

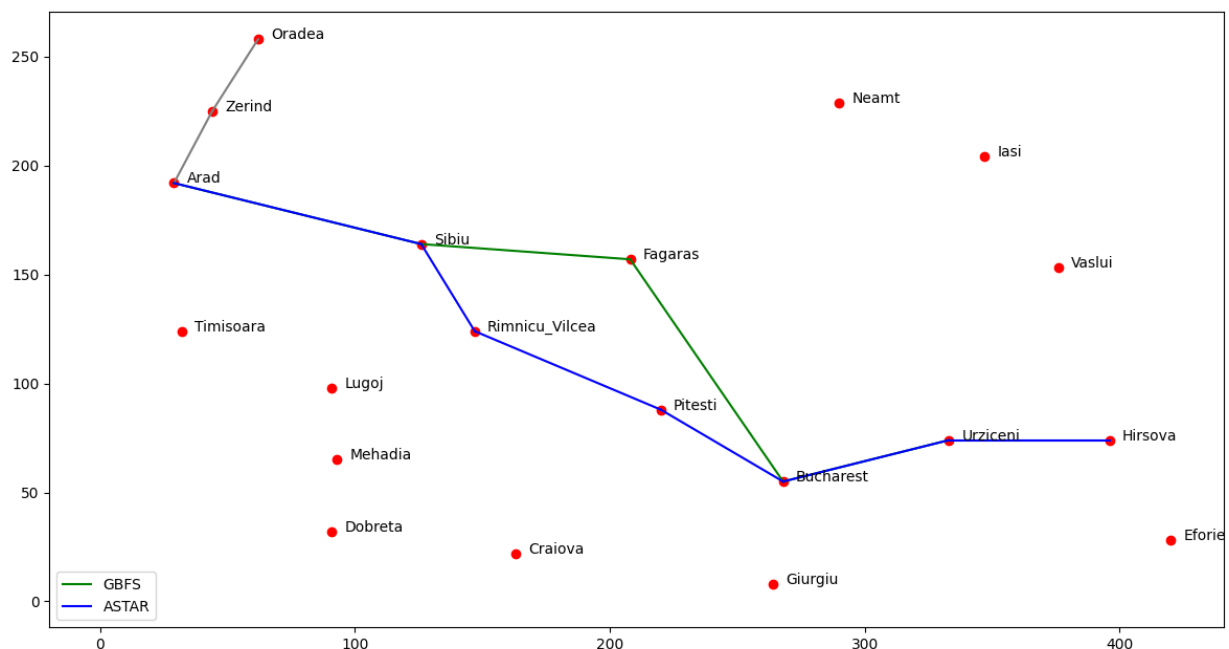
Họ tên: Đinh Xuân Khang

MSSV: 22280042

BÁO CÁO THỰC HÀNH TUẦN 3

Chương trình:

Đoạn code đã cho chạy không báo lỗi nhưng khi xuất hình thì không ra đường đi nối giữa các đỉnh như dưới.



Chỉnh sửa lại hàm drawMap:

Hàm cũ:

```
def drawMap(city, gbfs, astar, graph):  
    # Vẽ các thành phố và tên  
    for i, j in city.items():  
        plt.plot(j[0], j[1], "ro")  
        plt.annotate(i, (j[0] + 5, j[1]))  
  
    # Vẽ các cạnh nối giữa các thành phố  
    for k in graph[i]:  
        n = city[k[0]]
```

```
plt.plot([j[0], n[0]], [j[1], n[1]], "gray")

for i in range(len(gbfs)):
    try:
        first = city[gbfs[i]]
        second = city[gbfs[i + 1]]
        plt.plot([first[0], second[0]], [first[1], second[1]],
"green")
    except:
        continue

for i in range(len(astar)):
    try:
        first = city[astar[i]]
        second = city[astar[i + 1]]
        plt.plot([first[0], second[0]], [first[1], second[1]], "blue")
    except:
        continue

plt.errorbar(1, 1, label="GBFS", color="green")
plt.errorbar(1, 1, label="ASTAR", color="blue")
plt.legend(loc="lower left")
plt.show()
```

