ANÁLISE DE ALGORISTIMOS DE BUSCA: BREADTH FIRST SEARCH, DEPTH FIRST SEARCH, UNIFORM COST SEARCH E A* SEARCH

Aluno: Bruno Kobi Valadares de Amorim

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Busca em largura (BFS – Breadth-first search)

É uma estratégia simples em que o nó raiz é expandido primeiro, em seguida todos os sucessores do nó raiz são expandidos, depois os sucessores desses nós, e assim por diante. Em geral, todos os nós em dada profundidade na árvore de busca são expandidos, antes que todos os nós no nível seguinte sejam expandidos.

A busca em largura é uma instância do algoritmo de busca em grafo, em que o nó mais raso não expandido é escolhido para expansão. Isso é conseguido simplesmente utilizando uma fila FIFO para a borda. Assim, novos nós (que são sempre mais profundos do que seus pais) vão para o fim da fila, e nós antigos, que são mais rasos que os novos, são expandidos primeiro. (RUSSELL;NORVIG, 2013).

Busca em profundidade (DFS – Depth-first search)

Ela sempre expande o nó mais profundo na borda atual da árvore de busca. O progresso da busca é ilustrado na Figura 3.16. A busca prossegue imediatamente até o nível mais profundo da árvore de busca, onde os nós não têm sucessores. À medida que esses nós são expandidos, eles são retirados da borda e, então, a busca “retorna” ao nó seguinte mais profundo que ainda tem sucessores inexplorados.

O algoritmo de busca em profundidade é uma instância do algoritmo de busca em grafo; enquanto a busca em largura utiliza uma fila FIFO, a busca em profundidade utiliza uma fila LIFO. Uma fila LIFO significa que o nó gerado mais recentemente é escolhido para expansão (RUSSELL;NORVIG, 2013).

Busca de Custo Uniforme

Quando todos os custos de passos forem iguais, a busca em largura será ótima porque sempre expande o nó mais raso não expandido. Através de uma simples extensão, podemos encontrar um algoritmo que é ótimo para qualquer função de custo do passo. Em vez de expandir o nó mais raso, a busca de custo uniforme expande o

nó n com o custo de caminho g(n) mais baixo. Isso é feito através do armazenamento da borda como uma fila de prioridade ordenada por g.

Busca de custo uniforme em um grafo. O algoritmo é idêntico ao algoritmo geral de busca de grafo, exceto pelo uso de uma fila de prioridade e pela adição de uma verificação extra, caso um caminho mais curto para um estado de borda seja descoberto. A estrutura de dados para a borda deve permitir os testes eficientes de pertinência em conjunto, por isso deve combinar os recursos de uma fila de prioridade e de uma tabela hash.(RUSSELL;NORVIG, 2013).

Busca de A* Estrela

A forma de solução mais amplamente conhecida da busca de melhor escolha é chamada de busca A* (pronuncia-se “busca A estrela”). Ela avalia os nós através da combinação de g(n), o custo para alcançar o nó, e h(n), o custo para ir do nó ao objetivo**:** ***f(n) = g(n) + h(n).***

(RUSSELL;NORVIG, 2013).

2. METODOLOGIA

AMBIENTE DO EXPERIMENTO

A Figura 1, exibi a configuração do computador utilizado no experimente, sendo sistema de operacional Windows 10, com uma CPU AMD FX-6300 e memória RAM de 16 GB DDR3 e Placa de Vídeo Geforce GTX 1050 TI.

