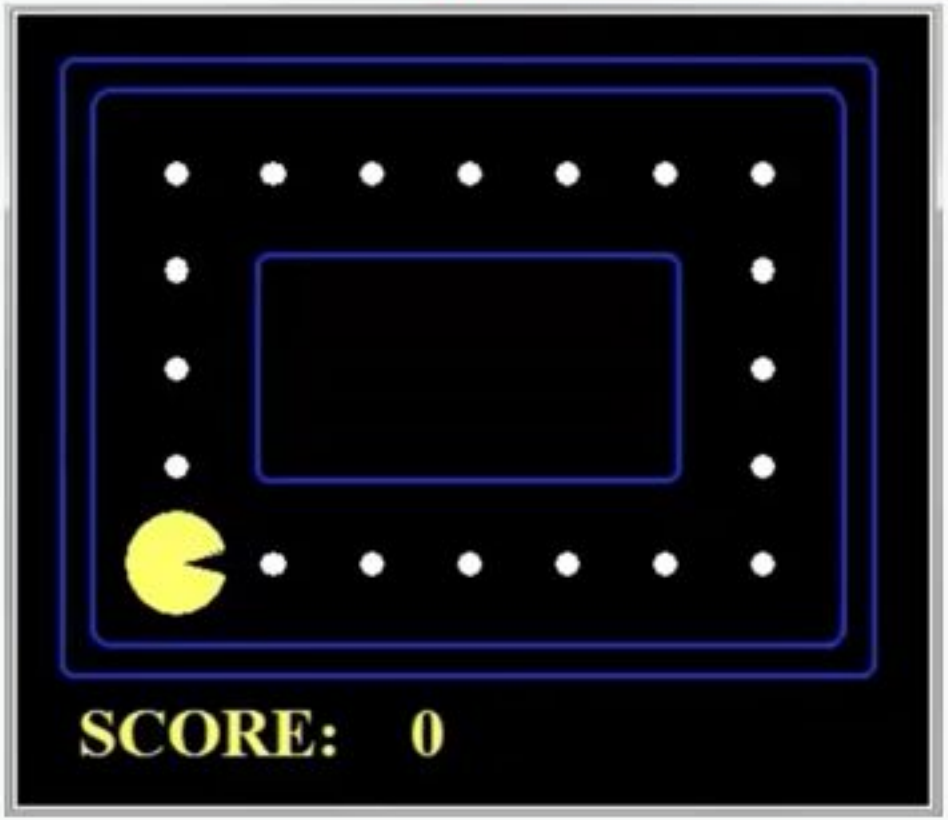
CURSOS INTERSEMESTRALES

PROTECO

Problemas de Búsqueda

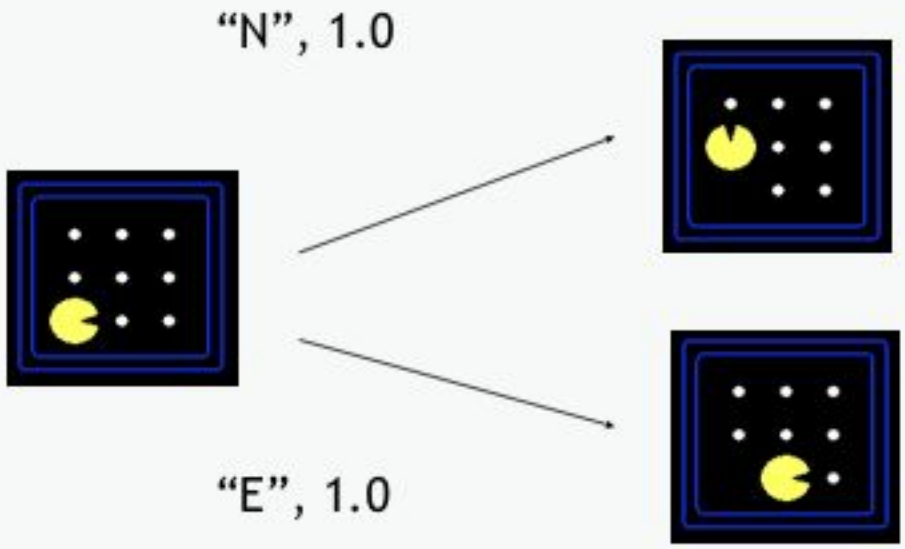
Intersemestral Inteligencia Artificial I

