

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

UNIDAD ACADÉMICA DE ELEMENTOS DISCRETOS

ELEMENTOS DISCRETOS

JULIO 2011



PROYECTO COMPUTACIONAL

Integrantes:

Jorge Hidalgo

Profesor: Aldo Reyes

Sección 04

1) Modelado del problema:

$G = (V, A, \varphi)$ es un grafo que modela la red de rutas espaciales de la ISA, junto con sus distintos cuerpos celestes. Donde:

$V = \{c_i / c_i \text{ es un cuerpo celeste que puede ser de diferentes tipos (Sol, Luna, Planeta, Agujero Negro, Satelite), que es conocido y está presente en la Red de Rutas Espaciales de la ISA} \wedge i \in I\}$

$A = \{ \langle c_i, c_j \rangle / c_i, c_j \in V \wedge \text{Existe una ruta directa y segura entre } c_i \text{ y } c_j \wedge \langle c_i, c_j \rangle \text{ puede ser un hypersalto} \wedge i, j \in I \}$

$I = \{1, 2, 3, \dots, n\}$

φ Es una función que identifica el número de Años-Luz necesarios para recorrer una ruta, acompañado de otro valor que indica la cantidad de años luz que se recorren con un litro de combustible para esa ruta.

$\varphi: A \rightarrow R^+$, donde: $\varphi(\langle c_i, c_j \rangle) = x \in R^+ \wedge z \in R^+$, x es la cantidad de años luz entre la ruta que comunica a c_i y c_j , y z cuantos años luz se pueden recorrer con un litro de combustible en la ruta que conecta a dichos astros c_i, c_j .

Observación:

- El costo puede ser un número real positivo cualquiera, lo cual indicaría precisamente que ese es el rendimiento en cuanto a combustible o la distancia, dependiendo del caso.
- Si el costo es -2 implica que no existe una conexión, o más bien no existe una ruta conocida.
- Si el costo es 0 quiere decir que la conexión es un hypersalto.

2) Estructuras de Datos:

Nota: Se ha utilizado la letra N en representación para denotar que es una constante, en el algoritmo original no se encuentra N, se haya CC.

Matriz_Ady

Registro_Peso_Matriz

<u>Real</u>	Distancia_Años_Luz
<u>Real</u>	Consumo_Combustible

Vect_astros

--	--	--	--	--

Registro_astro

<u>Cadena</u>	Nombre_Astro
<u>Caracter</u>	Tipo_Astro

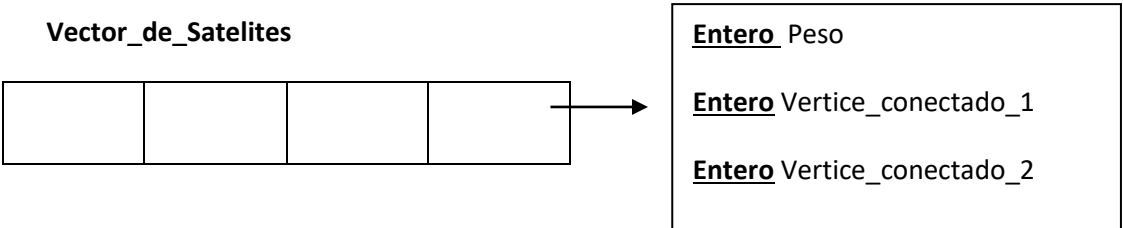
Observaciones:

MatrizAdy: Matriz de N x N que representa cada uno de los cuerpos celestes que conforman la Red de Rutas Espaciales de la ISA, siendo n el número de vértices, es decir, el número de Cuerpos conocidos por la Red de la ISA. Es una Matriz de Adyacencia Pesada, donde el peso está contenido en un registro llamado **Registro_Peso_Matriz** que contiene la distancia en Años-Luz que separan el cuerpo de la fila de la matriz con el cuerpo de la columna de dicha matriz si se toma la ruta que los conecta en la Red junto con la información brindada por el segundo campo del registro, donde está expresada la cantidad de años luz que se pueden recorrer por litro de combustible del Enterprise.

