

Problema de Manejo de Trenes en Ferrocarriles

Trains don't vanish!

Ayudante: Alondra Rojas Ruz

Departamento de Informática
Universidad Técnica Federico Santa María

4 de mayo de 2016

- 1 Definición
- 2 Aplicaciones Prácticas
- 3 Parámetros
- 4 Función Objetivo - Restricciones
- 5 Ejemplo de Solución
- 6 Problemas Relacionados
- 7 Referencias

Definición

- Presentado en el desafío ROADEF/EURO 2014.
- Consiste en encontrar la mejor manera de gestionar trenes de distintas categorías entre sus llegadas y salidas, en estaciones terminales (plataformas).
- El objetivo es minimizar los costos totales, que corresponden a la suma ponderada de cada costo.

Definición

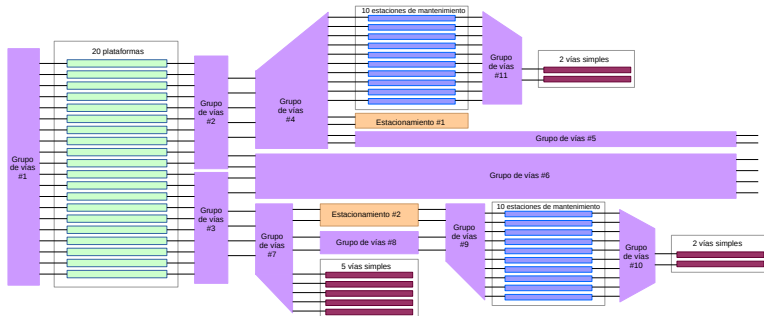
- *Horizonte de tiempo*: Es el tiempo en el que se desarrollarán las actividades. Se describe como: " $d; hh : mm : ss$ ".
- *Llegadas*: Es cuando los trenes ingresan en el sistema.
- *Salidas*: Es cuando los trenes salen del sistema.
- *Trenes*: El conjunto de trenes se divide en:
 - Trenes que están actualmente en el sistema.
 - Trenes que se asocian a una llegada.
- Atributos de los trenes inicialmente en el sistema:
 - res_t : recurso que está utilizando el tren.
 - $remDBM_t$
 - $remTBM_t$

Definición

- *Categorías de trenes*: Son características técnicas que tienen en común un grupos de trenes.
- *Preferencia de reutilización*: Se planean algunas acciones con anticipación, donde hay una preferencia de que un tren se asigne a una salida de una plataforma en particular.
- *Llegadas y Salidas en conjunto*: no se realizarán en las instancias dadas.
- *Mantenimiento* Los trenes deben pasar por un proceso de mantenimiento que sólo puede ser realizado en la infraestructura dedicada a esta operación.
 - DBM: Distancia que puede recorrer un tren antes de necesitar mantenimiento de tipo D (se asocia a la seguridad).
 - TBM: Tiempo que puede recorrer un tren antes de necesitar mantenimiento de tipo T (se asocia a la comodidad).

Definición

Recursos de Infraestructura



Aplicaciones Prácticas

- MRT (*medium sized mass rapid transit*) de Singapur, donde se busca mejorar la comodidad de los pasajeros y a la vez minimizar los costos.
- En Reino Unido existen muchas empresas que operan los trenes de manera independiente y comparten la capacidad limitada de la red ferroviaria, con un único operador.
- El problema presentado, utiliza instancias basadas en datos reales de la SNCF (Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses).

Parámetros

- **revTime**: Tiempo que demora el conductor al caminar hacia el otro extremo del tren.
- **remDCost**: El costo asociado con cada km de DBM que queda cuando se inicia un mantenimiento de tipo D en un tren.
- **remTCost**: El costo asociado con cada segundo de TBM que queda cuando se inicia un mantenimiento de tipo T en un tren.
- **platAsgCost**: Costo asociado cuando no se satisface una asignación a una plataforma con preferencias.

Parámetros

- **dwellCost**: Costo asociado con cada segundo de diferencia entre el tiempo ideal y el actual de permanencia en una plataforma (para llegadas y salidas).
- **reuseCost**: Costo asociado cuando no se satisface una preferencia de reutilización.
- **minResTime**: Mínima duración del uso de un recurso.
- **maxDwellTime**: Máxima duración del uso de una plataforma en ausencia de una llegada o salida.
- **nbDays**: número de días en el horizonte de tiempo.
- **maxMaint**: número máximo de mantenimientos diarios.

Función Objetivo - Restricciones

Función Objetivo: Minimizar la función f (costos)

- ① f^{uncov} : Costo de las salidas sin cubrir.
- ② f^{over} : Costo del sobre-mantenimiento.
- ③ f^{jun} : Costo de unir y separar trenes.
- ④ f^{plat} : Costo del uso de una plataforma.
- ⑤ f^{pref} : Costo de no utilizar una plataforma con preferencia.
- ⑥ f^{reuse} : Costo de no reutilizar los trenes con sus preferencias.