Búsqueda en Grafos, y el Problema del Pacman



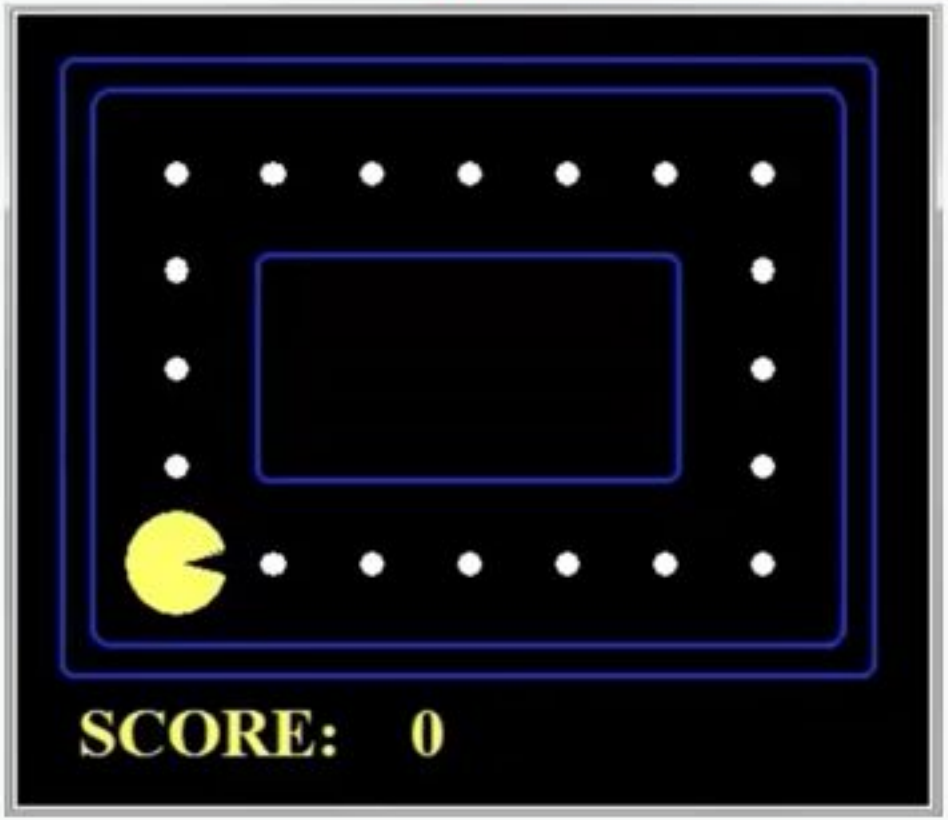
PROTECO

Funciones de Sucesión



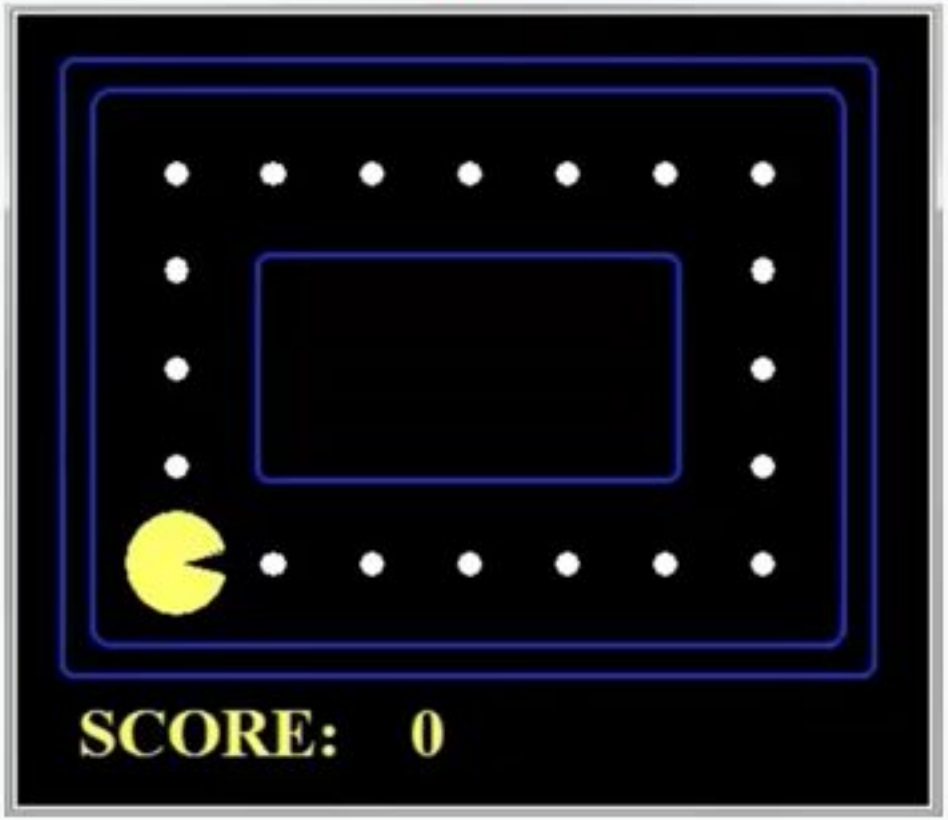
PROTECO

Búsqueda en Grafos, y el Problema del Pacman



PROTECO

Búsqueda en Grafos, y el Problema del Pacman

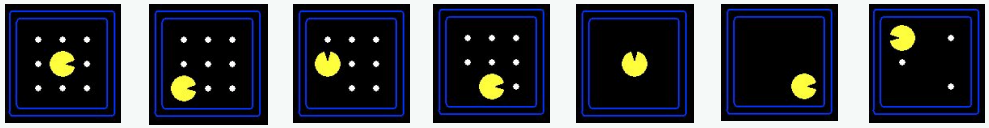


PROTECO

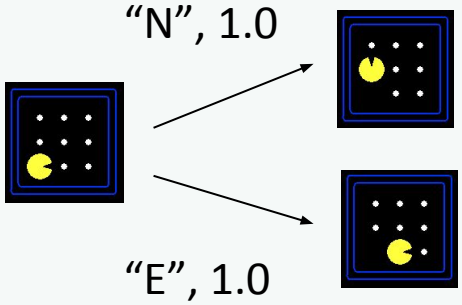
Construcción

Un **Problema de Búsqueda** consiste en:

- Espacio de estados



- Funciones de Sucesión
  (Con Acciones y Costos)

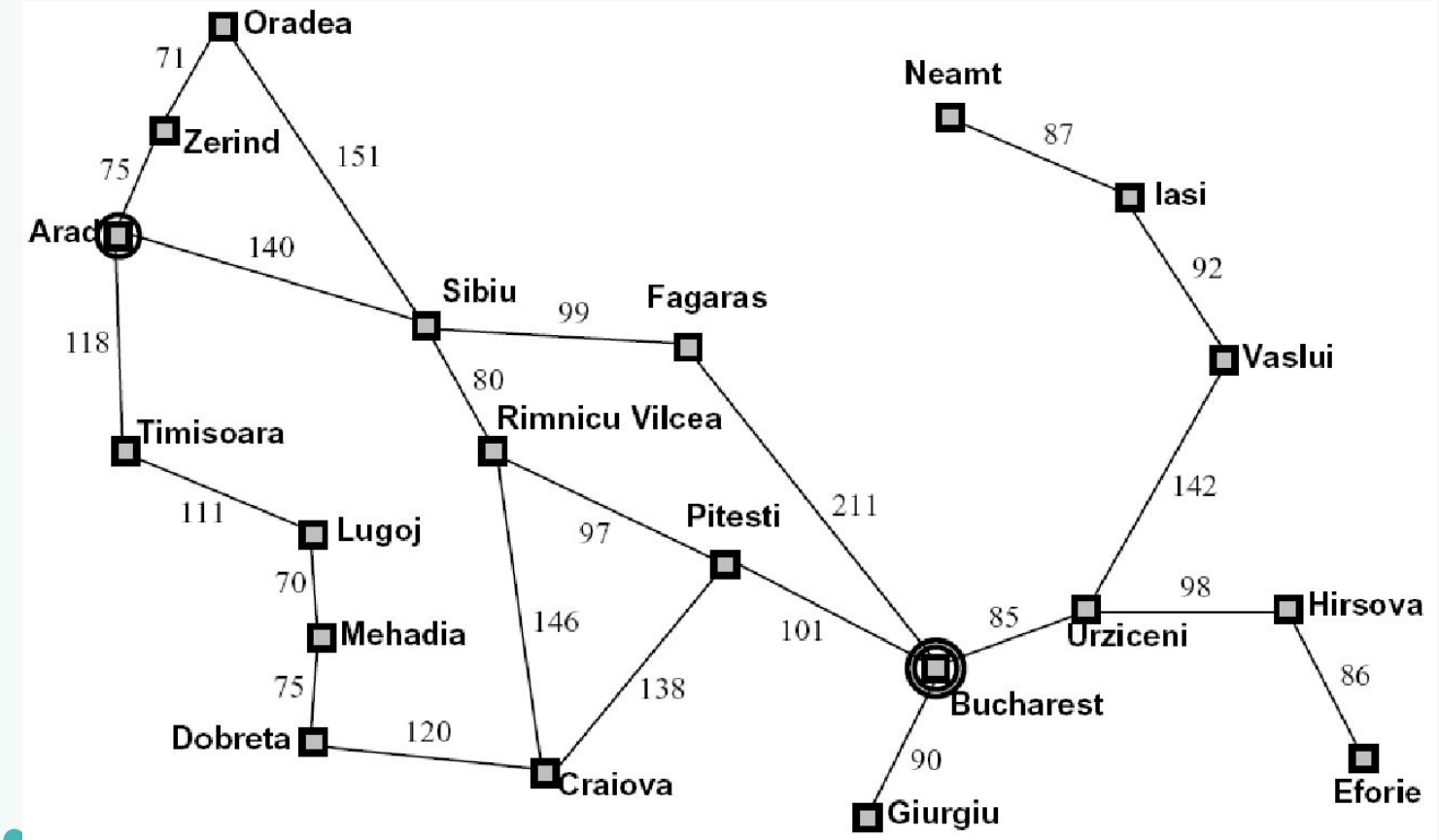


- Un estado de Inicio y una prueba de meta

Una **Solución** es una **secuencia de acciones (un plan)** que transforma un estado inicial en una meta.

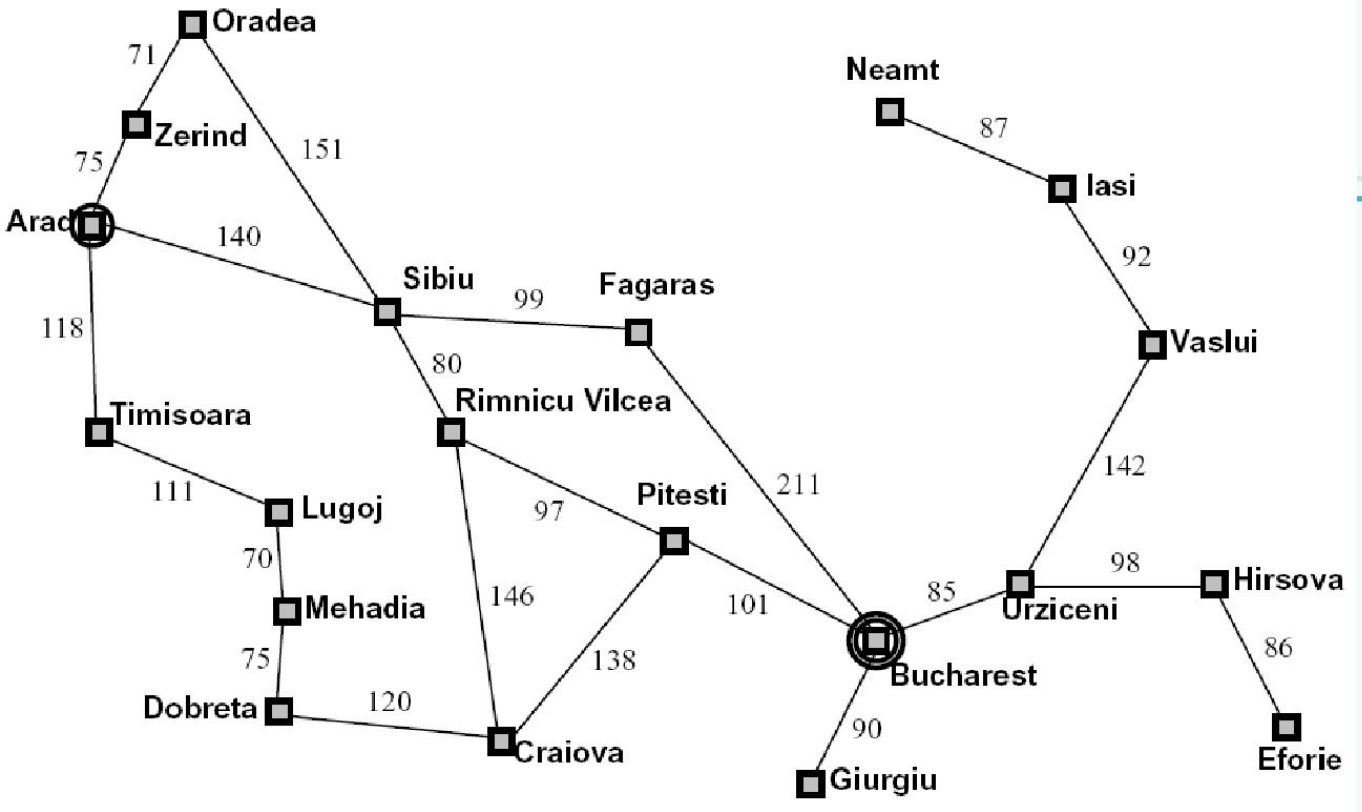
PROTECO

Ejemplo: Viajando en Rumania



PROTECO

Ejemplo: Viajando en Rumania



Espacio de Estados:

- Ciudades

Función de Sucesión:

- Caminos: Ve a la ciudad adyacente donde

Costo = Distancia.

