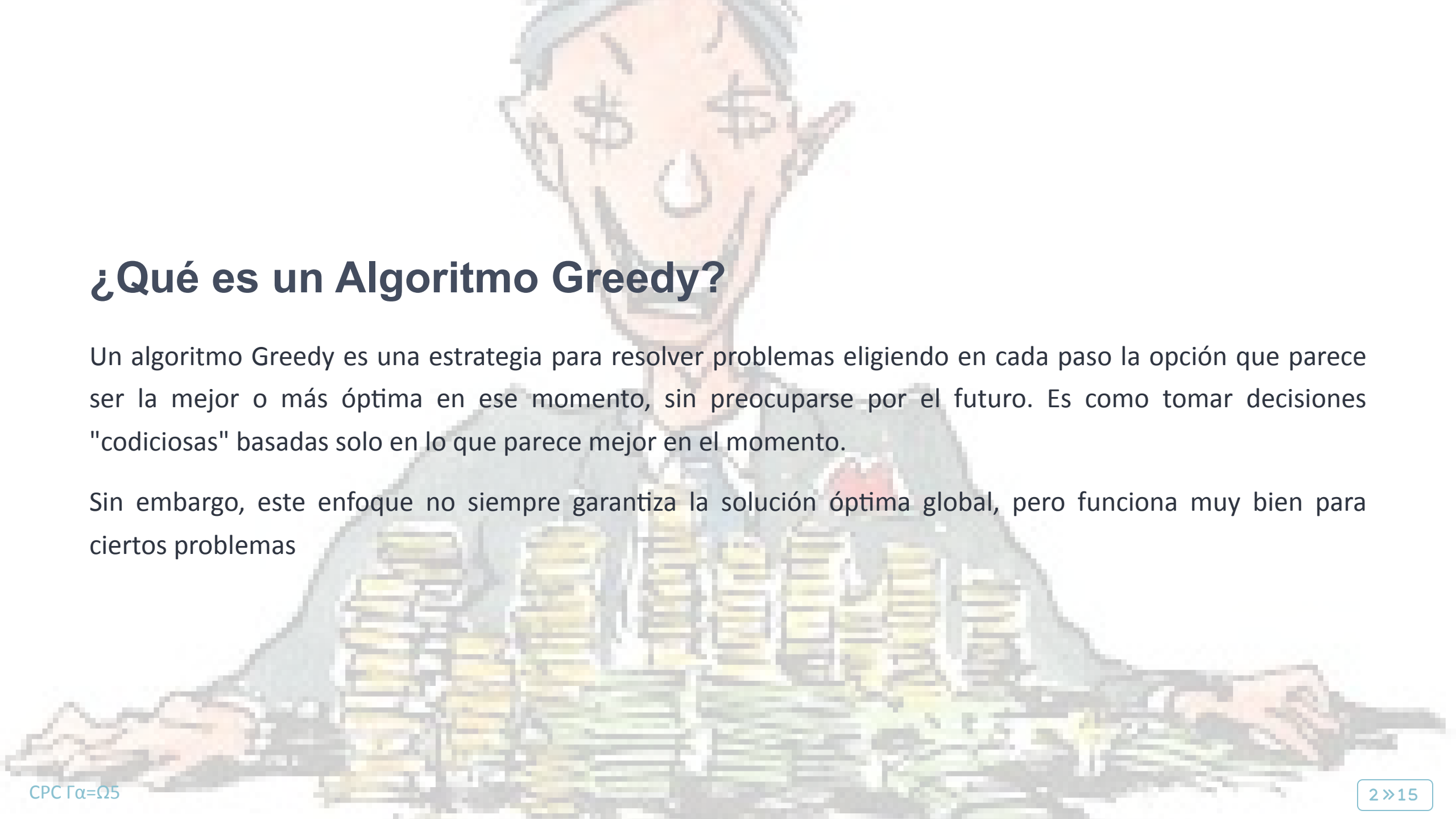
[Γα=Ω5]

Paradigma Greedy

Por Alan Martinez



¿Qué es un Algoritmo Greedy?

Un algoritmo Greedy es una estrategia para resolver problemas eligiendo en cada paso la opción que parece ser la mejor o más óptima en ese momento, sin preocuparse por el futuro. Es como tomar decisiones "codiciosas" basadas solo en lo que parece mejor en el momento.

