

Els **algorismes de recerca bàsics** vistos són els següents:

- Recerca en profunditat prioritària
- Recerca en amplada prioritària
- Recerca no determinista

En tots aquests algorismes no es fa servir cap informació sobre els camins simplement defineixen un ordre en la manera d'obrir els camins. L'algorisme que segueixen és el següent:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.
2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Afegir aquests nous camins, si n'hi ha, al cap/final/posició aleatòria de la llista.
3. FFins que
4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors **ÉXIT**
5. Sinó **FRACÀS**
6. FSi

En resum podem dir que aquests algorismes troben una solució al problema, però que aquesta solució probablement no és l'òptima.

En segon lloc tenim els algorismes de recerca heurística, hem vist els següents:

- Mètode de l'ascensió o escalada (*Hill-climbing*)
- Mètode de recerca en feix
- Mètode de primer el millor (*Best-First-Search, BFS*)

Aquests algorismes representen una millora respecte dels algorismes bàsics, en el sentit que fan servir una mesura heurística de la distància que queda per arribar al node final, amb l'objectiu de poder trobar un camí més ràpidament.

Un exemple de mesura heurística en el cas de buscar un camí dins un graf podria ser la següent:

$$f(\text{Node actual}) = \text{Distància en línia recta des del node actual al node final}$$

El mètode de l'ascensió es pot veure com una modificació de la profunditat prioritària, l'algorisme és el següent:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.
2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Ordenar aquests camins de millor a pitjor.
 - (e) Afegir aquests nous camins, si n'hi ha, al cap de la llista.
3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT
5. Sinó FRACÀS
6. FSi

El mètode de la recerca en feix es pot veure com una modificació a l'amplada prioritària amb el següent algorisme:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.
2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Ordenar aquests camins de millor a pitjor.
 - (e) Agafar els w primers camins del resultat del punt anterior i afegir-los al final de la llista inicial.

3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT
5. Sinó FRACÀS
6. FSi

I finalment la recerca en BFS segueix únicament l'ordre marcat pel valor de la funció heurística, l'algorisme és el següent:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.
2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Insertar els camins resultants del punt anterior a la llista inicial i ordenar tota la llista de millor a pitjor.

3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT
5. Sinó FRACÀS
6. FSi

Finalment el que s'estudiarà són els algorismes de recerca òptima, en aquest cas el que es pretén és trobar el millor camí, o camí òptim, segons algun criteri. Dins dels algorismes de recerca òptima podem veure dos algorismes bàsics:

- Algorisme del Museu Britànic
- Algorismes de Ramificació i cota (*Branch and Bound B&B*)

L'algorisme del Museu Britànic, consisteix en fer un recorregut de tots els possibles camins, i aleshores donar com solució el camí de tots aquests que és òptim. L'algorisme és el següent:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.

2. Fins que (Tots els camins acabin en el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista que no acaba en el node objectiu.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Insertar els camins resultants del punt anterior a la llista inicial.

3. FFins que

4. Si (la llista no es buida) llavors
 - (a) Calcular els costos d'atravessar cada camí.
 - (b) Ordenar-los de cost més petit a més gran.
 - (c) Seleccionar el primer com a solució

5. Sinó FRACÀS

6. FSi

Per altra banda, l'algorisme de la ramificació i cota, fa una recerca més dirigida considerant quin és el pes que ja porta acumulat un camí parcial dels que s'han obert, d'entre tots els camins parcials oberts s'expandeix sempre aquell camí que porta un pes acumulat més petit.

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.
2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)
o bé (la llista és buida)
Fer
 - (a) Treure el primer camí de la llista.
 - (b) Expandir el node final d'aquest camí.
 - (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
 - (d) Insertar els camins resultants del punt anterior a la llista inicial i ordenar tota la llista de millor a pitjor segons el cost que porten acumulat d'atravessar el camí parcial.

3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT

5. Sinó FRACÀS

6. FSi

L'algorisme de la ramificació i cota pot ser modificat per a millorar el seu comportament, d'aquí que ara es presentin dos algorismes més com a modificació del B&B:

- Mètode de la ramificació i cota, aplicant el principi de la programació dinàmica
- Mètode A*

El principi de la programació dinàmica, segueix la següent idea:

El millor camí passant per un lloc intermig específic, és el millor camí des de l'inici fins a aquest lloc intermig, seguit del millor camí des del lloc intermig fins a l'objectiu

és a dir, podem eliminar tots aquells camins que partint del mateix node arriben a un node donat amb un cost més alt acumulat. Per tant, aquesta modificació quedarà com:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.

2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)

o bé (la llista és buida)

Fer

- (a) Treure el primer camí de la llista.
- (b) Expandir el node final d'aquest camí.
- (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
- (d) Insertar els camins resultants del punt anterior a la llista.
- (e) Si (Dos o més camins parcials arriben al mateix node) llavors
 - i. D'aquests camins ens quedem només aquells que ho facin amb cost acumulat mínim.

FSi

- (f) Ordenar tota la llista resultant de millor a pitjor segons el cost que porten acumulat d'atravessar el camí parcial.

3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT

5. Sinó FRACÀS

6. FSi

Per altra banda el mètode A*, consisteix en modificar l'algorisme de la ramificació i cota, aplicant el principi de la programació dinàmica i fent servir també una heurística que mesuri aproximadament la longitud total d'un camí a partir d'un camí parcial d'aquest. La funció heurística tindrà la següent forma:

$$f(\text{node actual}) = g(\text{camí parcial}) + h(\text{node actual})$$

on

$g(\text{camí parcial})$: representa el cost acumulat pel camí parcial del node actual, des del principi fins al node actual. Aquesta component, no és una mesura heurística sinó que representa un cost real ja realitzat.

$h(\text{node actual})$: representa una estimació o mesura heurística del cost que hi ha des de aquest node fins a l'objectiu.

Aleshores l'algorisme A* serà el següent:

1. Formar una llista amb un sol element: el node arrel.

2. Fins que (el primer camí de la llista acabi amb el node objectiu)

o bé (la llista és buida)

Fer

- (a) Treure el primer camí de la llista.
- (b) Expandir el node final d'aquest camí.
- (c) Eliminar els cicles dels camins expandits.
- (d) Insertar els camins resultants del punt anterior a la llista.
- (e) Si (Dos o més camins parcials arriben al mateix node) llavors
 - i. D'aquests camins ens quedem només aquells que ho facin amb cost acumulat mínim.

FSi

- (f) Ordenar tota la llista resultant de millor a pitjor segons el valor que presenta la funció heurística, resultant de sumar el cost acumulat del camí parcial més una estimació del que queda per arribar a l'objectiu.

3. FFins que

4. Si (s'ha trobat el node objectiu) llavors ÉXIT

5. Sinó FRACÀS

6. FSi