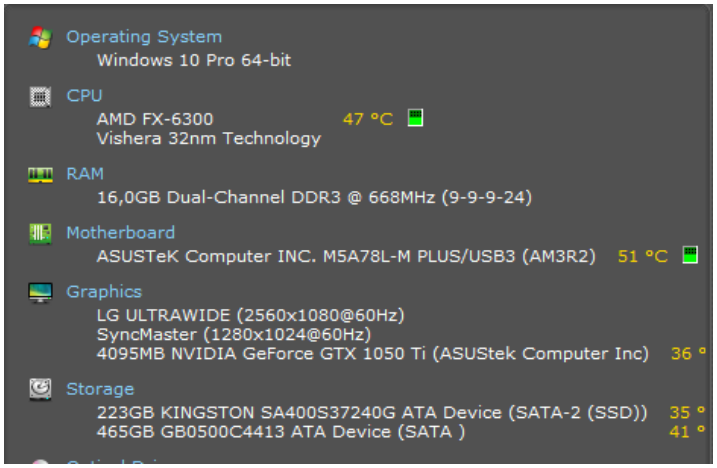


Figura 1 – Configuração de PC - gerado pelo software Speccy

CONFIGURAÇÃO DA BUSCA

Os algoritmos de busca utilizaram as seguintes configurações inícios:

- Mapa= 300x300
- Seed= 42

Foi utilizado um sistema de posição para o objetivo visando obter melhores resultados, o sistema varia em 4 posições:

- Posição 1 - End – X = N e Y = N (padrão do template)
- Posição 2 - EndTop – X = 1 e Y = N
- Posição 3 - EndBotton – X = N e Y = 1
- Posição 4 - Center – X= N/2 e Y = N/2

Cada Algoritmo foi testado mais de 50 vezes e retirado uma média de tempo de execução.

Obs. Algoritmo DFS na posição 3 e 4, foram testados apenas 5 vezes cada, devido ao alto tempo de execução.

Foi feita algumas alterações no template original a função step_cost que utiliza a cell_distance foi alterada com objetivo de melhorar o resultado no custo, tendo com custo resultante agora 1 para ligação em vertical ou horizontal, custo de 8 para ligações na diagonal.

3. RESULTADOS

A tabela 1 demostra os resultados das medias de todas as buscas em suas variações de acordo com a posição do objetivo no labirinto. Na tabela as linhas são os algoritmos e colunas são as métricas, assim como foi solicitado no enunciado do trabalho.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ALGORITMOS DE BUSCA								
Algoritmo	**Objetivo P**	**Mapa**	**Seed**	**Expandidos**	**Gerados**	**Custo**	**Tamanho**	**Tempo(s)**
BFS	End	300x300	42	70146	70146	2296	322	10.67
DFS	End	300x300	42	652	1294	2194	612	0.15
UCS	End	300x300	42	70143	70146	1040	543	18.99
A* Star	End	300x300	42	6457	7268	2304	323	1.54
BFS	EndTop	300x300	42	68697	69158	2049	299	10.58
DFS	EndTop	300x300	42	318	641	1053	304	0.04
UCS	EndTop	300x300	42	45812	46549	635	306	12.83
A* Star	EndTop	300x300	42	5386	5692	635	299	0.79
BFS	EndBotton	300x300	42	68226	68696	1237	299	10.26
DFS	EndBotton	300x300	42	22710	50651	110497	20267	409.73
UCS	EndBotton	300x300	42	43805	44594	627	312	12.04
A* Star	EndBotton	300x300	42	5444	5764	677	299	0.81
BFS	Center	300x300	42	19772	20017	1120	161	1.79
DFS	Center	300x300	42	49849	68919	74560	13779	1308.06
UCS	Center	300x300	42	31375	32092	526	274	7.49
A* Star	Center	300x300	42	1490	1904	1114	162	0.23

Tabela1 – fonte: própria.

ANÁLISE DA BUSCA EM PROFUNDIDADE (DFS)

O DFS obteve o melhor tempo de todos com incríveis 0,04s de média na disposição EndTop, mas ele também obteve os piores tempos de todos, na disposição Center aproximadamente 22 minutos, e na disposição End aproximadamente 7 minutos. Em relação ao tamanho do caminho ele é o pior, em quase todas as disposições, salvo apenas na disposição EndTop onde o objetivo se apresenta na ramificação inicial da profundidade. Em relação ao custo do caminho o DFS apresentou a pior média entre todos algoritmos.

