

ABARNET

Algoritmos Basados en Agentes Artificiales para Optimizar la Capacidad de Redes

David Poza

Reunión grupo INSISOC
Valladolid, 2 febrero 2018





Proyecto ABARNET

I. Introducción

➤ ABARNET

■ Objetivo

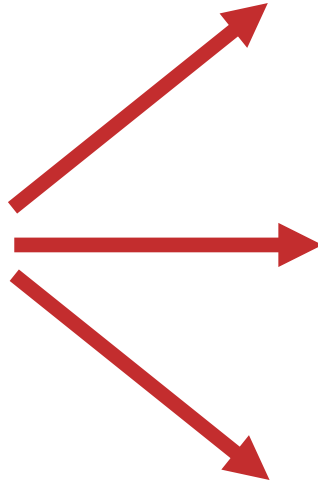
- Desarrollar nuevas metodologías para la **asignación** de tramos y horas de utilización de vías entre las empresas operadoras del sistema ferroviario.

Proyecto ABARNET

I. Introducción



Liberalización



Proyecto ABARNET

I. Introducción

➤ ABARNET

▪ Objetivo

- Desarrollar nuevas metodologías para la **asignación** de tramos y horas de utilización de vías entre las empresas operadoras del sistema ferroviario.

- Liberalización del transporte ferroviario
 - **Gestión de la infraestructura ferroviaria**
 - Despliegue de la infraestructura
 - Programación de horarios ← **ABARNET**
 - Control en tiempo real
 - **Explotación del transporte ferroviario**
 - Proporcionar material rodante
 - Ofrecer servicio de transporte (pasajeros / mercancías)

Proyecto ABARNET

I. Introducción

➤ ABARNET

▪ Objetivo

- Desarrollar nuevas metodologías para la **asignación** de tramos y horas de utilización de vías entre las empresas operadoras del sistema ferroviario.
- Estudiar la idoneidad de utilizar **subastas combinatorias** junto con metodologías de **modelado basado en agentes**.



Proyecto ABARNET

I. Introducción

➤ ABARNET

- Equipo
- Duración
 - 3 años





Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

Railway Scheduling

descripción del problema

Otros nombres: *train timetabling problem, train routing problem, train dispatching problem...*



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

- **Railway Scheduling:** descripción del problema
 - Temporización factible para que varios trenes puedan operar sin conflictos a través de una red ferroviaria
 - Tradicionalmente: manera manual (ensayo/error)
 - Años recientes: modelos de optimización matemáticos
 - Objetivo: uso más eficiente de la infraestructura ferroviaria



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

- **Railway Scheduling:** descripción del problema
 - ¿Por qué la búsqueda de la eficiencia?
 1. Nueva situación
 - Varias compañías operadoras solicitan el acceso a parte de la infraestructura para la presentación de sus servicios
 2. Se busca solución **eficiente** desde un punto de **vista económico**
 - Cada segmento de infraestructura asignado a la compañía que más lo valore
 - Esto ha fomentado una búsqueda de la mejora en los modelos de asignación existentes



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

Railway Scheduling

aproximaciones



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling:** aproximaciones

■ Problema complejo

- No se puede abordar de forma simultánea en toda su extensión ni en todo su horizonte temporal
- **Desagregación a nivel espacial**
 - ¿Tamaño de la red? ¿Nivel de detalle?
- **Desagregación a nivel temporal**
 - ¿Horizonte temporal de las decisiones tomadas?



