

# Práctica 3

## Algoritmos Greedy

ÓSCAR BERMÚDEZ,  
FRANCISCO DAVID CHARTE,  
IGNACIO CORDÓN,  
JOSÉ CARLOS ENTRENA,  
MARIO ROMÁN  
*Universidad de Granada*  
23 de abril de 2014

### Resumen

## Índice

<b>1. Terminales de venta</b>	<b>3</b>
1.1. Algoritmo . . . . .	3
1.2. Implementación . . . . .	3
1.3. Contraejemplo: Sellos . . . . .	4
<b>2. Red de comunicaciones</b>	<b>4</b>
2.1. Algoritmo . . . . .	4
2.2. Triangulación de Delaunay . . . . .	5
<b>3. Segmentación de clientes</b>	<b>6</b>
3.1. Algoritmo . . . . .	6
<b>4. Asignación de trabajos</b>	<b>7</b>
<b>5. Asignación de aulas</b>	<b>7</b>
<b>6. Memorias caché</b>	<b>7</b>

## 7. El problema de asignación cuadrática

7

## 1. Terminales de venta

El problema de los terminales de venta consiste en, dada una cantidad de dinero, conseguir el mínimo número de monedas posible para devolverlo al cliente. Diseñar un algoritmo Greedy que resuelva esta situación es sencillo, dados los siguientes valores de las monedas de euro: 0.01, 0.02, 0.05, 0.10, 0.20, 0.50 y 1 euro.

### 1.1. Algoritmo

La técnica que se seguirá es ir escogiendo la mayor cantidad de monedas del mayor valor posible sin superar la cantidad de dinero restante a cada momento:

---

**Algoritmo 1** Devolución en mínimo número de monedas

---

**Entrada:**

monedas, vector con los valores de monedas disponibles  
precio, cantidad de dinero a devolver

- 1: Ordenar monedas de mayor a menor
  - 2: Crear un vector vuelta
  - 3: **para cada** moneda en monedas
  - 4:   cantidad  $\leftarrow$  precio / moneda
  - 5:   precio  $\leftarrow$  precio - cantidad moneda
  - 6:   Añadir [moneda, cantidad] a vuelta
  - 7: **fin para**
  - 8: **devolver** vuelta
- 

### 1.2. Implementación

Implementamos el algoritmo diseñado en Ruby.

```
def cambio (monedas, precio)
  vuelta = []

  monedas.sort.reverse.each { |moneda|
    numero_monedas = precio / moneda
    precio = precio - numero_monedas*moneda

    vuelta.push [moneda, numero_monedas]
```

```

    }

    return vuelta
end

```

### 1.3. Contraejemplo: Sellos

El buen funcionamiento del algoritmo dependerá de los valores de posibles monedas que se utilicen. En el ejemplo de los sellos de valores 0.54, 0.32, 0.17 y 0.01 euros, habrá casos en los que el algoritmo no consiga el mínimo número de monedas. Por ejemplo, si queremos obtener un valor de 0.34 euros:

- Solución del algoritmo:  $0.32 + 0.01 + 0.01$  (3 sellos)
- Solución óptima:  $0.17 + 0.17$  (2 sellos)

Esto se debe a que hay valores de sellos cuyo doble es mayor que otro valor, es decir, con dos sellos de 0.17 se consiguen 34 céntimos, que es mayor que otro sello existente superior al de 17, el sello de 32 céntimos. Esto provoca que el algoritmo escoja un sello de mayor valor de forma equivocada, ya que con dos sellos de menor valor se reduce más la distancia al objetivo, pudiendo llegar a una solución mejor.

