



Proyecto semestral: Análisis de la conectividad en grafos

Matemáticas discretas - 501252

Contexto del Proyecto

Debido a los recientes eventos climáticos en Chile que han afectado la infraestructura eléctrica, este proyecto abordará la k -conexidad de grafos como una manera de estudiar la robustez de redes eléctricas. La conectividad de un grafo se describe en la Definición 1 y mide cuántos vértices pueden ser eliminados de un grafo antes de que deje de ser conexo. En este proyecto, explorará este concepto simulando la resistencia de la red eléctrica frente a fallos en varios nodos.

Definición 1. Un grafo $G = (V, E)$ se llama k -conexo, $k \in \mathbb{N}$, si:

1. $|V| > k$ y
2. para todo conjunto de vértices $X \subseteq V$ tal que $|X| < k$ se cumple que $G - X$ es conexo.

El máximo k tal que G es k -conexo se denomina **conectividad** de G .

El objetivo del proyecto es explorar tres enfoques para obtener la conectividad e implementar uno de ellos. Este debe ser un programa en C que lea un grafo desde un archivo en formato lista de adyacencia, determine el grado máximo, mínimo y evalúe su k -conexidad para valores de k entre 1 y 4.

Enfoques a Evaluar

Cada grupo de tres integrantes deberá investigar y explicar los siguientes enfoques para abordar la conectividad.

1. Algoritmo basado en eliminación de vértices.
Explicar cómo eliminar conjuntos de $k - 1$ vértices responde a la k -conexidad.
2. Teorema de Menger.
Analizar cómo la k -conexidad se relaciona con la existencia de k caminos internamente disjuntos entre cada par de vértices. Describir cómo este teorema puede ser utilizado para verificar la conectividad
3. Algoritmo de Dinic: Problema de flujo máximo.
Describir cómo este algoritmo puede utilizarse para encontrar un corte mínimo entre pares de vértices y determinar la conectividad.

Además, debe presentar un pseudocódigo que retorne la conectividad de un grafo utilizando cada uno de los enfoques. Cada grupo deberá implementar el primer enfoque en C (no se aceptará en C++) y el programa deberá ser capaz de realizar los siguientes apartados.

- Leer una entrada estándar sin ninguna extensión, es decir, los archivos de entrada no llevarán ninguna extensión particular (.txt, .csv, etc.).
- Responder a las consultas sobre el grado máximo, grado mínimo, conexidad y el valor de $k \in \{1, 2, 3, 4\}$ tal que el grafo es k -conexo.

Formato del Archivo de Entrada

El grafo será proporcionado en un archivo en formato de lista de adyacencia. La primera línea indica el orden y cada línea posterior del archivo representa un vértice y todos sus vértices adyacentes. Por ejemplo, para un grafo con 5 vértices, una entrada estándar puede ser la que se presenta a continuación.

```
5
1: 2, 3, 5
2: 1, 4
3: 1, 5
4: 2
5: 1, 3
```

Entregables

Informe

El informe debe ser presentado en formato PDF con los siguientes puntos.

- Portada
Nombre del proyecto, integrantes, departamento al cual pertenece, entre otros.
- Problemática
Descripción del problema de conectividad y su relevancia para el análisis en redes. Explicación de los diferentes enfoques para abordar la conectividad. Presentación un pseudocódigo para cada enfoque.
- Aspectos técnicos
Especificaciones de la máquina utilizada para la experimentación (arquitectura, núcleos, hilos, modelo, RAM, sistema operativo, entre otros).
- Descripción de los datos
Breve explicación de la entrada estándar y cómo se procesa en su implementación. En su informe debe describir la metodología utilizada para la generación de sus documentos de prueba para los distintos valores de k .
- Implementación
Describir en detalle el algoritmo diseñado para el primer enfoque, el proceso de codificación y los desafíos encontrados durante la implementación.
- Experimentación
Presentar tres hipótesis relacionadas con la conectividad, considerando el tamaño del grafo, el tiempo de ejecución o algún otro parámetro relevante. Realizar su etapa experimental con el objeto de responder a sus hipótesis y presentar los resultados en grafos de orden $n \in \{5, 10, 15, 20\}$.

- Conclusiones

Reflexión sobre lo obtenido tras la etapa experimental y comentar si la conectividad podría aplicarse para mejorar la resistencia en redes de diversa naturaleza.

Código en C

El código fuente deberá ser entregado junto con el informe. El programa debe pedir ingresar por entrada estándar el nombre de un archivo con el formato ya señalado. También se debe responder al grado de entrada, salida, conexidad y conectividad según estos se soliciten. Posterior a cada consulta debe preguntar si desea realizar otra acción y en caso de obtener una respuesta negativa, salir del programa.

En el caso que el programa no compile o existan errores al ejecutarse, la sección *Calidad de la implementación* se evaluará con nota mínima.

Evaluación

Los siguientes criterios serán considerados para su nota de proyecto.

1. **Investigación y explicaciones teóricas (1.5 puntos):** Desarrollar los tres enfoques de conectividad y los pseudocódigos asociados a cada uno de ellos.
2. **Calidad de la implementación (1.5 puntos):** Correcta implementación en C del primer enfoque y claridad de su funcionamiento en el informe.
3. **Análisis y experimentación (1.5 puntos):** Profundidad en el análisis teórico y empírico. No se descontará puntaje si llega a conclusiones negativas respecto a alguna de sus hipótesis iniciales.
4. **Calidad del informe (1.5 puntos):** Claridad en la redacción y presentación de los resultados. Se descontará por faltas de ortografía y redacción.

Cada grupo de tres integrantes debe avisar su conformación como tal hasta más tardar el día domingo 6 de octubre del 2024. Esto se realizará en el siguiente archivo compartido para su llenado.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/19HTuciS48WJsKJxF-SAuflnDIu_-hE7H4wrghdibeU4/edit?usp=sharing

En el caso en que existan alumnos que no avisen su participación a un grupo, se distribuirán de manera arbitraria por el docente mediante la misma plataforma de aviso.

La fecha límite de entrega del proyecto es el día 15 de noviembre del 2024 hasta las 23:59 horas al correo **azapata2016@inf.udec.cl**. Este debe anexar un único documento .rar o .zip con el informe, programa y aquellos documentos utilizados en la experimentación.

En el caso de atraso en la entrega habrá una penalización de un punto en la nota de la tarea si el retraso es inferior a 24 horas y dos puntos si es igual o superior a 24 horas e inferior a 48 horas. Si el atraso supera las 48 horas se considera que la tarea no fue entregada y se evalúa con nota NCR.