Hàm mới:

```
def drawMap(city, gbfs, astar, graph):
    # Vẽ các thành phố và tên
    for i, j in city.items():
        plt.plot(j[0], j[1], "ro")
        plt.annotate(i, (j[0] + 5, j[1]))

    # Vẽ các cạnh nối giữa các thành phố
    for city_name, connections in graph.items():
        start_city_coords = city[city_name]
        for connected_city, _ in connections:
            end_city_coords = city[connected_city]
            plt.plot([start_city_coords[0], end_city_coords[0]],
                    [start_city_coords[1], end_city_coords[1]],
                    color="gray", linewidth=1) # Vẽ đường nối giữa các
thành phố

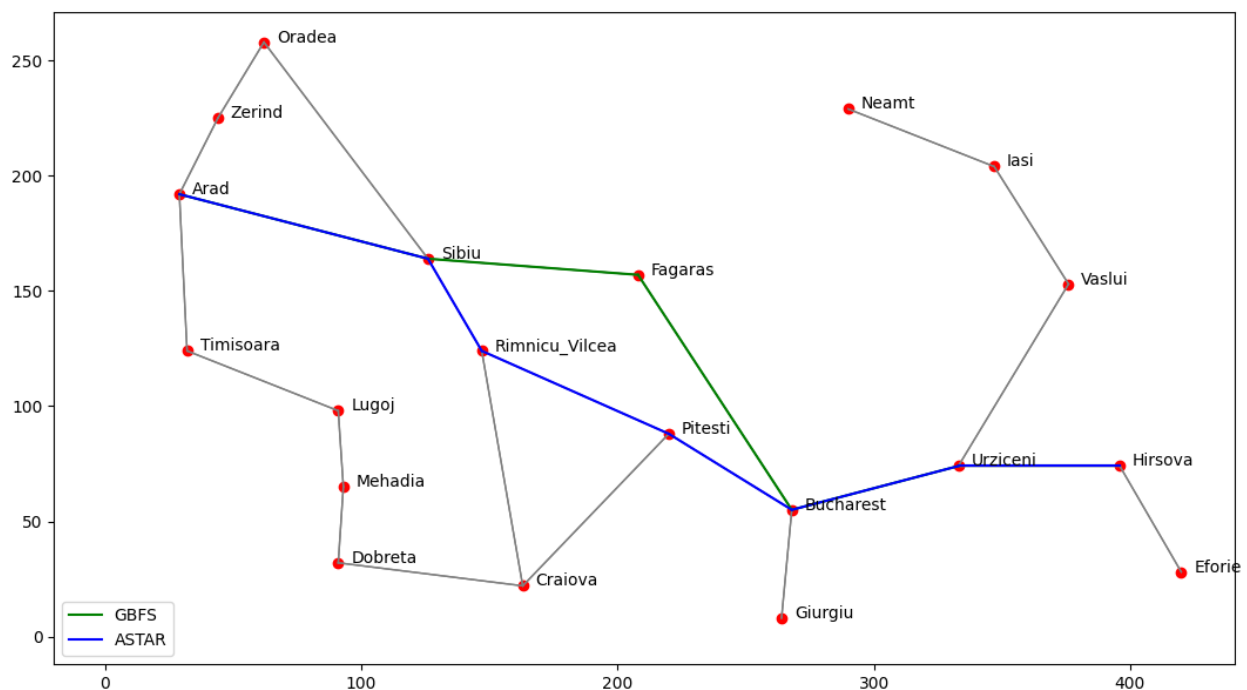
    for i in range(len(gbfs)):
```

```
try:
    first = city[gbfs[i]]
    second = city[gbfs[i + 1]]
    plt.plot([first[0], second[0]], [first[1], second[1]],
"green")
except:
    continue

for i in range(len(astar)):
    try:
        first = city[astar[i]]
        second = city[astar[i + 1]]
        plt.plot([first[0], second[0]], [first[1], second[1]], "blue")
    except:
        continue

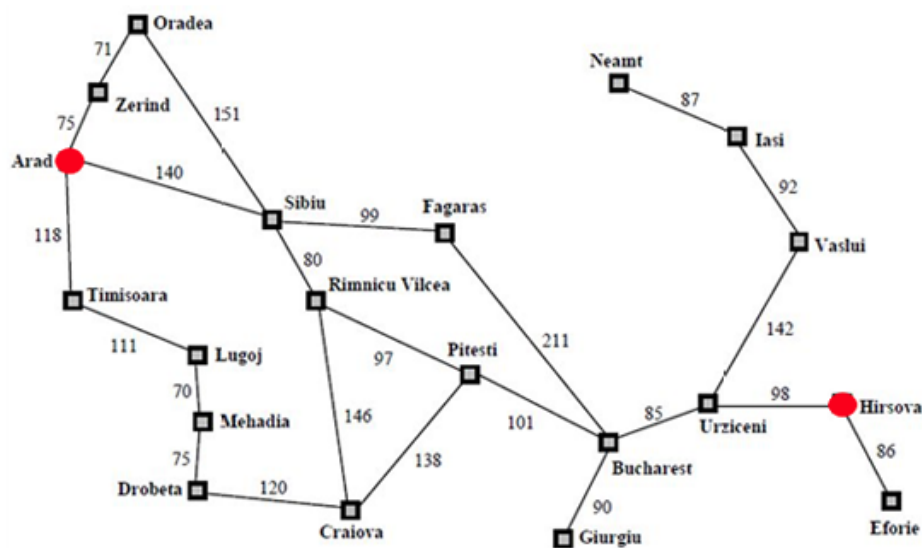
plt.errorbar(1, 1, label="GBFS", color="green")
plt.errorbar(1, 1, label="ASTAR", color="blue")
plt.legend(loc="lower left")
plt.show()
```

Kết quả:



Chạy tay thuật toán Greedy – Best – First Search để tìm đường đi từ Arad tới Hirsova:

$h(\text{Arad}) = 366$	$h(\text{Hirsova}) = 0$	$h(\text{Rimnicu Vilcea}) = 193$
$h(\text{Bucharest}) = 20$	$h(\text{Iasi}) = 226$	$h(\text{Sibiu}) = 253$
$h(\text{Craiova}) = 160$	$h(\text{Lugoj}) = 244$	$h(\text{Timisoara}) = 329$
$h(\text{Drobeta}) = 242$	$h(\text{Mehadia}) = 241$	$h(\text{Urziceni}) = 10$
$h(\text{Eforie}) = 161$	$h(\text{Neamt}) = 234$	$h(\text{Vaslui}) = 199$
$h(\text{Fagaras}) = 176$	$h(\text{Oradea}) = 380$	$h(\text{Zerind}) = 374$
$h(\text{Giurgiu}) = 77$	$h(\text{Pitesti}) = 100$	



1. $PQ = \{(366, \text{Arad})\}$

Từ Arad mở rộng ra 3 đỉnh Zerind, Sibiu, Timisoara.

2. $\text{Node} = \text{Arad}$, $PQ = \{(374, \text{Zerind}), (253, \text{Sibiu}), (329, \text{Timisoara})\}$.

Chọn Sibiu vì $h(\text{Sibiu})$ nhỏ nhất. Từ Sibiu mở rộng ra Fagaras, Rimnicu Vilcea, Oradea.

3. $\text{Node} = \text{Sibiu}$, $PQ = \{(176, \text{Fagaras}), (193, \text{Rimnicu Vilcea}), (380, \text{Oradea})\}$.

Chọn Fagaras vì $h(\text{Fagaras})$ nhỏ nhất. Từ Fagaras mở rộng ra Bucharest.

4. $\text{Node} = \text{Fagaras}$, $PQ = \{(20, \text{Bucharest})\}$. Visited = [Fagaras]

Chọn Bucharest là $h(\text{Bucharest})$ nhỏ nhất. Từ Bucharest mở rộng ra Giurgiu, Urziceni.

5. Node = Bucharest, $PQ = \{(77, \text{Giurgiu}), (10, \text{Urziceni})\}$. Visited = [Bucharest]

Chọn Urziceni vì $h(\text{Urziceni})$ nhỏ nhất. Từ Urziceni mở rộng ra Vaslui, Hirsova.

6. Node = Urziceni, $PQ = \{(199, \text{Vaslui}), (0, \text{Hirsova})\}$. Visited = [Urziceni]

Chọn Hirsova vì $h(\text{Hirsova})$ nhỏ nhất và cũng là điểm đích của bài toán.

Vậy đường đi từ Arad tới Hirsova theo thuật toán **Greedy-Best-First Search** là $\text{Arad} \rightarrow \text{Sibiu} \rightarrow \text{Fagaras} \rightarrow \text{Bucharest} \rightarrow \text{Urziceni} \rightarrow \text{Hirsova}$.

