

minsoit  
by Indra

# Smart Store: algoritmo de optimización de turnos y tareas

CIBEM - Indra

---

Julio de 2017

# Background

---

(Cohen, Katzir, Raz, 2006)

Cualquier algoritmo  $r$ -aproximado que resuelva el problema por filas es  $2r$ -aproximado:

$$\frac{C}{C^*} \leq 2$$

donde  $C$  es el coste de la solución encontrada y  $C^*$  es la solución óptima

Se había sugerido el problema de la mochila por filas usando el resultado de (Cohen, Katzir, Raz, 2006)

# Resolución del problema múltiple III

	3	4	1	6
5	3	1	5	9
9	2	3	6	4
3	4	7	2	8

	3	4	1	6
5	3	1	5	9
9	-1	3	1	4
3	4	7	2	8

	3	4	1	6
5	3	1	5	9
9	-1	3	1	4
3	1	7	-4	4

$$C = 14$$

Cobertura: 3/4

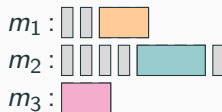
Pros:

- *Maximiza* la prioridad de la cobertura
- Se relaciona con una interpretación temporal de las tareas
  - La carga de trabajo  $s_j$  representa el tiempo de ejecución de cada tarea
  - La disponibilidad de cada trabajador,  $b_i$  representa su disponibilidad horaria
  - La solución de **GAP – Knapsack** considera automáticamente la localización temporal de tareas temporales *libres*

# Resolución del problema múltiple V

Cons:

- No se maximiza la cobertura de tareas
- Las tareas *localizadas* temporalmente deben modelizarse explícitamente



# Motivación

---



- Diseño de un **algoritmo de búsqueda**
- que maximice la asignación **simple** de tareas
- propagando restricciones en una **red temporal**

Con el propósito de:

1. Resolver el caso de tareas tanto **libres** como **localizadas** temporalmente
2. que permitan una definición **disyuntiva** de intervalos temporales
3. y que facilite la resolución de preferencias como **principio/fin**

# Ramificación y Acotación en Profundidad

---

- La entrada consiste en una descripción de tareas por trabajador identificadas por:
  - Nombre *único*
  - Prioridad
  - Definición disyuntiva de intervalos de ejecución:
    - Principio
    - Fin
  - Un tiempo requerido para su ejecución

- La salida debe consistir en un **partially-free assignment** de tareas
- que sea **factible**
- El **scheduling** se obtiene instanciando en orden inverso de generación la ejecución de tareas

- Se sugiere el uso de **variable** (tarea) / **valor**
- Usando el **principio de mínimo compromiso**, donde la ejecución de tareas no está completamente instanciada
- y el uso de **arco-** y **camino-** consistencia para delimitar los intervalos de ejecución de otras tareas.

## Ramificación y Acotación en Profundidad:

- Tiene **consumo de memoria lineal** en el número de tareas
- La **profundidad** del árbol de búsqueda está limitada por  $m$ , el número de tareas
- Produce **soluciones muy rápidamente** ...
- ... que refina progresivamente
- Puede usarse tanto en problemas de **min/max**
- Admite el uso de **funciones heurísticas**

## Partially-free assignments

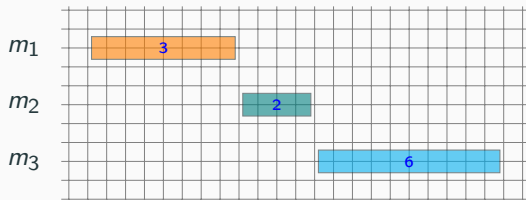
---

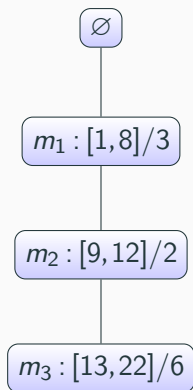


- Reducción del factor de ramificación
- Facilitar el uso de preferencias para la instanciación

