

Problema de Localización de Plantas con Capacidades y Distancias Limitadas

Maria Albareda
UCIIM, Madrid

Elena Fernández
UPC, Barcelona

Gilbert Laporte
HÉC, Montréal

Toma de Decisiones en Logística y Cadena de Suministro

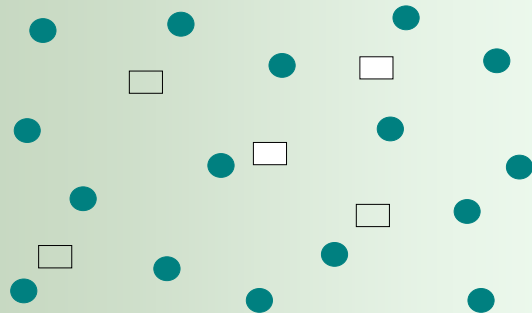
Madrid, 21 de abril de 2006

Esquema

- Motivación
- Aspectos de la modelización
 - Modelo estándar
 - Modelo agregado
- Búsqueda tabú para CDCPLP
- Conclusiones y líneas de investigación

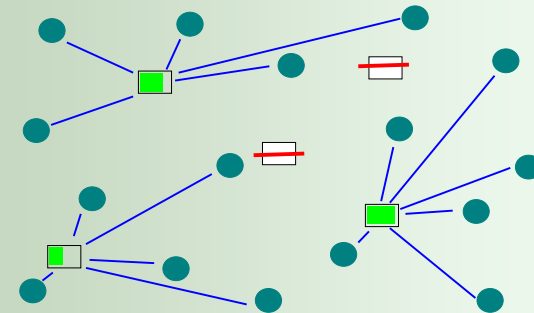
Motivación

En problemas de localización discreta:



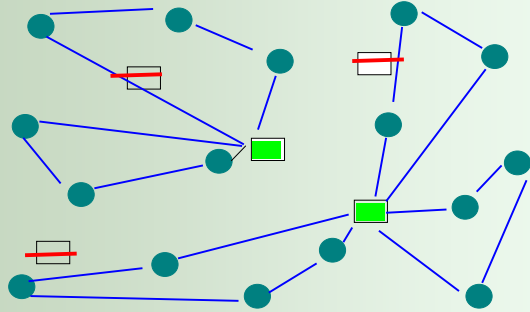
Motivación

Localización con capacidades y asignación única



Motivación

Problemas combinados de localización-rutas



Motivación

Problemas combinados de localización-rutas

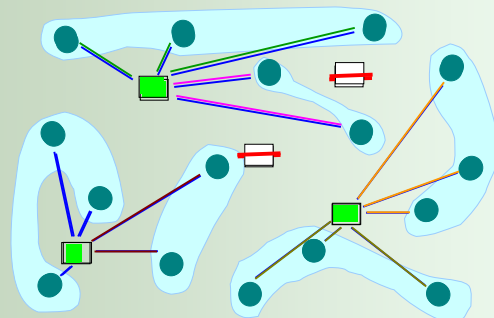
■ Múltiples decisiones:

1. Localización de las "plantas".
2. Asignación de clientes a plantas. } Estudios (SSCPLP)
3. Agrupación de clientes asignados a una planta.
4. Diseño de las rutas para cada grupo.

¿ Qué podemos aprender considerando 1+2+3 ?

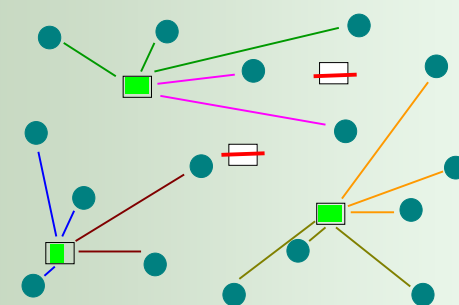
Motivación

Nuevo Problema: Localización de Plantas con Capacidades y Distancias Limitadas



Motivación

Observación: Modela situaciones donde un vehículo realiza múltiples viajes p-c-p



Descripción del problema

Dados:

- J (plantas) con coste f_j , cap. N
- K (vehículos) con coste g , límite L
- I (clientes, i)
- Demandas d_{ij} , distancias T_{ij} y costes c_{ij}

Decidir:

- El conjunto de plantas a abrir
- La asignación de clientes a estas plantas
- La utilización de los vehículos

Descripción del problema

De forma que:

- Todos los clientes sean atendidos por un vehículo
- Se respeten las capacidades de las plantas
- Ningún vehículo exceda la distancia límite

