

# Metaheurísticas

## Seminario 4. Técnicas basadas en trayectorias para los problemas de la Mínima Dispersión Diferencial (MDD) y la Asignación de Pesos de Características (APC)

---

### 1. Trayectorias Simples

- Esquema General del Algoritmo de Enfriamiento Simulado
- Un Algoritmo de Enfriamiento Simulado para el MDD y el APC

### 2. Trayectorias Múltiples

- Esquema General del Algoritmo ILS
- Un Algoritmo ILS para el MDD y el APC

# Algoritmo de Enfriamiento Simulado

---

## Procedimiento Simulated Annealing ( $\Delta f$ para minimizar)

### Start

$T \leftarrow T_0$ ;  $s \leftarrow \text{GENERATE}()$ ; Best Solution  $\leftarrow s$ ;

### Repeat

**For**  $cont = 1$  to  $L(T)$  **do** // Inner loop

### Start

$s' \leftarrow \text{NEIGHBORHOOD\_OP}(s)$ ; // A single move

$\Delta f = f(s') - f(s)$ ;

If ( $(\Delta f < 0)$  or ( $U(0,1) \leftarrow \exp(-\Delta f/k \cdot T)$ )) then

$s \leftarrow s'$ ;

If  $\text{COST}(s)$  **is better than**  $\text{COST}(\text{Best Solution})$

then Best Solution  $\leftarrow s$ ;

### End

$T \leftarrow g(T)$ ; // Cooling scheme.

**until** ( $T \leq T_f$ ); // Outer loop

**Return**(Best Solution);

### End

# Enfriamiento Simulado para el MDD

- **Representación:** Problema de selección: un conjunto  $Sel = \{s_1, \dots, s_m\}$  que almacena los  $m$  elementos seleccionados de entre los  $n$  elementos del conjunto  $S$ . Permite verificar las restricciones
- **Operador de vecino de intercambio y su entorno:** El entorno de una solución  $Sel$  está formado por las soluciones accesibles desde ella a través de un movimiento de intercambio

Dada una solución (conjunto de elementos seleccionados) se escoge un elemento y se intercambia por otro que no estuviera seleccionado ( $Int(Sel, i, j)$ ):

$$Sel = \{s_1, \dots, i, \dots, s_m\} \quad \blacktriangle \quad Sel' = \{s_1, \dots, j, \dots, s_m\}$$

# Enfriamiento Simulado para el MDD

---

- **Exploración del vecindario**: En cada iteración del bucle interno se genera una única solución vecina, **de forma aleatoria**, y se compara con la actual. **Se usa la factorización para el cálculo del coste**
- **Esquema de enfriamiento**: esquema de Cauchy modificado
- **Condición de enfriamiento  $L(T)$** : cuando se genere un número máximo de soluciones vecinas, *máx\_vecinos*, o cuando se acepte un número máximo de los vecinos generados, *máx\_éxitos*
- **Condición de parada**: cuando se alcance un número máximo de iteraciones o cuando el número de éxitos en el enfriamiento actual sea 0 o cuando explore todo el vecindario sin **cambiar**.

# Enfriamiento Simulado para el APC

---

- **Representación:** vector de números reales con pesos de características y la posibilidad de eliminarlas, igual que en prácticas anteriores
- **Operador de generación de vecinos:** mutación normal, como en la BL
- **Exploración del vecindario:** En cada iteración del bucle interno se genera una única solución vecina, de forma aleatoria, y se compara con la actual
- **Esquema de enfriamiento:** esquema de Cauchy modificado
- **Condición de enfriamiento  $L(T)$ :** cuando se genere un número máximo de soluciones vecinas, *máx\_vecinos*, o cuando se acepte un número máximo de los vecinos generados, *máx\_éxitos*
- **Condición de parada:** cuando se alcance un número máximo de iteraciones o cuando el número de éxitos en el enfriamiento actual sea 0

# Procedimiento BMB

---

## Comienzo-BMB

**MaxEvalsLS**  $\leftarrow$  maxEvals/T

**Repetir  $T$  veces**

**$S_0$   $\leftarrow$  Generar-Solución-Inicial**

**$S$   $\leftarrow$  Búsqueda Local ( $S_0$ ) con maxEvalsLS**

**Actualizar ( $S$ , *Mejor\_Solución*)**

**Hasta (evals < maxEvals)**

**Devolver *Mejor\_Solución***

**Fin-ILS**

# BMB para el MDD

---

- **Representación de orden**: conjunto  $Sel = \{s_1, \dots, s_m\}$  que almacena los  $m$  elementos seleccionados de entre los  $n$  elementos del conjunto  $S$
- **Solución inicial**: aleatoria
- **Algoritmo de búsqueda local**: La BL de la Práctica 1

# BMB para el APC

---

- **Representación**: vector de números reales con pesos de características y la posibilidad de eliminarlas, igual que en prácticas anteriores
- **Solución inicial**: aleatoria, como la primera de la BL.
- **Algoritmo de búsqueda local**: La BL de la Práctica 1

# Procedimiento ILS

---

## Comienzo-ILS

$S_0 \leftarrow$  Generar-Solución-Inicial

$S \leftarrow$  Búsqueda Local ( $S_0$ )

## Repetir

$S' \leftarrow$  Modificar ( $S$ , historia) *Aplica la Mutación*

$S'' \leftarrow$  Búsqueda Local ( $S'$ )

$S \leftarrow$  Criterio-Aceptación ( $S$ ,  $S''$ , historia)

*Actualizar ( $S$ , Mejor\_Solución)*

Hasta (Condiciones de terminación)

Devolver *Mejor\_Solución*

Fin-ILS

# ILS para el MDD

---

- **Representación de orden:** conjunto  $Sel = \{s_1, \dots, s_m\}$  que almacena los  $m$  elementos seleccionados de entre los  $n$  elementos del conjunto  $S$
- **Solución inicial:** aleatoria
- **Operador de mutación:** Cada vez que se muta, aplicamos el operador de intercambio  $Int(Sel, i, j)$  sobre  $t = 0.3 \cdot m$  elementos seleccionados distintos para provocar un cambio brusco
- **Algoritmo de búsqueda local:** dos variantes: la BL de la Práctica 1 y el ES de esta misma práctica
- **Criterio de aceptación:** se sigue el “criterio del mejor”, siempre se aplica la mutación sobre la mejor solución encontrada hasta ahora

# ILS para el APC

---

- **Representación real**: Vector real  $W$  de tamaño  $n$ , donde  $w_i$  en el rango  $[0, 1]$ , con la posibilidad de eliminar características
- **Solución inicial**: aleatoria
- **Operador de mutación**: Cada vez que se muta, se aplica la mutación normal a  $t=0.1 \cdot n$  características con un mayor valor de  $\sigma$
- **Algoritmo de búsqueda local**: la BL-APC de la Práctica 1
- **Criterio de aceptación**: se sigue el “criterio del mejor”, es decir, siempre se aplica la mutación sobre la mejor solución encontrada hasta el momento