

Relatório do 1º Projecto de IA

Heurística:

- **D = Distância linear** (*Manhattan distance*) entre todos os berlinde e o primeiro berlinde encontrado (recalculado caso for movido). Leva nós cujos berlinde estão mais próximos a serem explorados em primeiro lugar;
- **C = Número de cantos ocupados** no tabuleiro de jogo. Uma vez que para remover um berlinde de um canto é necessário que seja o próprio berlinde a fazer um movimento, prioriza a sua remoção;
- **I = Número de berlinde isolados**. Por forma a remover este tipo de berlinde, é necessário que sejam feitas pelo menos duas jogadas.

$$h(n) = \begin{cases} D * \text{linhas} + (C + I) * \text{linhas} * \text{colunas}, & \text{número de berlinde} > 1 \\ 0, & \text{número de berlinde} = 1 \end{cases}$$

A heurística final reflecte a importância relativa de cada uma das partes, através de **pesos diferentes para cada**, os quais são **proporcionais ao tamanho do problema** e foram **melhorados experimentalmente**.

Resultados dos Testes

Teste	Medida	DFS	Greedy	A*
Teste 5x5 (11 berlinde)	Nós Gerados	20	23	28
	Nós Expandidos	13	14	18
	Tempo (em s)	0,00199	0,00199	0,00199
Teste 4x4 (14 berlinde)	Nós Gerados	6002	60	60
	Nós Expandidos	5985	21	21
	Tempo (em s)	0,35804	0,00599	0,00399
Teste 4x5 (16 berlinde)	Nós Gerados	53664	1177	628
	Nós Expandidos	53637	1031	404
	Tempo (em s)	3,52956	0,22240	0,08677
Teste 4x6 (20 berlinde)	Nós Gerados	14.760.576	397	301
	Nós Expandidos	14.760.525	162	75
	Tempo (em s)	927,81389	0,07181	0,03989

Análise dos Resultados Experimentais:

Em todos os testes **foi encontrada solução**, pelo que todos os algoritmos são **completos**. Dado que se trata de um jogo onde não é possível voltar para trás (a partir de um estado regressar a um dos estados que lhe deu origem), não existem ciclos e, portanto, **todos os algoritmos serão completos para quaisquer outros problemas**.

Em termos de **eficiência**, podemos verificar nos quatro testes que tanto o **número de nós expandidos e gerados, como o tempo escalam principalmente com o número de berlindes no tabuleiro inicial** (cujo limite máximo cresce com o tamanho do tabuleiro). Tal é de esperar, devido ao facto de o **número de movimentos** necessário para resolver qualquer problema **depender apenas do número de berlindes** (n), sendo de $n - 1$ movimentos. Isto significa também que **não é necessário que a heurística seja admissível** (optimista) para garantir a optimalidade das soluções encontradas pelo algoritmo A^* . Pelos resultados obtidos, a heurística escolhida parece ser boa.

Análise comparativa dos algoritmos testados:

$g(n)$ = número de jogadas até chegar ao estado atual

$h(n)$ = heurística escolhida

- **A^***
 - Função de avaliação: $f(n) = g(n) + h(n)$
 - Para tabuleiros com maior número inicial de berlindes, **expande e gera um menor número de nós** que os restantes algoritmos. Consequentemente, tem também um **menor tempo de execução**. Isto confirma o facto de, teoricamente, utilizar como função de avaliação tanto o custo do caminho como uma heurística que prevê o custo necessário para atingir o objetivo produz melhores resultados.
- **Greedy**
 - Função de avaliação: $f(n) = h(n)$
 - Apesar de ser **menos eficiente que o algoritmo A^*** , a utilização de uma heurística é ainda **superior a uma procura não informada**, como o algoritmo DFS.
- **DFS**
 - Neste caso é, para tabuleiros com número inicial suficiente de berlindes, a **opção menos eficiente**, uma vez que explora sempre o primeiro caminho até não poder executar mais ações, isto **sem ter em conta o custo do caminho**.