Estado de Inicio:

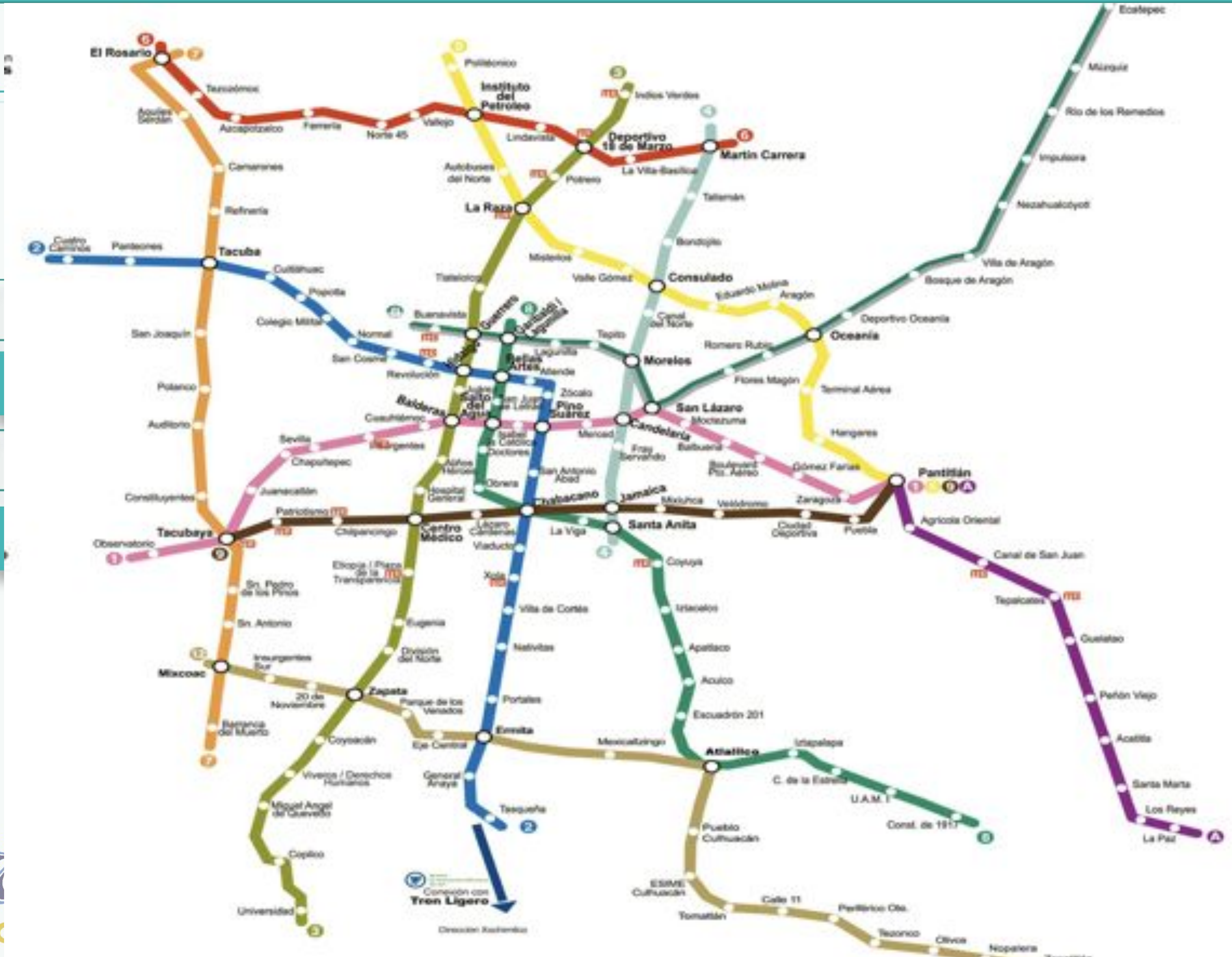
- Arad

Prueba de meta:

- El estado == Bucarest ?

- ¿Solución?

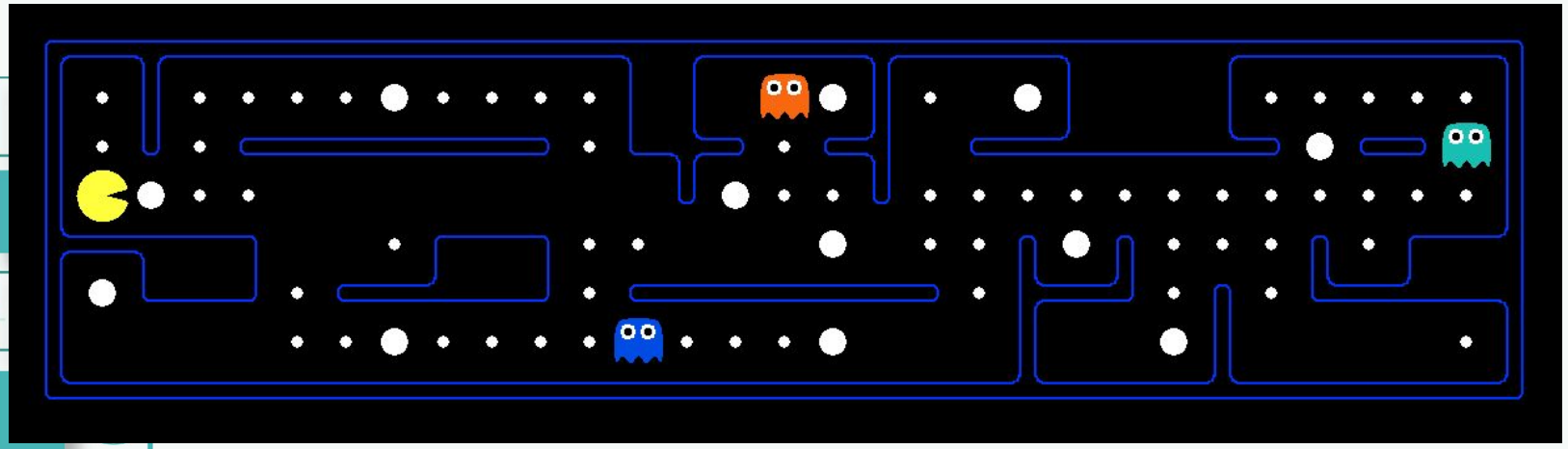
PROTECO



El Rosario
Tezozómoc
Azcapotzalco
Ferrería
Norte 45
Vallejo
Aquiles Serdán
Camarones
Refinería
Tacuba
Cuatro Caminos
Panteones
Cuitláhuac
Popotla
Colegio Militar
Normal
San Cosme
Revolución
San Joaquín
Polanco
Auditorio
Constituyentes
Tacubaya
Observatorio
Politécnico
Instituto del Petróleo
Lindavista
Deportivo 18 de Marzo
Indios Verdes
Martín Carrera
La Villa-Basílica
Autobuses del Norte
Potrero
La Raza
Misterios
Valle Gómez
Consulado
Eduardo Molina
Aragón
Oceanía
Terminal Aérea
Hangares
Pantitlán
Talismán
Bondojito
Canal del Norte
Tlatelolco
Buenavista
Guerrero
Garibaldi / Lagunilla
Lagunilla
Tepito
Morelos
Romero Rubio
Flores Magón
San Lázaro
Hidalgo
Bellas Artes
Allende
Zócalo
Juárez
Balderas
Salto del Agua
San Juan de Letrán
Pino Suárez
Merced
Candelaria
Moctezuma
Balbuena
Boulevard Pto. Aéreo
Gómez Farías
Zaragoza
Cuauhtémoc
Insurgentes
Sevilla
Chapultepec
Juanacatlán
Niños Héroes
Isabel la Católica
Doctores
Obrera
Hospital General
San Antonio Abad
Chabacano
Jamaica
Mixiuhca
Velódromo
Ciudad Deportiva
Puebla
Fray Servando
Santa Anita
La Viga
Patriotismo
Chilpancingo
Centro Médico
Lázaro Cárdenas
Viaducto
Etiopía / Plaza de la Transparencia
Xola
Villa de Cortés
Nativitas
Portales
Ermita
General Anaya
Tasqueña
Sn. Pedro de los Pinos
Sn. Antonio
Mixcoac
Insurgentes Sur
20 de Noviembre
Zapata
Parque de los Venados
Eje Central
Barranca del Muerto
Eugenia
División del Norte
Coyoacán
Viveros / Derechos Humanos
Miguel Ángel de Quevedo
Copilco
Universidad
Coyuya
Iztacalco
Apatlaco
Aculco
Escuadrón 201
Atlalilco
Mexicaltzingo
Iztapalapa
C. de la Estrella
U.A.M. I
Const. de 1917
Pueblo Culhuacán
ESIME Culhuacán
Tomatlán
Calle 11
Periférico Ote.
Tezonco
Olivos
Nopalera
Zapotitlán
Agrícola Oriental
Canal de San Juan
Tepalcates
Guelatao
Peñón Viejo
Acatitla
Santa Marta
Los Reyes
La Paz
Deportivo Oceanía
Bosque de Aragón
Villa de Aragón
Nezahualcóyotl
Impulsora
Río de los Remedios
Múzquiz
Ecatepec
Conexión con Tren Ligero