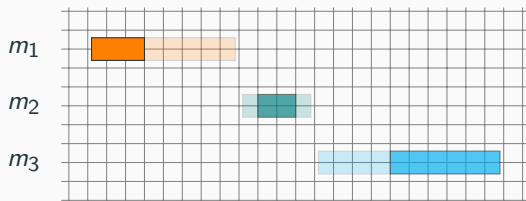
# Ejemplo I

problem4.dat





# Ejemplo III



## Regla I

Selección preferente de tareas sin intersección

# Arco-consistencia

---

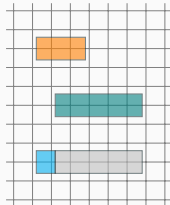
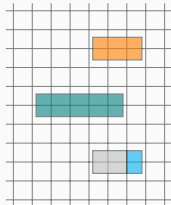
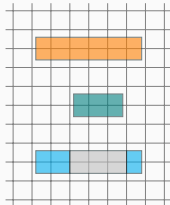
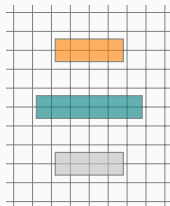
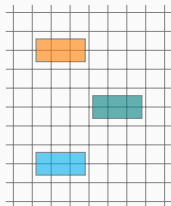
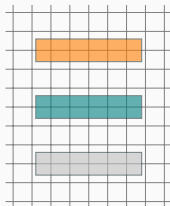
## Definición

Una variable  $x_i$  es arco-consistente con otra variable  $x_j$  si y sólo si para cada valor del dominio  $a_i \in D_i$  de la primera, existe un valor en el dominio  $a_j \in D_j$  de la segunda, tal que  $(a_i, a_j) \in R_{ij}$

## Definición

La diferencia de un intervalo  $m_i$  de otro  $m_j$ ,  $m_i \setminus m_j$ , es la sucesión de intervalos  $t_{ij}^{(k)}$ , si los hubiera, que pertenecen a  $m_i$ ,  $t_{ij}^{(k)} \in m_i$ , y no pertenecen a  $m_j$ ,  $t_{ij}^{(k)} \notin m_j$ .

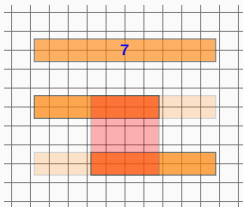
# Taxonomía





## Definición (*aka landmark*)

La región crítica de un intervalo  $t_i(s_i, e_i)/d_i$  es el subintervalo  $c_i$  que se ejecuta siempre para cualquier instanciación de la tarea  $m_i$ :



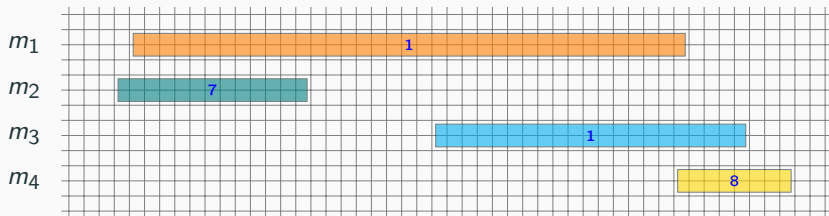
$$c_i = [1 + e_i - d_i, s_i + d_i - 1]$$

## Método

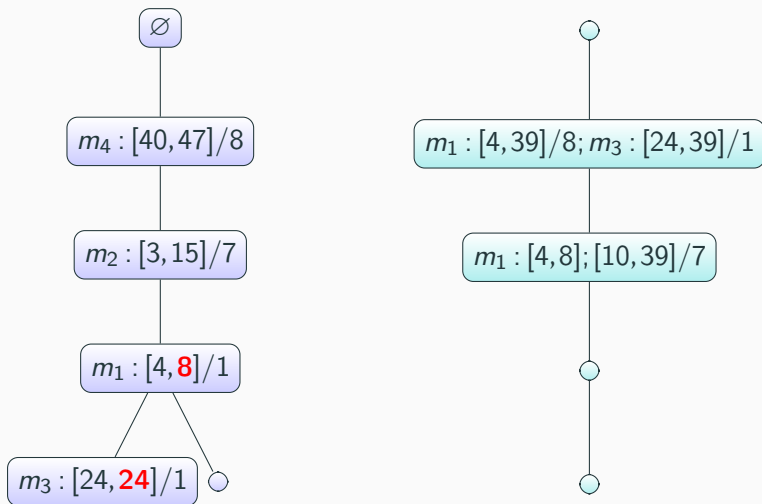
La arco-consistencia de la tarea  $m_i$  respecto de la tarea  $m_j$  se calcula como la diferencia de  $m_j$  y la **región crítica** de  $m_i$

