

Báo cáo thực hành tuần 3

1. Thuật toán A*

Ban đầu

$OPEN = \{(Arad, g = 0, h = 0, f = 0)\}$

$CLOSE = \{\}$

Do OPEN chỉ chứa có 1 thành phố nên thành phố này sẽ là thành phố tốt nhất.

Nghĩa là ta chọn $T_{max} = Arad$. Lấy Arad ra khỏi OPEN và đưa vào CLOSE.

$OPEN = \{\}$

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

Từ Arad có thể đi được đến 3 thành phố Sibiu, Timisoara và Zerind. Ta lần lượt tính f, g và h của 3 thành phố này. Do cả 3 nút mới tạo ra này chưa có nút cha nên ban đầu nút cha của chúng đều là Arad.

✓ $h(Sibiu) = 253$

$g(Sibiu) = g(Arad) + cost(Arad, Sibiu) = 0 + 140 = 140$

$f(Sibiu) = g(Sibiu) + h(Sibiu) = 140 + 253 = 393$

$Cha(Sibiu) = Arad$

✓ $h(Timisoara) = 329$

$g(Timisoara) = g(Arad) + cost(Arad, Timisoara) = 0 + 118 = 118$

$f(Timisoara) = g(Timisoara) + h(Timisoara) = 118 + 329 = 447$

$Cha(Timisoara) = Arad$

✓ $h(Zerind) = 374$

$g(Zerind) = g(Arad) + cost(Arad, Zerind) = 0 + 75 = 75$

$f(Zerind) = g(Zerind) + h(Zerind) = 75 + 374 = 449$

$Cha(Zerind) = Arad$

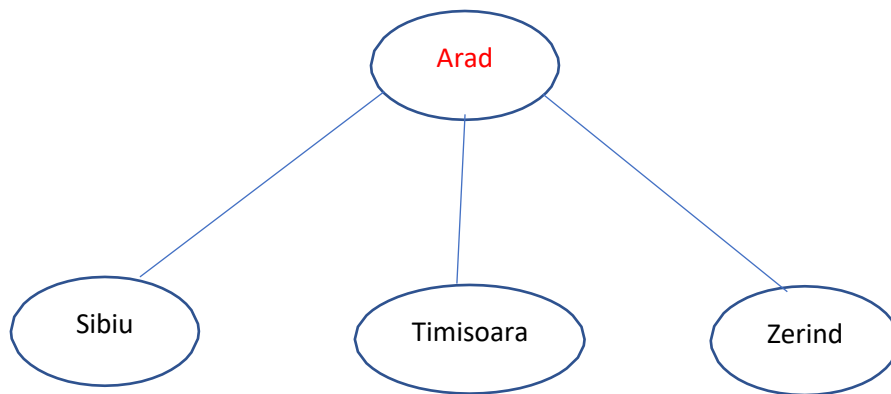
Do Sibiu, Timisoara và Zerind đều không có trong cả OPEN và CLOSE nên ta thêm 3 nút này vào OPEN.

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

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

$(\text{Zerind}, g = 75, h = 374, f = 449, \text{Cha} = \text{Arad})\}$

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



(Lưu ý: Tên thành phố có màu đỏ là nút trong tập CLOSE, ngược lại là nút trong tập OPEN)

Trong tập OPEN, Sibiu là nút có giá trị f nhỏ nhất nên ta sẽ chọn $T_{\max} = \text{Sibiu}$.

Ta lấy Sibiu ra khỏi OPEN và đưa vào CLOSE

OPEN = {(Timisoara, $g = 118$, $h = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),
(Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad)}

CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),
(Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad)}

Từ Sibiu có thể đi được đến Arad, Fagaras, Oradea, R. Vilcea. Ta lần lượt tính h , g và f của các nút này.

✓ $h(\text{Arad}) = 366$

$$g(\text{Arad}) = g(\text{Sibiu}) + \text{cost}(\text{Sibiu}, \text{Arad}) = 140 + 140 = 280$$

$$f(\text{Arad}) = g(\text{Arad}) + h(\text{Arad}) = 280 + 366 = 646$$

✓ $h(\text{Fagaras}) = 176$

$$g(\text{Fagaras}) = g(\text{Sibiu}) + \text{cost}(\text{Sibiu}, \text{Fagaras}) = 140 + 99 = 239$$

$$f(\text{Fagaras}) = g(\text{Fagaras}) + h(\text{Fagaras}) = 239 + 176 = 415$$

✓ $h(\text{Oradea}) = 380$

$$g(\text{Oradea}) = g(\text{Sibiu}) + \text{cost}(\text{Sibiu}, \text{Oradea}) = 140 + 151 = 291$$

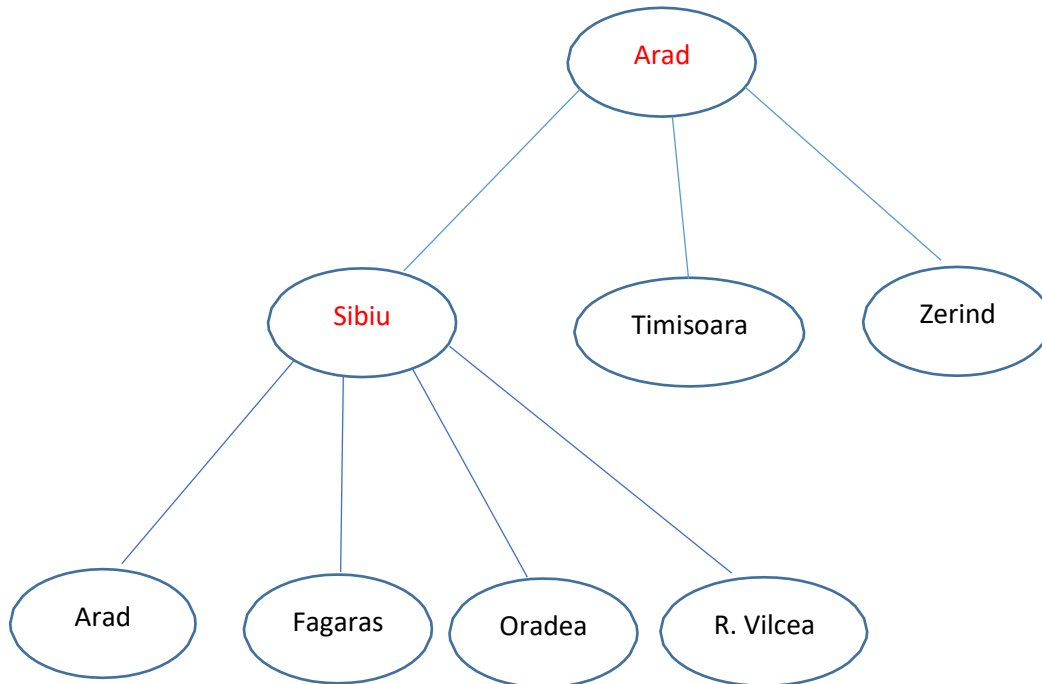
$$f(\text{Oradea}) = g(\text{Oradea}) + h(\text{Oradea}) = 291 + 380 = 671$$