Tiếp tục phần chạy tay thuật toán A* Search để tìm đường từ Arad tới Hirsova:

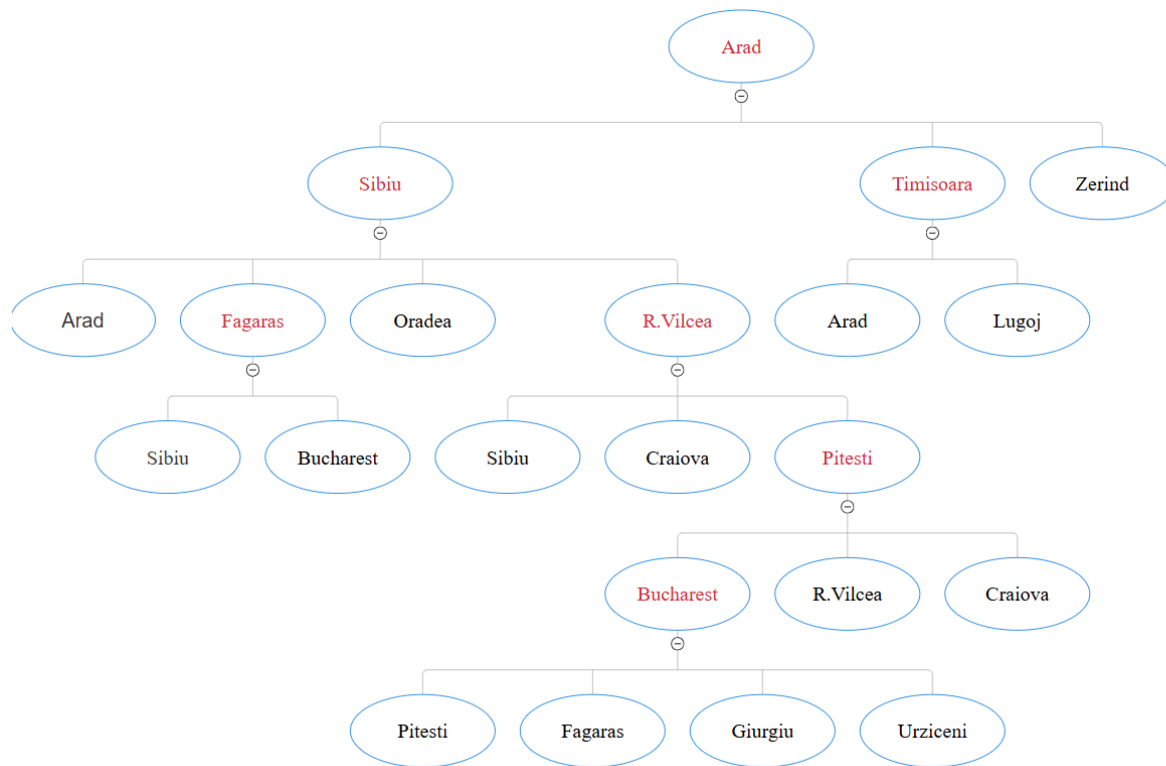
1. $T_{max} = \text{Timisoara}$

Đưa Timisoara từ OPEN vào CLOSE.

Từ Timisoara mở rộng ra Arad, Lugoj.

- $h(\text{Arad}) = 366$
 $g(\text{Arad}) = g(\text{Timisoara}) + \text{cost}(\text{Timisoara}, \text{Arad}) = 118 + 118 = 336$
 $f(\text{Arad}) = h(\text{Arad}) + g(\text{Arad}) = 366 + 336 = 702$
- $h(\text{Lugoj}) = 244$
 $g(\text{Lugoj}) = g(\text{Timisoara}) + \text{cost}(\text{Timisoara}, \text{Lugoj}) = 118 + 111 = 229$
 $f(\text{Lugoj}) = h(\text{Lugoj}) + g(\text{Lugoj}) = 244 + 229 = 473$

Arad đã có trong CLOSE và $g(\text{Arad})$ mới lớn hơn $g(\text{Arad})$ cũ nên không cập nhật giá trị g và f của Arad. Lugoj không có trong OPEN lẫn CLOSE nên thêm Lugoj vào OPEN.



OPEN = {(Zerind, g = 75, h = 374, f = 449, Cha = Arad),

(Oradea, g = 291, h = 380, f = 617, Cha = Sibiu),

(Craiova, g = 366, h = 160, f = 526, Cha = R.Vilcea),

(Giurgiu, g = 508, h = 77, f = 585, Cha = Bucharest),

(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest),

(Lugoj, h = 229, h = 244, f = 473, Cha = Arad)}

CLOSE = {(Arad, g = 0, h = 0, f = 0),

(Sibiu, g = 140, h = 253, f = 393, Cha = Arad),

(R.Vilcea, g = 220, h = 193, f = 413, Cha = Sibiu),

(Fagaras, g = 239, h = 176, f = 415, Cha = Sibiu),

(Pitesti, g = 317, h = 100, f = 417, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, $g = 418$, $h = 20$, $f = 438$, Cha = Pitesti),

(Timisoara, $g = 118$, $g = 329$, $f = 447$, Cha = Arad)}

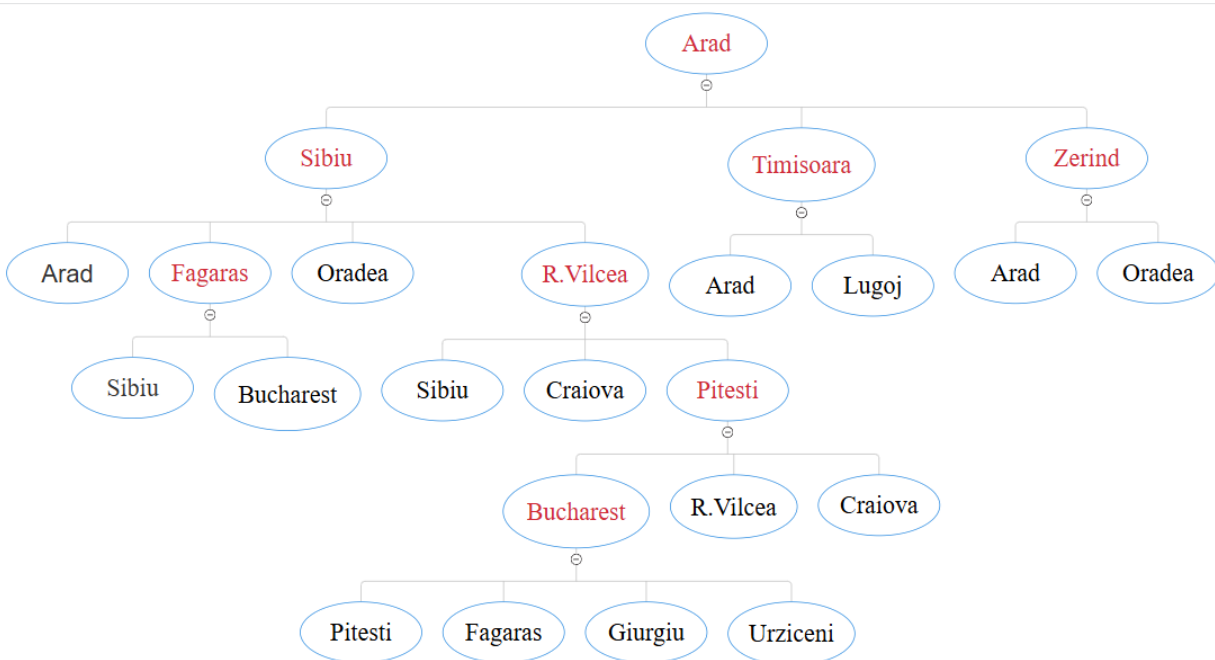
2. $T_{max} = \text{Zerind}$

Đưa Zerind từ OPEN vào CLOSE.

