



TRABAJO 3

TUBERÍAS Y CABLES

ICT-2233 Flujo en Redes

Prof. Homero Larraín Izquierdo

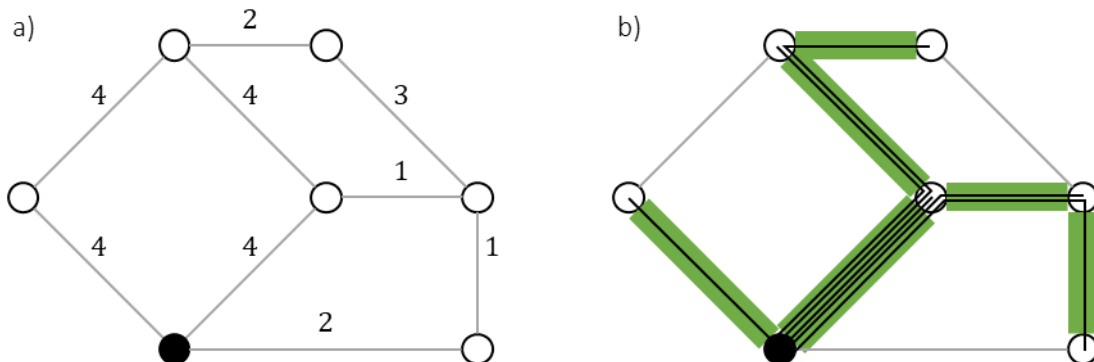
Ayudante responsable: Benjamín Rojas (bgrojas@uc.cl)

Descripción del problema

Para proveer la universidad de acceso a Internet, una serie de puntos localizados en distintos edificios del campus deben conectarse a un computador central por medio de un cable de fibra óptica en forma directa (i.e., debe haber un cable conectado desde el computador central hasta cada uno de los edificios del campus). Para realizar estas conexiones, se debe construir una red subterránea de tubos por los cuales se envían los cables. El objetivo de este problema es diseñar esta red de tubos y cables, considerando que tanto instalar tuberías como cables tiene un costo asociado.

Para abordar el problema, considere que el campus se puede modelar como un grafo no dirigido y no necesariamente completo $G = (N, A)$, donde el conjunto de nodos N está conformado por un nodo 0 que corresponde al computador central, y los nodos $\{1, \dots, n\}$ que representan los edificios donde existe un punto de acceso a conectar. Cada arco $(i, j) \in A$ representa un posible tubo que se podría instalar entre los edificios i y j . La distancia de este arco está dada por $d_{ij} \geq 0$. Estas distancias satisfacen la desigualdad triangular. El costo de instalar un tubo, por unidad de distancia, es de $\alpha \geq 0$, mientras que el costo por unidad de longitud de cable utilizado es de $\beta \geq 0$.

Un ejemplo de instancia del problema se ilustra en la Figura a). Una solución factible de este problema se ilustra en la Figura b). En esta solución, la distancia total de tuberías es de 16, y la distancia total de cable es de 37, lo que representaría un costo total de $16\alpha + 37\beta$.



El objetivo de este proyecto es diseñar una heurística que permita encontrar una buena solución para el problema de tuberías y cables (PTC) en un tiempo razonable.

Estructura del trabajo

Este proyecto se estructura en tres partes, que se describen a continuación:

Parte I: Solución de casos límite.

Estudie los casos límite $\alpha = 0$ y $\beta = 0$. ¿A qué problemas corresponde cada uno de estos casos? ¿Qué algoritmos se pueden utilizar para resolverlos?

Construya un programa que lea el grafo $G = (N, A)$, y que reciba como parámetros los costos α y β (al menos uno de estos valores debe ser estrictamente positivo). Esta función, al comienzo, debe verificar si alguno de estos parámetros vale cero, y derivar el algoritmo al caso correspondiente.