✓ $h(\text{R. Vilcea}) = 193$

$$g(\text{R. Vilcea}) = g(\text{Sibiu}) + \text{cost}(\text{Sibiu}, \text{R. Vilcea}) = 140 + 80 = 220$$

$$f(\text{R. Vilcea}) = g(\text{R. Vilcea}) + h(\text{R. Vilcea}) = 220 + 193 = 413$$

Nút Arad đã có trong CLOSE và $g(\text{Arad})$ mới được tạo ra có giá trị là 280 lớn hơn $g(\text{Arad})$ lưu trong CLOSE có giá trị là 0 nên ta sẽ không cập nhật giá trị g và f của Arad lưu trong CLOSE. 3 nút Fagaras, Oradea và R. Vilcea đều không có trong OPEN và CLOSE nên ta sẽ thêm 3 nút này vào OPEN, đặt cha của chúng là Sibiu.



OPEN = {(Timisoara, $g = 118$, $h = 329$, $f = 447$, Cha = Arad),
 (Zerind, $g = 75$, $h = 374$, $f = 449$, Cha = Arad),
 (Fagaras, $g = 239$, $h = 176$, $f = 415$, Cha = Sibiu),
 (Oradea, $g = 291$, $h = 380$, $f = 617$, Cha = Sibiu),
 (R. Vilcea, $g = 220$, $h = 193$, $f = 413$, Cha = Sibiu)}

CLOSE = {(Arad, $g = 0$, $h = 0$, $f = 0$),
 (Sibiu, $g = 140$, $h = 253$, $f = 393$, Cha = Arad)}

Trong tập OPEN, R. Vilcea là nút có giá trị f nhỏ nhất nên ta chọn $T_{\max} = \text{R. Vilcea}$. Chuyển R. Vilcea từ tập OPEN sang tập CLOSE. Từ R. Vilcea có thể đi được tới 3 thành phố là Craiova, Pitesti và Sibiu. Ta lần lượt tính các giá trị h , g và f của 3 thành phố này.

✓ $h(\text{Sibiu}) = 253$

$g(\text{Sibiu}) = g(\text{R. Vilcea}) + \text{cost}(\text{R. Vilcea}, \text{Sibiu}) = 220 + 80 = 300$

$f(\text{Sibiu}) = g(\text{Sibiu}) + h(\text{Sibiu}) = 300 + 253 = 553$

✓ $h(\text{Craiova}) = 160$

$$g(\text{Craiova}) = g(\text{R. Vilcea}) + \text{cost}(\text{R. Vilcea}, \text{Craiova}) = 220 + 146 = 366$$

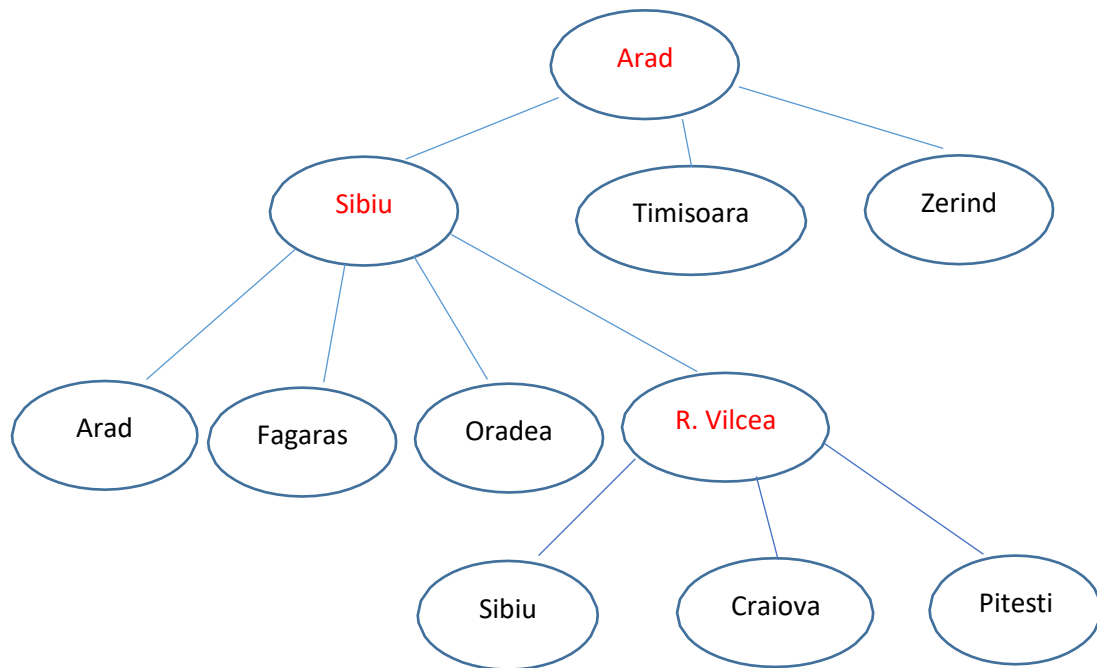
$$f(\text{Craiova}) = g(\text{Craiova}) + h(\text{Craiova}) = 366 + 160 = 526$$

$$\checkmark \quad h(\text{Pitesti}) = 100$$

$$g(\text{Pitesti}) = g(\text{R. Vilcea}) + \text{cost}(\text{R. Vilcea}, \text{Pitesti}) = 220 + 97 = 317$$

$$f(\text{Pitesti}) = g(\text{Pitesti}) + h(\text{Pitesti}) = 317 + 100 = 417$$

Do Sibiu đã có trong CLOSE và $g(\text{Sibiu})$ mới có giá trị là 553 lớn hơn $g(\text{Sibiu})$ trong CLOSE có giá trị là 393 nên ta không cập nhật lại các giá trị



Sibiu được lưu trong CLOSE. Craiova và Pitesti đều không có trong OPEN lần CLOSE nên ta sẽ đưa chúng vào OPEN và đặt cha của chúng là R. Vilcea.