Từ Zerind mở rộng ra Arad, Oradea.

- $h(\text{Arad}) = 366$
 $g(\text{Arad}) = g(\text{Zerind}) + \text{cost}(\text{Zerind}, \text{Arad}) = 75 + 75 = 150$
 $f(\text{Arad}) = h(\text{Arad}) + g(\text{Arad}) = 366 + 150 = 516$
- $h(\text{Oradea}) = 380$
 $g(\text{Oradea}) = g(\text{Zerind}) + \text{cost}(\text{Zerind}, \text{Oradea}) = 75 + 71 = 146$
 $f(\text{Oradea}) = h(\text{Oradea}) + g(\text{Oradea}) = 380 + 146 = 526$

Arad đã có trong CLOSE và $g(\text{Arad})$ mới lớn hơn $g(\text{Arad})$ cũ nên không cập nhật giá trị g và f của Arad. Oradea đã có trong OPEN và $g(\text{Oradea})$ mới nhỏ hơn $g(\text{Oradea})$ cũ nên cập nhật giá trị g và f của nó.



OPEN = {(Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Sibiu),

(Craiova, $g = 366$, $h = 160$, $f = 526$, Cha = R.Vilcea),
(Giurgiu, $g = 508$, $h = 77$, $f = 585$, Cha = Bucharest),
(Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
(Lugoj, $g = 229$, $h = 244$, $f = 473$, Cha = Timisoara)}
CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),
(Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad),
(R.Vilcea, $g = 220$, $h = 193$, $f = 413$, Cha = Sibiu),
(Fagaras, $g = 239$, $h = 176$, $f = 415$, Cha = Sibiu),
(Pitesti, $g = 317$, $h = 100$, $f = 417$, Cha = R.Vilcea),
(Bucharest, $g = 418$, $h = 20$, $f = 438$, Cha = Pitesti),
(Timisoara, $g = 118$, $g = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),
(Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad)}

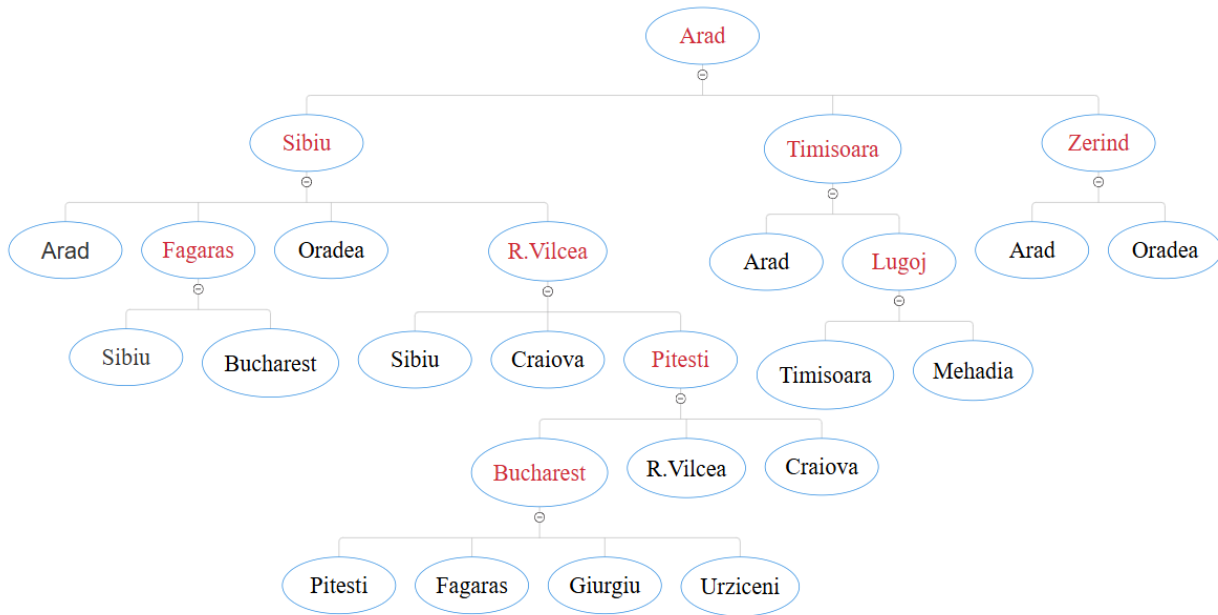
3. $T_{max} = \text{Lugoj}$

Đưa Lugoj từ OPEN vào CLOSE.

Từ Lugoj mở rộng ra Timisoara, Mehadia

- $h(\text{Timisoara}) = 329$
 $g(\text{Timisoara}) = g(\text{Lugoj}) + \text{cost}(\text{Lugoj}, \text{Timisoara}) = 229 + 111 = 340$
 $f(\text{Timisoara}) = h(\text{Timisoara}) + g(\text{Timisoara}) = 329 + 340 = 669$
- $h(\text{Mehadia}) = 241$
 $g(\text{Mehadia}) = g(\text{Lugoj}) + \text{cost}(\text{Lugoj}, \text{Mehadia}) = 229 + 70 = 299$
 $f(\text{Mehadia}) = h(\text{Mehadia}) + g(\text{Mehadia}) = 241 + 299 = 540$

Timisoara đã có trong CLOSE và $g(\text{Timisoara})$ mới lớn hơn $g(\text{Timisoara})$ cũ nên không cập nhật giá trị g và f của Timisoara. Mehadia không có trong cả OPEN lẫn CLOSE nên thêm vào OPEN.



