

Exercici 1

Mapa C amb LNT

Executant BFS sobre mapC

>SOLUCIO:[Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA]

BFS -> Resultat: 37 moviments, explorats=13113, tallats=51940, memòria=14162, temps=149ms

Mapa C sense LNT

Executant BFS sobre mapC

OUT OF MEMORY ERROR

BFS -> Resultat: sense solució, explorats=836573, tallats=0, memòria=3529822, temps=44755ms

Per tant, factor d'embrancament és Nodes generats/Nodes Expandits =
(NodesExp+NodesTallats)/NodesExp:

Amb LNT = explorats=13113, tallats=51940

(13113+51940)/13113 =4.961;

Sense LNT = explorats=836573, tallats=0

(836573+0)/836573=1

Usar una LNT és molt més eficient i segur que només evitar cicles en el camí actual. Permet reduir dràsticament el nombre de nodes explorats, el temps d'execució i els errors de memòria.

Sense la LNT, la cerca pot tornar a explorar milers o milions (en casos extrems) de vegades els mateixos estats o fins i tot no acabar mai en grafs amb cicles.

Exercici 2 (només amb la versió LNT)

Finalització de búsquera i solució:

Totes les cerques finalitzen la seva búsquera utilitzant LNT. Però les cerques DFS i IDS no troben cap solució en el mapa D, ja que la profunditat màxima a la que poden arribar aquestes cerques està limitada a 50. Per a que pogèssin trobar una solució hauriem de canviar la profunditat màxima a la que poden buscar, però si aquesta és massa gran, pot ser molt costós.

Optimització:

BFS sempre troba la solució més òptima en número de moviments. DFS, en canvi, no sempre troba la solució més òptima i pot portarnos per camins llarguíssims.

IDS sempre troba el camí més curt però a costa d'explorar moltíssims nodes. Com que ha de per la cerca BFS per a cada iteració, ha de tornar a visitar els nodes que ja ha visitat amb anterioritat. És extremadament lent i costós a mapes grans com el D.

A* troba sempre la solució més òptima, tant a mapes petits com a mapes grans.

Depenent de l'heurística el camí trobat és encara més òptim, com en el nostre cas, que l'A* amb heurística avançada és el més òptim en la majoria de casos.

Nodes explorats:

DFS explora pocs nodes en mapes petits, però en mapes grans aquesta quantitat augmenta bastant i es torna ineficient. A més, pot caure en pou sense fons.

IDS explora bastants nodes en mapes petits, i pot tardar relativament poc. Però quan l'implementem en mapes grans es torna tremendament ineficient i costós a nivell de temps. Explora els mateixos nodes varies vegades per culpa de les iteracions. Aquest és amb molta diferència el que més nodes explora.

A* explora menys nodes que el BFS o el IDS gràcies a l'heurística.

BFS sempre explora tots els nodes per nivells fins trobar la solució. Explora bastants menys nodes que DFS o IDS, però alguns més que A*.

Memòria utilitzada:

DFS i IDS requereixen menys memòria que BFS ja que mantenen principalment la pila de DFS.

A* utilitza memòria intermitja però menys que BFS en mapes grans pel seu ús de l'heurística, encara que depenen del mapa, A* pot tornar-se un semiBFS.

BFS és el que té el cost en memòria més alt a mapes grans ja que ha de mantenir tota la LNO fins que troba la solució.

Nodes tallats:

IDS és el que més nodes tallats té perquè es reinicia el DFS a cada iteració, i per tant, acumula la LNT.

A* talla menys nodes que BFS ja que l'heurística guia la búsqueda a estats més propers, reduint així exploracions innecessaries.

Els nodes tallats per DFS augmenta molt conforme el mapa és més gran.

Temps d'execució:

DFS és molt ràpid a mapes petits, però lent a mapes grans.

IDS és pot arribar a ser ràpid en mapes petits, però en la majoria de casos és gran. I en mapes grans és extremadament lent, degut a la quantitat de nodes que hem de visitar.

BFS és ràpid en mapes petits, però lent a mapes grans degut a l'expansió massiva de nodes per nivells.

A* és la més equilibrada en mapes petits i grans. Sol ser la més eficient a qualsevol tipus de mapa, especialment quan utilitzem l'heurística avançada.

Conclusions:

Utilitzar la LNT és crucial per l'eficiència dels algoritmes de búsquera. Sense l'LNT en mapes grans com al C pot provocar errors de memòria per la exploració redundant dels nodes. Amb l'LNT reduïm considerablement el número de nodes explorats i el factor de ramificació també millora significativament.

A* amb heurística avançada és l'algoritme més equilibrat de tots i amb els temps d'execució més reduïts.

IDS és el més costós a nivell de temps d'exploració, especialment a mapes grans.

DFS és útil solament en mapes petits per la seva rapidesa i baix consum en memòria.

BFS és bona opció en general, però tenint un algoritme com A* que sol ser més eficient, s'ha d'utilitzar en mapes específics.