Vect_astros: Vector de n posiciones, (conózcase como n el número de cuerpos celestes representados en la Red Espacial de la ISA) cuyas posiciones contienen un registro llamado **Registro_astro** que tiene como campos el Nombre del Astro, el Tipo de Astro (Planeta(PL), Sol(SO), Luna(LU), Agujero Negro(AN), etc).

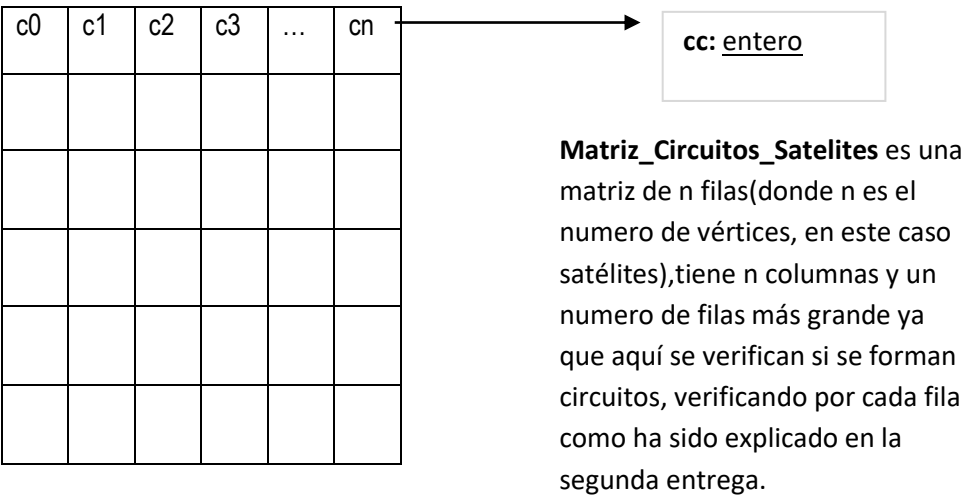
En algún momento del algoritmo se necesitarán otras estructuras de datos que permitan completar los algoritmos requeridos para realizar la misión 1 y 2. Para esto se usará:

Primera Misión Algoritmo de Kruskal

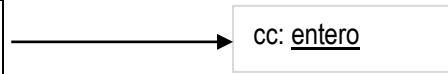


Vector_de_Satelites: Vector donde está almacenada la información respectiva de los satélites en **Registro_Informacion_Satelites** que tiene como campos cada uno de los vértices que se conectan con su respectivo peso, es decir, vértice 1 que se conecta con el vértice 2 y su peso.

Matriz_Circuitos_Satelites



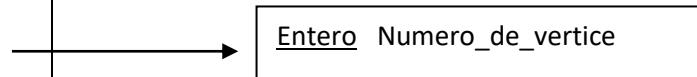
MatrizArbol



Matriz donde se almacena el árbol expandido mínimo, que es la respuesta de la primera misión.

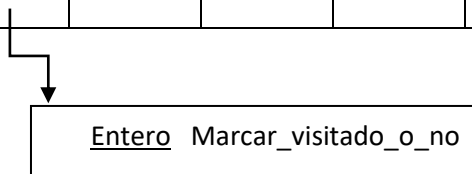
Segunda Misión Algoritmo de Ondas

Matriz_Ondas



VectorVertices

--	--	--	--	--	--



MatrizCaminos



Observaciones:

Matriz_Ondas : Matriz de $N \times N$, siendo n el número máximo de vértices, en esta matriz se guardan las ondas de los vértices que va encontrando el algoritmo haciendo uso de la matriz de adyacencia, colocando el numero 1,2,3,etc para identificar que este es el vértice que se encontró.

VectorVertices: Vector de N (N número máximo de vértices) que marca si un vértice ya ha sido colocado en una onda, colocando un entero 1 (fue visitado) y 0 (no ha sido visitado) para identificar si han sido visitados o no.