OPEN = {(Oradea, g = 146, h = 380, f = 526, Cha = Sibiu),

(Craiova, g = 366, h = 160, f = 526, Cha = R.Vilcea),

(Giurgiu, g = 508, h = 77, f = 585, Cha = Bucharest),

(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest),

(Mehadia, g = 299, h = 241, f = 540, Cha = Lugoj)}

CLOSE = {(Arad, g = 0, h = 0, f = 0),

(Sibiu, g = 140, h = 253, f = 393, Cha = Arad),

(R.Vilcea, g = 220, h = 193, f = 413, Cha = Sibiu),

(Fagaras, g = 239, h = 176, f = 415, Cha = Sibiu),

(Pitesti, g = 317, h = 100, f = 417, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, g = 418, h = 20, f = 438, Cha = Pitesti),

(Timisoara, g = 118, h = 329, f = 447, Cha = Arad),

(Zerind, g = 75, h = 374, f = 449, Cha = Arad),

(Lugoj, g = 229, h = 244, f = 473, Cha = Timisoara)}

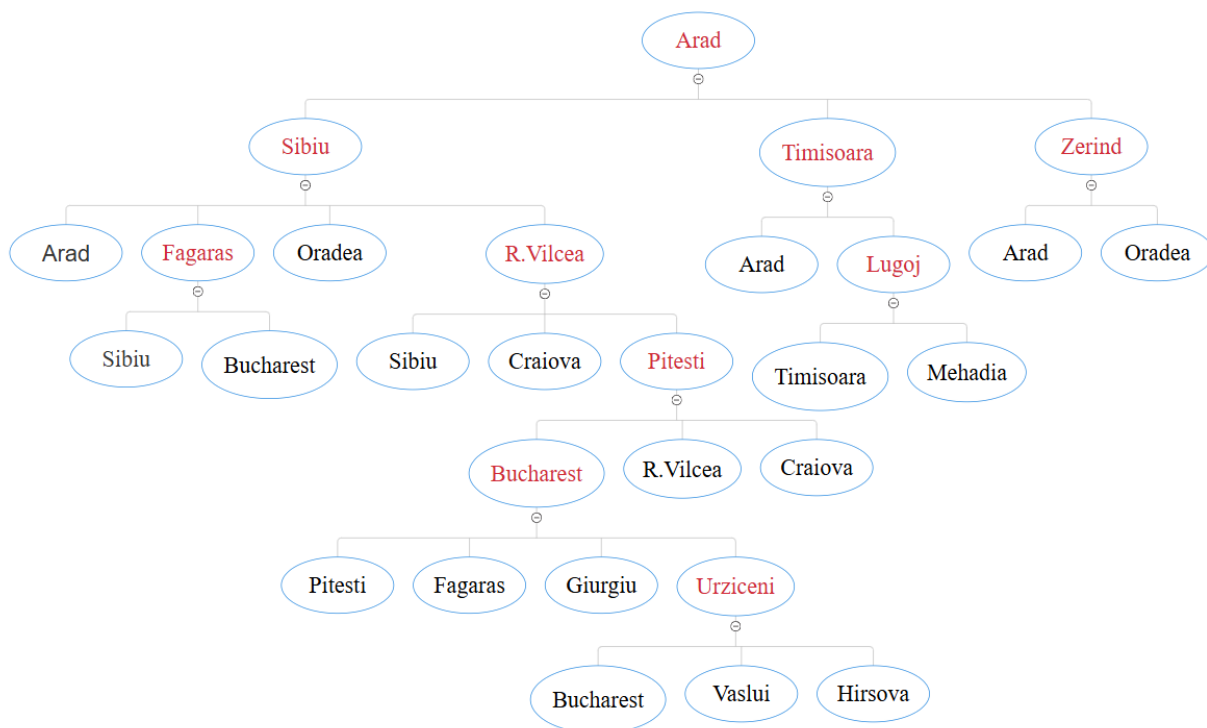
4. $T_{max} = \text{Urziceni}$

Đưa Urziceni từ OPEN vào CLOSE.

Từ Urziceni mở rộng ra Bucharest, Vaslui, Hirsova.

- $h(\text{Bucharest}) = 20$
 $g(\text{Bucharest}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Bucharest}) = 503 + 85 = 588$
 $f(\text{Bucharest}) = h(\text{Bucharest}) + g(\text{Bucharest}) = 20 + 588 = 608$
- $h(\text{Vaslui}) = 199$
 $g(\text{Vaslui}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Vaslui}) = 503 + 142 = 645$
 $f(\text{Vaslui}) = h(\text{Vaslui}) + g(\text{Vaslui}) = 199 + 645 = 844$
- $h(\text{Hirsova}) = 0$
 $g(\text{Hirsova}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Hirsova}) = 503 + 98 = 601$
 $f(\text{Hirsova}) = h(\text{Hirsova}) + g(\text{Hirsova}) = 601$

Do Bucharest đã có trong CLOSE và $g(\text{Bucharest})$ mới lớn hơn $g(\text{Bucharest})$ cũ nên không cập nhật. Vaslui và Hirsova không có trong OPEN lẫn CLOSE nên thêm vào OPEN.



OPEN = {(Oradea, g = 146, h = 380, f = 526, Cha = Sibiu),
(Craiova, g = 366, h = 160, f = 526, Cha = R.Vilcea),
(Giurgiu, g = 508, h = 77, f = 585, Cha = Bucharest),
(Mehadia, g = 299, h = 241, f = 540, Cha = Lugoj),
(Vaslui, g = 645, h = 199, f = 844, Cha = Urziceni),
(Hirsova, g = 601, h = 0, f = 601, Cha = Urziceni)}

CLOSE = {(Arad, g = 0, h = 0, f = 0),
(Sibiu, g = 140, h = 253, f = 393, Cha = Arad),
(R.Vilcea, g = 220, h = 193, f = 413, Cha = Sibiu),
(Fagaras, g = 239, h = 176, f = 415, Cha = Sibiu),
(Pitesti, g = 317, h = 100, f = 417, Cha = R.Vilcea),
(Bucharest, g = 418, h = 20, f = 438, Cha = Pitesti),
(Timisoara, g = 118, g = 329, f = 447, Cha = Arad),
(Zerind, g = 75, h = 374, f = 449, Cha = Arad),
(Lugoj, g = 229, h = 244, f = 473, Cha = Timisoara),
(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest)}

5. $T_{max} = \text{Oradea}$

Đưa Oradea từ OPEN vào CLOSE.

Từ Oradea mở rộng ra Zerind, Sibiu.

