

Estrategias basadas en programación lineal entera para el uso dinámico de espacios de estacionamiento

Javier Marengo¹, Juan José Miranda Bront¹, Pedro Montealegre², Iván Rapaport³, and Javier Santibáñez³

¹ Escuela de Negocios, Universidad Torcuato Di Tella, Av. Figueroa Alcorta 7350
(1428) Buenos Aires, Argentina

{javier.marengo, jmiranda}@utdt.edu

² Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez, Diagonal las Torres
2640 (7941169) Santiago de Chile, Chile

p.montealegre@uai.cl

³ Centro de Modelamiento Matemático, Universidad de Chile, Beauchef 851
(8370456) Santiago de Chile, Chile

{rapaport, javier.santibanez}@dim.uchile.cl

Abstract. Presentamos un modelo de programación lineal entera para la versión *offline* y varias estrategias basadas en programación lineal entera para la versión *online* de un problema de estacionamiento de automóviles sobre una grilla, dada una lista de reservas con fechas de entrada y salida. Mostramos que la versión general de estacionamiento sobre una grilla sin calles predefinidas permite aprovechar mejor el espacio disponible.

Keywords: estacionamiento, programación lineal entera

Integer programming-based strategies for the dynamic use of parking spaces

Abstract. We present an integer programming model for the offline version and several integer programming-based strategies for the online version of a parking problem on a grid, given a list of reservations with entry and exit dates. We show that the general version of grid-based parking, without predefined lanes, allows for more efficient use of the available space.

Keywords: parking, integer programming

En este trabajo consideramos el siguiente problema de estacionamiento dinámico de automóviles. Tenemos un espacio de estacionamiento, que suponemos dividido en una grilla de $n \times m$ posiciones. En cada posición se puede ubicar un automóvil. Suponemos que cada posición corresponde a un rectángulo con su lado más largo paralelo al eje horizontal, con lo cual cada automóvil queda con su frente orientado hacia la izquierda o hacia la derecha de la grilla. Suponemos además que la posición ubicada en la esquina superior izquierda de la grilla es la entrada/salida del estacionamiento, y el resto de la grilla está rodeado por un muro perimetral.

En el esquema clásico, la grilla se divide en “calles” verticales, sobre las que no se puede ubicar un automóvil, de modo tal que las posiciones restantes admiten un camino desde/hacia la entrada/salida del estacionamiento. En este trabajo consideramos una versión más general del problema, en el que un automóvil puede estacionar en cualquier posición de la grilla, siempre que existan caminos desde la entrada/salida hasta esa posición cuando el auto ingresa y egresa del estacionamiento. Una vez estacionado, un automóvil no se puede mover de su posición. Dado que los automóviles se ubican con su frente hacia la izquierda o hacia la derecha, solicitamos también que el camino de entrada termine y el camino de salida comience hacia la izquierda o hacia la derecha, posiciones que deben estar libres al momento de recorrer ese camino. A priori, esta estrategia permite ubicar una mayor cantidad de automóviles que el esquema clásico, haciendo un mejor uso de los recursos disponibles.

Suponemos que tenemos una lista de reservas, cada una compuesta por un día y hora de realización de la reserva, un día y hora de llegada del automóvil al estacionamiento y un día y hora de salida del automóvil del estacionamiento. Dada esta lista de reservas, el problema *offline* consiste en determinar la mayor cantidad de automóviles (o, alternativamente, la mayor cantidad de horas de ocupación) que se pueden ubicar en el estacionamiento. La versión *online* consiste en determinar, para cada automóvil en la lista de reservas en orden de realización de la reserva, si se puede aceptar el automóvil y, en caso afirmativo, en qué posición se lo debe ubicar.

Proponemos en este trabajo un modelo de programación lineal entera para el problema *offline*, y varias estrategias basadas en programación lineal entera para el problema *online*. A partir de datos históricos de reservas de un estacionamiento, mostramos que los esquemas *online* son practicables y permiten realizar un mejor aprovechamiento del espacio disponible. A pesar de que existen trabajos que consideran el diseño *offline* del *layout* en estacionamientos (Abdelfatah & Taha, 2014; Bingle et al., 1987; Guo & Guo, 2012; Stephan et al., 2021), no estamos al tanto de trabajos que consideren este problema dinámicamente.

Referencias

- Abdelfatah, A., & Taha M. (2014). Parking capacity optimization using linear programming. *J. Traffic Logistics Engrg.* 2(3), 176–181.
- Bingle, R., Meindertma, D., & Oostendorp, W. (1987). Designing the optimal placement of spaces in a parking lot. *Math. Modeling* 9(10), 765–776.

Guo, C. & Guo, P. (2012). Research on parking space optimal design method in parking lots. *Adv. Sci. Lett.* 11, 698–701.

Stephan, K., Weidinger, F., & Boysen, N. (2021). Layout design of parking lots with mathematical programming. *Transportation Science*, 55(4), 815–967.