BFS

- Sí que acaba l'execució en tots els mapes.
- S'ha trobat solució a tots els mapes i aquesta sempre és la óptima.
- Explora molts nodes ja que va compovant tots els nodes nivell a nivell, per això la memòria pot arribar a ser molt gran com és el cas dels dos últims mapes ja que acumulem molts nodes sobretot a la LNO.
- Tallem molts nodes ja que recorrem molts també.
- Els temps d'execució poden arribar a ser molt alts degut a haver d'explorar tants nodes quan l'arbre és molt gran.

Mapa A:

BFS -> Resultat: 5 moviments, explorats=154, tallats=570, memòria=281, temps=15ms

Mapa B:

BFS -> Resultat: 31 moviments, explorats=183, tallats=276, memòria=187, temps=2ms

Mapa C:

BFS -> Resultat: 37 moviments, explorats=13113, tallats=51940, memòria=14162, temps=133ms

Mapa D:

BFS -> Resultat: 79 moviments, explorats=113818, tallats=702218, memòria=116251, temps=3262ms

DFS

- No s'ha trobat solució a tots els mapes ja que com hem limitat la cerca DFS a 50 i la solució arriba a un “pozo sin fondo” acaba donant que no té solució.
- Cap de les solucions trobades és la solució més óptima però sí que és molt ràpida quan ho troba.
- Explorem molts pocs nodes ja que anem a saco a per la solució encara que aquesta no sigui optima, és per aquesta raó que tenim menys ús de memòria i de nodes explorats així com un temps molt curt.

Mapa A:

DFS -> Resultat: 17 moviments, explorats=19, tallats=22, memòria=130, temps=0ms

Mapa B:

DFS -> Resultat: 33 moviments, explorats=78, tallats=90, memòria=117, temps=1ms

Mapa C:

DFS -> Resultat: 50 moviments, explorats=10571, tallats=35576, memòria=2796, temps=64ms

Mapa D:

DFS -> Resultat: sense solució, explorats=786016, tallats=4595832, memòria=84332, temps=19704ms

IDS

- No s'ha trobat solució a tots els mapes ja que hem limitat la profunditat a 50 i per tant no explora més enllà com és el cas del mapa D.
- Totes les solucions són les més óptimes.
- Explora moltíssims nodes quan l'arbre és gran ja que ha de repetir tota l'estona el dfs i repetir nodes ja explorats. Per això s'exploren tants nodes.
- Tallem moltíssims nodes perquè acumulem els nodes tallats de cada iteració.
- No s'utilitza tanta memòria similar a dfs però per contrapartida sí que experimentem un temps extremadament alt sobretot per l'últim mapa que és quan el mapa és més extés.

Mapa A:

IDS -> Resultat: 5 moviments, explorats=319, tallats=468, memòria=139, temps=3ms

Mapa B:

IDS -> Resultat: 31 moviments, explorats=3499, tallats=4862, memòria=196, temps=15ms

Mapa C:

IDS -> Resultat: 37 moviments, explorats=750383, tallats=2602526, memòria=13043, temps=3488ms

Mapa D:

IDS -> Resultat: sense solució, explorats=8505240, tallats=47979867, memòria=80548, temps=202411ms

A*

- S'ha trobat solució a tots els mapes.
- Les solucions són les més óptimes en tots els casos.
- Explora molts menys nodes que un bfs o ids ja que utilitza la heurística per anar escollint el camí que recorrer en l'arbre.
- Aquest algoritme pot arribar a utilitzar molta memòria ja que podem arribar a guardar molts nodes a la LNT i la LNO, però en general és més equilibrat tant en memòria com en temps d'execució.
- No tallem tants nodes perquè “escollim” el camí que suposadament més aviat ens porta a la solució i això fa que els nodes tallats baixin respecte per exemple del BFS.

Mapa A:

A* Basica -> Resultat: 5 moviments, explorats=52, tallats=169, memòria=163, temps=8ms

Mapa B:

A* Basica -> Resultat: 31 moviments, explorats=153, tallats=227, memòria=166, temps=2ms

Mapa C:

A* Basica -> Resultat: 37 moviments, explorats=11171, tallats=43851, memòria=12950, temps=335ms

Mapa D:

A* Basica -> Resultat: 79 moviments, explorats=105382, tallats=651011, memòria=108006, temps=18110ms

RESULTATS FINALS

```
Algoritme,Mapa,Trobat,Longitud,NodesExplorats,NodesTallats,MemoriaPic,TempsMs
BFS,mapA,YES,5,154,570,281,15 DFS,mapA,YES,17,19,22,130,0
IDS,mapA,YES,5,319,468,139,3 A* Basica,mapA,YES,5,52,169,163,8 A*
Avancada,mapA,YES,7,17,32,106,1 BFS,mapB,YES,31,183,276,187,2
DFS,mapB,YES,33,78,90,117,1 IDS,mapB,YES,31,3499,4862,196,15 A*
Basica,mapB,YES,31,153,227,166,2 A* Avancada,mapB,YES,31,144,211,164,3
BFS,mapC,YES,37,13113,51940,14162,133 DFS,mapC,YES,50,10571,35576,2796,64
IDS,mapC,YES,37,750383,2602526,13043,3488 A*
Basica,mapC,YES,37,11171,43851,12950,335 A*
Avancada,mapC,YES,37,5240,20107,7052,232
BFS,mapD,YES,79,113818,702218,116251,3262
DFS,mapD,NO),-,786016,4595832,84332,19704
IDS,mapD,NO),-,8505240,47979867,80548,202411 A*
Basica,mapD,YES,79,105382,651011,108006,18110 A*
Avancada,mapD,YES,79,77684,479115,83808,14096
```

