Ayudantía Backtracking

Backtracking

Dafne Arriagada, Paula Grune, Joaquín Viñuela, Martín Illanes

MATERIAL DE APOYO

1. Cheatsheet C (notion resumen)
2. Ejercicios de práctica C
3. Cápsulas de semestres pasados

Dónde encuentro esto?

Links en ReadMe carpeta “Ayudantías” del repo

Motivación

Backtracking es como la vida: avanzas, la *cagas*, retrocedes y vuelves a empezar. Eso es aprender<3

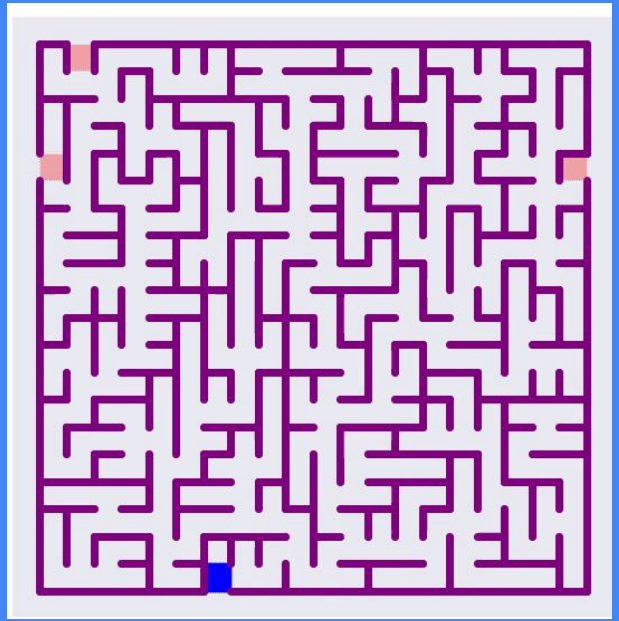
https://qiao.github.io/PathFinding.js/visual/

Recomendación

Película el efecto mariposa

Backtracking

6	2	3	7	1	8	9	4	5
4	5	9	2	3	6	1	8	7
8	7	1		9		3	2	6
9		4		7		2	5	1
7	1	8	9	5	2	6	3	4
2	6					7	9	8
5				8	7	4	1	2
1				6		8	7	3
3						5	6	9



💡 Backtracking es **igual o más rápido** que la fuerza bruta

¿Por qué Backtracking?

- Problemas de decisión: Búsqueda de una solución factible.
- Problemas de optimización: Búsqueda de la mejor solución.
- Problema de enumeración: Búsqueda de todas las soluciones posibles.

Backtracking

- **X**: variables
- **D**: dominios
  - **Dx**: dominio de **X**
- **C**: restricción
  - c/u para un subconjunto de **X**

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← alguna variable de X
    for v ∈ D_x:
        if x = v viola R, continue
        x ← v
        if is solvable(X − {x}, D, R):
            return true
        x ← ∅
    return false
```

Backtracking

¿Se puede mejorar este algoritmo?

Hay tres mejoras posibles:

- Podas
- Propagación
- Heurísticas

Poda

Se deducen restricciones a partir de las restricciones o asignaciones anteriores que pueden ser agregadas al problema.

En otras palabras, estamos **podando** parte del conjunto de caminos* a soluciones posibles.

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← alguna variable de X
    for v ∈ D_x:
        if x = v no es válida, continue
        x ← v
        if is solvable(X − {x}, D, R):
            return true
        x ← ∅
    return false
```

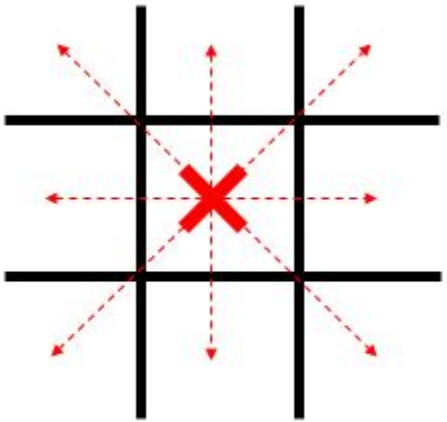
(*) Bajo la idea: Cada posible asignación genera un camino

Propagación

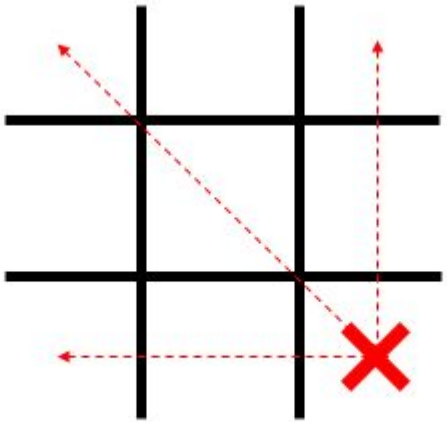
Cuando a una variable se le asigna un valor, se puede propagar esta información para luego poder **reducir el dominio** de valores **de otras variables**.

