



EQUILIBRIO DE TRÁFICO SOBRE UNA RED

ICT-3283 Equilibrio en Redes de Transporte

Prof. Homero Larrain Izquierdo

Ayudantes: Belén Aguilera (baguilera@uc.cl), José Barquín (jbarquin@uc.cl).

Descripción del problema

Implementar computacionalmente una herramienta que permita encontrar una asignación de equilibrio sobre una red con funciones de costo y matriz de demanda conocida. Esta solución debe ser obtenida resolviendo un problema de optimización equivalente mediante el método de Frank-Wolfe.

Objetivos específicos del trabajo

Parte I: Programación.

En esta tarea usted deberá programar una herramienta que encuentre una asignación de equilibrio de usuarios a partir de los siguientes datos:

- Una red dirigida $G = (N, A)$.
- Funciones costo de los arcos: para cada $a \in A$, conocemos los parámetros α_a y β_a que definen su función de costo (en minutos), dada por $c_a(f_a) = \alpha_a + \beta_a f_a^2$, donde f_a es el flujo (en veh/h) que circula por el arco a .
- Coordenadas geográficas de cada nodo: para cada nodo $i \in N$, conocemos el par $(lat_i, long_i)$ que indica la ubicación geográfica del nodo. Esta información será útil para graficar las instancias.
- Lista de pares O/D en los que hay demanda por viajes, W . Cada elemento de esta lista tiene la forma $w = (i, j)$, donde $i, j \in N$ con $i \neq j$.
- Para todo $w \in W$ conocemos una demanda por viajes, T_w , en veh/h.

Para resolver este problema, usted deberá implementar las siguientes funcionalidades:

1. Solución del problema de equilibrio mediante el algoritmo de F-W. Esta implementación debe reportar todos los pasos del algoritmo. Es decir, en cada iteración, su código debe reportar la solución inicial F_n (impresa en pantalla como un vector), solución auxiliar Y_n , dirección de descenso D_n , cota máxima y mínima actual para el valor objetivo Z , y el valor del gap actual.
2. Visualizador de soluciones: Usted deberá construir un visualizador que permita ilustrar la instancia, y soluciones sobre esta. Su visualizador debe ser capaz de ilustrar sobre la red los flujos F de una asignación dada, o los flujos F_w asociados a un par $w \in W$ específico.

En la implementación de estas funcionalidades usted puede usar librerías y paquetes computacionales para las operaciones sobre redes (se recomienda usar Networkx para el cálculo

de rutas mínimas) y para la visualización de soluciones, pero no está permitido el uso de paquetes que resuelvan el problema de equilibrio o el algoritmo de F-W en forma directa.

Parte II: Experimentos y análisis.

1. **Solución del set de instancias.** Resuelva el set de instancias de referencia que se entrega. Defina usted un criterio de parada que sea razonable. Reporte para cada instancia el tiempo de solución y el gap final obtenido. Analice la convergencia de la solución v/s el número de iteraciones. Analice la evolución de los flujos a nivel de arco. ¿Existen arcos cuyo flujo de equilibrio sea menos confiable que el resto en la solución final?
2. **Análisis de la instancia de referencia.** Ilustre la secuencia de asignaciones por cada iteración para la instancia de referencia. Ilustre lo mismo de antes, pero con foco en un par w específico a su elección. ¿Qué puede observar sobre cómo evolucionan estas soluciones al acercarse al equilibrio?
3. **Análisis de sensibilidad adicional.** Basándose en la instancia de referencia, realice un análisis de sensibilidad del efecto en la solución al variar la demanda de un par w específico (la idea es que usted elija un par w “interesante”). Haga un barrido para diferentes valores de T_w , manteniendo el resto de la instancia intacta. Defina un rango de valores para su experimento que permita reflejar adecuadamente el efecto (considere en su barrido un mínimo de diez valores diferentes de T_w). Considere en su análisis tanto los efectos sobre la red completa, y sobre pares w específicos, y/o sobre arcos a específicos.

Productos a entregar

El proyecto contempla la elaboración de un informe breve y la entrega en formato digital del código para las herramientas programadas.

Especificaciones para el informe

El informe a entregar deberá ser escrito en formato de artículo científico. La extensión máxima del informe son 10 páginas en Times New Roman (o similar) tamaño 12, a interlineado simple. No incluya portada, resumen, ni índice. Los anexos no se consideran en el total de páginas. Si así lo desea, puede utilizar el formato de este documento como base. El informe debe abordar, como mínimo, los siguientes puntos:

- Breve introducción: Descripción del problema y de los objetivos del trabajo, y visión general del contenido del informe. Se sugiere seguir la estructura del trabajo acá utilizada en su informe.
- Descripción de la implementación: Explicar en términos generales las partes de su código y cómo interactúan. Indique claramente las fórmulas o técnicas utilizadas para definir la dirección de descenso, paso óptimo, y cotas de optimalidad. Detallar cualquier decisión que se haya debido tomar respecto a la codificación de los algoritmos que no sea evidente. No es necesario entregar código en el informe.
- Análisis y conclusiones. Entregue tablas y figuras con los resultados. Responda a las preguntas de análisis. Se valorará la inclusión de análisis adicionales que se puedan hacer a partir de los datos obtenidos.

Especificaciones para el código

La herramienta deberá ser programada en Python, utilizando el formato .ipynb. El código deberá ser entregado en el formato correspondiente a través de Canvas, siguiendo las especificaciones que entregará el ayudante. Los códigos deben estar adecuadamente comentados e indentados, de forma de ser idealmente autoexplicativos, y deben ser consistentes con la metodología

descrita en el informe. Los códigos serán verificados para prevenir plagio con JPlag. Los códigos serán testeados en una instancia de validación, de características y tamaño similares a las instancias de prueba.

Otros aspectos generales

El trabajo se debe realizar en grupos de dos alumnos, o en forma individual.

El trabajo se debe entregar el jueves 12 de mayo antes de las 23:59 vía Canvas. Se debe entregar un archivo `XX.rar` o `XX.zip` (donde `XX` es el número de grupo) que contenga el informe (en formato `*.pdf`) y el código (en formato `*.ipynb`). No envíe ejecutables.

Cualquier duda sobre el trabajo, hacerla llegar a los ayudantes del curso.