PRO

Problema: Pase seguro



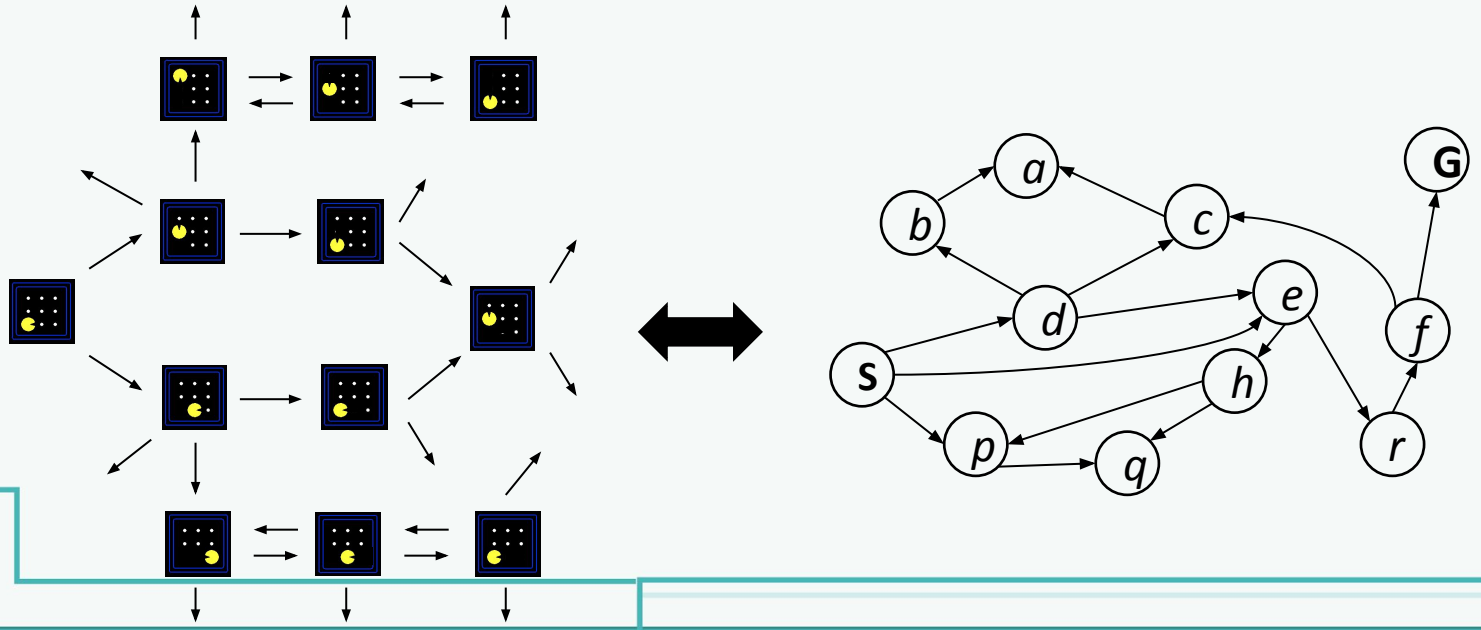
Problema: Comer todos los Puntos mientras se mantiene a los fantasmas permanentemente asustados.

¿Qué debe de especificar el espacio de estados?

PROTECO

Grafos de espacio de estados

- **Grafo de Espacio de estado**: Es una representación matemática de un problema de búsqueda.
  - Nodos: Configuraciones del mundo
  - Arcos: Estados sucesores
  - Prueba de meta: Conjunto de nodos de meta

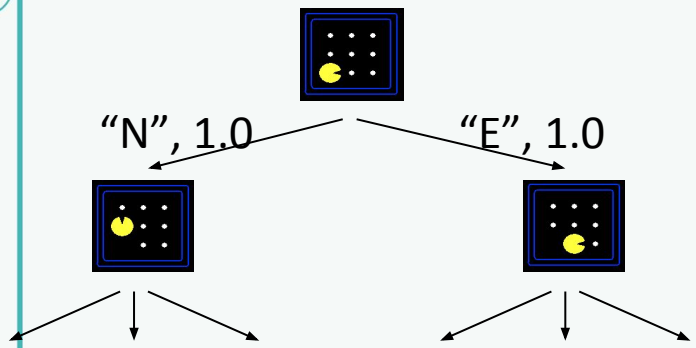


PROTECO

Árbol de busqueda

Una árbol de busqueda es:

- Es un árbol "Que tal si…" de planes y sus resultados.
- El estado inicial es el nodo raíz
- Los hijos corresponden a los sucesores
- Los nodos muestran estados, pero corresponden a PLANES que logran esos estados
- Para la mayoría de los problemas , no podremos crear el árbol completo.



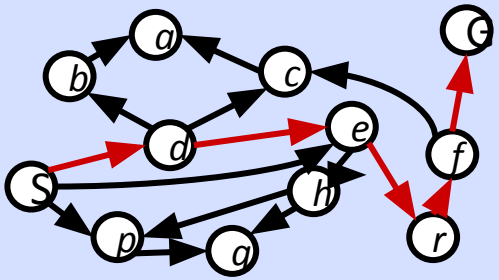
Esto es ahora / Inicio

Futuros posibles

PROTECO

Grafo de Estados vs Árbol de búsqueda

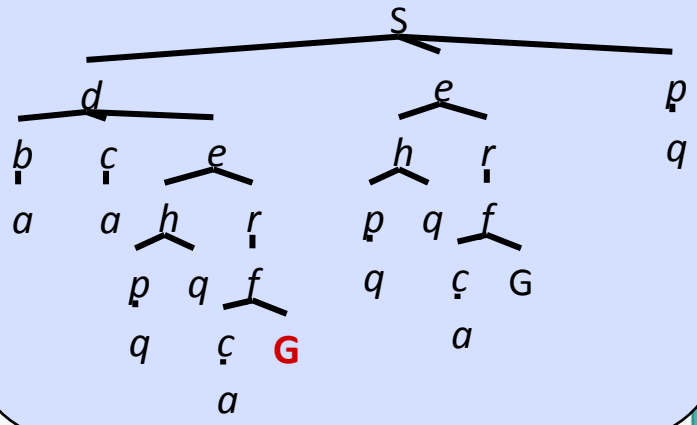
Grafo de espacio de estados



CADA NODO en el árbol de búsqueda es un CAMINO completo en el grafo de estados

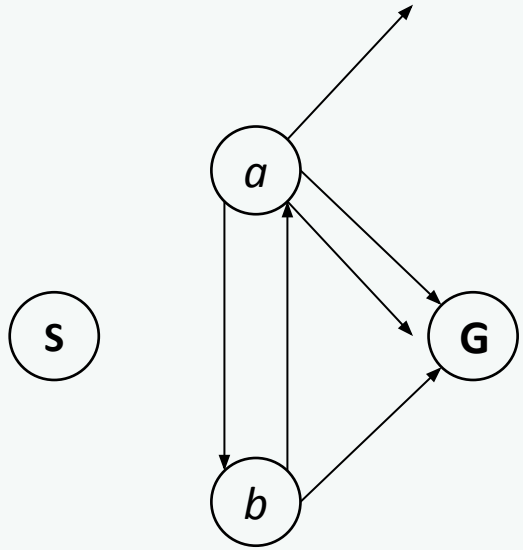
Construimos ambos al vuelo, y construimos lo mínimo posible