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← alguna variable de X
    for v ∈ D_x:
        if x = v viola R, continue
        x ← v, propagar
        if is solvable(X − {x}, D, R):
            return true
        x ← ∅ , propagar
    return false
```

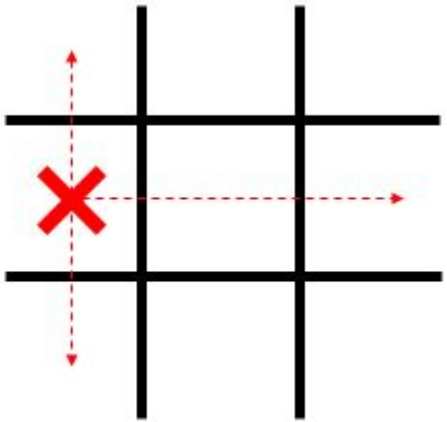
Heurística



4 ways to win the game



3 ways to win the game



2 ways to win the game

https://qiao.github.io/PathFinding.js/visual/

Heurística

Una heurística es una aproximación al mejor criterio para abordar un problema.

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← la mejor variable de X
    for v ∈ D_x, de mejor a peor:
        if x = v viola R, continue
        x ← v
        if is solvable(X − {x}, D, R):
            return true
        x ← ∅
    return false
```

} "lo mejor" respecto a lo que mi heurística determina

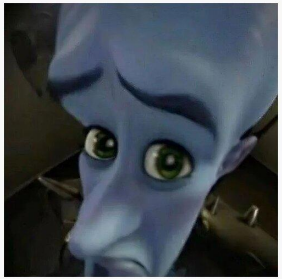
Heurística

Una heurística es una aproximación al mejor criterio para abordar un problema.

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← la mejor variable de X
    for v ∈ D_x, de mejor a peor:
        if x = v viola R, continue
        x ← v
        if is solvable(X − {x}, D, R):
            return true
        x ← ∅
    return false
```

} "lo mejor" respecto a lo que mi heurística determina

una mala heurística nos puede dejar así:



Enunciado

Para asegurar la conectividad del trasporte en el extremo sur del país existen tramos en los cuales se utilizan barcazas para llevar vehículos (autos particulares y camiones) entre dos puntos que no tienen conectividad por tierra. La capacidad de la barcaza se define en función de los metros lineales de vehículos que puede acomodar (4 filas de vehículos de máximo 15 metros cada fila son 60 metros lineales de capacidad máxima) y el peso máximo total que puede transportar (por ejemplo 240.000 kilos de carga). Así una barcaza B se define como

(`B.n_filas`, `B.m_por_fila`, `B.max_carga`).

Los vehículos V que están a la espera de transporte están en una fila y tienen determinado su largo y peso (`V.largo`, `V.peso`) expresados en metros y kilogramos.

(a) [1 pto.] Identifique las Variables, Dominios y Restricciones del problema.

(b) [3 ptos.] Diseñe un algoritmo para definir qué vehículos de la fila transportar de modo de maximizar la cantidad de vehículos sin superar la capacidad de la barcaza (en metros lineales totales y la carga máxima de la misma). **No considere** la capacidad de cada fila de la barcaza, sino la **capacidad total**.

(c) [2 ptos.] Modifique su algoritmo anterior para que entregue en qué fila de la barcaza va cada vehículo a transportar, al maximizar la cantidad de vehículos sin superar la capacidad de la barcaza.

Solución

(a) [1 pto.] Identifique las Variables, Dominios y Restricciones del problema.

Recordemos:

1. ¿Qué debemos modificar? (variables)

   Filas de la barcaza! (incluir largo y peso).

2. ¿Sobre qué iteramos para encontrar esta configuración? (dominios)

   Vehículos disponibles (y sus atributos).

3. Al colocar un vehículo, qué **NO** debe pasar? (restricciones)

   Pasarse de la carga de la barcaza o el largo máx. de la fila.

```
is solvable(X, D, R):
    if X = ∅, return true
    x ← la mejor variable de X
    for v ∈ D_x, de mejor a peor:
        if x = v viola R, continue
        x ← v
        if is solvable(X − {x}, D, R)
            return true
        x ← ∅
    return false
```

(b) [3 ptos.] Diseñe un algoritmo para definir qué vehículos de la fila transportar de modo de maximizar la cantidad de vehículos sin superar la capacidad de la barcaza (en metros lineales totales y la carga máxima de la misma). **No considere** la capacidad de cada fila de la barcaza, sino la **capacidad total**.

```
IsSolvable(X, D, R, M):
    if X.met_utilizados ≤ met_barcaza && X.p_utilizado ≤ p_max:
        if X.n_vehiculos ≥ M.n_vehiculos:
            M = X
        return True

    for v in D:
        agregar v a X
        if IsSolvable(X, D\{v}, R, M):
            marcar X como solución
        quitar vehículo de X
    return False
```

Caso Base

(c) [2 ptos.] Modifique su algoritmo anterior para que entregue en qué fila de la barcaza va cada vehículo a transportar, al maximizar la cantidad de vehículos sin superar la capacidad de la barcaza.

```
IsSolvable(X, D, R, M, F):
    if F > 4 return False
    if X.metros_utilizados[F] ≤ B.m_por_fila && X.p_utilizado ≤ p_max:
        if X.n_vehiculos ≥ M.n_vehiculos:
            M = X
        return True

    for v in D:
        agregar v a X en la fila F
        if IsSolvable(X, D\{v}, R, M, F):
            marcar X como solución
        else if IsSolvable(X, D/{v}, R, M, F + 1):
            marcar X como solución
        quitar vehículo de X
    return False
```