Referente aos nós expandidos e gerados, ele tem as menos marcas de todos algoritmos na disposição EndTop e End, mas em contra partida o tem as piores mais na disposição Center e EndBotton, ainda como ocorreu com o tempo de execução, nos levando a concluir q essas grandes são proporcionais.

O DFS pode ser a melhor a opção em casos onde o objetivo está na ramificação inicial pesquisada e se a prioridade for tempo de execução e consumo de memória, fora isso não é melhor opção, em casos onde não há conhecimento do ambiente não é p mais indicado.

ANÁLISE DA BUSCA EM LARGURA (BFS)

O BFS tem como seu ponto forte o tamanho do caminho, ele sempre vai encontrar a reposta com o menor caminho, e se os caminhos tiverem custos iguais a solução encontrada será ótima, ele é melhor opção quando não tem o conhecimento do ambiente visto que ele verifica todos os nós, seu ponto fraco é o alto consumo de memória.

ANÁLISE DA BUSCA DE CUSTO UNIFORME

Essa busca tem como ponto forte o custo, como foi previsto as alterações no custo do template fora importante para diferenciar melhor essa busca, com o BFS ou A*, pois quase não havia variância nos resultados, ao mudar o custo foi perceptível a eficácia desse algoritmo com relação ao custo.

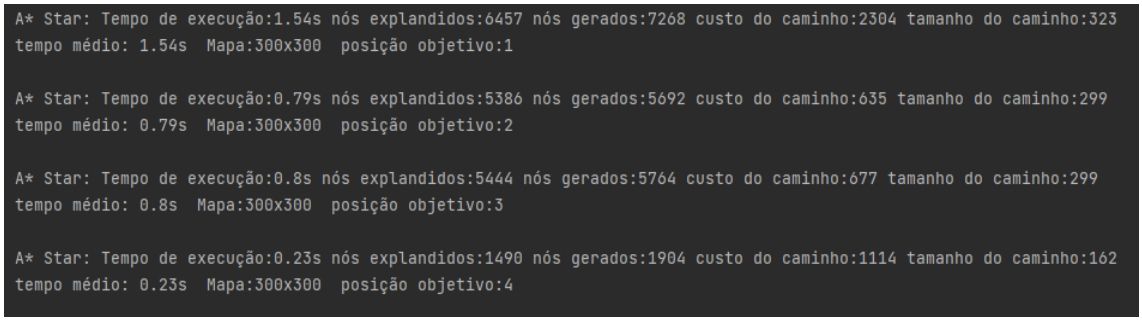
Sua principal desvantagem é o tempo de execução e o alto consumo da memória, além de visitar todos os nós como o BFS ele também necessita analisar o custo de todos os nós.

Essa busca é a melhor opção quando objetivo seja o caminho com menor custo.

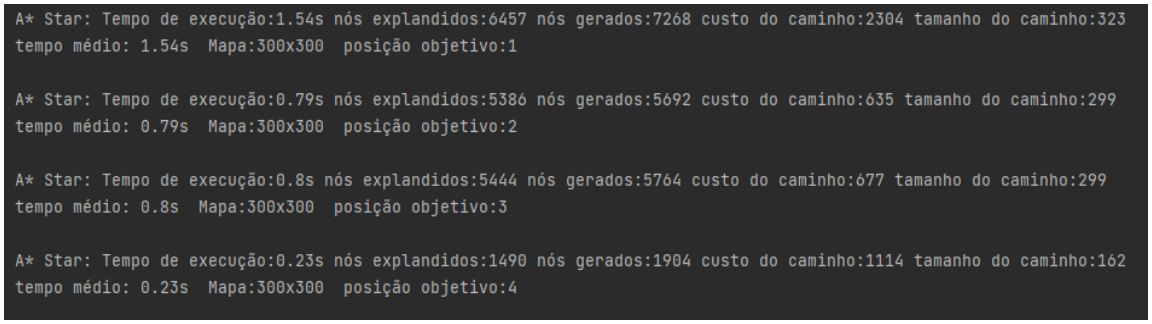
ANÁLISE DA BUSCA A*

Essa busca é a mais completa dos algoritmos analisados, como já era esperado, no meu algoritmo priorizei o tempo de execução, mas ele é variável em sua implementação como ele tem uma função baseada na soma dos custos do caminho mais a heurística, pode ser feito uma variância na implementação, quando priorizar o valor custo, ele tem uma melhorar no custo e tamanho, mas tem um aumento na quantidade nós e no tempo de execução.