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

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

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

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

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

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

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)}

Từ tập OPEN, nút Fagaras có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Fagaras}$. Từ Fagaras ta có thể đi được tới Sibiu và Bucharest. Lấy Fagaras ra khỏi tập OPEN và đưa vào CLOSE. Ta cũng tính các giá trị h , g và f của Sibiu và Bucharest.

✓ $h(\text{Sibiu}) = 253$

$$g(\text{Sibiu}) = g(\text{Fagaras}) + \text{cost}(\text{Fagaras}, \text{Sibiu}) = 239 + 99 = 338$$

$$f(\text{Sibiu}) = g(\text{Sibiu}) + h(\text{Sibiu}) = 338 + 253 = 591$$

✓ $h(\text{Bucharest}) = 20$

$$g(\text{Bucharest}) = g(\text{Fagaras}) + \text{cost}(\text{Fagaras}, \text{Bucharest}) = 239 + 211 = 450$$

$$f(\text{Bucharest}) = g(\text{Bucharest}) + h(\text{Bucharest}) = 450 + 20 = 470$$

Sibiu đã có trong tập OPEN nhưng do $g(\text{Sibiu})$ mới tạo có giá trị là 338 lớn hơn $g(\text{Sibiu})$ trong CLOSE có giá trị là 140 nên ta sẽ không cập nhật lại giá trị g và h của Sibiu. Bucharest không có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta sẽ thêm nút này vào OPEN.

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

(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),

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

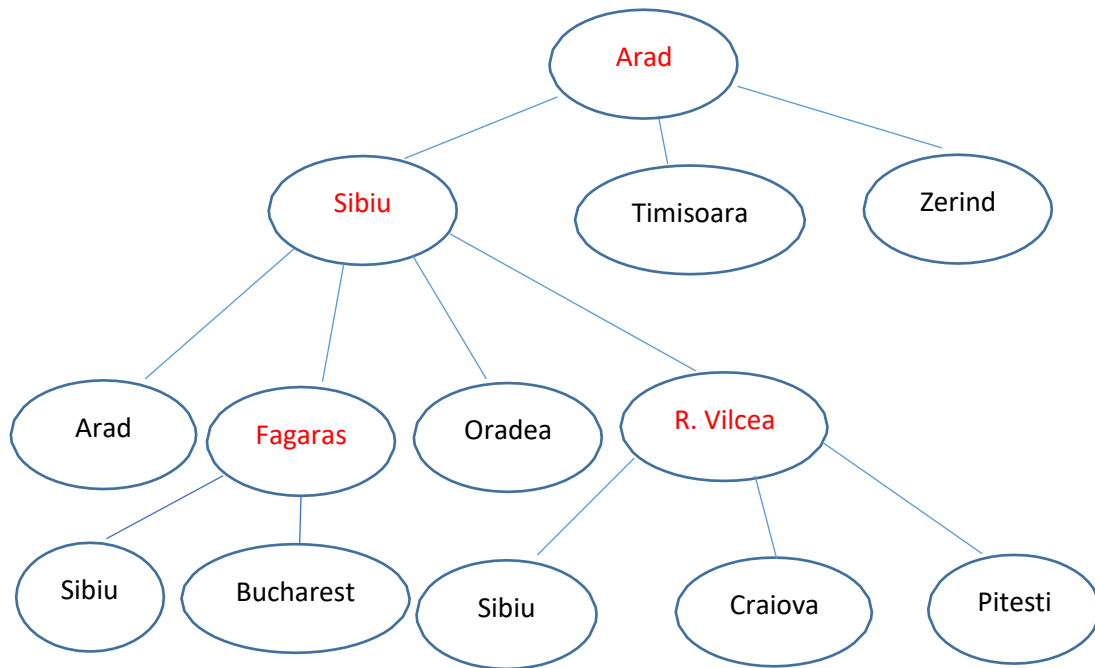
(Bucharest, $g = 450$, $h = 20$, $f = 470$, Cha = Fagaras)}

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)



Từ tập OPEN, nút tốt nhất là Pitesti nên $T_{\max} = \text{Pitesti}$. Từ Pitesti ta có thể đi được đến R. Vilcea, Bucharest và Craiova. Lấy Pitesti ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự ta cũng tính các giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{R. Vilcea}) = 193$

$$g(\text{R. Vilcea}) = g(\text{Pitesti}) + \text{cost}(\text{Pitesti}, \text{R. Vilcea}) = 317 + 97 = 414$$

$$f(\text{R. Vilcea}) = g(\text{R. Vilcea}) + h(\text{R. Vilcea}) = 414 + 193 = 607$$

✓ $h(\text{Bucharest}) = 20$

$$g(\text{Bucharest}) = g(\text{Pitesti}) + \text{cost}(\text{Pitesti}, \text{Bucharest}) = 317 + 101 = 418$$