Árbol de búsqueda



PROTECO

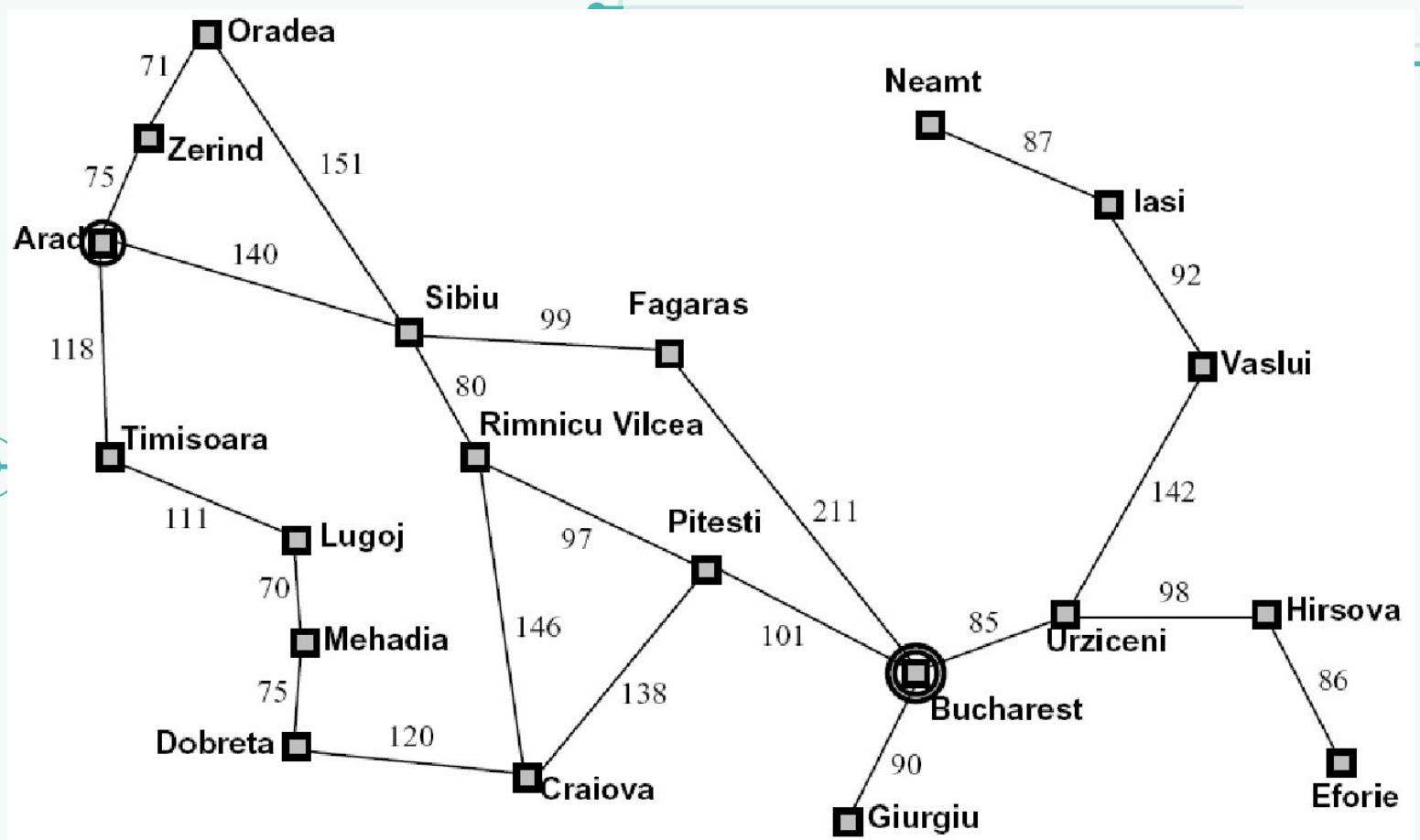
Grafo de Estados vs Árbol de búsqueda



¿Qué tan grande es el árbol?

PROTECO

Ejemplo de Búsqueda: Rumania

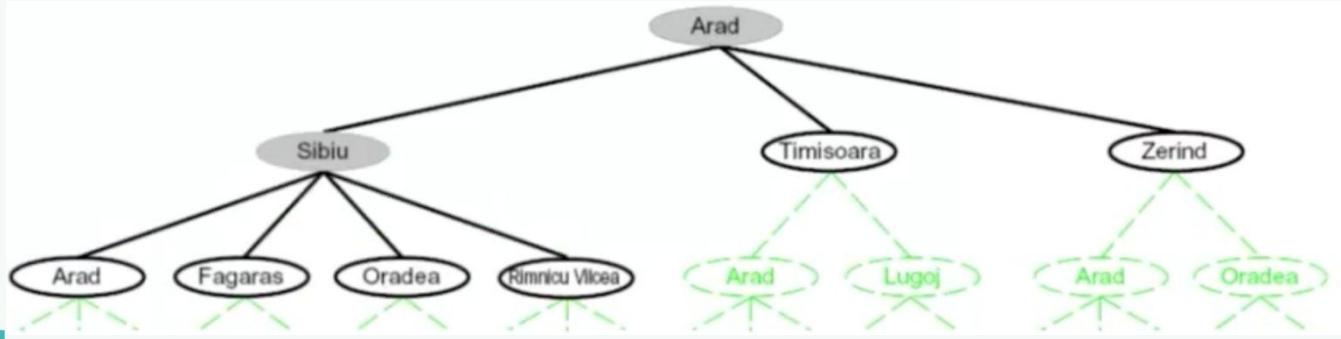


PROTECO

Buscando con un árbol de búsqueda.

Búsqueda:

- Expande planes potenciales (Nodos árbol)
- Mantiene una contenedor de planes parciales bajo consideración
- Trata de expandir tan pocos nodos árbol como sea posible.



PROTECO

Búsqueda General de Árbol

```
function BUSQUEDA-ARBOL(problema, estrategia) returns una solucion, o fallo
    inicializar el árbol de búsqueda con el estado inicial del problema
    loop do
        if no hay mas candidatos de expansión then return fallo
        elige nodo para expansion de acuerdo a la estrategia
        if el nodo contiene un estado final then return la solución
        else expande el nodo de acuerdo al problema, y añade los nodos
resultantes al árbol de búsqueda
end
```

Ideas importantes:

- Contenedor
- Expansión
- Estrategia de exploración

Pregunta principal: ¿Cuál nodo del contenedor explorar?

PROTECO

Tipos de búsqueda

2.3. Búsqueda ciega

- 2.3.1. Búsqueda por profundidad
- 2.3.2. Búsqueda por amplitud
- 2.3.3. Búsqueda de costo uniforme

2.4. Búsqueda informada

- 2.4.1. Heurísticas
- 2.4.2. Búsqueda voraz
- 2.4.3. Algoritmo A*

2.5. Búsqueda local

PROTECO

Búsqueda ciega

A los algoritmos no se les da otra información del problemas más que la definición misma del problema.

Estado de éxito: juego de estados en los que se satisface la meta.

Pueden:

- Generar sucesores (expandirse)
- Diferenciar entre estado de éxito o no.

PROTECO

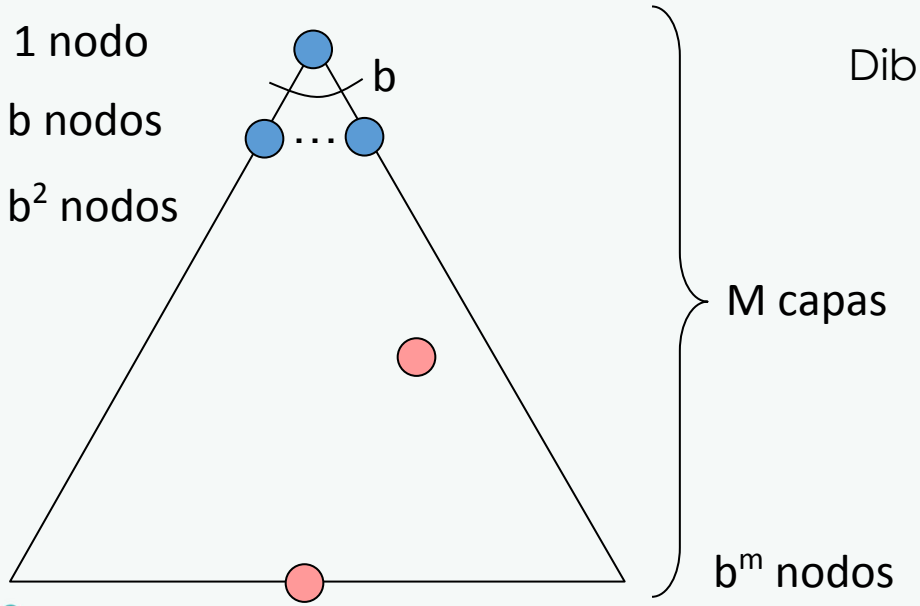
Propiedades del Algoritmo de búsqueda

Completo: ¿Garantiza encontrar una solución si es que la hay?

Optimo: ¿Garantiza encontrar el camino menos costoso?

¿Complejidad de tiempo?

¿Complejidad de Espacio?



Dibujo de la búsqueda de árbol:
b es el factor de ramificación

m es la profundidad máxima

Pueden existir soluciones a diferentes profundidades

¿Cuantos nodos hay en total?
$b + b^2 + b^3 + \ldots + b^m = O(b^m)$

PROTECO

Búsqueda primero por profundidad (DFS)

DFS: Depth First Search

- Utiliza una estructura LIFO (Suele ser una pila)
- Explora siempre la rama más a la izquierda hasta alcanzar el fondo.

Estrategia: Pila
Problema: Estado inicial, función sucesión, prueba de meta, espacio de estados.

PROTECO

Propiedades del Algoritmo de búsqueda

¿Qué nodos expande la Búsqueda "Primero en Profundidad"?

- Algunos prefijos de la izquierda del árbol
- Puede procesar el árbol entero!
- Si m es infinita, toma un tiempo $O(b^m)$

¿Cuanto espacio toma la franja?