# Ejemplo I

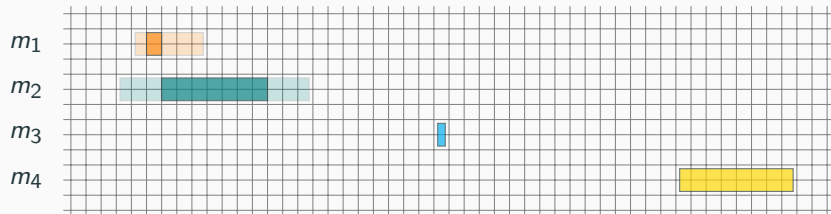
problem2.dat



## Ejemplo II



## Ejemplo III



### Regla II

Después de las tareas sin intersección, elegir tareas *restringidas*

### Regla III

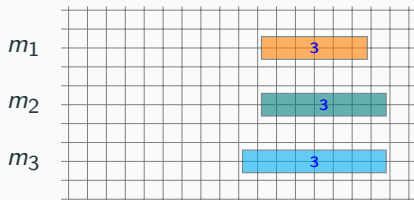
Por último, bifurcar en subintervalos forzando la aparición de regiones críticas

# Camino-consistencia

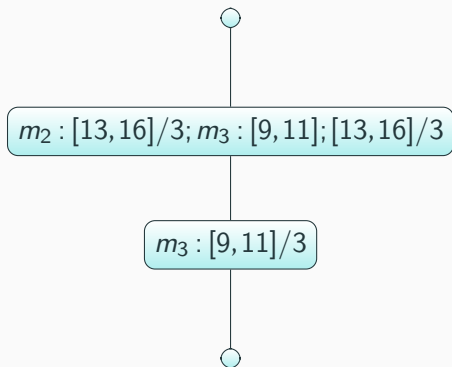
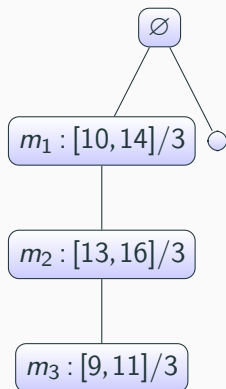
---

# ¡La arco-consistencia no es suficiente! I

problem3.dat



## ¡La arco-consistencia no es suficiente! II



¡Pero esto es imposible!

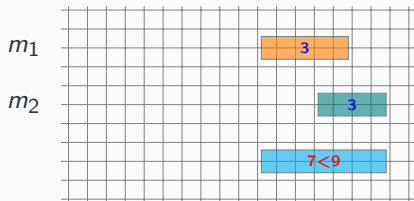


## Definición

Una variable  $x_i$  es camino-consistente con otra variable  $x_j$ , respecto de la variable  $x_k$ , si y sólo si para cada tupla  $(a_i, a_j) \in R_{ij}$ , existe un valor  $a_k \in D_k$  en el dominio de la tercera variable, que verifique simultaneamente que  $(a_i, a_k) \in R_{ik}$  y  $(a_j, a_k) \in R_{jk}$

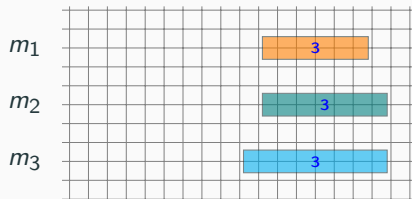
## Método

Una tarea  $m_i$  es camino-consistente con las tareas en la asignación parcial actual  $\mathcal{M}$ , si y sólo si la longitud de la unión de los intervalos que intersecan entre ellos, y  $m_i$ , es suficiente para su ejecución.