(Resultat de compilació (copia i pega))

== MAPA A ==

Executant BFS sobre mapA

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT]

BFS -> Resultat: 5 moviments, explorats=154, tallats=570, memòria=281, temps=15ms

Executant DFS sobre mapA

>SOLUCIO:[Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AVALL (clau), Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT]

DFS -> Resultat: 17 moviments, explorats=19, tallats=22, memòria=130, temps=0ms

Executant IDS sobre mapA

>SOLUCIO:[Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AVALL (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT]

IDS -> Resultat: 5 moviments. explorats=319, tallats=468, memòria=139, temps=3ms

Executant A* Basica sobre mapA

>SOLUCIO:[Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> AVALL (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT]

A* Basica -> Resultat: 5 moviments, explorats=52, tallats=169, memòria=163.

temp=8ms

Executant A* Avancada sobre mapA

>SOLUCIO:[Agent 1 -> AMUNT, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT]

A* Avancada -> Resultat: 7 moviments explorats=17, tallats=32, memòria=106

temp=1ms

Executant BFS sobre mapB

>SOLUCIO:[Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent
1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA,
Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 ->
AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA
(clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 ->
DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

BFS -> Resultat: 31 moviments, explorats=183, tallats=276, memòria=187, temps=2ms

Executant DFS sobre mapB

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT (clau), Agent
1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 ->
ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA,
Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 ->
AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 ->
AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,

Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

DFS -> Resultat: 33 moviments, explorats=78, tallats=90, memòria=117, temps=1ms
Executant IDS sobre mapB

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT (clau), Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

IDS -> Resultat: 31 moviments, explorats=3499, tallats=4862, memòria=196, temps=15ms

Executant A* Basica sobre mapB

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

A* Basica -> Resultat: 31 moviments, explorats=153, tallats=227, memòria=166, temps=2ms

Executant A* Avancada sobre mapB

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

A* Avancada -> Resultat: 31 moviments, explorats=144, tallats=211, memòria=164, temps=3ms

=====

== MAPA C ==

=====

Executant BFS sobre mapC

>SOLUCIO:[Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

BFS -> Resultat: 37 moviments, explorats=13113, tallats=51940, memòria=14162, temps=133ms

Executant DFS sobre mapC

DFS -> Resultat: 50 moviments, explorats=10571, tallats=35576, memòria=2796, temps=64ms

Executant IDS sobre mapC

IDS -> Resultat: 37 moviments, explorats=750383, tallats=2602526, memòria=13043, temps=3488ms

Executant A* Basica sobre mapC

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 1 -> AVALL, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 1 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA]

A* Basica -> Resultat: 37 moviments, explorats=11171, tallats=43851, memòria=12950. temps=335ms

Executant A* Avancada sobre mapC

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> AMUNT (clau), Agent
1 -> AVALL, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA, Agent 1 -> ESQUERRA,

A* Avancada -> Resultat: 37 moviments, explorats=5240, tallats=20107, memòria=7052, temps=232ms

== MAPA D

Executant BFS sobre mapD

BFS -> Resultat: 79 moviments, explorats=113818, tallats=702218, memòria=116251, temps=3262ms

Executant DFS sobre mapD

>SOLUCIO:null

DFS -> Resultat: sense solució, explorats=786016, tallats=4595832, memòria=84332, temps=19704ms

Executant IDS sobre mapD

>SOLUCIO: null

IDS -> Resultat: sense solució, explorats=8505240, tallats=47979867, memòria=80548, temps=202411ms

Executant A* Basica sobre mapD

>SOLUCIO:[Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 ->
DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA, Agent 1 -> DRETA,
Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 ->
AMUNT, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA,

Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> DRETA (clau), Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> AVALL, Agent 1 -> AMUNT (clau), Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AVALL, Agent 2 -> DRETA, Agent 2 -> ESQUERRA (clau), Agent 1 -> DRETA, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 2 -> AMUNT, Agent 1 -> DRETA (clau), Agent 2 -> ESQUERRA, Agent 2 -> ESQUERRA]

A* Basica -> Resultat: 79 moviments, explorats=105382, tallats=651011, memòria=108006, temps=18110ms

Executant A* Avancada sobre mapD

A* Avancada -> Resultat: 79 moviments, explorats=77684, tallats=479115, memòria=83808. temps=14096ms

CSV escrit a results.csv

BUILD SUCCESS

Total time: 04:23 min

Finished at: 2025-11-13T16:48:45+01:00

1