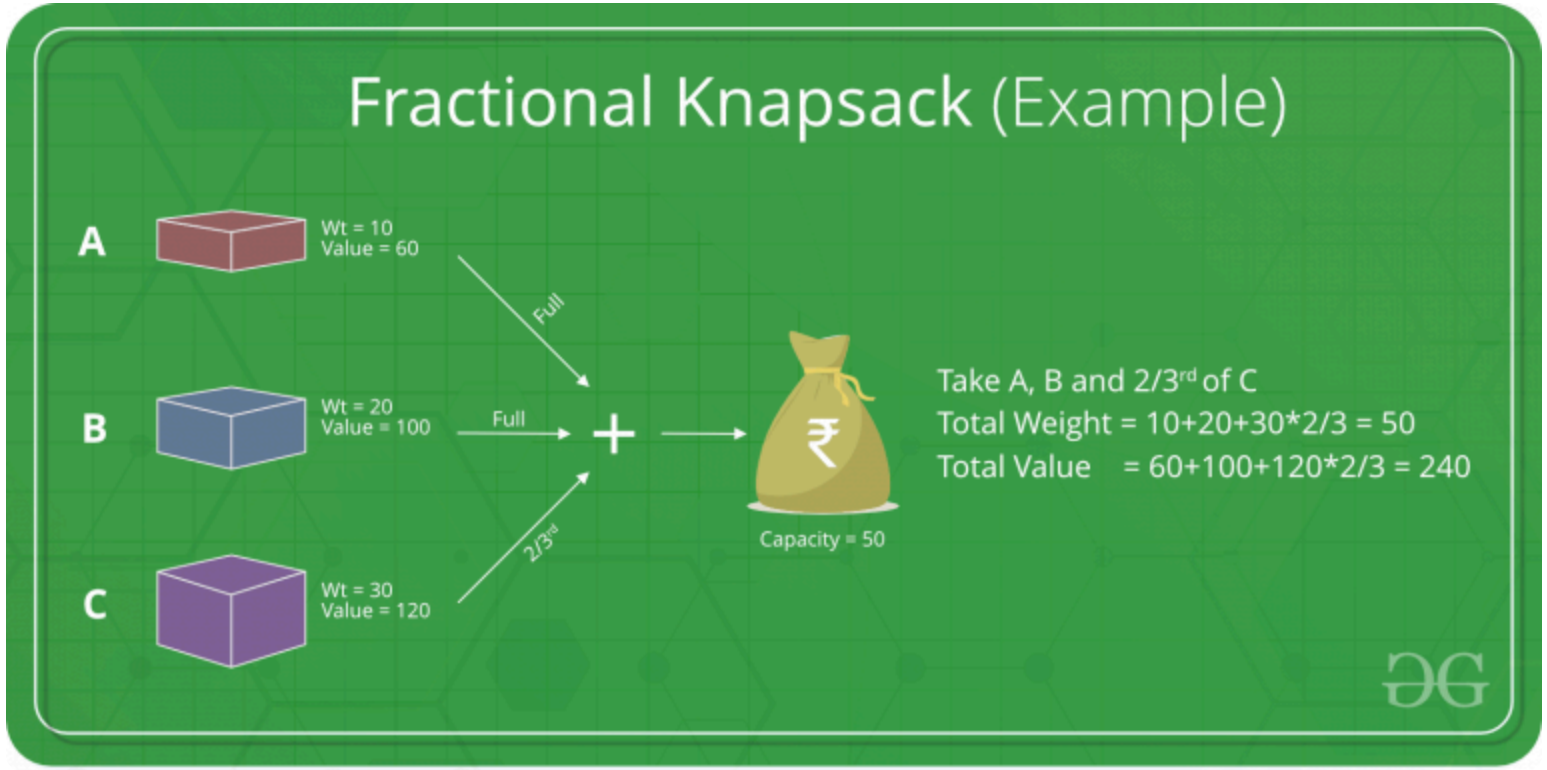
Sin embargo, este enfoque no siempre garantiza la solución óptima global, pero funciona muy bien para ciertos problemas

Características Principales

- **Decisiones locales:** En cada paso, se elige la opción que parece mejor.
- **No reconsidera decisiones pasadas:** Una vez tomada una decisión, no se vuelve atrás.
- **No garantiza la mejor solución:** Aunque es rápido, no siempre encuentra la solución óptima global.

Ejemplo

Por ejemplo, considere el problema fraccional de Knapsack. La estrategia óptima local es elegir el elemento que tiene el valor máximo vs ratio de peso. Esta estrategia también conduce a una solución globalmente óptima porque se nos permite tomar fracciones de un artículo.



Estructura basica

- Declarar un resultado vacio = 0.
- Hacemos una elección Greedy para seleccionar
- Si la elección es factible añadirlo al resultado final.
- Retornar el resultado.

Elementos del algoritmo

Para poder resolver un problema usando el enfoque greedy, tendremos que considerar, 6 elementos:

1. **Conjunto de candidatos** (elementos seleccionables).
2. **Solución parcial** (candidatos seleccionados).
3. **Función de selección** (determina el mejor candidato del conjunto de candidatos seleccionables).
4. **Función de factibilidad** (determina si es posible
   completar la solución parcial para alcanzar una solución del problema).
5. **Criterio que define lo que es una solución**(indica si la solución parcial obtenida resuelve el problema).
6. **Función objetivo** (valor de la solución alcanzada)

Problema:

Supongamos que tienes un conjunto de monedas con diferentes valores (por ejemplo, 1, 5, 10, 25 centavos) y deseas dar cambio a un cliente usando la menor cantidad de monedas posible.