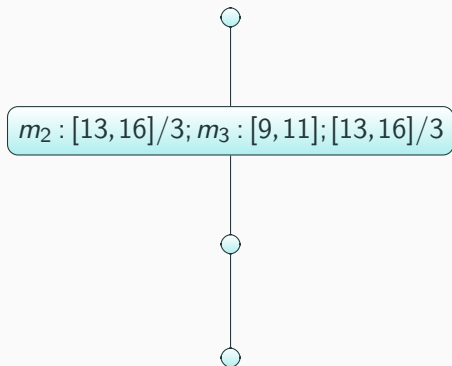
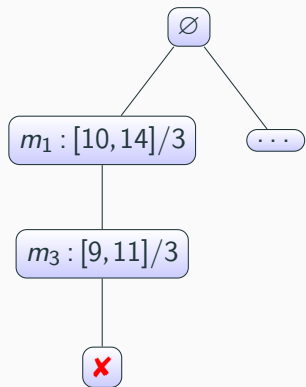


# Ejemplo I

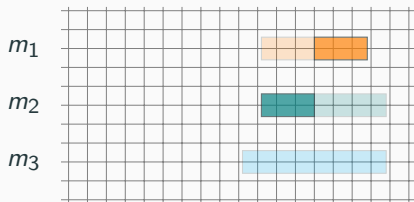
problem3.dat



## Ejemplo II



## Ejemplo III



El método es **sound** y **complete**

# Rendimiento

---

## Generación aleatoria de casos

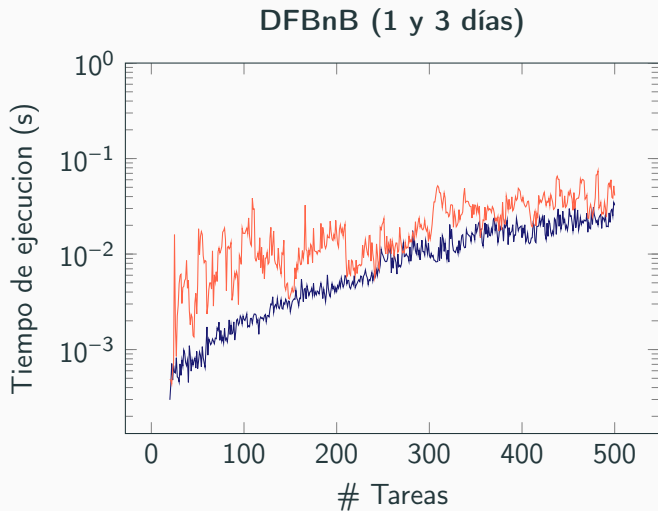
- Número variable de tareas, entre 20 y 500
- Duración variable de las tareas entre 1 y 10 intervalos de 15 minutos cada una
- En horizontes de entre 1 y 5 días de scheduling
- Promediadas sobre 10 ejecuciones por caso