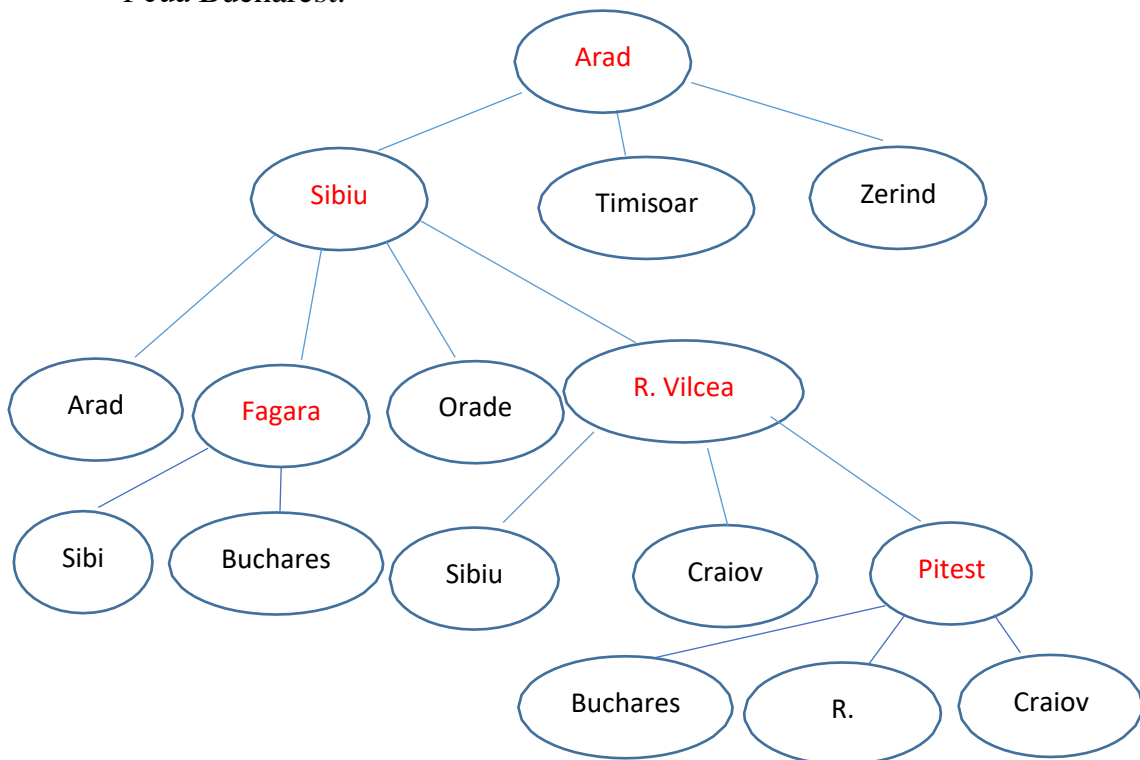
$$f(\text{Bucharest}) = g(\text{Bucharest}) + h(\text{Bucharest}) = 418 + 20 = 438$$

✓ $h(\text{Craiova}) = 160$

$$g(\text{Craiova}) = g(\text{Pitesti}) + \text{cost}(\text{Pitesti}, \text{Craiova}) = 317 + 138 = 455$$

$$f(\text{Craiova}) = g(\text{Craiova}) + h(\text{Craiova}) = 455 + 160 = 615$$

Do R. Vilcea đã có trong CLOSE và $g(R. Vilcea)$ mới được tạo ra có giá trị là 417 lớn hơn $g(R. Vilcea)$ lưu trong CLOSE có giá trị là 220 nên ta sẽ không cập nhật giá trị g và f của R. Vilcea lưu trong CLOSE. Craiova đã có trong OPEN và $g(Craiova)$ mới được tạo ra có giá trị là 455 lớn hơn $g(Craiova)$ trong OPEN có giá trị là 366 nên ta cũng không cập nhật trị g và f của Craiova. Bucharest đã có trong OPEN và $g(Bucharest)$ mới tạo có giá trị là 418 nhỏ hơn $g(Bucharest)$ trong OPEN có giá trị là 450 nên ta sẽ cập nhật giá trị g và f của Bucharest.



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

(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),

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

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)}

Trong tập OPEN, Bucharest có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Bucharest}$. Từ Bucharest ta có thể được tới 4 thành phố Pitesti, Fagaras, Giurgiu, và Urziceni. Lấy Bucharest ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{Pitesti}) = 100$

$$g(\text{Pitesti}) = g(\text{Bucharest}) + \text{cost}(\text{Bucharest}, \text{Pitesti}) = 418 + 101 = 519$$

$$f(\text{Pitesti}) = g(\text{Pitesti}) + h(\text{Pitesti}) = 519 + 100 = 619$$

✓ $h(\text{Fagaras}) = 176$

$$g(\text{Fagaras}) = g(\text{Bucharest}) + \text{cost}(\text{Bucharest}, \text{Fagaras}) = 418 + 211 = 629$$

$$f(\text{Fagaras}) = g(\text{Fagaras}) + h(\text{Fagaras}) = 629 + 176 = 805$$

✓ $h(\text{Giurgiu}) = 77$

$$g(\text{Giurgiu}) = g(\text{Bucharest}) + \text{cost}(\text{Bucharest}, \text{Giurgiu}) = 418 + 90 = 508$$