- $h(\text{Zerind}) = 374$

$$g(\text{Zerind}) = g(\text{Oradea}) + \text{cost}(\text{Oradea}, \text{Zerind}) = 146 + 151 = 297$$

$$f(\text{Zerind}) = h(\text{Zerind}) + g(\text{Zerind}) = 374 + 297 = 671$$

- $h(\text{Sibiu}) = 253$
 $g(\text{Sibiu}) = g(\text{Oradea}) + \text{cost}(\text{Oradea}, \text{Sibiu}) = 146 + 71 = 217$
 $f(\text{Sibiu}) = h(\text{Sibiu}) + g(\text{Sibiu}) = 253 + 217 = 470$

Do Zerind, Sibiu đã có trong CLOSE và $g(\text{Zerind})$, $g(\text{Sibiu})$ mới lớn hơn $g(\text{Zerind})$, $g(\text{Sibiu})$ cũ nên không cập nhật.



OPEN = {(Craiova, $g = 366$, $h = 160$, $f = 526$, Cha = R.Vilcea),

(Giurgiu, $g = 508$, $h = 77$, $f = 585$, Cha = Bucharest),

(Mehadia, $g = 299$, $h = 241$, $f = 540$, Cha = Lugoj),

(Vaslui, $g = 645$, $h = 199$, $f = 844$, Cha = Urziceni),

(Hirsova, $g = 601$, $h = 0$, $f = 601$, Cha = Urziceni)}

CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),

(Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad),

(R.Vilcea, $g = 220$, $h = 193$, $f = 413$, Cha = Sibiu),

(Fagaras, $g = 239$, $h = 176$, $f = 415$, Cha = Sibiu),

(Pitesti, $g = 317$, $h = 100$, $f = 417$, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, $g = 418$, $h = 20$, $f = 438$, Cha = Pitesti),
(Timisoara, $g = 118$, $g = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),
(Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad),
(Lugoj, $g = 229$, $h = 244$, $f = 473$, Cha = Timisoara),
(Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
(Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Sibiu)}

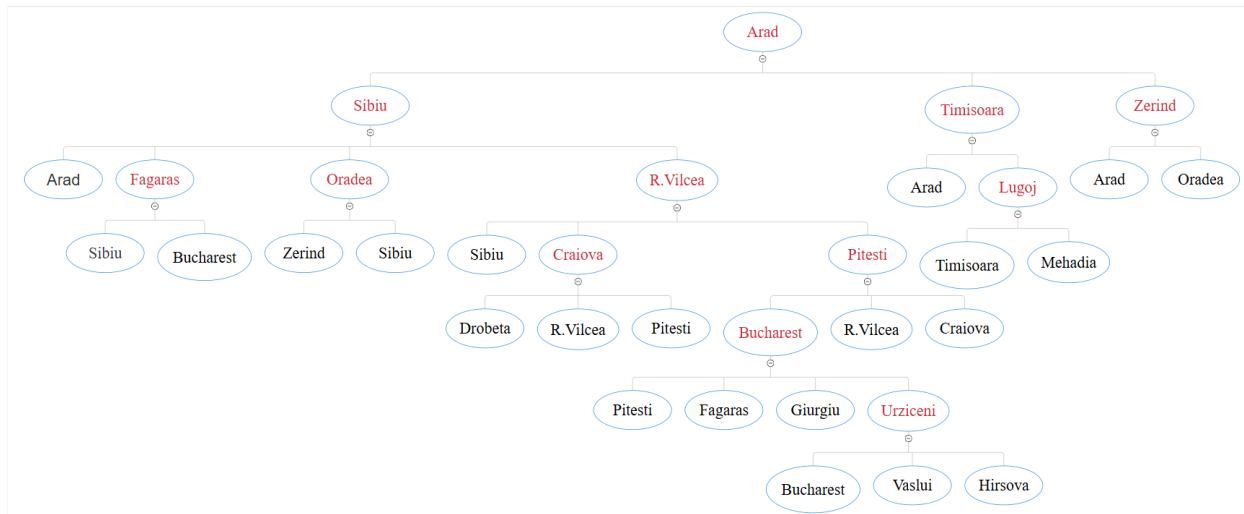
6. $T_{max} = \text{Craiova}$

Đưa Craiova từ OPEN vào CLOSE.

Từ Craiova mở rộng ra Drobeta, R.Vilcea, Pitesti.

- $h(\text{Drobeta}) = 242$
 $g(\text{Drobeta}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{Drobeta}) = 366 + 120 = 486$
 $f(\text{Drobeta}) = h(\text{Drobeta}) + g(\text{Drobeta}) = 242 + 486 = 728$
- $h(\text{R.Vilcea}) = 193$
 $g(\text{R.Vilcea}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{R.Vilcea}) = 366 + 146 = 512$
 $f(\text{R.Vilcea}) = h(\text{R.Vilcea}) + g(\text{R.Vilcea}) = 193 + 512 = 705$
- $h(\text{Pitesti}) = 100$
 $g(\text{Pitesti}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{Pitesti}) = 366 + 138 = 504$
 $f(\text{Pitesti}) = h(\text{Pitesti}) + g(\text{Pitesti}) = 100 + 504 = 604$

Drobeta không có trong cả OPEN lẫn CLOSE nên thêm vào OPEN. R.Vilcea, Pitesti đã có trong CLOSE và cả hai có giá trị g mới lớn hơn giá trị g cũ nên không cập nhật.



OPEN = {(Giurgiu, g = 508, h = 77, f = 585, Cha = Bucharest),

(Mehadia, g = 299, h = 241, f = 540, Cha = Lugoj),

(Vaslui, g = 645, h = 199, f = 844, Cha = Urziceni),

(Hirsova, g = 601, h = 0, f = 601, Cha = Urziceni),

(Drobeta, g = 486, h = 242, f = 728, Cha = Craiova)}

CLOSE = {(Arad, g = 0, h = 0, f = 0),

(Sibiu, g = 140, h = 253, f = 393, Cha = Arad),

(R.Vilcea, g = 220, h = 193, f = 413, Cha = Sibiu),

(Fagaras, g = 239, h = 176, f = 415, Cha = Sibiu),

(Pitesti, g = 317, h = 100, f = 417, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, g = 418, h = 20, f = 438, Cha = Pitesti),