Y el coste total:

apertura + utilización de vehículos + asignación
sea el menor posible

Modelización

$$\begin{aligned}
 \text{(P) Minimize } & \sum_{j \in J} f_j y_j + g \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} z_{jk} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} \left[\sum_{k \in K} x_{ijk} \right] \\
 \text{s.t. } & \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} = 1 & \forall i \in I \\
 & \sum_{i \in I} T_{ij} x_{ijk} \leq L z_{jk} & \forall j \in J, k \in K \\
 & \sum_{i \in I} d_{ij} \left[\sum_{k \in K} x_{ijk} \right] \leq b_j y_j & \forall j \in J \\
 & z_{jk} \leq y_j & \forall j \in J, k \in K \\
 & x_{ijk} \leq z_{jk} & \forall i \in I, j \in J, k \in K \\
 & z_{jk} \leq z_{j(k-1)} & \forall j \in J, k \in K \setminus \{1\} \\
 & x_{ijk}, y_j, z_{jk} \in \{0, 1\} & \forall i \in I, j \in J, k \in K
 \end{aligned}$$

Modelización: relajación

Relajar la condición:

“Cada cliente debe ser atendido por un **único** vehículo”

permite agregar variables referentes a una misma planta:

- \hat{y}_{ik} : se abre la planta i con k vehículos
- \hat{x}_{ik} : se atiende al cliente i desde la planta k

Modelo de la relajación:

$$\begin{aligned} \text{(RP) Minimize } & \sum_{j,k} \hat{f}_{jk} \hat{y}_{jk} \\ \text{s.t. } & \sum_j \hat{x}_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \\ & \sum_i T_{ij} \hat{x}_{ij} \leq L \sum_k \hat{y}_{jk} \quad \forall j \in J \\ & \sum_i d_{ij} \hat{x}_{ij} \leq N \sum_k \hat{y}_{jk} \quad \forall j \in J \\ & \sum_k \hat{y}_{jk} \leq 1 \quad \forall j \in J \\ & \hat{x}_{ij} \leq \sum_k \hat{y}_{jk} \quad \forall i \in I, j \in J \\ & \hat{x}_{ij}, \hat{y}_{jk} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, j \in J, k \in K \end{aligned}$$

Modelo de la relajación:

Dos modelos de programación lineal entera:

P: Problema original

RP: Relajación (agregación de los vehículos)

Resultado: La relajación lineal de RP es más fuerte que la relajación lineal de P.

Una heurística de búsqueda Tabu

Éxito en:

- Localización discreta
- Diseño de rutas
- Empaquetamiento
- Localización-rutas

Éxito esperable en CDCPLP.

TS para CDCPLP: especificaciones

- Inicialización:
 - Heurística Greedy
- Oscilación estratégica:
 - Permite infactibilidades con respecto a
 - capacidad
 - distancia límite
 - Amplia familia de vecindarios

TS para CDCPLP: especificaciones

Varios tipos de movimientos que afectan:

- Al conjunto de plantas abiertas
- A la asignación de clientes a plantas
- A la gestión de la flota de vehículos.

Gerarquía en las decisiones

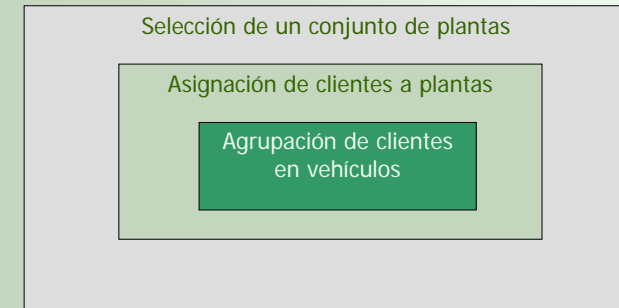


Gerarquía en la exploración de vecindarios

TS para CDCPLP: especificaciones

- Alternativa elegida:

Búsqueda tabú anidada



TS para CDCPLP: resultados preliminares

- 10 instancias 10x20 y 15x30 derivadas de SSCPLP
- Resolución aproximada via CPLEX 10 (límite de 2 horas en el tiempo de CPU)

TS para CDCPLP: resultados preliminares

dimensión	gap CPLEX	gap Tabu	segundos
10x20	0	1.403274307	71.89
	2.112676056	2.848911652	52.015
	0	1.940664733	52
	0	5.428954424	26.25
	3.534051266	3.822235705	56.34
	6.298507463	4.537313433	57.81
15x30	3.711275358	6.872149709	66.79
	4.644359115	4.626074237	66.64
	9.028161237	9.884041966	196.11
	7.814384562	6.970100933	54.39

Conclusiones e investigación futura

- Problema muy complejo
- Incluye características esenciales de localización-rutas
- TS es una aproximación prometedora
- Líneas de investigación:
 - mejora de la heurística Tabú
 - estudio poliédrico de P
 - estudio de la información dual