

Solución al problema de optimización en la extracción de troncos de un aserradero

1985274

14 de mayo de 2019

En este trabajo se presenta la propuesta de una red de un grafo basada en una empresa de aserradero ubicada en el norte de Canada sobre la que se aplica un algoritmo de Flujo máximo para determinar la forma más óptima de transportar troncos desde las zonas de extracción al aserradero. Se ha seleccionado un algoritmo generador de grafos y a su vez se ha escogido una implementación de algoritmo de flujo máximo. Para esto se ha utilizado el lenguaje **Python** en su versión 3.7 [1], el editor de código Spyder en su versión 3.3.1 y el editor Texmaker 5.0.2 para redactar el documento. Se utilizan además las librerías **networkX** 1.5 [2], **Matplotlib** [3], **Numpy** [4], la librería **Panda** [5], la librería **Scipy** [6], la librería **Seaborn** [7] para graficar, la librería **Researchcpv** [8] para producir pandas **Dataframe** de pruebas estadísticas.

1. Situación

En la empresa maderera Les Aciers JP Inc. del norte de Canadá, se producen varios tipos de troncos de diversos calibres como son: el Roble blanco y el Roble Rojo, muy demandados en el mercado. Esta empresa administra vastas extensiones de bosques para la producción y para ello cuenta con un aserradero, que se encuentra ubicado en una de las zonas más llanas y de fácil acceso, no obstante, los almacenes para resguardar la madera procesada hasta que llegan los vehículos, quedan ubicados en zonas un poco distantes y toma tiempo llegar a ellos.

En el momento de realizar la distribución de los troncos en los vehículos, se chequean varias condiciones, dado que los troncos que estén afectados por plagas no se transportan en el mismo vehículo donde se cargan troncos sanos o en buen estado, además, los vehículos tienen una capacidad máxima, por tanto, existen ocasiones en las que un vehículo solo puede transportar un solo tronco que cubre toda la capacidad del vehículo, o cuando no existen otros troncos para completar la capacidad del vehículo.

Además, dado que existen zonas de extracción muy densamente cubiertas, pero que a la vez están en lugares distantes, los caminos de acceso para llegar a esas zonas no son completamente de carreteras, sino que incluyen secciones que limitan la cantidad de troncos que se pueden transportar. Estas secciones están conformadas por puentes de madera en algunos casos y en otros casos, por puentes de estructuras metálicas de muchos años de explotación, que han mermado su capacidad máxima por metro cuadrado que pueden soportar en varias decenas expresadas en por ciento.

Todos los troncos tienen que ser trasladados enteros al aserradero para que sean descortezados, o transformados en largos trozos, o en otro caso son canteados o desorillados, según el ancho de escuadría que se utilice, y según pedidos del cliente. Uno de los objetivos de la empresa es trasladar la mayor cantidad de troncos de una sola vez, y una vez que los troncos son talados en un día, siempre es deseable trasladarlos todos al aserradero en ese mismo día, para cumplir con las fechas de entrega.

Adicionalmente los puentes que van a ser conectados para completar el viaje hasta el aserradero por un vehículo están también representados como nodos en el grafo, que tienen como información la capacidad máxima del puente expresada en el por ciento en que ha mermado su capacidad máxima con respecto a la capacidad original que puede soportar. Un

vehículo puede conectar varios puentes y así se conforma una ruta hasta el aserradero. La capacidad máxima a transportar para un vehículo está sujeta al puente que tenga el menor porcentaje de merma en su capacidad máxima del puente que se encuentre en su ruta.

Se desea emplear un algoritmo de flujo máximo para resolver la situación antes descrita, en la que se representan los vehículos como nodos, así como los troncos a trasladar. En este caso los nodos Fuentes son los nodos que representan a los troncos, de los que salen aristas a los nodos que representan los puentes, y de estos (los nodos puentes) a su vez salen aristas a los nodos vehículos, y de estos al nodo sumidero representado al aserradero que está representado como un nodo Sumidero. En este caso las aristas tienen una capacidad y un color. Todas las aristas del mismo color corresponden a un mismo vehículo, y denota aquellos troncos que va a ser trasladados por un mismo vehículo. Además, las aristas tienen una capacidad máxima o flujo máximo, que denota la capacidad de carga del camino que va a recorrer el vehículo. Las aristas que conectan los nodos vehículos al aserradero, representan caminos que no tienen límite de capacidad máxima.

2. Algoritmo generador de grafo

Se utiliza el generador *Watts Strogatz graph* y como algoritmo de flujo máximo: *maximun flow value* para representar esta red.

Se utilizará el Algoritmo *Watts Strogatz graph*: Este es un generador aleatorio que recibe cuatro parámetros que son: n el número de nodos, k cada nodo se une con sus k vecinos en una topología de anillo, p que es la probabilidad de volver a establecer una arista, *seed* que es la semilla o indicador del estado de generación de números aleatorios. Este algoritmo primero crea un anillo sobre n nodos y luego cada nodo en el anillo es conectado con sus vecinos más cercanos. Luego se crean accesos directos reemplazando algunas aristas. Se seleccionó este algoritmo porque es posible representar una red de transporte de una terminal aérea de un país con varias aerolíneas, donde cada una enlaza este país con otros países de ida y vuelta, por lo que se obtiene un grafo no dirigido. En este caso los países son los nodos y las aristas son las aerolíneas.

3. Algoritmo de flujo máximo

Algoritmo *maximum flow value*: Esta función calcula el valor del flujo máximo a costo mínimo entre la fuente y el sumidero en grafos capacitados. El algoritmo recibe varios parámetros como son: G que es el grafo, s que es el nodo origen o fuente para el flujo, t que es el nodo destino o sumidero para el flujo, *capacidad* que es el parámetro que indica la cantidad de flujo que puede soportar la arista. Al aplicar este algoritmo se obtiene un diccionario que contiene el valor del flujo que pasó por cada arista. Se genera un grafo conformado por: 80 nodos cada uno, que representan los troncos, otros 15 nodos que simbolizan los puentes, que estarán de un mismo color, 10 nodos que simbolizan los vehículos con que cuenta la empresa y un nodo sumidero que simboliza el aserradero, sobre ellos se ejecutó al algoritmo de flujo máximo *maximum flow value*.

Referencias

- [1] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://www.python.org>. Accessed: 2019-04-19.
- [2] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://networkx.github.io/documentation/stable>. Accessed: 2019-04-19.
- [3] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://matplotlib.org>. Accessed: 2019-04-19.

- [4] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://www.numpy.org/>. Accessed: 2019-04-19.
- [5] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://pandas.pydata.org/>. Accessed: 2019-04-19.
- [6] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://www.scipy.org/>. Accessed: 2019-04-19.
- [7] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://seaborn.pydata.org/>. Accessed: 2019-04-19.
- [8] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://pypi.org/project/researchpy/>. Accessed: 2019-04-19.
- [9] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <https://pypi.org/project/pingouin/>. Accessed: 2019-04-19.
- [10] Networkx 2.2 tutorial — Fast Gnp random graph generator graph generators. <http://wpd.ugr.es/~bioestad/wp-content/uploads/ComparacionesMultiples.pdf/>. Accessed: 2019-04-19.
- [11] Jorge Fallas. *Análisis de varianza*. Green Tea Press, 9 Washburn Ave Needham, Massachusetts, second edition, 2012.