

# Ficha de laboratório Nº 10: Implementação dos algoritmos MINIMAX ou NEGAMAX

---

Inteligência Artificial - Escola Superior de Tecnologia de Setúbal

Prof. Joaquim Filipe

Eng. Filipe Mariano

## Objetivos da ficha

Com este laboratório pretende-se que os alunos pratiquem a implementação de métodos de procura em espaço de estados para jogos de duas pessoas, sendo os principais objectivos:

- Editar um programa para jogar o jogo do galo em modo humano contra humano
- Implementar o algoritmo MINIMAX ou NEGAMAX
- Editar um programa para jogar o jogo do galo em modo humano contra máquina

## 1. O Jogo do Galo

Considere o jogo do galo, no qual dois jogadores colocam peças do tipo **X** ou **O** de forma alternada num tabuleiro de **3x3**. O jogo termina quando não é possível colocar mais peças ou quando um dos jogadores consegue uma sequência de **3** das suas peças a ocupar uma das linhas, uma das colunas ou uma das diagonais.


X		O
X	X	O
		O

Figura 1: Exemplos de estado inicial e final do problema.

## 2. Implementação Humano vs. Humano

Construa um programa que implemente o jogo do galo em modo humano contra humano. Encontrará uma proposta de esqueleto para a implementação no ficheiro **laboratorio9.lisp** disponível no Moodle.

Adicione ao programa a componente de interacção com o utilizador, solicitando alternadamente uma jogada a cada um dos jogadores, bem como as funções auxiliares:

- **jogada-humano**, que recebe como argumentos de entrada um tabuleiro e a indicação do jogador que terá de aplicar uma peça, solicita ao jogador a linha e coluna onde a peça deverá ser colocada e

devolve o tabuleiro de jogo actualizado.

- **tabuleiro-preenchidop**, um predicado que verifica se um dado tabuleiro passado como argumento está cheio.
- **tabuleiro-solucao**, que verifica se um dado tabuleiro passado como argumento é solução, retornando a indicação do jogador vencedor em caso afirmativo.
- **imprime-tabuleiro**, que apresenta um tabuleiro passado como argumento de forma legível no ecrã.

### 3. Implementação Humano vs. Computador

Expandir a implementação do programa desenvolvido no ponto anterior, com um modo humano contra computador, em que o modo computador é suportado na implementação do algoritmo MINIMAX ou do algoritmo NEGAMAX (a escolha é feita pelo grupo).

O nó inicial é sempre do tipo [MAX]. Para a implementação sugere-se que:

3.1. Defina uma função **minimax** (ou **negamax**) que permite determinar a jogada a fazer pelo computador. Esta função recebe um nó e dois valores inteiros. O primeiro destes valores corresponde à profundidade limite para a expansão da árvore do jogo. O segundo representa o valor da peça com a qual a máquina joga. A função retorna o valor da função utilidade da melhor jogada. O tabuleiro que corresponde a melhor jogada é guardado na variável global **\*jogada\*** que é atualizada pelo algoritmo de procura.

3.2. Defina uma função **jogada-computador**, uma variante da função **jogada-humano** implementada anteriormente, a partir da qual a função **minimax** (ou **negamax**) é invocada.

3.3. Altere a sua implementação do jogo, de modo a que em lugar de uma das chamadas à função **jogada-humano** seja chamada a função **jogada-computador** depois de cada jogada do humano.