

Enfoques de programación entera para la programación de inspectores en un sistema de transporte público

Cristián E. Cortés¹ and, Diego Muñoz², Pablo A. Rey³, and Luis Trujillo³

¹ Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile,

ccortes@ing.uchile.cl

² STP Santiago, Santiago, Chile

diemunoz@ing.uchile.cl

³ Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile,

pablo.rey.cl@gmail.com; luis.trujillo.j@gmail.com

En Febrero de 2007 comenzó a operar un sistema completamente rediseñado de transporte público en Santiago, Transantiago. Una modificación importante fue el método de pago, a través de tarjetas y validadores electrónicos. Un problema relevante que ha surgido corresponde a los *evasores* que evitan el pago del pasaje en esta nueva modalidad. Actualmente, en un día de trabajo, en promedio, se realizan 3,3 millones de transacciones (pagos recuperados a través de las tarjetas) en todo el sistema, con un nivel de evasión estimado en alrededor del 24% de esta cifra. Por un lado, la evasión implica un serio impacto en las finanzas de los proveedores; por otro, la evasión tiene enorme relevancia en el hacinamiento y congestión a bordo de los buses, debido a predicciones errneas de la demanda; finalmente, la frecuencia ofrecida es subestimada en muchos servicios producto de las estimaciones erróneas de demanda sesgadas debido a la evasión, resultando en escenarios con menos buses que los requeridos.

Las compañías proveen una flota de inspectores para controlar la evasión en puntos de alta transferencia de pasajeros, bajo escenarios de alta demanda. La acción de un inspector es fácil de cuantificar y genera resultados en el corto plazo, pues los inspectores fuerzan in situ a los potenciales evasores a pagar su pasaje.

En este trabajo, se propone un enfoque de programación entera mixta, basado en una red espacio-tiempo, para obtener la programación óptima de recorridos de inspectores sobre un conjunto de paradas de buses usadas por los servicios de la compañía de interés. Además, se consideran restricciones importantes de recursos, como imponer límite a la jornada laboral de cada inspector, junto con una hora de almuerzo o descanso. Debido a la complejidad del problema resultante, se propone una heurística basada en generación de columnas para resolver instancias de la vida real.

Parte de los modelos propuestos y resultados de esta investigación han sido presentados previamente en el Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte 2015 y en la conferencia internacional Thredbo 14.