurais, com o intuito de entender os efeitos dos diversos parâmetros (ex. taxa de aprendizagem, efeito do momento e o efeito das amostras com ordem aleatória) e as suas aplicações no mundo real.

O segundo objetivo do projeto tem como finalidade desenvolver métodos de raciocínio automático capazes de otimizar a solução de dois problemas (Caixeiro viajante e N-Rainhas). Neste ponto foi necessário construir bibliotecas e comparar esses resultados aos resultados obtidos com uma plataforma de algoritmos genéticos.

No último objetivo teve como propósito criar um agente capaz de navegar num espaço de dimensões discretas, com obstáculos e um alvo, tendo assim de se desviar dos obstáculos e seguir um caminho capaz de o levar até ao alvo, utilizando as abordagens de raciocínio automático para planeamento e a aprendizagem por reforço.

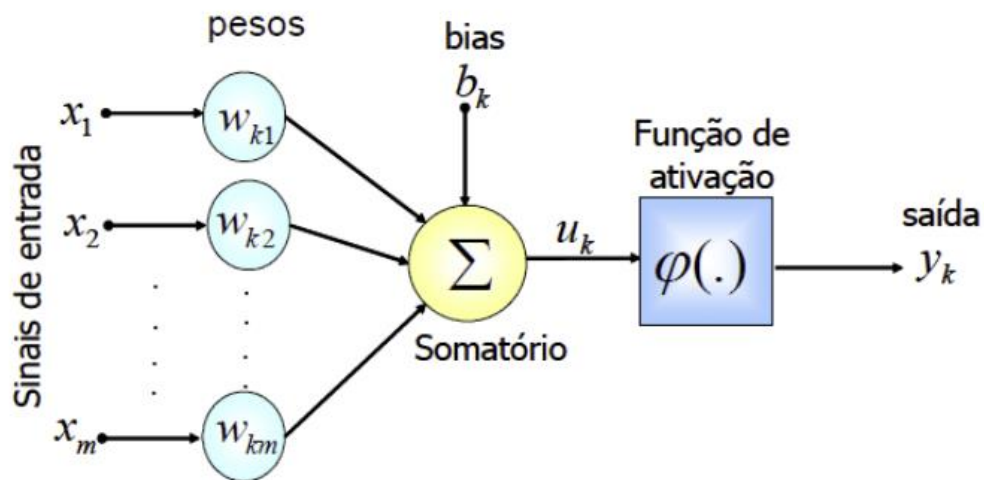
2. Inteligência artificial e sistemas cognitivos

Nesta cadeira foram abordados diversos temas principais, de entre os quais são:

- **Sistemas cognitivos:** Sistemas capazes de utilizar a informação do ambiente em que estão, de forma autónoma, para tomar decisões.
- **Redes neurais artificiais:** Sistemas capazes de criar modelos que reconhecem padrões.
- **Raciocínio automático:** Processo computacional, que após receber entrada de uma representação de conhecimento de um determinado domínio, produz como resultado conclusões baseadas nesse conhecimento.
- **Arquiteturas cognitivas:** Sistemas cujo comportamento pode ser previsto através da atribuição de estados mentais a esses sistemas, e.g. crenças, desejos, intenções.

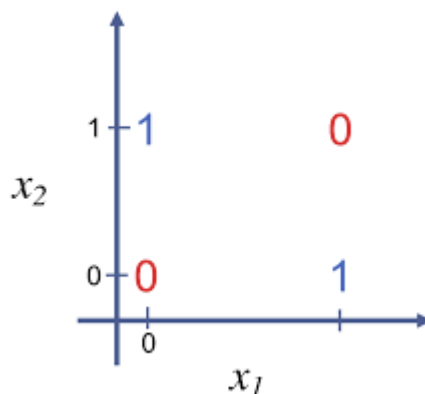
3. Projeto - Objetivo 1

O primeiro objeto deste projeto focou em aprender como é que o algoritmo de redes neurais funciona para contruir o modelo capaz de prever futuras projeções. Este algoritmo aceita dos dados e balanceia os pesos relativos os dados. A soma dos pesos com os respetivos dados entra numa funcao de ativação que produz um resultado. Este resultado é o resultado de um neurónio artificial.



3.1. Aprendizagem da função lógica XOR

Para implementar a funcao logica do XOR, foi necessário utilizar mais do que um neurónio pois como podemos ver figura seguinte era impossível “desenhar” uma linha que separasse os zeros dos uns. Por esse motivo foram criados 16 neurónios na camada de input, 8 neurónios na camada escondida e 1 neurónio na camada de saída.



Foram colocados 16 e 8 neurónios nas camadas de input e escondida pelo facto de que depois de correr o programa percebeu-se que o desempenho melhorava com esses números de neurónios nas camadas. Em cada neurónio, utilizou-se a função de ativação “tanh” por ser uma função que tinha um intervalo de -1 a 1, o que não eliminava os valores negativos. Utilizou-se o optimizador “sgd” pois é um optimizador que é capaz de atualizar os pesos com o recurso ao algoritmo de back-propagação.

Para resolver o problema do XOR utilizou-se a biblioteca do sklearn, que criava o modelo de classificação.

3.1.1. Efeito da taxa de aprendizagem

Efeito da taxa de aprendizagem					
$\alpha = 0$					
Execução	r = 0.05	r = 0.25	r = 0.5	r = 1	r = 2
1	756	168	70	38	N.A
2	717	141	66	40	23
3	694	150	74	47	35
4	829	152	85	44	N.A
5	861	151	77	38	N.A
6	776	154	60	43	N.A
Média:	772,1667	152,6667	72	41,66667	29

Figura 1- efeito da taxa de aprendizagem

Ao observarmos os resultados da tabela anterior podemos verificar que foram executadas 6 iterações que nos indicam que quanto maior a taxa de aprendizagem menos iterações foram necessárias, no entanto, quanto maior as taxas de aprendizagem maior erram os “passos” de execução e resulta em maiores erros (coluna onde $r=2$).

