

Sistema de soporte de decisiones en Shiny para el balanceo de bicicletas en una red de bicicletas compartidas

Juan F. Venegas Gutierrez^{1,2} and Rodrigo Barraza Alonso^{1,3}

1. *Industrial Engineering Department, Universidad de Santiago de Chile*

2. *School of Engineering, Universidad Andrés Bello, Chile*

3. *School of Engineering, Universidad Santo Tomás, Chile*

Resumen

Dentro de la infraestructura de una Smart City, existen servicios y sistemas que en su conjunto permiten la generación de entornos inteligentes, como las plataformas digitales y la gestión de diversos servicios de transporte. Uno de los sistemas de transporte que ha tenido un amplio despliegue en las ciudades durante los últimos años corresponden a los sistemas de bicicletas compartidas(BSS). Uno de los BSS desplegados en Santiago corresponde al sistema BikeSantiago, abarcando 14 comunas con un total de 350 estaciones. Sin embargo, uno de los principales problemas que se generan en la operación diaria de este tipo de sistemas corresponde al problema de rebalanceo de bicicletas(BRP) el cual además comprende distintas configuraciones de acuerdo al tipo de red que se considere, el cual evidencia un creciente interés en la literatura durante los últimos años. En este contexto se propone un Sistema de Soporte Decisiones(DSS) compuesto por un modelo de optimización y una aplicación desarrollada en Shiny. Para modelar y resolver el problema BRP, se diseñó un modelo de optimización entera (MIP) y además se desarrolló un DSS en R junto a la librería Shiny. Para la implementación de este framework se contemplaron dos dimensiones de análisis: (1) Flexibilización de la capacidad y (2) Priorización de estaciones. Para la primera dimensión se aumenta la capacidad de bicicletas que se permite en cada estación y para la segunda dimensión se establecen dos tipos de priorizaciones: (1) Red con priorización central y (3) Red con priorización del borde. Dentro de los resultados relevantes, se ha determinado que a medida que disminuye la distancia total de rebalanceo aumenta la heterogeneidad de la solución de la red, disminuyendo así el nivel de servicio para los usuarios de la red, junto a esto el DSS permite visualizar las estaciones con sus capacidades rebalanceadas y la visualización de la distancia optima total de rebalanceo, lo cual comprende una métrica relevante para los tomadores de decisión.

URL: https://app-test-1.shinyapps.io/app_bike_opt/ ; Username: bike ; Password: bike

Keywords: Bike sharing,Bike rebalancing problem,Sistema de soporte de decisiones

A continuación, se muestra el modelo de optimización entera el cual permite rebalancear la red de bicicletas compartidas.

Función Objetivo

$$\text{Min CTE} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J DS_{i,j,t} SX_{i,j,t} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I DE_{j,i,t} EX_{j,i,t} \quad (1)$$

Restricciones

$$B_{i,t} = B_{i,t-1} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J FE_{j,i,t} - \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I FS_{i,j,t} \quad \forall i \in I \mid t = 1 \wedge i \neq j \quad (2)$$

$$B_{i,t} < M_{i,t} \quad \forall i \in I \mid t = 1 \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
FE_{j,i,t} &< B_{j,t} & \forall j \in J \wedge i \in I | t=1 \wedge i \neq j & (4) \\
FS_{i,j,t} &< B_{i,t} & \forall i \in I \wedge j \in J | t=1 \wedge j \neq i & (5) \\
FE_{j,i,t} &= FS_{i,j,t} & \forall i \in I \wedge j \in J | t=1 \wedge j \neq i & (6) \\
EX_{j,i,t} &= \frac{FE_{j,i,t}}{H} & \forall i \in I \wedge j \in J | t=1 \wedge j \neq i & (7) \\
SX_{i,j,t} &= \frac{FS_{i,j,t}}{H} & \forall j \in J \wedge i \in I | t=1 \wedge i \neq j & (8) \\
\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J SX_{i,j,t} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I EX_{j,i,t} &< 2n(n-1) & | t=1 & (9) \\
B_{i,t} &< (1+\delta) \left(\frac{M_{i,t}}{2} (1+\alpha_i) \right) & \forall i \in I | t=1 & (10) \\
B_{i,t} &> (1-\delta) \left(\frac{M_{i,t}}{2} (1+\alpha_i) \right) & \forall i \in I | t=1 & (11) \\
\sum_{i=1}^I \alpha_i &= 1 & & (12) \\
SX_{j,i,t}, EX_{i,j,t}, B_{i,t}, FE_{j,i,t}, FS_{i,j,t} &\in INT & & (13)
\end{aligned}$$

En la siguiente imagen se muestra un menú del DSS desarrollado en Shiny.



Figura 1 Dashboard del Sistema de soporte de decisiones desarrollado en Shiny