## 2. Red de comunicaciones

### 2.1. Algoritmo

Dado un conjunto de ciudades, buscamos interconectarlas con una red que minimice la longitud de red. Modelizaremos el problema como un grafo completo  $G$  del conjunto de ciudades  $E$ . Con aristas  $V = \{[a, b] \mid a, b \in C\}$ , donde la arista conectando los nodos  $a$  y  $b$  tiene peso igual a la distancia que los separa:

$$\forall [a, b] \in V : w([a, b]) = \text{dist}(a, b) \quad (1)$$

Pretendemos interconectar ciudades de manera que la suma total de las distancias de los caminos hechos sea mínima. Es decir, buscamos el subgrafo

recubridor de menor peso. Como un grafo recubridor con ciclos tiene siempre un subgrafo recubridor estrictamente contenido en él, buscamos sólo entre los grafos acíclicos. El subgrafo acíclico recubridor de menor costo es el árbol recubridor minimal. Es decir, buscamos el árbol recubridor minimal euclídeo de un conjunto de puntos.

Son conocidos los algoritmos de Prim y Kruskal para calcular el árbol recubridor minimal. Ambos alcanzan una complejidad temporal de  $\mathcal{O}(|E|\log|V|)$  usando árboles binarios y listas de adyacencia para representar el grafo.

---

#### **Algoritmo 2** Algoritmo de Kruskal

---

**Entrada:**

grafo, grafo inicial del que se calcula el árbol minimal

```

1: árbol= $\emptyset$ 
2: para cada  $v$  en grafo.vértices:
3:   Crea componente conexas  $\text{set}(v)$ 
4: fin para
5: para cada arista  $(u, v)$  en grafo.aristas:
6:   si  $\text{componente}(u) \neq \text{componente}(v)$  entonces
7:     árbol.añadir( $(u, v)$ )
8:     unir( $\text{componente}(u), \text{componente}(v)$ )
9:   fin si
10: fin para
11: devolver árbol

```

---

## **2.2. Triangulación de Delaunay**

Para reducir la carga del algoritmo, podemos reducir el grafo sobre el que buscamos el árbol generador minimal. El grafo inicial es completo, ya que toda ciudad es susceptible de ser comunicada con cualquiera otra. Pero al ser un grafo completo sobre puntos en un plano euclídeo, podemos aprovechar las propiedades de la distancia para reducir el grafo sobre el que buscamos.

Sin embargo, podemos demostrar que el árbol generador minimal está contenido en la triangulación de Delaunay; y que, por tanto, sólo es necesario aplicar el algoritmo de Kruskal o Prim al subgrafo resultante de la triangulación.

*Demostración.* Demostraremos que cada arista del árbol generador está contenida en la triangulación de Delaunay. Sea  $(p, q)$  una arista arbitraria del

árbol generador. Consideramos el círculo que tiene como diámetro  $\overline{pq}$ , si hubiera otro punto  $r$  en este círculo, tendríamos:

$$\overrightarrow{pr} \leq \overrightarrow{pq} \quad \overrightarrow{rq} \leq \overrightarrow{pq} \quad (2)$$

Y entonces podríamos formar el ciclo  $p, r, q, p$ . Sabemos que la arista de mayor peso en un ciclo no forma parte del árbol generador minimal y por tanto  $\overline{pq}$  no pertenecería a él, llegando a contradicción.

Así, no puede haber ningún punto en el círculo que tiene como diámetro a  $\overline{pq}$ . Una arista que cumple esto está forzosamente en el diagrama de Delaunay, por aplicación de la Condición de Delaunay.  $\square$

---

### Algoritmo 3 Red de comunicaciones

---

**Entrada:**

ciudades, coordenadas de un conjunto de ciudades

```

1: grafo.vértices = ciudades
2: grafo.aristas = [(u,v) |  $\forall (u,v) \in \text{Delaunay}(\text{ciudades})$ ]
3: devolver Kruskal(grafo)

```

---

## 3. Segmentación de clientes

### 3.1. Algoritmo

Agruparemos clientes según similitud por su vector de características. Dado un conjunto de vectores en  $\mathbb{R}^n$  queremos realizar una partición en  $k$  subconjuntos tales que la suma de las distancias entre ellos sea máxima.

Usaremos el algoritmo de Kruskal para generar el árbol generador minimal, y, posteriormente, retiraremos las  $k$  aristas de mayor peso, generando así  $k$  componentes conexas que se corresponden con los  $k$  grupos elegidos.

4. **Asignación de trabajos**
5. **Asignación de aulas**
6. **Memorias caché**
7. **El problema de asignación cuadrática**