3.1.2. Efeito da introdução de um termo de momento

Efeito da introdução de um termo de momento					
$\alpha = 0.5$					
Execução	r = 0.05	r = 0.25	r = 0.5	r = 1	r = 2
1	386	78	34	N.A	N.A
2	343	77	43	23	N.A
3	426	89	37	20	N.A
4	321	82	44	17	N.A
5	379	67	33	19	N.A
6	412	74	39	23	N.A
Média:	377,8333	77,83333	38,33333	20,4	#DIV/0!
$\alpha = 1$					
Execução	r = 0.05	r = 0.25	r = 0.5	r = 1	r = 2
1	29	13	10	N.A	N.A
2	34	14	10	N.A	N.A
3	30	18	11	N.A	N.A
4	28	13	10	16	N.A
5	29	15	10	10	N.A
6	27	13	10	18	N.A
Média:	29,5	14,33333	10,16667	14,66667	#DIV/0!

Aplicou-se o mesmo algoritmo do exercício anterior, mas aplicou-se também o momento, que ajuda o algoritmo a sair de mínimos locais.

Os resultados das duas tabelas indicam que quanto maior o momento nem as iterações foram necessárias, no entanto nota-se também que existem muitos mais valores não avaliados.

3.1.3. Efeito da apresentação das amostras de treino com ordem fixa ou aleatória

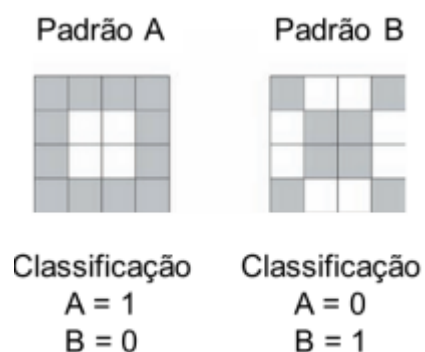
Ordem de apresentação aleatória					
$\alpha = \text{melhor resultado da alínea 1.a.ii}$					
Execução	r = 0.05	r = 0.25	r = 0.5	r = 1	r = 2
1	372	78	40	22	N.A
2	416	69	34	20	N.A
3	373	77	32	22	N.A
Média:	387	74,66667	35,33333	21,33333	#DIV/0!

Executou-se novamente o algoritmo das alíneas anteriores, testando agora a utilização do parâmetro shuffle para True para verificar se ocorrerem diferenças.

Apos executar verifica-se uma melhoria de resultados pequena, o que indica que o algoritmo ao não ter uma ordem fixa produz melhores resultados por não conseguir adaptar apenas a um padrão fixo, mas por ter criado um modelo mais adaptável.

3.1.4. Efeito de utilização de uma codificação binária ou bipolar

3.2. Aprendizagem dos padrões de imagem de seguida indicados.



Como no exercício anterior, neste exercício criou-se uma rede neuronal capaz de identificar os padrões da figura anterior.

Neste exercício, criou-se matrizes de zeros e uns, com o objetivo de saber se a rede neuronal conseguia adivinhar os padrões A e B e o resultado foi o seguinte:

```
Dados :  
[[1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1]  
 [1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1]  
 [1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0]]  
Predict :  
[[1 0]  
 [0 0]  
 [1 0]]
```

3.3. Aplicação de redes neuronais artificiais para resolução de um problema de escolha livre

Com a inspiração do exercício anterior, decidiu-se criar mais figuras para testar a rede. Criaram-se diversas figuras (quadrado, triângulo, X, I, Z e C) com o objetivo de saber se as redes neuronais eram capazes de aprender com exemplos maiores.

4. Projeto - Objetivo 2

4.1 biblioteca de métodos raciocínio automático para otimização

Neste segundo objetivo implementou-se algoritmos de raciocínio automático para resolver os problemas N-Rainhas e o viajante caixeiro.

4.2 Criar biblioteca de algoritmos genéticos

4.3 Estudo e utilização de uma outra plataforma de algoritmos genéticos

A plataforma de algoritmos genéticos utilizada nesta parte foi a gurobipy pois pareceu uma plataforma fácil de utilizar pelas suas flexibilidades nas operações.

Caixeiro viajante, N-Rainhas

A plataforma gurobipy utilizou-se começando por adicionar variáveis ao modelo e um objetivo que seria minimizar as distancia entre todos os pontos. Com as variáveis e o objetivo definidos adicionou-se também algumas limitações como não repetir o mesmo ponto ou não criar subconjuntos.

5. Projeto - Objetivo 3

Neste objetivo são abordadas as técnicas que utilizam na aprendizagem por reforço e raciocínio automático.

A aprendizagem por reforço consiste numa aprendizagem que envolve uma agente e um ambiente e sempre que existem uma interação entre estes ocorre uma ação. Esta ação pode ser positiva (reward) onde o agente recebe uma recompensa, ou seja, um incentivo por ter feito aquela Ação ou pode ocorrer uma Ação negativa onde o agente recebe um “castigo” por ter realizado aquela ação.

5.1 Raciocínio automático para planeamento, com base no método

Wavefront

5.1.2 Raciocínio automático para planeamento, com base no método de procura em espaços de estados RTAA*

6. Tema de escolha livre:

7. Conclusão