Improving public transportation systems with self-organization:

A headway-based model and regulation of passenger alighting and boarding

Gustavo Carreón, Carlos Gershenson, Luis A. Pineda

*Headway* es el intervalo de tiempo promedio entre vehículos que se mueven en la misma dirección en la misma ruta. En el contexto del Metro, el headway es el tiempo de espera entre trenes, que en la Ciudad de México suele ser de entre 2 y 3 minutos. Aunque una configuración de headway regular es deseable, es intrínsecamente inestable. *The equal headway instability* se debe a que los trenes vayan más rápido o más lento de lo esperado y al cambio rápido de la demanda de pasajeros. Las simulaciones en computadora del Metro de la Ciudad de México que realizaron los autores mostraron que algunos métodos de autoorganización pueden regular el headway de manera adaptativa, más allá del óptimo teórico.

Para reducir el hacinamiento o congestionamiento de pasajeros, se suele enviar un tren vacío. A esto le llaman el stop-skipping scheme y propusieron un enfoque de aprendizaje en línea utilizando información en tiempo real con modelos predictivos que usan máquinas de vector de apoyo e información de una tarjeta inteligente de tránsito. Debido al efecto “más lento es más rápido”, los pasajeros pueden llegar a esperar más en las estaciones, pero llegarán más rápido a su destino debido a que los trenes no tratarán de mantener un headway estricto.

Se implementan 2 métodos de regulación en la estación: El método general (GM) que simplemente observa un tiempo mínimo Tmin y uno máximo Tmax y el tiempo medio de retraso λr basado en una distribución Poisson. Y el método de autoorganización II, en el que se utiliza la antiferomona que aumenta a una tasa de 2/3 por iteración, y la cual se compara con tiempo estimado de arribo del siguiente tren para determinar si el tren en curso sale. El balance entre estas 2 variables es lo que hace que el headway se adapte a cambios en el sistema de forma descentralizada usando información local. Al parecer la tasa de 2/3 viene de considerar un tiempo de reacción del conductor del tren de 2/3 de segundo. También se considera el arribo de pasajeros con una media λp de una distribución Poisson, cuyos valores pequeños representan un alto número de pasajeros y viceversa.

Por último se menciona la implementación de señales de abordaje y salida de pasajeros con la cual se obtuvo un orden espontáneo con el que la gente se coloca en filas para abordar y permiten salir a los pasajeros.