



DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Práctico III

Enrutamiento de Vehículos con Capacidad

Algoritmos y Estructuras de Datos III
Segundo Cuatrimestre de 2018

Integrante	LU	Correo electrónico
Bernardo Tuso	792/14	btuso.95@gmail.com
Celeste Rodriguez	639/16	cmrodriguez997@gmail.com
Facundo Linlaud	561/16	facundolinlaud@gmail.com
Philip Garrett	318/14	garrett.phg@gmail.com



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (54 11) 4576-3359

<http://www.fcen.uba.ar>

Índice

1. Introducción	3
1.1. Enrutamiento de Vehículos con Capacidad ¿De qué hablamos?	3
1.1.1. Del papel a la práctica	3
1.1.2. Ejemplos	4
2. Implementaciones	4
2.1. Heurística Constructiva Golosa	4

1. Introducción

1.1. Enrutamiento de Vehículos con Capacidad ¿De qué hablamos?

Supongamos que somos distribuidores de un producto, tenemos varios clientes en distintas ciudades a los cuales debemos hacer llegar nuestro producto con nuestro camión distribuidor. Ahora bien, queremos lograr esto recorriendo la menor distancia posible y visitando a cada cliente una única vez para luego volver a nuestro depósito, ¿cómo lograrlo? Podemos simplemente dibujar en el mapa y tardar un buen tiempo hasta resolverlo. Nuestro negocio crece, y ahora tenemos una flota de camiones disponible para realizar la tarea. Sin embargo, no queremos que dos camiones pasen por la misma ciudad/cliente, pero también queremos realizar la distribución en recorriendo la menor distancia, como antes. ¿Cómo resolver nuestra inquietud? ¿Cómo diseñar rutas que cumplan el objetivo?

La problemática descrita anteriormente es conocida como "Problema de Enrutamiento de Vehículos", VRP por sus siglas en inglés. Se trata de un problema de optimización combinatoria en el que debemos cumplir ciertos requisitos:

- Cada ruta que diseñemos para visitar un cliente, debe ser de costo mínimo
- Cada camión debe iniciar y finalizar su recorrido en el depósito
- Cada cliente solo puede ser visitado una única vez
- Cada cliente solo puede ser visitado por un vehículo (corolario del anterior)

Nos encontramos con una restricción más, cada vehículo tiene una capacidad máxima, dado que somos distribuidores que cumplen la ley, no debemos sobrepasar dicha capacidad. Generamos entonces una variante del problema original, ante nosotros el problema de "Enrutamiento de Vehículos con Capacidad", también conocido como CVRP.

En términos más formales, sea G un grafo cualquiera con V su conjunto de vértices y E su conjunto de aristas, que asumiremos no dirigidas. En V encontraremos un primer nodo representante de nuestro depósito y los nodos siguientes los clientes a visitar. La distancia, o costo, entre dos vértices es representada por un valor asociado a cada arista entre un par de vértices (i, j) . Cada vértice del grafo cuenta con una indicación acerca del volumen que debemos entregar a cada cliente. El costo total de una ruta es la suma de los costos de las rutas que lo componen, cada cual tiene su costo compuesto por la suma de cada una de las aristas que lo componen.

1.1.1. Del papel a la práctica

Dejando de lado la teoría, ¿Cómo podemos llevar el problema de "Enrutamiento de Vehículos con Capacidad" a la vida real? ¿A qué situación podemos vincular un modelo de CVRP?

En primer lugar, continuando con el ejemplo presentado anteriormente, si nosotros tuviéramos que distribuir un producto para varios clientes, seguramente nos inclinaríamos por una solución que cumpla con este modelo. Según describe el paper "The Impact of a Decision-Support System for Vehicle Routeing in a Foodservice Supply Situation" de Steven R. Evans y John P. Norback, la empresa Kraft ha determinado aproximadamente un ahorro del 10,7% en 10 casos de rutas de distribución.

Más cercano al día a día podemos encontrar el caso de los camiones recolectores de basura. Los mismos no distribuyen un producto si no que recolectan. Sin embargo, también cuentan con una capacidad limitada para cargar, parten de un depósito y vuelven al mismo y deben pasar por cada punto sin dejar basura no recolectada.

1.1.2. Ejemplos

2. Implementaciones

2.1. Heurística Constructiva Golosa

Utilizamos un enfoque **goloso** a la hora de diseñar este algoritmo, que comienza con una lista ordenada vacía C de camiones (y por ende rutas) fabricando una solución vértice por vértice, es decir, constructivamente. El algoritmo toma como datos de entrada la lista de vértices V que representan los *clientes* que deben ser visitados por los camiones. Su funcionamiento está dividido en cuatro etapas definidas a continuación:

Paso 1. Ordenar V por la demanda de cada vértice

Paso 2. Elegir los vértices de mayor demanda compatibles con el espacio sobrante de mi último camión en C . De no existir ningún vértice con estas características, se despacha el camión al depósito, se invoca uno nuevo con capacidad libre máxima y se eligen los vértices más demandantes.

Paso 3. De la selección previa, se ordenan los vértices por cercanía al **depósito**

Paso 4. De estos últimos se escogen K vértices y entre ellos se obtiene el nodo más cercano al camión en cuestión. Este será el siguiente vértice a ser visitado por un camión