1. Si $\alpha = 0$, el programa debe ejecutar un algoritmo eficiente que entregue la solución óptima para el problema.
2. Si $\beta = 0$, el programa debe invocar otro algoritmo eficiente que también entregue la solución óptima para en este caso.
3. Si α o $\beta > 0$, el programa debe entregar un mensaje de advertencia (por el momento).

Esta función deberá ser implementada para resolver un set de instancias que será puesta a disposición oportunamente. Estos resultados deben ser reportados en el informe.

Parte II: Solución del caso general.

Extienda el programa de forma de que sea capaz de entregar una solución para cualquier combinación de parámetros α y $\beta > 0$. Para este fin usted deberá diseñar y describir detalladamente un algoritmo que resuelva este problema en forma razonable y rápida (aunque no necesariamente óptima). El algoritmo no podrá tardar más de **un minuto** en entregar una solución. Al igual que en la parte anterior, se entregará un conjunto de instancias a resolver cuya solución deberá ser reportada.

Parte III: Varios computadores.

Extienda el caso α y $\beta > 0$, considerando que ahora puede instalar un computador en cualquier edificio a un costo de $\gamma \geq 0$. Modifique su algoritmo, para que ahora pueda resolver este problema, indicando cuántos computadores instalar y en qué edificios. Utilice su algoritmo para realizar un análisis de sensibilidad, comparando los casos en donde se puede o no instalar varios computadores. El algoritmo no podrá tardar más de **dos minutos** en entregar una solución. Resuelva y reporte las soluciones de las instancias entregadas para este apartado.

Productos a entregar

Cada entrega del proyecto contempla la elaboración de un informe, y la entrega en formato digital del código para la herramienta programada.

Especificaciones para el informe

Los informes a entregar deberán ser escritos en formato de artículo científico. La extensión máxima de cada informe es 10 páginas en Times New Roman (o similar) tamaño 12, a interlineado simple. No incluya portada, resumen, ni índice. 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 visión general del contenido del informe.
- Metodología de solución de los problemas: Identificación de las partes del problema y descripción de la solución a implementar para cada una de ellas. ¿Qué algoritmos o heurísticas se utilizan en cada parte?
- Los análisis de los resultados de los escenarios evaluados deberán ser presentados en forma clara, usando figuras y mapas cuando lo amerite.
- Estructura general del (los) código(s) utilizados. Estos se pueden incluir en la sección donde se detalla la metodología. No incluya el código completo, basta con un pseudocódigo (para ejemplos de pseudocódigos, revisar AMO), un diagrama de flujo, u otro medio mientras sea claro.

Especificaciones para el código

La herramienta deberá ser programada en Python. Los códigos deben estar adecuadamente comentados e indentados, ser autoexplicativos y autocontenidos, y ser consistentes con la metodología descrita en el informe. Los códigos serán verificados para prevenir plagio con JPlag. Se permitirá el uso de código encontrado en Internet, pero se debe citar adecuadamente la fuente, y los comentarios del código deben ser propios. Está permitido el uso de ChatGPT como apoyo a la programación, pero no en la redacción del informe.

Otros aspectos generales

El trabajo se debe realizar en grupos de cuatro alumnos. La inscripción de los grupos se realiza en Canvas y estos deben estar conformados al menos dos semanas antes de la fecha de entrega del trabajo.

La fecha de entrega es el jueves 28 de noviembre.

Las entregas se pueden enviar hasta las 23:59 de la fecha indicada vía Canvas (los retrasos serán fuertemente penalizados). 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. La nota final de este trabajo considerará una componente importante de evaluación entre pares.

El profesor y los ayudantes nos reservamos el derecho de solicitar a los grupos antecedentes adicionales durante la corrección del trabajo, que podrían traducirse en una demostración en vivo del funcionamiento de la herramienta programada.

Cualquier duda sobre el trabajo, hacerla preferentemente a través del foro del curso en Canvas, o hacerla llegar a Benjamín Rojas (bgrojas@uc.cl).