- Sólo tiene hermanos en el camino a la raíz
  así que O(bm)

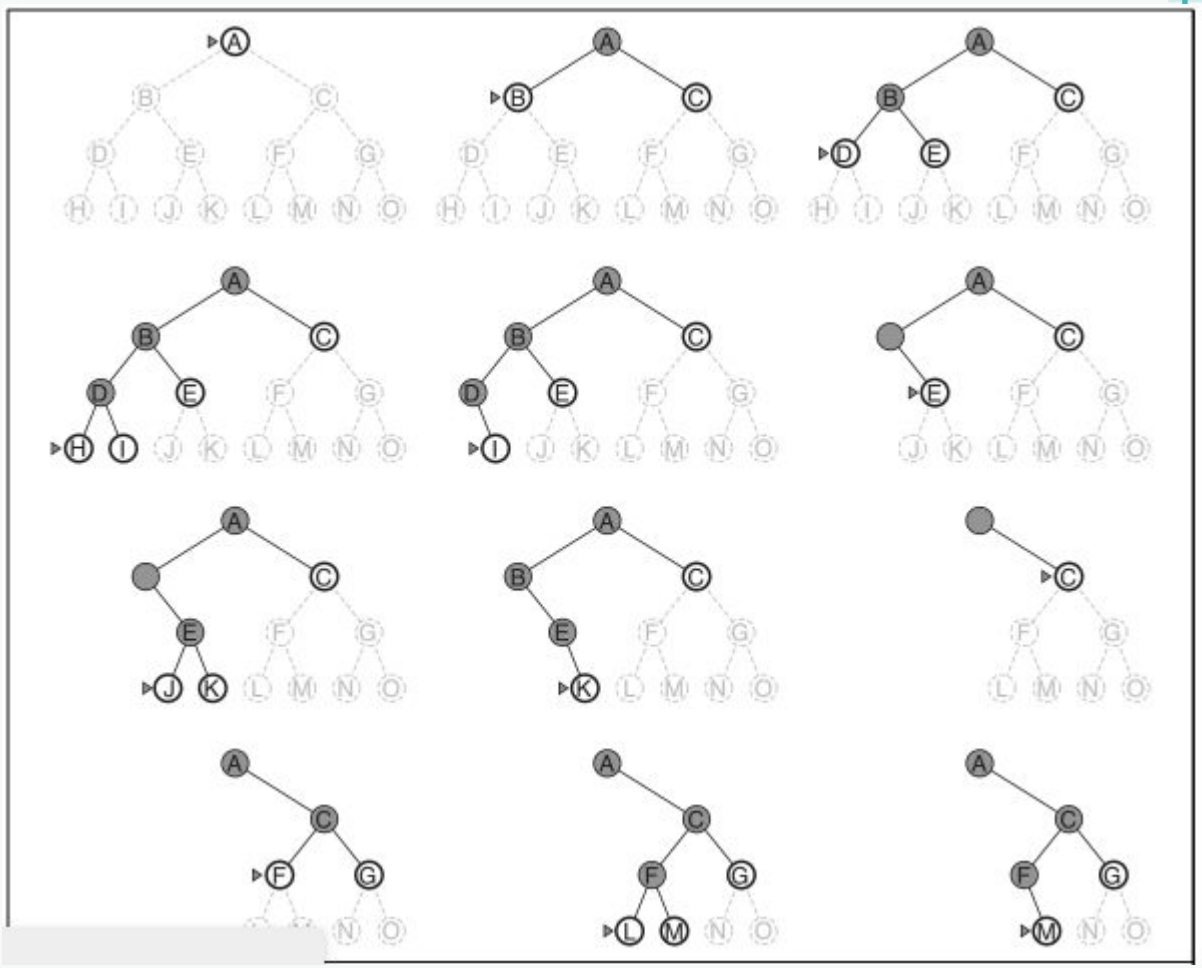
¿Es completo?

- m puede ser infinito, así que lo es sólo
  si prevenimos ciclos(más adelante)

¿Es óptimo?

- No, encuentra la solución más "izquierda", sin importar el costo o la profundidad.

PROTECO


A
B C
D E F G
H I J K L M N O
A
B C
D E F G
H I J K L M N O
A
B C
D E F G
H I J K L M N O
A
B C
D E F G
H I J K L M N O
A
B C
D E F G
H I J K L M N O
A
C
E F G
J K L M N O
A
C
E F G
J K L M N O
A
B C
E F G
K L M N O
A
C
F G
L M N O
A
C
F G
L M N O
A
C
F G
M N O

PROTECO

Pseudocódigo

```
function BUSQUEDA-ARBOL(problema, estrategia) returns una solución, o fallo
    inicializar el árbol de búsqueda con el estado inicial del problema
    loop do
        if no hay mas candidatos de expansión then return fallo
        elige nodo para expansión de acuerdo a la estrategia
        if el nodo contiene un estado final then return la solución
        else expande el nodo de acuerdo al problema, y añade los nodos
      resultantes al árbol de búsqueda
end
```

PROTECO

Búsqueda primero por amplitud (BFS)

BFS: Breadth-first search

Es una estrategia simple en la que el nodo raíz (estado inicial) se expande primero y luego sus sucesores.

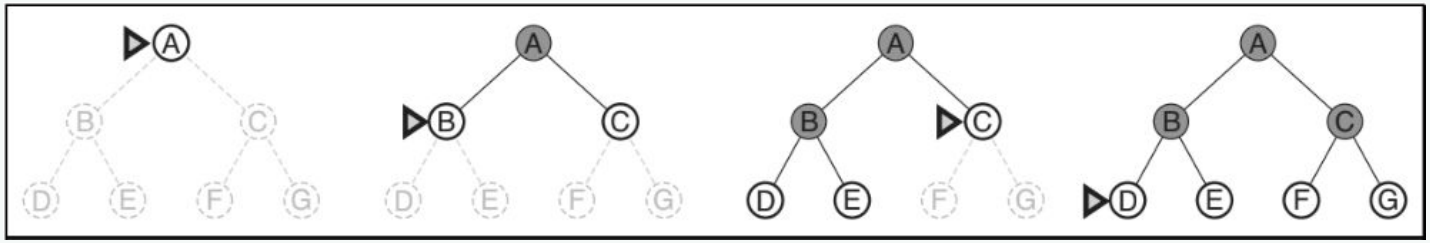
Implementa una cola FIFO

PROTECO

Consideraciones

Imaginemos buscar en un árbol uniforme con b nodos en el que cada nivel genera b nodos. Ahora supongamos que la solución está a una profundidad d.

O(b^d)



PROTECO

Pseudocódigo.

```
function BUSQUEDA-AMPLITUD(problema) returns una solucion, o fallo
    inicializar el nodo. Costo de la ruta=0
            if problema.TEST(estado del nodo) then return solucion(nodo)
        frontera. Una cola (FIFO) con el nodo como ùnico elemento
        explorado. En el primer caso vacio
        loop do
         if frontera está vacia then return falla(nodo)
           nodo<- hacemos pop() a la frontera
           añade estado del nodo a explorado
        for each  accion in problema
                nodo_hijo(problema,nodo,acción)
         if estado del hijo está en no explorado o frontera
      insertar hijo en la frontera
end
```