1. **Conjunto de candidatos**: En este caso, el conjunto de candidatos son las monedas disponibles para dar cambio, es decir, las monedas de 1, 5, 10 y 25 centavos.
2. **Solución parcial**: Al comenzar, no hemos seleccionado ninguna moneda, por lo que la solución parcial es vacía.
3. **Función de selección**: La función de selección determina el mejor candidato del conjunto de monedas seleccionables. En este caso, el candidato seleccionado sería la moneda de mayor valor que no exceda el cambio que debemos dar. Por ejemplo, si debemos dar 16 centavos de cambio, seleccionaríamos la moneda de 10 centavos.

4. **Función de factibilidad**: La función de factibilidad determina si es posible completar la solución parcial para alcanzar una solución del problema. En este caso, si la moneda seleccionada es menor o igual al cambio restante, la solución es factible. Si no, tendríamos que seleccionar una moneda de menor valor.
5. **Criterio que define lo que es una solución**: En este caso, una solución parcial se considera una solución completa cuando hemos dado cambio por completo al cliente.
6. **Función objetivo**: La función objetivo en este caso sería el valor total de las monedas seleccionadas, es decir, el valor del cambio entregado.

Supongamos que debemos dar 47 centavos de cambio a un cliente:

1. **Conjunto de candidatos:** {25 centavos, 10 centavos, 5 centavos, 1 centavo}
2. **Solución parcial**: {}
3. **Función de selección"** Seleccionamos la moneda de 25 centavos (la de mayor valor que no excede el cambio).
4. **Función de factibilidad:** La solución parcial es factible, ya que 25 centavos es menor o igual a 47 centavos.
5. **Criterio que define lo que es una solución:** La solución parcial no es completa todavía, ya que falta dar 22 centavos de cambio.
6. **Función objetivo:** El valor de la solución actual es 25 centavos.

Luego, repetiríamos los pasos 3-6 hasta completar el cambio. En este caso, seleccionaríamos una moneda de 10 centavos, luego una de 10 centavos nuevamente, y finalmente una de 1 centavo, lo que nos daría un total de 47 centavos de cambio con la menor cantidad de monedas posible.

Codigo del ejemplo

Funcion auxiliar

```
vector<int> darCambio(int cambio) {
    vector<int> monedas = {25, 10, 5, 1};
    vector<int> solucion;
    for (int i = 0; i < monedas.size(); i++){
        while (cambio >= monedas[i]) {
            solucion.push_back(monedas[i]);
            cambio -= monedas[i];
        }
    }
    return solucion;
}
```

Main

```
int main() {
    int cantidadCambio;
    cin >> cantidadCambio;
    vector<int> solucion = darCambio(cantidadCambio);
    cout << cantidadCambio << ".";
    for (int i = 0; i < solucion.size(); i++){
        cout << solucion[i] << endl;
    }
    return 0;
}
```

Ventajas y Desventajas de Greedy

Ventajas	Desventajas
Simplicidad: Fácil de entender y usar	No siempre garantiza la solución óptima
Velocidad: Decisiones rápidas	A veces la mejor opción local no es global
Implementación directa	Puede necesitar validación o ajustes
Funciona bien en ciertos problemas óptimos	Limitado a problemas específicos

¿Cuando aplicar greedy?

Un problema puede ser resuelto de manera greedy si cumple las siguientes dos condiciones:

- Tiene sub-estructuras óptimas
- Cumple la propiedad de selección: Eligiendo la solución óptima para cada subproblema resultante, llegamos a la solución óptima general. **NUNCA** es necesario reconsiderar las soluciones anteriores.
- Cuando el problema tengo una forma similar a problemas del viajero, el problema de la mochila (Knapsack), codificación de Huffman, y algoritmos como Prim, Kruskal y Dijkstra.

> Recordar que un problema greedy se pude confundir con busqueda binaria o two pointers, por eso hay que recordar estas condiciones.

Problemas

- **1353B** Two Arrays And Swaps⮭
- **1676B** Equal Candies⮭

Referencias

- Apna College. (2021). *Greedy Algorithm | Minimum Coins Problem | DSA | Apna College* [Video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=ALtJncFD8N8
- CPCFI. (s.f.). *Greedy Algorithm Lectures*. Recuperado de https://github.com/CPCFI-org/lectures/tree/main/3-CS-DQ-Greedy
- GeeksforGeeks. (s.f.). *C Program for Greedy Algorithm to Find Minimum Number of Coins*. Recuperado de https://www.geeksforgeeks.org/c-program-for-greedy-algorithm-to-find-minimum-number-of-coins/
- GeeksforGeeks. (s.f.). *Greedy Algorithms*. Recuperado de https://www.geeksforgeeks.org/greedy-algorithms/
- GeeksforGeeks. (s.f.). *Introduction to Greedy Algorithm - Data Structures and Algorithm Tutorials*. Recuperado de https://www.geeksforgeeks.org/introduction-to-greedy-algorithm-data-structures-and-algorithm-tutorials/
- University of Granada. (s.f.). *Greedy Algorithms*. Recuperado de https://elvex.ugr.es/decsai/algorithms/slides/4 greedy.pdf