

# Taller N° 2\_2

1<sup>st</sup> Joan Cobeña

*Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE  
Sangolquí, Ecuador  
jocobena@espe.edu.ec*

2<sup>nd</sup> Rubén Benavides

*Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE  
Sangolquí, Ecuador  
rdbenavides1@espe.edu.ec*

## I. PROBLEMA II

**Sistema de planificación de itinerarios de trenes:** El agente tiene que planificar un viaje desde una ciudad origen hasta un destino final usando trenes. Hay que minimizar el tiempo total del viaje.

### A. PEAS

- 1) Performance Measures (Medidas de desempeño):
  - Minimizar el tiempo de viaje dependiendo de la ciudad origen y destino (de punta a punta del país máximo 16 horas).
  - Minimizar el tiempo de espera (máximo 20 minutos).
  - Llegar exactamente a la ciudad destino.
  - Minimizar el número de transbordos (máximo 4).
- 2) Entorno:
  - Red ferroviaria de España con sus estaciones, vías y horarios programados.
  - Mantenimiento de los trenes u otros incidentes de las vías.
  - Condiciones climáticas.
  - Preferencias introducidas por el usuario.
- 3) Actuadores:
  - Aplicación móvil / kiosco web que presenta itinerarios y emite billetes.
  - Motor de notificaciones (push, SMS, correo) para alertas y re-planificación.
  - Sistema automático de reemisión o modificación de billetes.
- 4) Sensores:
  - API de horarios programados y de eventos en tiempo real.
  - Interfaz de comunicación con los GPS y sistemas de señalización de trenes.
  - API para los datos de ocupación y disponibilidad de asientos.
  - Interfaz de entrada del usuario (origen, destino, restricciones).

### B. Propiedades de los entornos

- 1) Parcialmente Observable: El agente tiene un entorno parcialmente observable, ya que no tiene completamente visión e información de todas las vías en tiempo real,

y por eso mismo requiere de comunicarse con otros agentes.

- 2) Multi agente: Se trata de un sistema multi-agente ya que para tomar las decisiones se debe comunicar con otros sistemas y así obtener la información necesaria.
- 3) No Determinista: El agente no es determinista, pues sus estados no dependen del anterior y no existe una regla que los relacione.
- 4) Secuencial: El agente toma acciones secuenciales, pues la planificación de trenes limitará las opciones según las variantes específicas brindadas por los sensores.
- 5) Dinámico: El agente es dinámico, debido a que las condiciones del entorno son cambiantes y varían según la disponibilidad, tiempos, objetos inesperados o daños.
- 6) Continuo: Se interactúa con el entorno de forma continua debido a la secuencialidad y el dinamismo que presenta, así como el tiempo de llegada a la ciudad que debe considerar el agente.
- 7) Conocido: El entorno es conocido por el agente, porque aunque esté sujeto a variantes, el agente conoce los trenes, ubicaciones, itinerarios y rutas definidas con antelación.

### C. Proceso del agente para resolver el problema

- Formulación del Objetivo: Planificar un viaje desde una ciudad origen a una ciudad final con el menor tiempo posible de trayecto, mediante el itinerario de trenes disponible.
- Formulación del Problema:
  - **Estado inicial:** (estación = origen, hora = hora inicial).
  - **Acciones:** Tomar un tren que sale de la estación actual y que a través del recorrido con el paso de tiempo (hora actual + tiempo de traslado) llega a la estación destino en una hora de llegada.
  - **Modelo de transición:** La acción produce el nuevo estado (estación destino, hora llegada).
  - **Costo de acción:** hora llegada - hora inicial (espera + tiempo de traslado).
  - **Prueba de meta:** estación = destino.
  - **Costo de camino:** suma de los costos de acción.
- Búsqueda:
  - 1) Construir un grafo temporal (nodos (estación, hora), aristas = trenes).

- 2) Ejecutar A\* para obtener el viaje directo más rápido).
- 3) Filtrar rutas que no cumplan las restricciones (tiempo mínimo de transbordo, presupuesto).
- 4) Seleccionar la ruta con menor tiempo de viaje, menor tiempo de espera, y menor numero de transbordos en ese orden de prioridad (máxima prioridad a minimizar el tiempo de viaje).
- 5) Generar el plan: lista de trenes con andén, hora de salida y llegada.

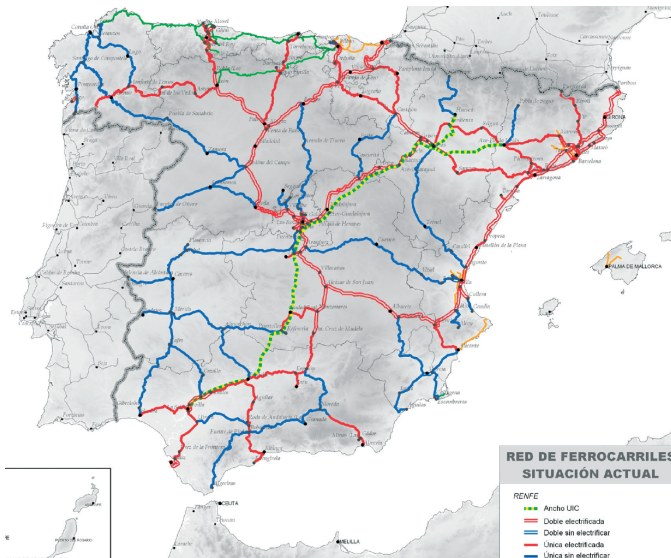


Fig. 1. Grafo con las ubicaciones y distancias de los trenes en la red ferroviaria de España

- Ejecución:

- 1) Entregar el itinerario y billete al usuario.
- 2) Supervisar el flujo de los datos en tiempo real; ante incidencias de cualquier tipo que retrasen o paralizen uno de los recorridos se dispara re-planificación empezando desde el estado actual.
- 3) Notificar al usuario los cambios y el nuevo plan.
- 4) Confirmar llegada a destino y cerrar el episodio.