PROTECO

Búsqueda de costo uniforme

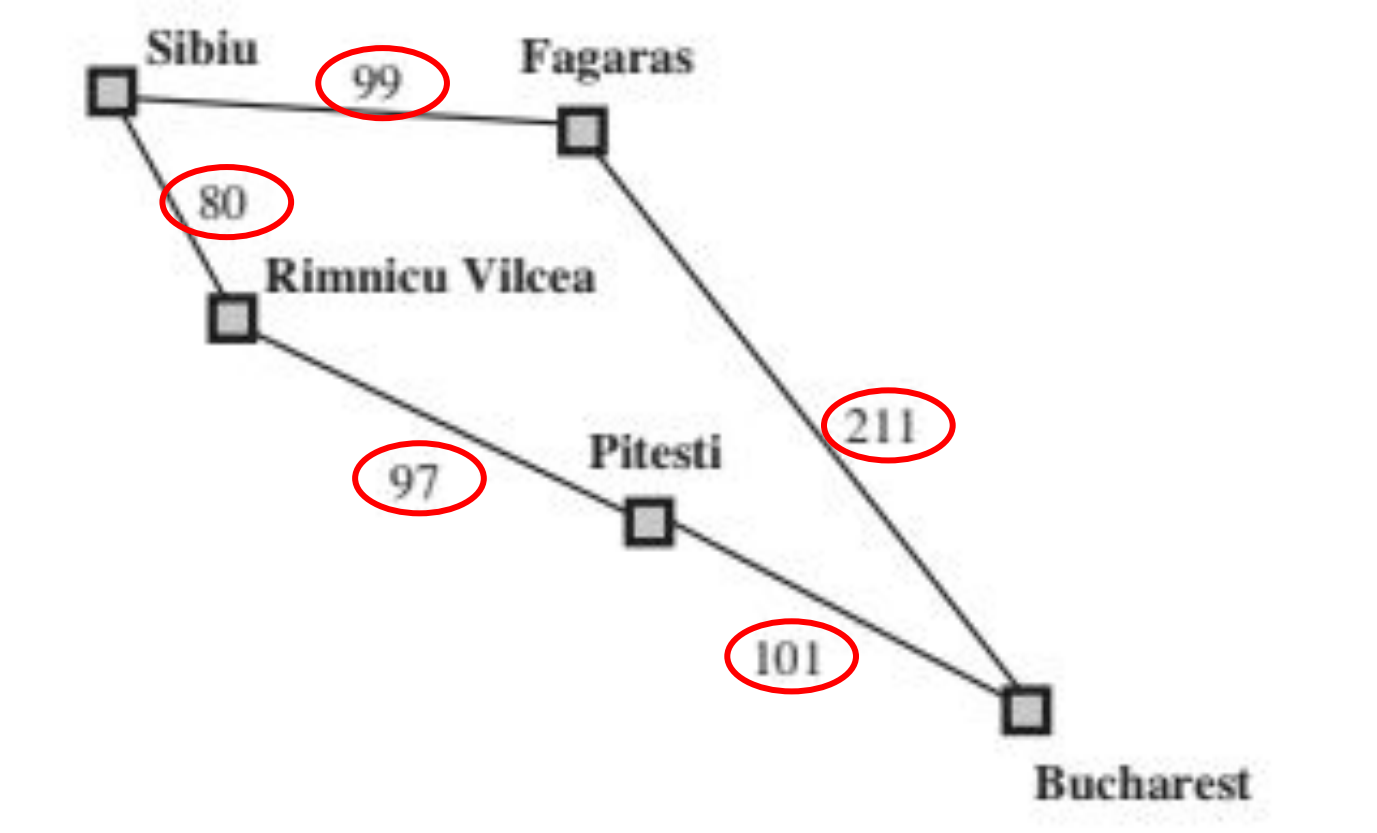
Expande el nodo que tiene el menor costo g(n)

Esto lo hace asignando los nodos frontera a una cola de prioridad ordenada por el costo.

Evalúa si se alcanzó el estado de éxito cuando el seleccionado para la expansión.