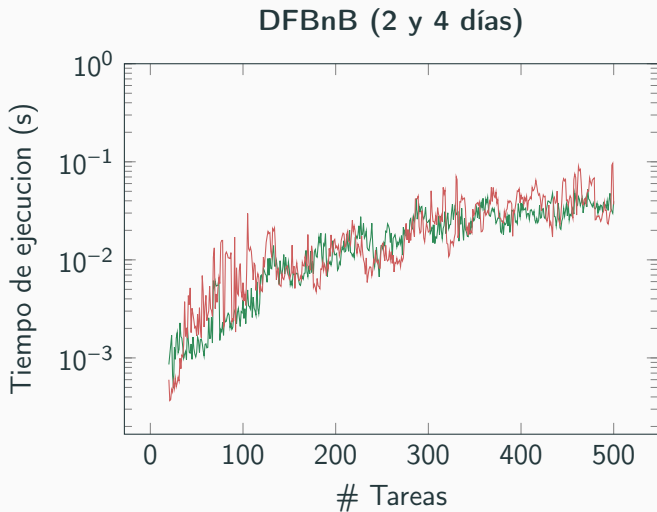
240.500 ejecuciones en total

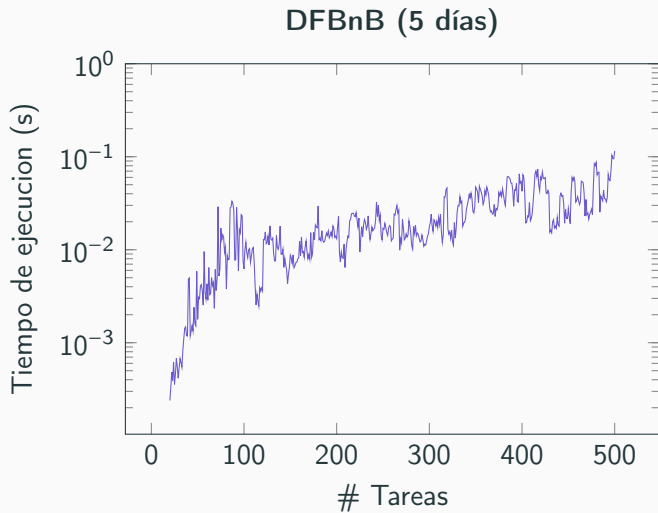
## Métricas

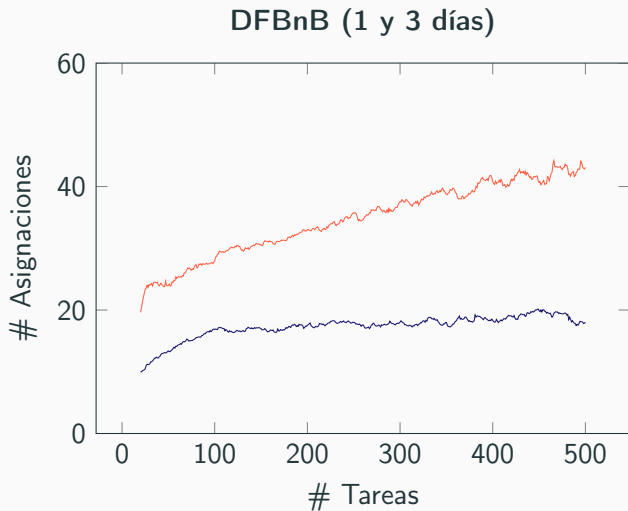
- Tiempo CPU medio para la resolución de cada caso
- Número medio de tareas asignadas

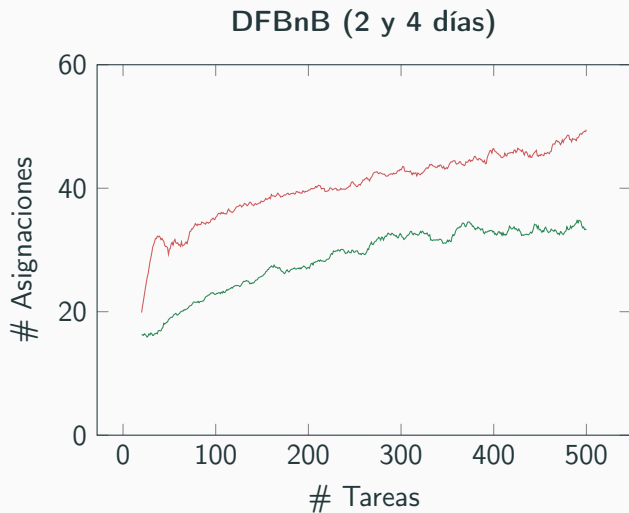


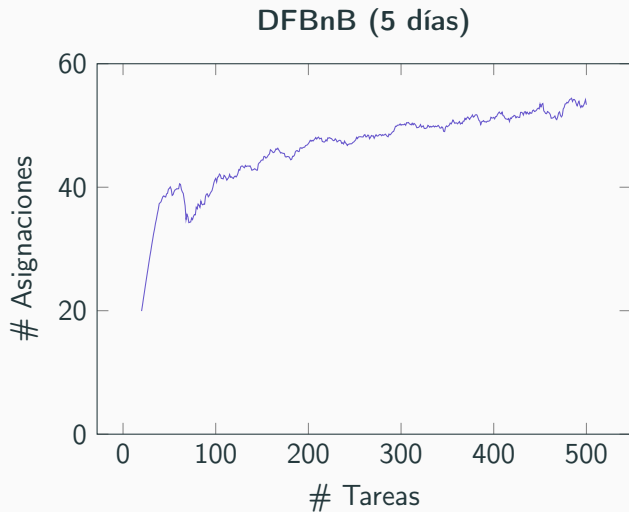












minsait  
by Indra

impact to go

---

Presentación:  
Javier Martínez Cebrián  
jmcebrian@Minsait.com

Avda. de Bruselas 35  
28108 Alcobendas,  
Madrid España

T +34 91 480 50 00  
F +34 91 480 50 80  
[www.minsait.com](http://www.minsait.com)