

Expositor: Pablo Andrés Lotito (PLADEMA-CONICET, pablo.lotito@gmail.com)  
Autor/es: Pablo Andrés Lotito (PLADEMA-CONICET, pablo.lotito@gmail.com); Lucas Corrales (PLADEMA-CONICET, corrales.lucas@gmail.com); Lisandro Parente (CIFASIS-CONICET, lisandroparente@gmail.com)

Dado un problema de optimización parametrizado en una restricción, nos interesa calcular la variación de la solución (o soluciones) óptima(s) respecto del parámetro. Esto resulta de utilidad para resolver el problema de estimación de matrices origen-destino en una red de tráfico vehicular [4]. Este último es un problema binivel que presenta minimización cuadrática en el nivel superior y restricciones de equilibrio de Wardrop, expresadas a través de una inecuación variacional, en el nivel inferior. Específicamente, dado un vector de demandas desactualizado  $\bar{d}$  y un conjunto  $\tilde{A}$  de arcos donde se puede medir el flujo actual, se presenta el siguiente problema:

$$\text{mín} \sum_k \rho_k (d_k - \bar{d}_k)^2 + \sum_{a \in \tilde{A}} \beta_a (x_a - \bar{x}_a)^2, \quad (1)$$

sujeito a

$$t(x)^T (x - x') \geq 0, \quad \forall x' \in \omega(d) \quad (2)$$

donde  $t(x)$  es la función de costo por arcos para el vector de flujos  $x$  y  $\omega(d)$  es el conjunto de flujos por arco que satisfacen el vector de demanda  $d$ , expresado por restricciones lineales de igualdad y desigualdad. Las condiciones KKT de la IV (2) permiten reformular las restricciones como restricciones de complementariedad. Los métodos que ya hemos considerado podemos dividirlos en enfoques que reemplazan las restricciones de equilibrio por su formulación KKT (método de lifting) y métodos de descenso de la función objetivo definida implícitamente en  $d$  (métodos de aproximación del gradiente y de restauración inexacta). En este caso también presentamos un método de descenso donde caracterizamos la derivada direccional de la solución óptima del problema de equilibrio como solución de un problema de optimización asociado, basado en el análisis de sensibilidad mencionado al principio [2]. Presentamos ejemplos numéricos en redes standard de pequeño y mediano porte, contrastando los resultados heurísticos de [1] y [3].

## Referencias

- [1] Codina, E. y Barceló, J., Adjustment of O-D trip matrices from observed volumes: An algorithmic approach based on conjugate directions, *European Journal of Operational Research*, vol. 155 (2004), pp. 535-557.
- [2] Josefsson, M. y Patriksson, M., Sensitivity analysis of separable traffic equilibrium equilibria with application to bilevel optimization in network design, *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 41 (2007), Nro. 1, pp. 4-31.
- [3] Lundgren, J.T. y Peterson, A., A heuristic for the bilevel origin-destination-matrix estimation problem, *Transportation Research Part B*, vol. 42 (2008), pp. 339-354.
- [4] Patriksson, M., Sensitivity analysis of traffic equilibria, *Transportation Science*, vol. 38 (2004), Nro. 3, pp. 258-281.