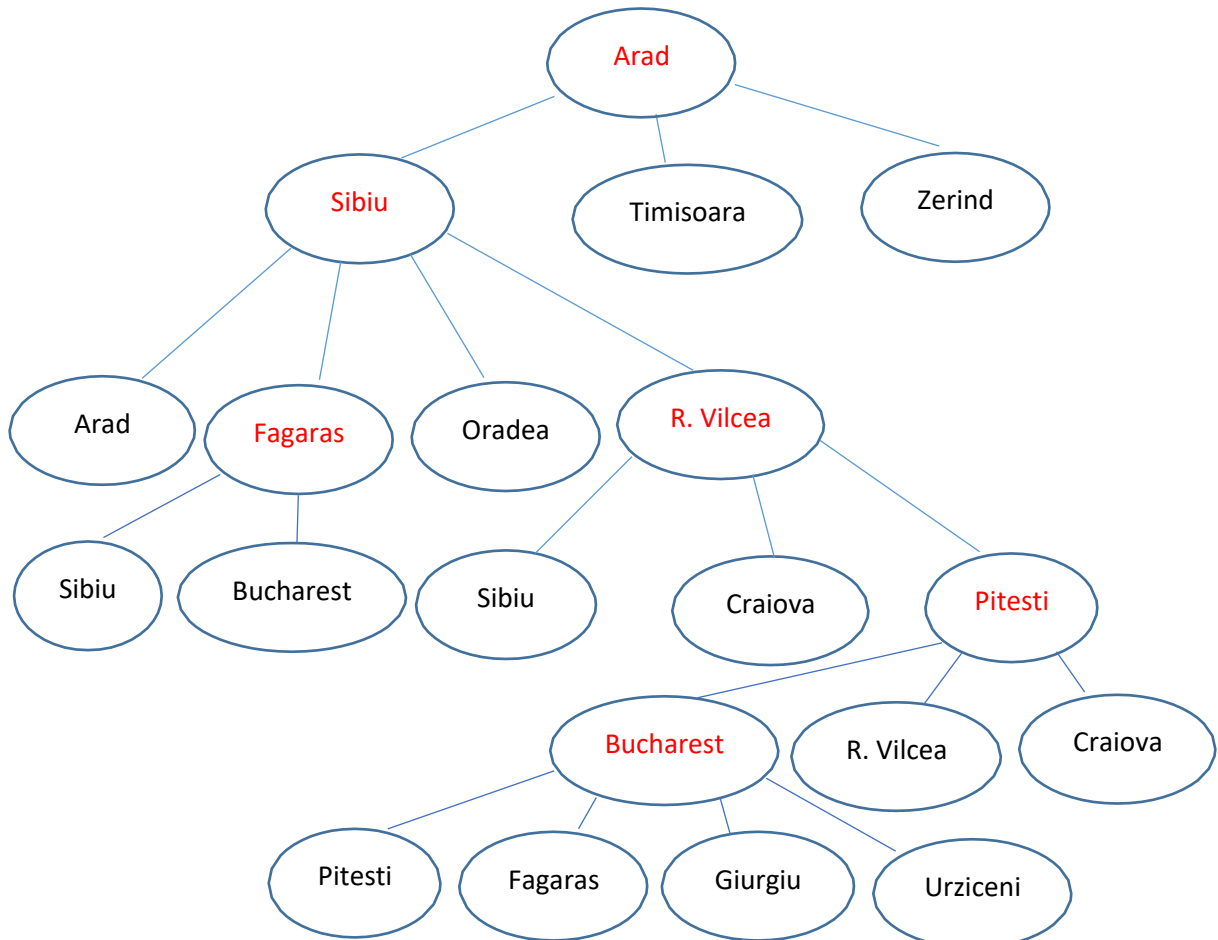
$$f(\text{Giurgiu}) = g(\text{Giurgiu}) + h(\text{Giurgiu}) = 508 + 77 = 585$$

✓ $h(\text{Urziceni}) = 10$

$$g(\text{Urziceni}) = g(\text{Bucharest}) + \text{cost}(\text{Bucharest}, \text{Urziceni}) = 418 + 85 = 503$$

$$f(\text{Urziceni}) = g(\text{Urziceni}) + h(\text{Urziceni}) = 503 + 10 = 513$$

Pitesti và Fagaras đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Pitesti})$, $g(\text{Fagaras})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Pitesti})$, $g(\text{Fagaras})$ trong tập CLOSE nên ta sẽ không cập nhật giá trị g và f của chúng. Giurgiu và Urziceni không có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta sẽ thêm 2 nút này vào tập OPEN.



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

(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)}

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)}

Trong tập OPEN, Timisoara có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Timisoara}$. Từ Timisoara ta có thể được tới 2 thành phố Arad và Lugoj. Lấy Timisoara ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{Arad}) = 366$

$g(\text{Arad}) = g(\text{Timisoara}) + \text{cost}(\text{Timisoara}, \text{Arad}) = 118 + 118 = 236$

$f(\text{Arad}) = g(\text{Arad}) + h(\text{Arad}) = 236 + 366 = 602$

✓ $h(\text{Lugoj}) = 244$

$g(\text{Lugoj}) = g(\text{Timisoara}) + \text{cost}(\text{Timisoara}, \text{Lugoj}) = 118 + 111 = 229$

$f(\text{Fagaras}) = g(\text{Fagaras}) + h(\text{Fagaras}) = 629 + 176 = 805$

Arad đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Arad})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Arad})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó. Lugoj không có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta thêm nút này vào tập 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, $g = 229$, $h = 244$, $f = 473$, 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, $g = 118$, $h = 329$, $f = 447$, Cha = Arad)}

Trong tập OPEN, Zerind có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Zerind}$. Từ Zerind ta có thể được tới 2 thành phố Arad và Oradea. Lấy Zerind ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố

này.

$$\checkmark \quad h(\text{Arad}) = 366$$

$$g(\text{Arad}) = g(\text{Zerind}) + \text{cost}(\text{Zerind}, \text{Arad}) = 75 + 75 = 150$$

$$f(\text{Arad}) = g(\text{Arad}) + h(\text{Arad}) = 150 + 366 = 516$$

$$\checkmark \quad h(\text{Oradea}) = 380$$

$$g(\text{Oradea}) = g(\text{Zerind}) + \text{cost}(\text{Zerind}, \text{Oradea}) = 75 + 71 = 146$$

$$f(\text{Oradea}) = g(\text{Oradea}) + h(\text{Oradea}) = 146 + 380 = 526$$

Arad đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Arad})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Arad})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó.

