

Algoritmos - Actividad Guiada 1

Nombre: Domingo Jiménez Liébana

URL: <https://github.com/domiTEN/03miar-algoritmos-optimizacion>

Torres de Hanoi con Divide y vencerás

```
In [ ]: def Torres_Hanoi(N, desde, hasta):
    if N == 1:
        print("Lleva la ficha " ,desde , " hasta " , hasta )

    else:
        #Torres_Hanoi(N-1, desde, 6-desde-hasta )
        Torres_Hanoi(N-1, desde, 6-desde-hasta )
        print("Lleva la ficha " ,desde , " hasta " , hasta )
        #Torres_Hanoi(N-1,6-desde-hasta, hasta )
        Torres_Hanoi(N-1, 6-desde-hasta , hasta )

Torres_Hanoi(3, 1 , 3)
```

```
Lleva la ficha 1 hasta 3
Lleva la ficha 1 hasta 2
Lleva la ficha 3 hasta 2
Lleva la ficha 1 hasta 3
Lleva la ficha 2 hasta 1
Lleva la ficha 2 hasta 3
Lleva la ficha 1 hasta 3
```

```
In [ ]: #Sucesión_de_Fibonacci
#https://es.wikipedia.org/wiki/Sucesi%C3%B3n_de_Fibonacci
#Calculo del termino n-simo de la sucesión de Fibonacci
def Fibonacci(N:int):
    if N < 2:
        return 1
    else:
        return Fibonacci(N-1)+Fibonacci(N-2)

Fibonacci(5)
```

Out[]: 8

Devolución de cambio por técnica voraz

```
In [ ]: def cambio_monedas(N, SM):
    SOLUCION = [0]*len(SM)    #SOLUCION = [0,0,0,0,...]
    ValorAcumulado = 0

    for i,valor in enumerate(SM):
```

```

monedas = (N-ValorAcumulado)//valor
SOLUCION[i] = monedas
ValorAcumulado = ValorAcumulado + monedas*valor

if ValorAcumulado == N:
    return SOLUCION

cambio_monedas(15, [25, 10, 5, 1])

```

Out[]: [0, 1, 1, 0]

N-Reinas por técnica de vueta atrás

Este es el algoritmo al que he decidido aplicar la mejora.

Principalmente, lo que he hecho es reducir el número de llamadas a *es_prometedora* que tiene $O(n^2)$ ya que tiene un bucle que recorre en el pero de los casos todas las columnas (*for i in range(etapa+1)*) dentro de otro que también las recorre todas (*for j in range(i+1, etapa +1)*).

En general, el orden de eficiencia es $O(n! * n^2)$ ya que la vuelta atrás es $O(n!)$ y el método **es_prometedora** al que llama cada vez que coloca una reina, es $O(n^2)$.

La mejora la hago en 2 fases:

- **Mejora 1** en la que obtengo las posiciones inválidas de la siguiente columna con una función de $O(n)$ y evito llamadas a **es_prometedora**.
- **Mejora 2** en la que quito directamente las llamadas a **es_prometedora** y sólo llamo a la nueva función de $O(n)$, por lo que la eficiencia pasa de $O(n! * n^2)$ a $O(n! * n)$.

Los algoritmos se pueden ver más abajo, pero dejo una tabla comparativa de los tiempos aquí para consultarlos fácilmente.

Comparativa de algoritmos – Problema de las N Reinas

Número de Reinas	Algoritmo	CPU	Tiempo	Llamadas a 'es_prometedora'
4	Original	46 µs	46 µs	60
	Mejora 1	60 µs	133 µs	16
	Mejora 2	38 µs	38 µs	0
8	Original	17,8 ms	18,4 ms	15.720
	Mejora 1	6,3 ms	6,46	2.056

			ms	
	Mejora 2	4,04 ms	4,61 ms	0
12	Original	21 s	21,1 s	10.103.868
	Mejora 1	4,06 s	4,02 s	856.188
	Mejora 2	1,33 s	1,34 s	0