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling: aproximaciones**

▪ **Desagregación espacial**

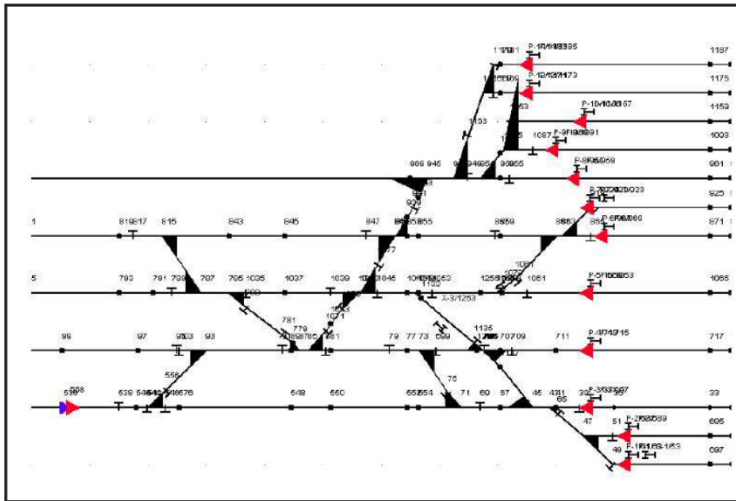
- Problema NP-Hard
- **Modelado:** Compromiso entre precisión en los resultados y la eficiencia en la resolución del problema
- Dos niveles de abstracción:
 - **Enfoque macroscópico**
 - Simplificación \Rightarrow optimización matemática \Rightarrow solución global
 - **Enfoque microscópico**
 - Modelos muy detallados: reproducción exacta de la infraestructura de la red y funcionamiento de los trenes

Proyecto ABARNET

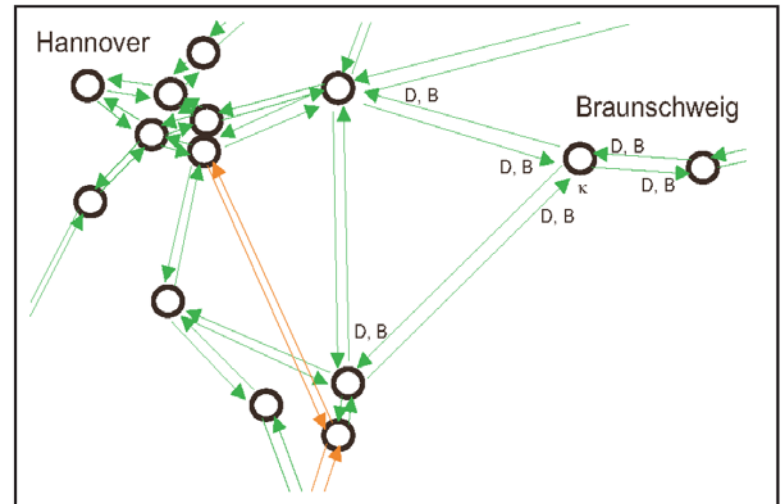
2. Revisión del estado del arte

- **Railway Scheduling: aproximaciones**
 - **Desagregación espacial**

Enfoque microscópico



Enfoque macroscópico



Borndörfer et al. 2006



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

- **Railway Scheduling: aproximaciones**
 - **Desagregación temporal**
 - **Gestión estratégica**
 - Despliegue de la red ferroviaria (5-15 años)
 - **Gestión táctica**
 - Calendarios (1-5 años)
 - **Gestión operativa**
 - Muy corto plazo / tiempo real (24 hrs. – 1 año)

Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling:** aproximaciones

Railway Scheduling

```
graph TD; A[Railway Scheduling] --> B[Desagregación espacial]; A --> C[Desagregación temporal];
```

- **Desagregación espacial**
 - Modelos macroscópicos
 - Modelos microscópicos
- **Desagregación temporal**
 - Gestión estratégica
 - Gestión táctica
 - Gestión operativa

Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ Railway Scheduling: aproximaciones

Railway Scheduling

```
graph TD; A[Railway Scheduling] --> B[Desagregación espacial]; A --> C[Desagregación temporal];
```

- Desagregación espacial
 - Modelos macroscópicos
 - Modelos microscópicos
- Desagregación temporal
 - Gestión estratégica
 - Gestión táctica
 - Gestión operativa