Oradea đã có trong tập OPEN và $g(\text{Oradea})$ mới được tạo ra có giá trị nhỏ hơn $g(\text{Oradea})$ trong tập OPEN nên ta cập nhật giá trị g và f của nó.

$$\text{OPEN} = \{(\text{Oradea}, g = 146, h = 380, f = 526, \text{Cha} = \text{Zerind}),$$

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

$$(\text{Giurgiu}, g = 508, h = 77, f = 585, \text{Cha} = \text{Bucharest}),$$

$$(\text{Urziceni}, g = 503, h = 10, f = 513, \text{Cha} = \text{Bucharest}),$$

$$(\text{Lugoj}, g = 229, h = 244, f = 473, \text{Cha} = \text{Timisoara})\}$$

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

$$(\text{Sibiu}, g = 140, h = 253, f = 393, \text{Cha} = \text{Arad}),$$

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

$$(\text{Fagaras}, g = 239, h = 176, f = 415, \text{Cha} = \text{Sibiu}),$$

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

$$(\text{Bucharest}, g = 418, h = 20, f = 438, \text{Cha} = \text{Pitesti}),$$

$$(\text{Timisoara}, g = 118, h = 329, f = 447, \text{Cha} = \text{Arad}),$$

$$(\text{Zerind}, g = 75, h = 374, f = 449, \text{Cha} = \text{Arad})\}$$

Trong tập OPEN, Lugoj có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Lugoj}$. Từ Lugoj ta có thể được tới 3 thành phố Timisoara và Mehadia. Lấy Urziceni ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

$$\checkmark \quad h(\text{Timisoara}) = 329$$

$$g(\text{Timisoara}) = g(\text{Lugoj}) + \text{cost}(\text{Lugoj}, \text{Timisoara}) = 229 + 111 = 340$$

$$f(\text{Timisoara}) = g(\text{Timisoara}) + h(\text{Timisoara}) = 340 + 329 = 669$$

$$\checkmark \quad h(\text{Mehadia}) = 241$$

$$g(\text{Mehadia}) = g(\text{Lugoj}) + \text{cost}(\text{Lugoj}, \text{Mehadia}) = 229 + 70 = 299$$

$$f(\text{Mehadia}) = g(\text{Mehadia}) + h(\text{Mehadia}) = 299 + 241 = 540$$

Timisoara đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Timisoara})$ mới được tạo ra có giá trị $g(\text{Timisoara})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó. Mehadia chưa có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta thêm Mehadia vào tập OPEN.

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

(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)}

Trong tập OPEN, Urziceni có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Urziceni}$. Từ Urziceni ta có thể được tới 3 thành phố Bucharest, Vaslui và Hirsova. Lấy Urziceni ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

$$\checkmark \quad h(\text{Bucharest}) = 20$$

$$g(\text{Bucharest}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Bucharest}) = 503 + 85 = 588$$

$$f(\text{Bucharest}) = g(\text{Bucharest}) + h(\text{Bucharest}) = 588 + 20 = 608$$

$$\checkmark \quad h(\text{Vaslui}) = 199$$

$$g(\text{Vaslui}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Vaslui}) = 503 + 142 = 645$$

$$f(\text{Vaslui}) = g(\text{Vaslui}) + h(\text{Vaslui}) = 645 + 199 = 844$$

$$\checkmark \quad h(\text{Hirsova}) = 0$$

$$g(\text{Hirsova}) = g(\text{Urziceni}) + \text{cost}(\text{Urziceni}, \text{Hirsova}) = 503 + 98 = 601$$

$$f(\text{Hirsova}) = g(\text{Hirsova}) + h(\text{Hirsova}) = 601 + 0 = 601$$

Bucharest đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Bucharest})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Bucharest})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó. Vaslui và Hirsova không có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta thêm chúng vào tập OPEN.

$$\text{OPEN} = \{(\text{Oradea}, g = 146, h = 380, f = 526, \text{Cha} = \text{Zerind}),$$

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

$$(\text{Giurgiu}, g = 508, h = 77, f = 585, \text{Cha} = \text{Bucharest}),$$

$$(\text{Mehadia}, g = 299, h = 241, f = 540, \text{Cha} = \text{Lugoj}),$$

$$(\text{Vaslui}, g = 645, h = 199, f = 844, \text{Cha} = \text{Urziceni})$$

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

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

$$(\text{Sibiu}, g = 140, h = 253, f = 393, \text{Cha} = \text{Arad}),$$

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

$$(\text{Fagaras}, g = 239, h = 176, f = 415, \text{Cha} = \text{Sibiu}),$$

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

$$(\text{Bucharest}, g = 418, h = 20, f = 438, \text{Cha} = \text{Pitesti}),$$

$$(\text{Timisoara}, g = 118, h = 329, f = 447, \text{Cha} = \text{Arad}),$$

$$(\text{Zerind}, g = 75, h = 374, f = 449, \text{Cha} = \text{Arad}),$$

$$(\text{Lugoj}, g = 229, h = 244, f = 473, \text{Cha} = \text{Timisoara}),$$

$$(\text{Urziceni}, g = 503, h = 10, f = 513, \text{Cha} = \text{Bucharest})\}$$

Trong tập OPEN, Oradea và Craiova có giá trị f nhỏ nhất nên chọn 1 trong 2 .
 Chọn $T_{\max} = \text{Oradea}$. Từ Oradea ta có thể được tới 2 thành phố Zerind và Sibiu.
 Lấy Oradea ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính

giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{Zerind}) = 374$

$$g(\text{Zerind}) = g(\text{Oradea}) + \text{cost}(\text{Oradea}, \text{Zerind}) = 146 + 71 = 217$$

$$f(\text{Zerind}) = g(\text{Zerind}) + h(\text{Zerind}) = 217 + 374 = 591$$

✓ $h(\text{Sibiu}) = 374$

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

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

Zerind và Sibiu đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Zerind})$ và $g(\text{Sibiu})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Zerind})$ và $g(\text{Sibiu})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của chúng.

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, $g = 118$, $h = 329$, $f = 447$, 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 = Zerind)}

Trong tập OPEN, Craiova có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Craiova}$. Từ Craiova

ta có thể được tới 3 thành phố Drobeta, R. Vilcea và Pitesti. Lấy Craiova ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h, g và f của các thành phố này.

$$\checkmark \quad h(\text{Drobeta}) = 242$$

$$g(\text{Drobeta}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{Drobeta}) = 366 + 120 = 486$$

$$f(\text{Drobeta}) = g(\text{Drobeta}) + h(\text{Drobeta}) = 486 + 242 = 728$$

$$\checkmark \quad h(\text{R. Vilcea}) = 193$$

$$g(\text{R. Vilcea}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{R. Vilcea}) = 366 + 146 = 512$$

$$f(\text{R. Vilcea}) = g(\text{R. Vilcea}) + h(\text{R. Vilcea}) = 512 + 193 = 705$$

$$\checkmark \quad h(\text{Pitesti}) = 100$$

$$g(\text{Pitesti}) = g(\text{Craiova}) + \text{cost}(\text{Craiova}, \text{Drobeta}) = 366 + 138 = 504$$

$$f(\text{Pitesti}) = g(\text{Pitesti}) + h(\text{Pitesti}) = 504 + 100 = 604$$

R.Vilcea và Pitesti đã có trong tập CLOSE và g(R. Vilcea) và g(Pitesti) mới được tạo ra có giá trị lớn hơn g(R. Vilcea) và g(Pitesti) trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của chúng. Drobeta chưa có trong tập OPEN lẫn CLOSE nên ta thêm nó vào tập OPEN.