Algoritmo original

En primer lugar, saco a una celda las funciones "escribe" y "es_prometedora" que no cambiarán. Tan sólo le he añadido una variable "total" para contar el número de veces que "es_prometedora" es llamada.

```
In [92]: def escribe(S):
n = len(S)
for x in range(n):
    print("")
    for i in range(n):
        if S[i] == x+1:
            print(" X ", end="")
        else:
            print(" - ", end="")

total = 0
def es_prometedora(SOLUCION,etapa):
    global total
    total += 1
    #print(SOLUCION)
    #Si la solución tiene dos valores iguales no es valida => Dos re
    for i in range(etapa+1):
        #print("El valor " + str(SOLUCION[i]) + " está " + str(SOLUCIO
        if SOLUCION.count(SOLUCION[i]) > 1:
            return False

        #Verifica las diagonales
        for j in range(i+1, etapa +1 ):
            #print("Comprobando diagonal de " + str(i) + " y " + str(j))
            if abs(i-j) == abs(SOLUCION[i]-SOLUCION[j]) : return False
    return True
```

Esta es la solución original sin modificar. Tan sólo hago que imprima el tiempo que tarda en hacerlo para 12 reinas, el total de llamadas a "es_prometedora" y el total de soluciones encontradas.

Ejecutando este caso en mi máquina, ha tardado un total de **21,2 segundos** y ha hecho **10.103.868 llamadas a "es_prometedora"**.

```
In [93]: def reinas(N, solucion=[], etapa=0):
    if len(solucion) == 0:
```

```

    solucion=[0 for i in range(N)]

    for i in range(1, N+1):
        solucion[etapa] = i

        if es_prometedora(solucion, etapa):
            if etapa == N-1:
                #print(solucion)
                #escribe(solucion)
                #print()
                global total_soluciones
                total_soluciones += 1
            else:
                reinas(N, solucion, etapa+1)
        else:
            None

        solucion[etapa] = 0

    total_soluciones = 0
    total = 0
    %time reinas(12)
    print("Total de llamadas a es_prometedora: ", total)
    print("Total de soluciones encontradas: ", total_soluciones)

```

CPU times: user 21.9 s, sys: 132 ms, total: 22 s

Wall time: 22.2 s

Total de llamadas a es_prometedora: 10103868

Total de soluciones encontradas: 14200

Mejora 1: calcular posiciones inválidas de la columna para evitar llamadas a *es_prometedora*

Esta es la primera mejora que he hecho. Para ello, he añadido la función *get_column_invalid_positions* que calcula las posiciones inválidas para la siguiente columna basándose en la posición de las reinas ya colocadas. De esta manera, evitamos probar posiciones que ya sabemos que no funcionarán, reduciendo así el número de llamadas a "es_prometedora".

Ejecutando este caso en mi máquina, ha tardado un total de **4,02 segundos (16,08 segundos menos que el original)** y ha hecho **856.188 llamadas a "es_prometedora" (9.247.680 menos que el original)**.

```

In [94]: def get_column_invalid_positions(SOLUCION, etapa):
    invalid_positions = set()
    solucion_length = len(SOLUCION)

    for i in range(etapa + 1):
        row = SOLUCION[i]
        invalid_positions.add(row)

    diff = etapa - i
    diag_up = row - diff

```

```

diag_down = row + diff

if 1 <= diag_up <= solucion_length:
    invalid_positions.add(diag_up)
if 1 <= diag_down <= solucion_length:
    invalid_positions.add(diag_down)

return invalid_positions

```

```

In [96]: def reinas(N, solucion=[], etapa=0, invalid_positions=set()):
        if len(solucion) == 0:
            solucion=[0 for i in range(N)]

        for i in range(1, N+1):
            if i in invalid_positions:
                continue
            solucion[etapa] = i

            if es_prometedora(solucion, etapa):
                if etapa == N-1:
                    #print("Solución encontrada:")
                    #print(solucion)
                    #escribe(solucion)
                    #print()
                    global total_soluciones
                    total_soluciones += 1
                else:
                    invalid_positions_next = get_column_invalid_positions(soluc
reinas(N, solucion, etapa+1, invalid_positions_next)
            else:
                None

            solucion[etapa] = 0

total_soluciones = 0
total = 0
%time reinas(12)
print("Total de llamadas a es_prometedora: ", total)
print("Total de soluciones encontradas: ", total_soluciones)

```

CPU times: user 4.11 s, sys: 25.3 ms, total: 4.14 s

Wall time: 4.16 s

Total de llamadas a es_prometedora: 856188

Total de soluciones encontradas: 14200

Mejora 2: eliminación de la función *es_prometedora*

En este caso, tan sólo he modificado la función "reinas" para que directamente, no se realice ninguna llamada a "es_prometedora" ya que cada vez que avanzamos una columna, sólo probamos a poner las reinas en posiciones que son correctas. Por tanto, al posicionar una reina en la última columna, quiere decir que hemos encontrado una solución correcta.