Na função implementa foi adicionado um fator de otimização à heurística, observou um ganho aproximado de 90% no tempo e na quantidade nós, e tento um aumento no tamanho de menos de 0,5%.



A imagem mostra os resultados antes do fator de otimização



Após utiliza o fator de otimização

Sua principal desvantagem é que ele necessita de um conhecimento prévio do objetivo para o cálculo da heurística.

ANÁLISE DA BUSCA ITERATIVE DEEPENING DEPTH FIRST SEACH (IDDFS)

Essa busca é uma variação do BFS e DFS, pois ela trabalha com nível de profundidade na sua busca, seu ponto forte é o consumo de memória, mais seu tempo de execução se mostrou alto, na verdade ele executa a mesma busca varias vezes passado um limite maior de profundidade a cada execução, outro fator positivo que esse algoritmo consegue encontrar uma solução, coisa que o DFS pode não fazer em alguns caso.

A figura abaixo mostra a analise do IDDFS com relação as outros buscas analisadas:

```
DFS: Tempo de execução: 1.57s nós expandidos:1750 nós gerados:3863 custo do caminho:8190 tamanho do caminho:1561
DFS: Tempo de execução: 1.57s nós expandidos:1750 nós gerados:3863 custo do caminho:8190 tamanho do caminho:1561
DFS: Tempo de execução: 1.59s nós expandidos:1750 nós gerados:3863 custo do caminho:8190 tamanho do caminho:1561
tempo médio: 1.58s Mapa:100x100  posição objetivo:4

BFS: Tempo de execução: 0.09s nós expandidos:2277 nós gerados:2357 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
BFS: Tempo de execução: 0.09s nós expandidos:2277 nós gerados:2357 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
BFS: Tempo de execução: 0.1s nós expandidos:2277 nós gerados:2357 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
tempo médio: 0.09s Mapa:100x100  posição objetivo:4

Uniform Cost: Tempo de execução: 0.38s nós expandidos:3588 nós gerados:3842 custo do caminho:184 tamanho do caminho:86
Uniform Cost: Tempo de execução: 0.38s nós expandidos:3588 nós gerados:3842 custo do caminho:184 tamanho do caminho:86
Uniform Cost: Tempo de execução: 0.36s nós expandidos:3588 nós gerados:3842 custo do caminho:184 tamanho do caminho:86
tempo médio: 0.37s Mapa:100x100  Mapa:100x100  posição objetivo:4

A* Star: Tempo de execução:0.02s nós explandidos:165 nós gerados:308 custo do caminho:372 tamanho do caminho:57
A* Star: Tempo de execução:0.01s nós explandidos:165 nós gerados:308 custo do caminho:372 tamanho do caminho:57
A* Star: Tempo de execução:0.01s nós explandidos:165 nós gerados:308 custo do caminho:372 tamanho do caminho:57
tempo médio: 0.01s  Mapa:100x100  posição objetivo:4

IDDFS: Tempo de execução: 67.24s nós expandidos:0 nós gerados:2277 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
IDDFS: Tempo de execução: 69.03s nós expandidos:0 nós gerados:2277 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
IDDFS: Tempo de execução: 68.0s nós expandidos:0 nós gerados:2277 custo do caminho:370 tamanho do caminho:55
tempo médio: 68.09s Mapa:100x100  posição objetivo:4
```

4. REFERÊNCIAS

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 988 p.