(Timisoara, g = 118, g = 329, f = 447, Cha = Arad),

(Zerind, g = 75, h = 374, f = 449, Cha = Arad),

(Lugoj, g = 229, h = 244, f = 473, Cha = Timisoara),

(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest),

(Oradea, g = 146, h = 380, f = 526, Cha = Sibiu),

(Craiova, $g = 366$, $h = 160$, $f = 526$, Cha = R.Vilcea)}

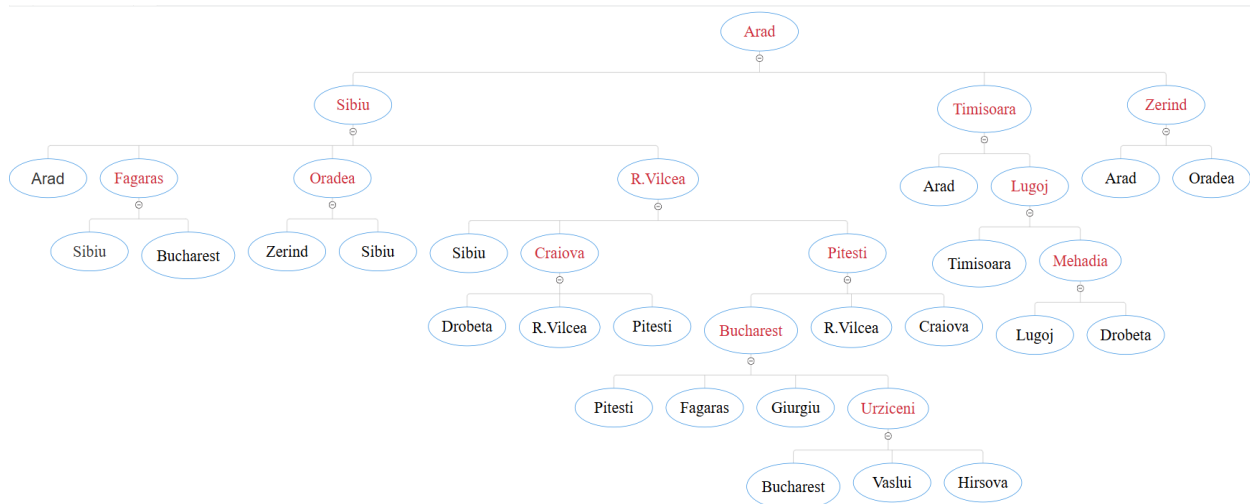
7. $T_{max} = \text{Mehadia}$

Đưa Mehadia từ OPEN vào CLOSE.

Từ Mehadia mở rộng ra Lugoj, Drobeta.

- $h(\text{Lugoj}) = 244$
 $g(\text{Lugoj}) = g(\text{Mehadia}) + \text{cost}(\text{Mehadia}, \text{Lugoj}) = 299 + 70 = 369$
 $f(\text{Lugoj}) = h(\text{Lugoj}) + g(\text{Lugoj}) = 244 + 369 = 613$
- $h(\text{Drobeta}) = 242$
 $g(\text{Drobeta}) = g(\text{Mehadia}) + \text{cost}(\text{Mehadia}, \text{Drobeta}) = 299 + 75 = 374$
 $f(\text{Drobeta}) = h(\text{Drobeta}) + g(\text{Drobeta}) = 242 + 374 = 616$

Do Lugoj đã có trong CLOSE và $g(\text{Lugoj})$ mới lớn hơn $g(\text{Lugoj})$ cũ nên không cập nhật.
Tương tự với Drobeta trong OPEN.



OPEN = {(Giurgiu, $g = 508$, $h = 77$, $f = 585$, Cha = Bucharest),

(Vaslui, $g = 645$, $h = 199$, $f = 844$, Cha = Urziceni),

(Hirsova, $g = 601$, $h = 0$, $f = 601$, Cha = Urziceni),

(Drobeta, $g = 486$, $h = 242$, $f = 728$, Cha = Craiova)}

CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),

(Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad),
(R.Vilcea, $g = 220$, $h = 193$, $f = 413$, Cha = Sibiu),
(Fagaras, $g = 239$, $h = 176$, $f = 415$, Cha = Sibiu),
(Pitesti, $g = 317$, $h = 100$, $f = 417$, Cha = R.Vilcea),
(Bucharest, $g = 418$, $h = 20$, $f = 438$, Cha = Pitesti),
(Timisoara, $g = 118$, $g = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),
(Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad),
(Lugoj, $g = 229$, $h = 244$, $f = 473$, Cha = Timisoara),
(Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
(Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Sibiu),
(Craiova, $g = 366$, $h = 160$, $f = 526$, Cha = R.Vilcea),
(Mehadia, $g = 299$, $h = 241$, $f = 540$, Cha = Lugoj)}\}

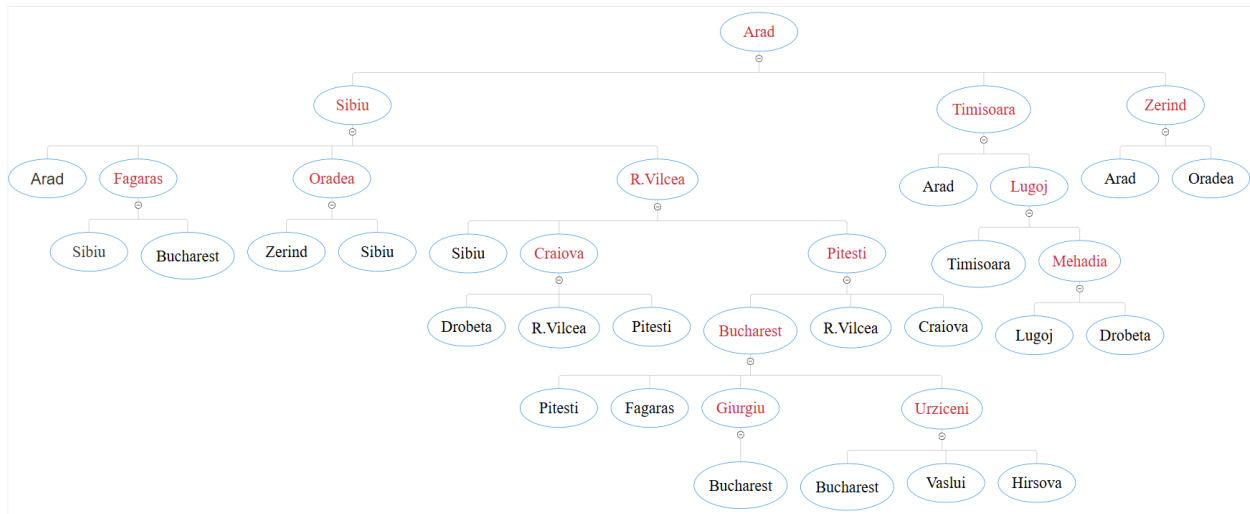
8. $T_{max} = \text{Giurgiu}$

Đưa Giurgiu từ OPEN vào CLOSE.

Từ Giurgiu mở rộng ra Bucharest.