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

Trong tập OPEN, Mehadia có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Mehadia}$. Từ Mehadia ta có thể được tới 2 thành phố Drobeta và Lugoj. Lấy Mehadia ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{Drobeta}) = 242$

$$g(\text{Drobeta}) = g(\text{Mehadia}) + \text{cost}(\text{Mehadia}, \text{Drobeta}) = 299 + 242 = 541$$

$$f(\text{Drobeta}) = g(\text{Drobeta}) + h(\text{Drobeta}) = 541 + 242 = 783$$

✓ $h(\text{Lugoj}) = 193$

$$g(\text{Lugoj}) = g(\text{Mehadia}) + \text{cost}(\text{Mehadia}, \text{Lugoj}) = 299 + 70 = 369$$

$$f(\text{Lugoj}) = g(\text{Lugoj}) + h(\text{Lugoj}) = 369 + 193 = 562$$

Drobeta đã có trong tập OPEN và $g(\text{Drobeta})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Drobeta})$ trong tập OPEN nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó. Lugoj đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Lugoj})$ mới được tạo ra có giá trị lớn hơn $g(\text{Lugoj})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó.

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, $g = 374$, $h = 242$, $f = 616$, Cha = Mehadia)}

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),
 (Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
 (Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Zerind),
 (Craiova, $g = 366$, $h = 160$, $f = 526$, Cha = R. Vilcea),
 (Mehadia, $g = 299$, $h = 241$, $f = 540$, Cha = Lugoj)}

Trong tập OPEN, Giurgiu có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Giurgiu}$. Từ Giurgiu ta có thể được tới thành phố Bucharest. Lấy Giurgiu ra khỏi tập OPEN và đưa vào tập CLOSE. Tương tự, ta cũng tính giá trị h , g và f của các thành phố này.

✓ $h(\text{Bucharest}) = 242$

$$g(\text{Bucharest}) = g(\text{Giurgiu}) + \text{cost}(\text{Giurgiu}, \text{Bucharest}) = 508 + 90 = 598$$

$$f(\text{Bucharest}) = g(\text{Bucharest}) + h(\text{Bucharest}) = 598 + 242 = 840$$

Bucharest đã có trong tập CLOSE và $g(\text{Bucharest})$ mới được tạo ra lớn hơn $g(\text{Bucharest})$ trong tập CLOSE nên ta không cập nhật giá trị g và f của nó.

OPEN = {(Hirsova, $g = 601$, $h = 0$, $f = 601$, Cha = Urziceni),
 (Vaslui, $g = 645$, $h = 199$, $f = 844$, Cha = Urziceni),
 (Drobeta, $g = 374$, $h = 242$, $f = 616$, Cha = Mehadia)}

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),
 (Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
 (Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Zerind),
 (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)}

Trong tập OPEN, Hirsova có giá trị f nhỏ nhất nên $T_{\max} = \text{Hirsova}$. Lấy Hirsova từ OPEN đưa vào CLOSE. Vì Hirsova đã là trạng thái đích nên thuật toán kết thúc.

OPEN = {(Vaslui, $g = 645$, $h = 199$, $f = 844$, Cha = Urziceni),
 (Drobeta, $g = 374$, $h = 242$, $f = 616$, Cha = Mehadia)}

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),
 (Urziceni, $g = 503$, $h = 10$, $f = 513$, Cha = Bucharest),
 (Oradea, $g = 146$, $h = 380$, $f = 526$, Cha = Zerind),
 (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)}

Từ tập CLOSE, ta tìm được đường đi ngắn nhất từ Arad đến Hirsova là Arad-Sibiu-R. Vilcea-Pitesti-Bucharest-Urziceni-Hirsova với tổng đường đi là $g(\text{Hirsova}) = 601$.

2. Thuật toán Greedy-Best-First Search

Ban đầu

PQ = {(366, Arad)}

Path = []

Do PQ chỉ chứa có 1 thành phố nên thành phố này sẽ là thành phố tốt nhất. Nghĩa là ta chọn $T_{\max} = \text{Arad}$. Lấy Arad ra khỏi PQ và đưa vào Path (chỉ đưa tên thành phố). Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{ \}$

$\text{Path} = [\text{Arad}]$

Từ Arad có thể đi được đến Zerind, Sibiu và Timisoara. Do 3 thành phố này chưa có trong Path nên ta thêm cả 3 thành phố vào tập PQ.

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

$\text{Path} = [\text{Arad}]$

Do Sibiu có h nhỏ nhất nên ta chọn $T_{\max} = \text{Sibiu}$. Lấy Sibiu ra khỏi PQ và đưa vào Path. Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{ \}$

$\text{Path} = [\text{Arad}, \text{Sibiu}]$

Từ Sibiu có thể đi tới Arad, Oradea, Fagaras và R. Vilcea. Do Arad đã có trong Path nên ta không thêm nó vào PQ. Oradea, Fagaras và R. Vilcea chưa có trong Path nên ta thêm cả 3 thành phố này vào tập PQ.

$PQ = \{(176, \text{Fagaras}), (193, \text{Rimnicu_Vilcea}), (380, \text{Oradea})\}$

$\text{Path} = [\text{Arad}, \text{Sibiu}]$

Do Fagaras có h nhỏ nhất nên ta chọn $T_{\max} = \text{Fagaras}$. Lấy Fagaras ra khỏi PQ và đưa vào Path. Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{ \}$

$\text{Path} = [\text{Arad}, \text{Sibiu}, \text{Fagaras}]$

Từ Fagaras có thể đi tới Sibiu và Bucharest. Do Sibiu đã có trong Path nên ta không thêm nó vào PQ. Bucharest chưa có trong Path nên ta thêm cả thành phố này vào tập PQ.