Ejecutando este caso en mi máquina, ha tardado un total de **1,33 segundos**

(19,87 segundos menos que el original) y ha hecho 0 llamadas a "es_prometedora".

```
In [97]: def reinas(N, solucion=[], etapa=0, invalid_positions=set()):
    if len(solucion) == 0:
        solucion=[0 for i in range(N)]

    for i in range(1, N+1):
        if i in invalid_positions:
            continue
        solucion[etapa] = i

    if etapa == N-1:
        global total_soluciones
        total_soluciones += 1
        #print("Solución encontrada:")
        #print(solucion)
        #escribe(solucion)
        #print()
    else:
        invalid_positions_next = get_column_invalid_positions(soluc
        reinas(N, solucion, etapa+1, invalid_positions_next)

    solucion[etapa] = 0

total_soluciones = 0
total = 0
%time reinas(12)
print("Total de llamadas a es_prometedora: ", total)
print("Total de soluciones encontradas: ", total_soluciones)
```

CPU times: user 1.36 s, sys: 5.64 ms, total: 1.36 s

Wall time: 1.37 s

Total de llamadas a es_prometedora: 0

Total de soluciones encontradas: 14200

Viaje por el rio. Programación dinámica

```
In [3]: TARIFAS = [
    [0,5,4,3,999,999,999],
    [999,0,999,2,3,999,11],
    [999,999, 0,1,999,4,10],
    [999,999,999, 0,5,6,9],
    [999,999, 999,999,0,999,4],
    [999,999, 999,999,999,0,3],
    [999,999,999,999,999,999,0]
]

#####
def Precios(TARIFAS):
    #####
    #Total de Nodos
```

```

N = len(TARIFAS[0])

#Inicialización de la tabla de precios
PRECIOS = [ [9999]*N for i in range(N)]
RUTA = [ [""]*N for i in range(N)]

for i in range(0,N-1):
    RUTA[i][i] = i                    #Para ir de i a i se "pasa por i"
    PRECIOS[i][i] = 0                 #Para ir de i a i se se paga 0
    for j in range(i+1, N):
        MIN = TARIFAS[i][j]
        RUTA[i][j] = i

        for k in range(i, j):
            if PRECIOS[i][k] + TARIFAS[k][j] < MIN:
                MIN = min(MIN, PRECIOS[i][k] + TARIFAS[k][j] )
                RUTA[i][j] = k          #Anota que para ir de i a j hay
            PRECIOS[i][j] = MIN

    return PRECIOS, RUTA
#####

PRECIOS, RUTA = Precios(TARIFAS)
#print(PRECIOS[0][6])

print("PRECIOS")
for i in range(len(TARIFAS)):
    print(PRECIOS[i])

print("\nRUTA")
for i in range(len(TARIFAS)):
    print(RUTA[i])

#Determinar la ruta con Recursividad
def calcular_ruta(RUTA, desde, hasta):
    if desde == hasta:
        #print("Ir a :" + str(desde))
        return ""
    else:
        return str(calcular_ruta( RUTA, desde, RUTA[desde][hasta])) +
            ', ' + \
            str(RUTA[desde][hasta] \
            )

print("\nLa ruta es:")
calcular_ruta(RUTA, 0,6)

```

PRECIOS

```
[0, 5, 4, 3, 8, 8, 11]
[9999, 0, 999, 2, 3, 8, 7]
[9999, 9999, 0, 1, 6, 4, 7]
[9999, 9999, 9999, 0, 5, 6, 9]
[9999, 9999, 9999, 9999, 0, 999, 4]
[9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 0, 3]
[9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 9999]
```

RUTA

```
[0, 0, 0, 0, 1, 2, 5]
['', 1, 1, 1, 1, 3, 4]
['', '', 2, 2, 3, 2, 5]
['', '', '', 3, 3, 3, 3]
['', '', '', '', 4, 4, 4]
['', '', '', '', '', 5, 5]
['', '', '', '', '', '', '']
```

La ruta es:

```
Out[3]: ',0,2,5'
```