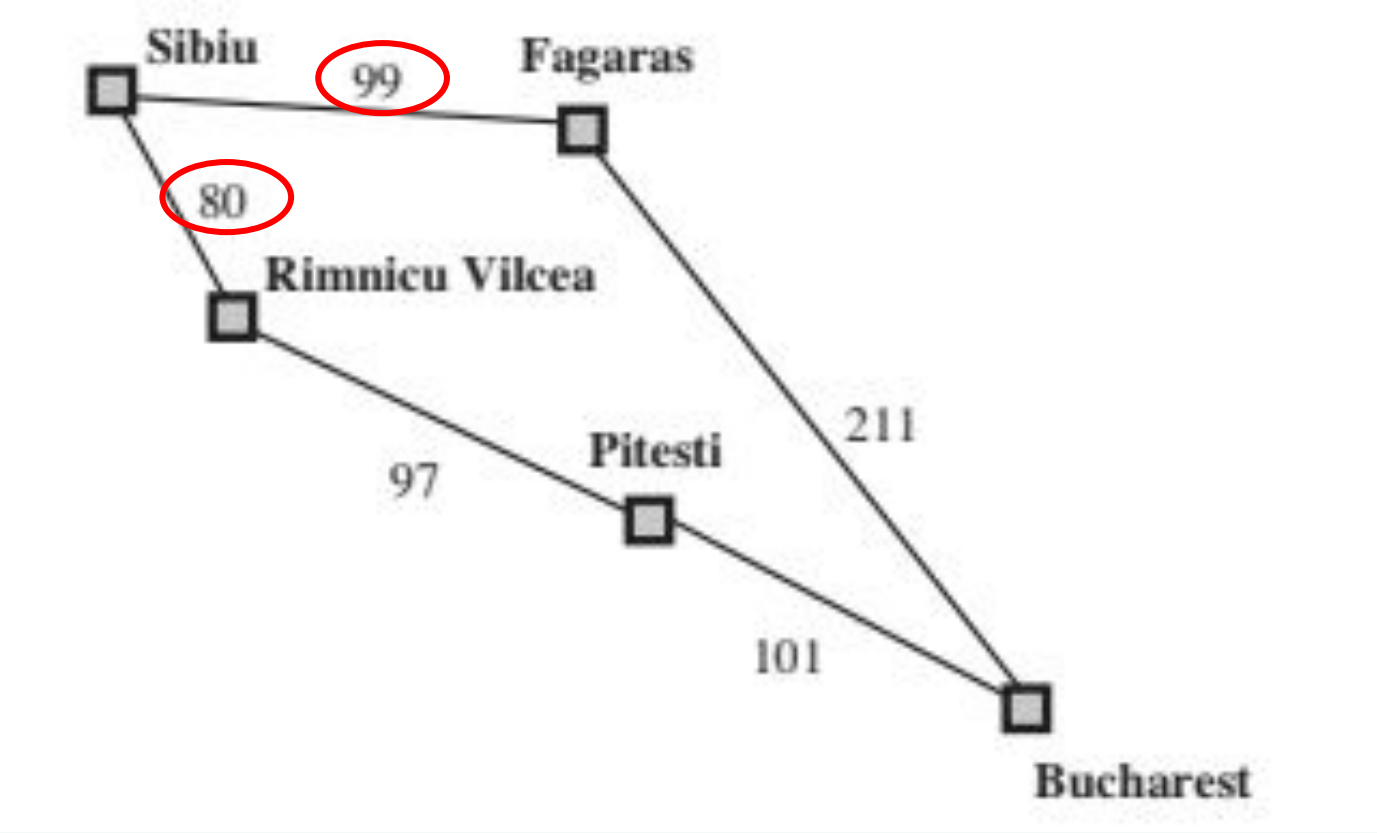
PROTECO

Costos NO uniformes



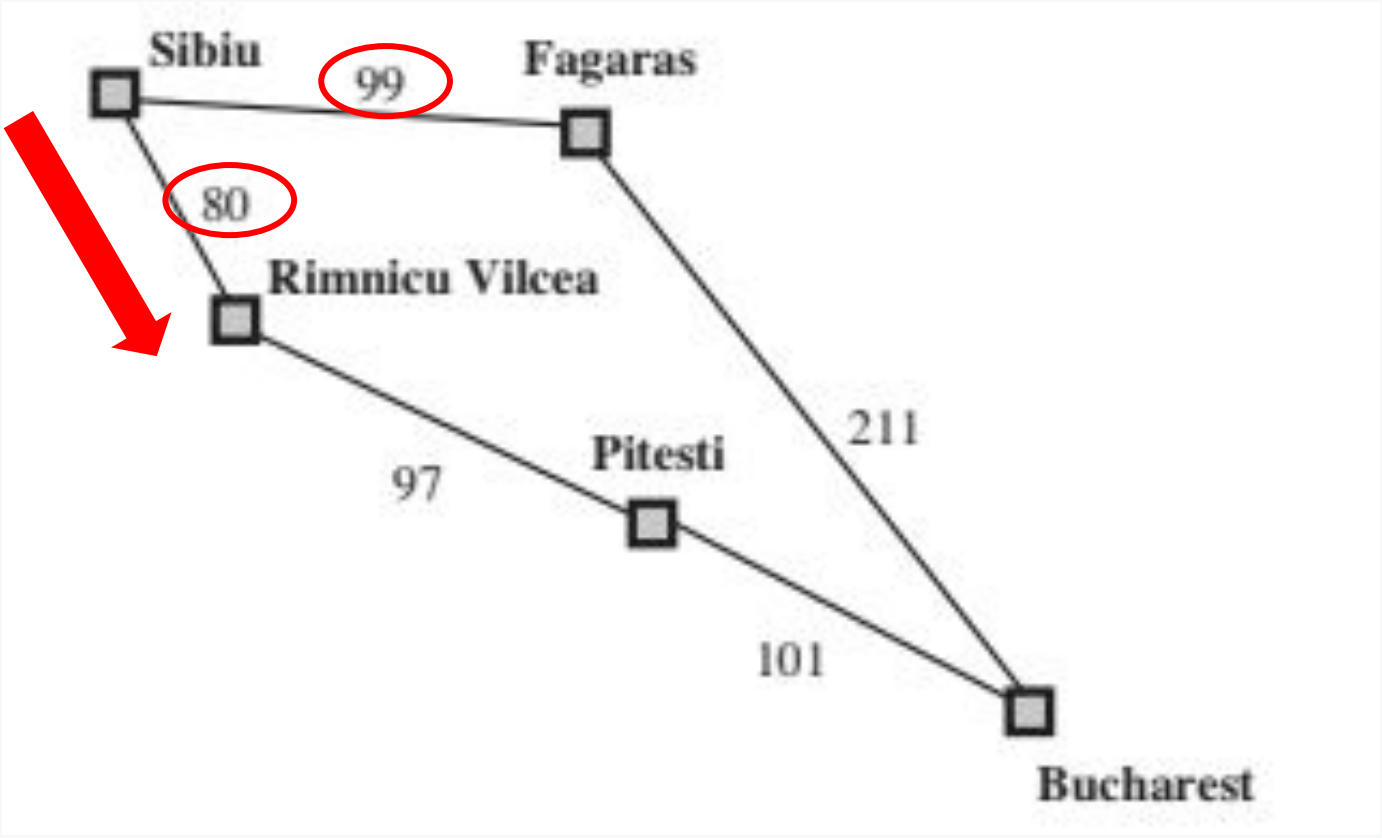
PROTECO

Costos NO uniformes



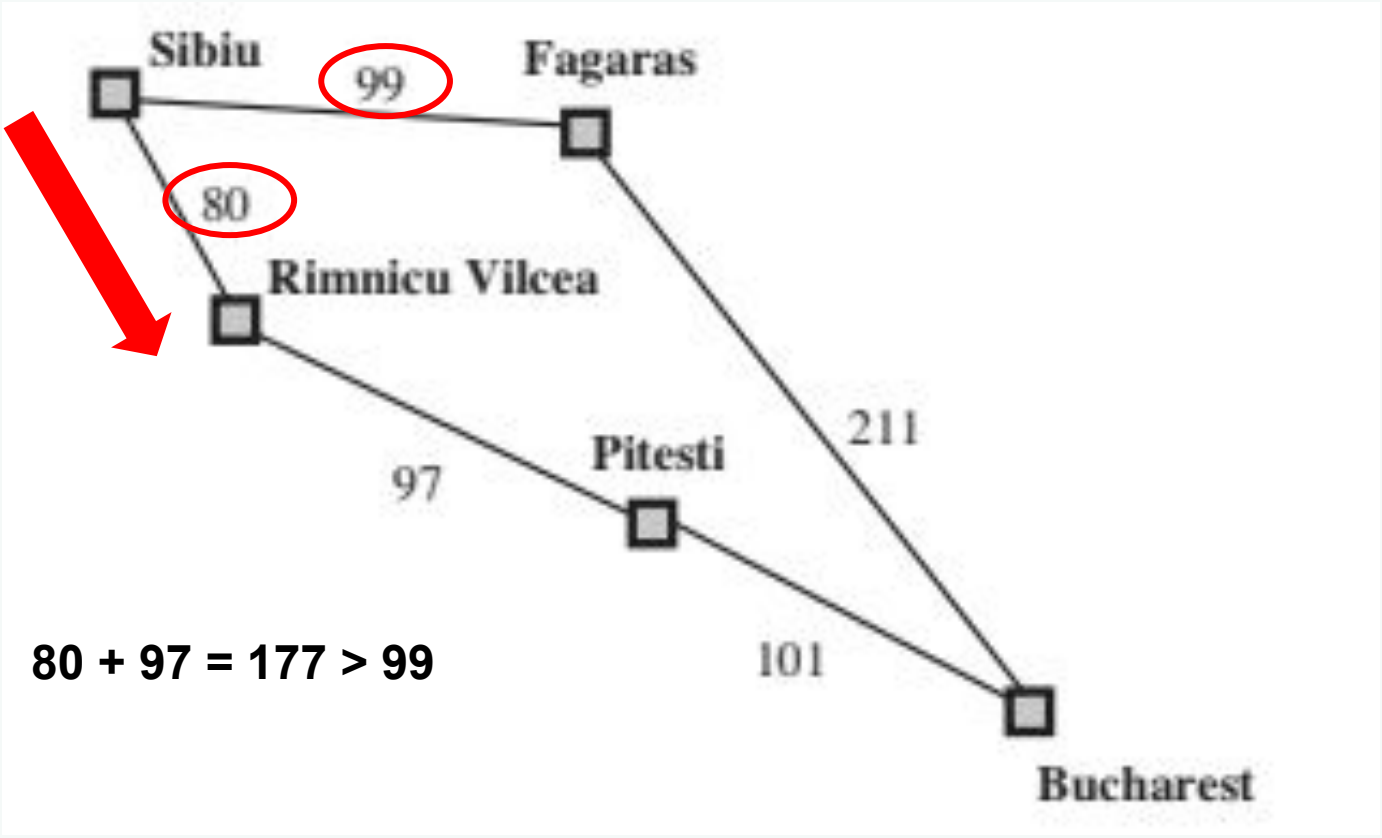
PROTECO

Costos NO uniformes



PROTECO

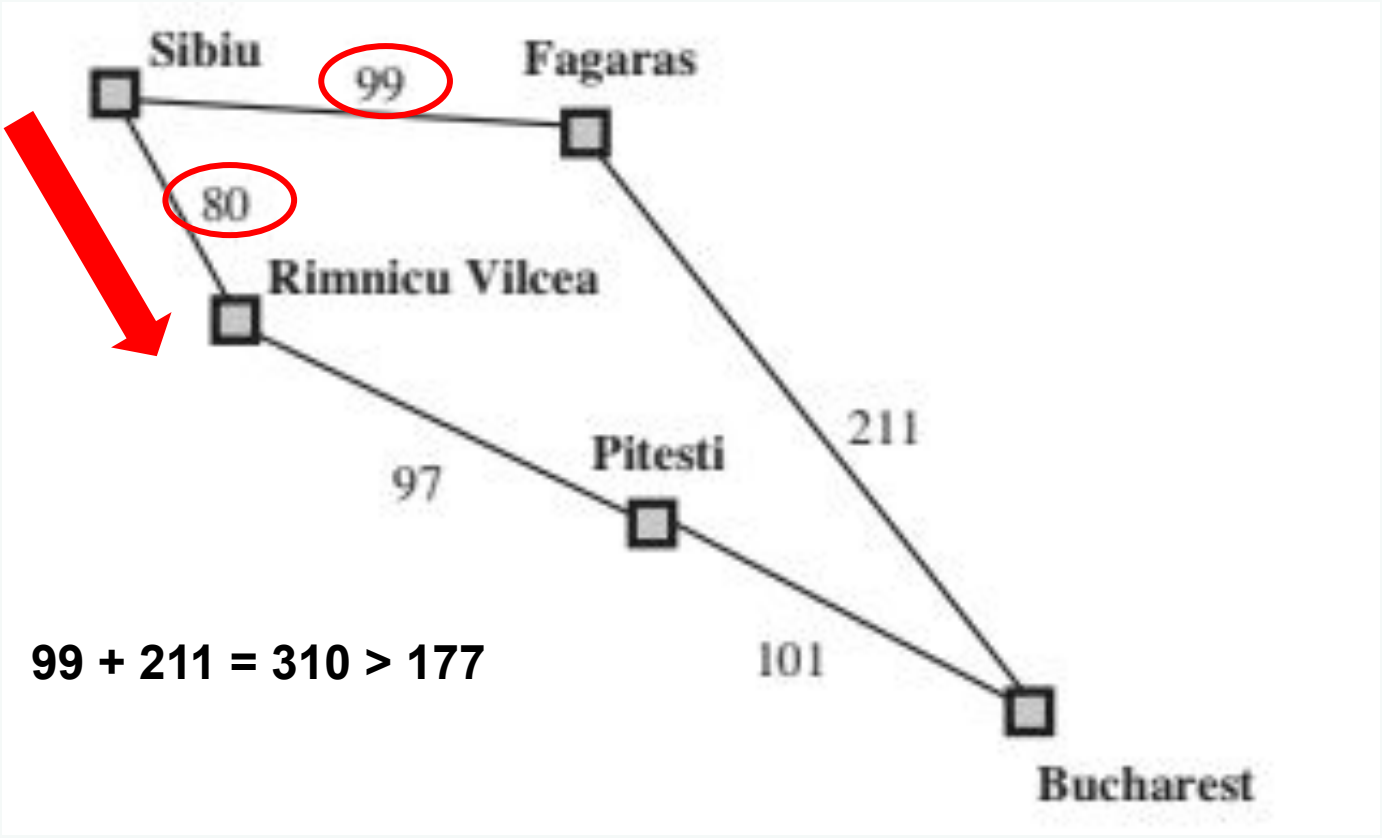
Costos NO uniformes



80 + 97 = 177 > 99

PROTECO

Costos NO uniformes



99 + 211 = 310 > 177

PROTECO

NO hay costos negativos

No se preocupa por el número de pasos tomados en su camino sólo se enfoca en ser óptimo para el costo.

En este caso ya no podemos definir el su complejidad con b (número de nodos) y d (profundidad)

Pseudocódigo

```
function BÚSQUEDA_COSTO_UNIFORME(problema) returns una solucion, o fallo
      inicializar el nodo. Costo de la ruta=0
       frontera. Una cola de prioridad ordenada por ruta-costo con el estado inicial
como ùnico elemento
       explorado. En el primer caso vacio, pero se pretende guardar estados recorridos
          loop do
           if frontera está vacia then return fallo
              nodo<- hacemos pop() a la frontera
              añade estado del nodo a explorado
           for each  accion in problema
                     nodo_hijo(problema,nodo,acción)
           if estado del hijo está en no explorado o frontera
        insertar hijo en la frontera
end
```

PROTECO