Por lo tanto el costo general es:

$$f = f^{uncov} + f^{over} + f^{jun} + f^{plat} + f^{pref} + f^{reuse}$$

.

Función Objetivo - Restricciones

Restricciones: Propiedades de los *Schedules*

- Cada agendamiento comienza con un evento `EnterSystem` y termina con un evento `ExitSystem`.
- Los usos de recursos están entre eventos `(Enter/Exit)Resource`
- Las transiciones de un recurso a otro recurso vecino
- Operaciones de mantenimiento están entre `(Beg/End)Maintenance`
- La duración del uso de los grupos de vías.
- Tiempo mínimo de reversa

Restricciones: Asignaciones

- A lo más un tren asignado por salida
- DBM requerido para una salida
- TBM requerido para una salida
- Compatibilidad entre categorías de trenes y salidas

Función Objetivo - Restricciones

Restricciones: Uso de recursos

- Compatibilidad entre categorías de trenes y recursos
- Capacidad de una vía simple
- Máxima duración del uso de una plataforma
- Mínima duración del uso de un recurso
- Consumos impuestos
- Largo de la vía
- Capacidad de los recursos de mantenimiento
- Orden de los trenes en vías simples
- Conflictos en los grupos de vías
- Capacidad de los estacionamientos

Ejemplo de Solución

La solución del problema está compuesta de un conjunto de *schedules*, cada uno denotado por $sched_t$, uno cada para tren $t \in \mathcal{T}$.

Train	Time	Event type	Resource	Gate	Complement
Train1	d_2 06:45:00	EnterSystem	TrGroup5		
Train1	d_2 06:45:00	EnterResource	TrGroup5	A3	
Train1	d_2 06:49:00	ExitResource	TrGroup5	B1	
Train1	d_2 06:49:00	EnterResource	Platform12	A1	
Train1	d_2 06:49:00	Arrival	Platform12		Arrival26
Train1	d_2 07:18:00	ExitResource	Platform12	A1	
Train1	d_2 07:18:00	EnterResource	TrGroup6	B4	
Train1	d_2 07:23:00	ExitResource	TrGroup6	A3	
Train1	d_2 07:23:00	EnterResource	Yard5	A2	
Train1	d_2 07:35:00	BegJunction	Yard5		Train1
Train1	d_2 07:38:00	EndJunction	Yard5		Train1+Train9+Train12
Train1	d_2 09:02:00	ExitResource	Yard5	B3	
Train1	d_2 09:02:00	EnterResource	TrGroup7	B1	
Train1	d_2 09:04:00	ExitResource	TrGroup7	A2	
Train1	d_2 09:04:00	EnterResource	TrGroup8	A1	
Train1	d_2 09:09:00	ExitResource	TrGroup8	B2	
Train1	d_2 09:09:00	EnterResource	Facility1	A1	
Train1	d_2 09:09:00	BegMaintenance	Facility1		D
Train1	d_2 11:09:00	EndMaintenance	Facility1		D
Train1	d_2 11:45:00	ExitResource	Facility1	A1	
Train1	d_2 11:45:00	EnterResource	TrGroup8	B3	
Train1	d_2 11:50:00	ExitResource	TrGroup8	A8	
Train1	d_2 11:50:00	EnterResource	Platform14	A1	
Train1	d_2 12:20:00	Departure	Platform14		Departure34
Train1	d_2 12:20:00	ExitResource	Platform14	A1	
Train1	d_2 12:20:00	EnterResource	TrGroup9	A2	
Train1	d_2 12:25:00	ExitResource	TrGroup9	B2	
Train1	d_2 12:25:00	ExitSystem	TrGroup9		

Problemas Relacionados

Existen varios problemas relacionados con la gestión de trenes (*train scheduling*), con diferentes objetivos, como maximizar la comodidad de los pasajeros, minimizar costos o mejorar los tiempos de respuesta ante eventos inesperados. Algunos de ellos son:

- *Train Scheduling Problem*
- *Multi-objective Train Schedule Optimization*
- *Rescheduling Trains under Disrupted Operations*
- *Train Timetabling Problem*
- *Train Departure Matching Problem*

Referencias



Françoise Ramond and Nicolas Marcos

Trains don't vanish! ROADEF EURO 2014 Challenge Problem Description.



Jørgen Haahr and Simon Bull

A Math-Heuristic Framework for the ROADEF/EURO Challenge 2014

Technical report, DTU Management Engineering, 2014.



Hadrien Cambazard and Nicolas Catusse

ROADEF CHALLENGE 2014: A Modeling Approach, Rolling stock unit management on railway sites

Problema de Manejo de Trenes en Ferrocarriles

Trains don't vanish!

Ayudante: Alondra Rojas Ruz

Departamento de Informática
Universidad Técnica Federico Santa María

4 de mayo de 2016