- $h(\text{Bucharest}) = 20$
 $g(\text{Bucharest}) = g(\text{Giurgiu}) + \text{cost}(\text{Giurgiu}, \text{Bucharest}) = 508 + 90 = 598$
 $f(\text{Bucharest}) = h(\text{Bucharest}) + g(\text{Bucharest}) = 20 + 598 = 618$

Do Bucharest đã có trong CLOSE và $g(\text{Bucharest})$ mới lớn hơn $g(\text{Bucharest})$ cũ nên không cập nhật.



OPEN = {(Vaslui, g = 645, h = 199, f = 844, Cha = Urziceni),

(Hirsova, g = 601, h = 0, f = 601, Cha = Urziceni),

(Drobeta, g = 486, h = 242, f = 728, Cha = Craiova)}

CLOSE = {(Arad, g = 0, h = 0, f = 0),

(Sibiu, g = 140, h = 253, f = 393, Cha = Arad),

(R.Vilcea, g = 220, h = 193, f = 413, Cha = Sibiu),

(Fagaras, g = 239, h = 176, f = 415, Cha = Sibiu),

(Pitesti, g = 317, h = 100, f = 417, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, g = 418, h = 20, f = 438, Cha = Pitesti),

(Timisoara, g = 118, g = 329, f = 447, Cha = Arad),

(Zerind, g = 75, h = 374, f = 449, Cha = Arad),

(Lugoj, g = 229, h = 244, f = 473, Cha = Timisoara),

(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest),

(Oradea, g = 146, h = 380, f = 526, Cha = Sibiu),

(Craiova, g = 366, h = 160, f = 526, Cha = R.Vilcea),

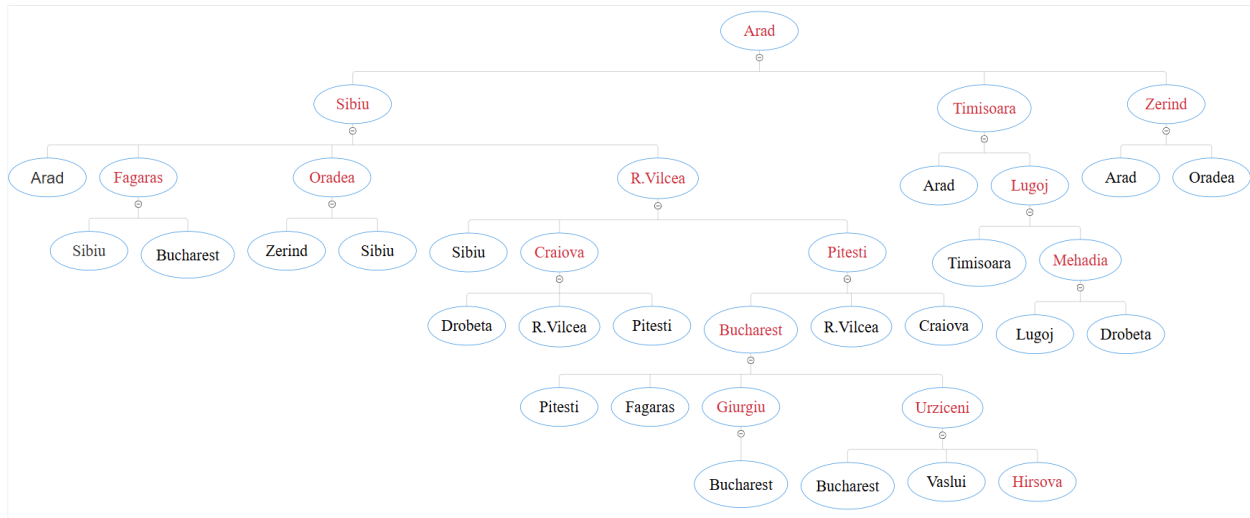
(Mehadia, g = 299, h = 241, f = 540, Cha = Lugoj),

(Giurgiu, $g = 508$, $h = 77$, $f = 585$, Cha = Bucharest))

9. $T_{max} = \text{Hirsova}$

Đưa Hirsova từ OPEN vào CLOSE.

Hirsova là nút đích nên thuật toán kết thúc.



OPEN = {(Vaslui, $g = 645$, $h = 199$, $f = 844$, Cha = Urziceni),

(Drobeta, $g = 486$, $h = 242$, $f = 728$, Cha = Craiova)}

CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),

(Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad),

(R.Vilcea, $g = 220$, $h = 193$, $f = 413$, Cha = Sibiu),

(Fagaras, $g = 239$, $h = 176$, $f = 415$, Cha = Sibiu),

(Pitesti, $g = 317$, $h = 100$, $f = 417$, Cha = R.Vilcea),

(Bucharest, $g = 418$, $h = 20$, $f = 438$, Cha = Pitesti),

(Timisoara, $g = 118$, $g = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),

(Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad),

(Lugoj, $g = 229$, $h = 244$, $f = 473$, Cha = Timisoara),

(Urziceni, g = 503, h = 10, f = 513, Cha = Bucharest),
(Oradea, g = 146, h = 380, f = 526, Cha = Sibiu),
(Craiova, g = 366, h = 160, f = 526, Cha = R.Vilcea),
(Mehadia, g = 299, h = 241, f = 540, Cha = Lugoj),
(Giurgiu, g = 508, h = 77, f = 585, Cha = Bucharest),
(Hirsova, g = 601, h = 0, f = 601, Cha = Urziceni)}

Vậy đường đi từ Arad tới Hirsova theo thuật toán **A* Search** là Arad → Sibiu → R.Vilcea → Pitesti → Bucharest → Urziceni → Hirsova.

So sánh kết quả chạy tay với code cho sẵn:

- Kết quả chạy tay:
 - GBFS: Arad → Sibiu → Fagaras → Bucharest → Urziceni → Hirsova.
 - A* Search: Arad → Sibiu → R.Vilcea → Pitesti → Bucharest → Urziceni → Hirsova.
- Kết quả từ code:

```
1 Arad
2 Bucharest
3 Craiova
4 Dobreta
5 Eforie
6 Fagaras
7 Giurgiu
8 Hirsova
9 Iasi
10 Lugoj
11 Mehadia
12 Neamt
13 Oradea
14 Pitesti
15 Rimnicu_Vilcea
16 Sibiu
17 Timisoara
18 Urziceni
19 Vaslui
20 Zerind
Nhập đỉnh bắt đầu: 1
Nhập đỉnh kết thúc: 8
GBFS => ['Arad', 'Sibiu', 'Fagaras', 'Bucharest', 'Urziceni', 'Hirsova']
ASTAR => ['Arad', 'Sibiu', 'Rimnicu_Vilcea', 'Pitesti', 'Bucharest', 'Urziceni', 'Hirsova']
```

Cả hai kết quả đều cho giống nhau, cho thấy được tính đúng đắn của cả hai.