ABARNET

Algoritmos Basados en Agentes Artificiales para
Optimizar la Capacidad de Redes



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

Railway Scheduling

perspectiva actual



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling:** perspectiva actual

1. Diseño de modelos macroscópicos

- Compromiso entre nivel de detalle y capacidad para la aplicación de modelos matemáticos

2. Desarrollo de técnicas de optimización

- Búsqueda de soluciones factibles a partir de modelos macroscópicos

3. Propuestas de mecanismos de asignación

- Para la asignación de slots a compañías operadoras

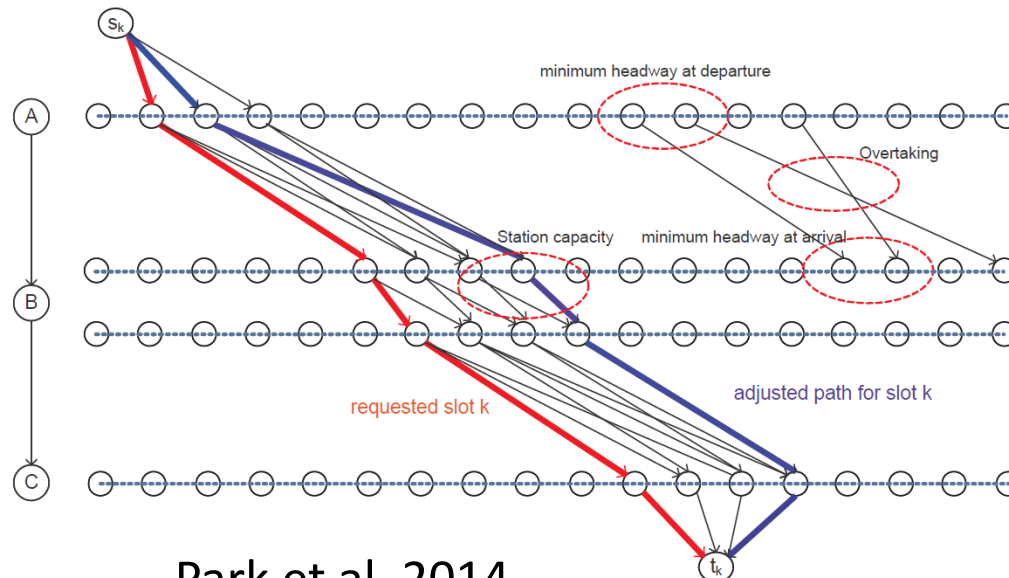
Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ Railway Scheduling: perspectiva actual

1. Diseño de modelos macroscópicos

- Compromiso entre nivel de detalle y capacidad para la aplicación de modelos matemáticos
- Modelos basados en grafos:



Park et al. 2014



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling:** perspectiva actual

2. Técnicas de optimización matemática

- Introducción de nuevas hipótesis
- Herramientas de simulación que faciliten la resolución del problema
- Métodos de programación lineal entera
- NP-Hard
 - Métodos de relajación
 - Heurísticas, etc.



Proyecto ABARNET

2. Revisión del estado del arte

➤ **Railway Scheduling:** perspectiva actual

3. Propuestas de mecanismos de asignación

- Algunos trabajos proponen el uso de subastas frente a los procesos administrativos tradicionales...
- ... pero ningún trabajo (que sepamos) define un mecanismo de subasta completo



Proyecto ABARNET

3. Conclusiones

➤ **Railway Scheduling: nuestra contribución**

▪ **ABARNET: entregable principal**

- Modelo piloto de subasta combinatoria aplicado a la red ferroviaria española
- Conjunto de recomendaciones, deducidas de la simulación de distintos escenarios, de cómo diseñar el proceso de asignación.

Proyecto **ABARNET**

Gracias por vuestra atención

David Poza

Reunión grupo INSISOC
Valladolid, 2 febrero 2018