MatrizCaminos es una matriz de $N \times 2*N$ su funcionamiento es el siguiente en la fila 1 se encuentran todos los vértices que aparecen en Vect_astros, lo que la distingue es que en las filas siguientes se guardarán los cuerpos celestes que se están conectando por el algoritmo de kruskal, es decir, un vértice c_j y c_i se conectan y ahora son parte de la Matriz resultante del Algoritmo de Kruskal, esta estructura de Circuitos satelitales guardara en la columna c_i y c_j respectivamente los cuerpos celestes que se conectan con ambos astros, así sucesivamente por cada cuerpo que encuentre.

Vect_astros

ci	ci + 1	ci+2		cn
----	--------	------	--	----



Matriz_Ady

	c0	c1	c2	c3	...	cn
c0			ci,j			
c1						
c2						

Vector_de_Satelites

ci	ci + 1	ci+2		cn
----	--------	------	--	----



MatrizArbol

Matriz_Circuitos_Satelitales

Matriz_Ondas

	c0	c1	c2	c3	...	cn
c0						
c1						
c2						
c3						

VectorVertices

ci	ci + 1	ci+2		cn
----	--------	------	--	----

MatrizCaminos

	c0	c1	c2	c3	...	cn
c0						
c1						
c2						
c3						

3) Análisis del problema:

¿Qué se tiene?

Mapa de interconexión de los agujeros negros.

Mapa interestelar de la ISA, con las respectivas distancias y gasto en combustible para cada ruta.

Serie de pares origen-destino para los que se debe calcular su plan de viaje.

Se tienen todos los datos y la información administrada por la ISA, se sabe que en el espacio hay diversos astros:

En general:

Planetas, lunas, soles y agujeros negros identificados por nombre y código espacial.

En específico:

Se tiene a disposición una red de rutas espaciales seguras entre los cuerpos celestes conocidos, sin embargo no existen rutas que conecten agujeros negros entre sí. Además se puede decir que dos cuerpos son adyacentes si existe una ruta segura entre ellos dos, para cada ruta se conoce su distancia en Años-Luz. Se garantiza entonces que el grafo es no dirigido.

Existen hypersaltos que permiten viajar grandes cantidades de Años-Luz sin gasto de combustible o Años-Luz, los túneles tanto de entrada como de salida de estos hypersaltos son los agujeros negros.

Es conocida la cantidad de combustible de la nave de la ISA Enterprise, que le servirá para recorrer una determinada ruta en base a cuantos años-luz se pueden recorrer con un litro de combustible. Por lo tanto el grafo es pesado.

¿Qué se pide?

Se pide planificar dos misiones:

La primera que consiste en configurar una red de interconexión de monitoreo intergaláctico, ya que cada cuerpo exceptuando los agujeros negros, poseen un único satélite artificial orbitando a su alrededor, se debe configurar todos los satélites, garantizando que cada par de satélites estén conectados por un único camino que les permita enviar y recibir información entre ellos y que dicha red de interconexión sea la de menor costo posible en términos de distancia. Elaborar el mapa de interconexión satelital que garantice el cumplimiento de este requerimiento, sin restricción en el uso de combustible.

La segunda misión se basa en realizar viajes a partir de un par de cuerpos celestes dados, así que se necesita la construcción de un algoritmo en el que al ingresar un origen X y un destino Y

retorne la ruta con menor número de escalas posibles, de estos caminos se escogerá el que consuma menor combustible, y de no ser posible retornar un mensaje de viaje irrealizable.

¿Cómo se resuelve?

Una vez que tenemos los datos proporcionados por la ISA nos dirigiremos a obtener la solución de la primera y segunda misión respectivamente.

Para la realización de los algoritmo que permiten dar respuesta a las misiones se utilizarán las estructuras de datos antes mostrada haciendo uso de las herramientas proporcionadas por la Teoría de Grafos se utilizará el **Algoritmo de Kruskal** para realizar la primera misión que se nos pide, es decir, configurar la red de interconexión de monitoreo intergaláctico.

Para la segunda misión se usará el **Algoritmo de Ondas** modificado para realizar viajes a partir de un par de cuerpos celestes dados y de esa manera retornar la ruta con menor número de escalas posibles y menor consumo de combustible.

4) Solución en Alto Nivel

Algoritmo: Proyecto_Computacional_Teoria_Grafos

Inicio

procedimiento Leer_Valores_de_archivo_enterprise.in (archivo_s Enterprise.in); // Leer los primeros valores necesarios para realizar las respectivas misiones

procedimiento primera_mision_del_enterprise();

procedimiento Algoritmo_primera_mision_Kruskal(Matriz Adyacencia, Conjunto_etiquetas_de_arco A, Entero n, Conjunto_etiquetas_de_arco Amin);

Resultados_y_Respuestas_de_la_primera_misión_por_archivo;

procedimiento segunda_mision_del_enterprise();

procedimiento Algoritmo_segunda_mision_Ondas(Matriz Matriz_Ady, Vertice x,y, Entero i, Vector_vertices Marcas_de_vertices, Matriz Matriz_Ondas);

Resultados_y_Respuestas_segunda_misión_por_archivo;

Fin

COMENTARIOS:

Procedimiento Algoritmo_primera_mision_Kruskal obtiene el árbol expandido mínimo de un conjunto de vértices, en este caso, para la primera misión este algoritmo es el que configurará la red con los satélites, de modo que se conecten con el menor costo posible, mediante procedimientos que extraen la etiqueta de los arcos (esta etiqueta será de mínimo costo y será extraída por un procedimiento extraer_etiqueta_menor_costo, este procedimiento evalúa en el vector_de_satelites el menor peso) y verifican al mismo tiempo que no se formen circuitos (ya que al formarse circuitos ya no estaríamos hablando de un árbol este requisito se cumple por medio de la matriz de dos posiciones “ **Matriz_Circuitos_Satelites**”, ya que en esta matriz estarán agregados los satélites y si ambos ya han sido considerados para formar el árbol no serán tomados de nuevo, es un simple manejo de índices en donde la matriz en su posición columna 2, es decir la columna de la derecha, encuentra los satélites que no han sido tomados en cuenta para calcular el árbol, y al procesarlos se mueven a la primera fila, así no se forman circuitos), de esta manera se obtiene el árbol expandido mínimo sin restricción en cuanto a combustible según especifica el enunciado y según esto se va conformando la red de interconexión satelital.

Procedimiento Algoritmo_segunda_mision_Ondas utiliza :

procedimiento Busqueda_hacia_adelante ya que bajo el uso de este procedimiento junto con el **procedimiento** Conjunto_adyacentes_no_marcados cada uno de los vértices

adyacentes no marcados, en otras palabras aquellos vértices que se pueden alcanzar en solo un paso, conforme se van encontrando dichos vértices irán insertando a la matriz de Ondas y ser marcados los vértices por un **procedimiento** Marcar_vertices que marca con 1 si este vértice ya ha sido visitado, esto es muy útil y es de gran importancia en el algoritmo ya que si no existiera esto la matriz de ondas seguiría sacando vértices que ya han sido extraídos; mediante otros procedimientos como **procedimiento** Construcción_hacia_atras que construirá el camino de vuelta desde destino hasta el vértice inicial, sin embargo este procedimiento no sería útil si no estuviese un procedimiento llamado buscar_adyacente_onda_anterior que busca los vértices adyacentes de la onda anterior, ya que de esta forma se está recorriendo nuevamente la matriz de ondas pero una vez que ha sido creada, y en sentido contrario, al ser encontrados todos los vértices adyacentes al destino y así sucesivamente se obtendrá la respuesta de si existe un camino entre X y Y, no existe un camino entre ambos, o bien no se puede realizar dicho camino por falta de combustible, el cumplimiento de cada paso de estos requerimientos garantiza el funcionamiento correcto de este algoritmo y por tanto la solución al problema planteado.

NOTA IMPORTANTE: Los procedimientos necesarios para obtener la segunda misión en algún momento serán modificados permitiendo a la matriz no solo que encuentre el vértice actual y destino sino que construye todos los caminos y escoge el de menor peso.