$PQ = \{(20, \text{Bucharest})\}$

$\text{Path} = [\text{Arad}, \text{Sibiu}, \text{Fagaras}]$

Do PQ chỉ có Bucharest nên ta chọn $T_{\max} = \text{Bucharest}$. Lấy

Bucharest ra khỏi PQ và đưa vào Path. Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{\}$

$Path = [Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest]$

Từ Bucharest có thể đi tới Pitesti, Giurgiu và Urziceni. Do 3 thành phố này chưa có trong Path nên ta thêm cả 3 vào PQ

$PQ = \{(10, Urziceni), (77, Giurgiu), (100, Pitesti)\}$

$Path = [Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest]$

Do Urziceni có h nhỏ nhất nên ta chọn $T_{max} = Urziceni$. Lấy Urziceni ra khỏi PQ và đưa vào Path. Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{\}$

$Path = [Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest, Urziceni]$

Từ Urziceni có thể đi tới Bucharest, Vaslui và Hirsova.

Bucharest đã có trong Path nên ta không thêm vào PQ.

Vaslui và Hirsova chưa có trong Path nên ta thêm cả 2 vào PQ.

$PQ = \{(0, Hirsova), (199, Vaslui)\}$

$Path = [Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest, Urziceni]$

Do Hirsova có h nhỏ nhất nên ta chọn $T_{max} = Hirsova$. Lấy Hirsova ra khỏi PQ và đưa vào Path. Gán PQ thành tập rỗng.

$PQ = \{\}$

$Path = [Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest, Urziceni, Hirsova]$

Ta có Hirsova đã là trạng thái đích nên thuật toán kết thúc.

Từ tập Path ta có thể tìm được đường đi từ Arad đến Hirsova là Arad-Sibiu-Fagaras-Bucharest-Urziceni-Hirsova.

3. Nhận xét chung

- Cả Greedy-Best-First Search và A^* đều là thuật toán tìm kiếm có thông tin về goal (Informed (Heuristic) Search).
- Cả Greedy-Best-First Search và A^* đều sử dụng hàm mục tiêu f để tìm kiếm. Với GBFS, $f(n) = h(n)$, còn với A^* thì $f(n) = g(n) + h(n)$. Nghĩa là với $g(n) = 0$ với mọi n thì A^* trở

thành GBFS hay GBFS là 1 trường hợp của A*.

- Do GBFS chỉ tìm kiếm bằng hàm $h(n)$ nên rất phụ thuộc vào chất lượng của hàm heuristic. Khi hàm $h(n)$ không đủ tốt sẽ dẫn đến kết quả bị biased, không tìm được đường đi ngắn nhất, hay tệ hơn sẽ bị kẹt trong một vòng lặp vô hạn mà không tìm được mục tiêu.
- A* sẽ là tối ưu với tree-search nếu hàm heuristic là admissible và tối ưu với graph-search nếu hàm heuristic là consistent. $h(n)$ được gọi là admissible nếu $h(n)$ luôn bé hơn khoảng cách thực tế từ Node n đến mục tiêu. $h(n)$ được gọi là consistent nếu với mọi n' là con của n thì ta có $h(n) \leq h(n') + \text{cost}(n, n')$. Nghĩa là $f(n)$ luôn không tăng trong suốt quá trình đi.

4. Nhận xét bài thực hành

- File heuristics.txt

Thiếu Arad nên khi chạy thuật toán sẽ bị lỗi

```
13 Oradea
14 Pitesti
15 Rimnicu_Vilcea
16 Sibiu
17 Timisoara
18 Urziceni
19 Vaslui
20 Zerind
Nhap dinh bat dau : 1
Nhap dinh ket thuc : 8
Traceback (most recent call last):
  File "C:\Users\votua\Documents\Thực hành AI\Week3\greedy_best_first_search.py", line 254, in <module>
    gbfs = GBFS(startCity, heuristic, graph, endCity)
  File "C:\Users\votua\Documents\Thực hành AI\Week3\greedy_best_first_search.py", line 70, in GBFS
    priorityQueue.put((heuristics[startNode], startNode))
KeyError: 'Arad'
(env) PS C:\Users\votua\Documents\Thực hành AI\Week3> 
```

Sửa lại : thêm Arad vào file heuristics.txt

```
heuristics.txt
1  Arad 366
2  Bucharest 20
3  Craiova 160
4  Dobreta 242
5  Eforie 161
6  Fagaras 170
7  Giurgiu 77
8  Hirsova 0
9  Iasi 226
10 Lugoj 244
11 Mehadia 241
12 Neamt 234
13 Oradea 380
14 Pitesti 100
15 Rimnicu_Vilcea 193
16 Sibiu 253
17 Timisoara 329
18 Urziceni 10
19 Vaslui 199
20 Zerind 374
```

- File citiesGraph.txt

Thiếu 3 cạnh Urziceni-Vaslui, Sibiu-Rimnicu_Vilcea,
Rimnicu_Vilcea-Pitesti

Sửa : thêm 3 cạnh vào file citiesGraph.txt

```

citiesGraph.txt
1  Arad Sibiu 140
2  Arad Timisoara 118
3  Arad Zerind 75
4  Bucharest Fagaras 211
5  Bucharest Giurgiu 90
6  Bucharest Pitesti 101
7  Bucharest Urziceni 85
8  Craiova Dobreta 120
9  Craiova Pitesti 138
10 Craiova Rimnicu_Vilcea 146
11 Dobreta Mehadia 75
12 Eforie Hirsova 86
13 Fagaras Sibiu 99
14 Hirsova Urziceni 98
15 Iasi Neamt 87
16 Iasi Vaslui 92
17 Lugoj Mehadia 70
18 Lugoj Timisoara 111
19 Oradea Zerind 71
20 Oradea Sibiu 151
21 Urziceni Vaslui 142
22 Sibiu Rimnicu_Vilcea 80
23 Rimnicu_Vilcea Pitesti 97

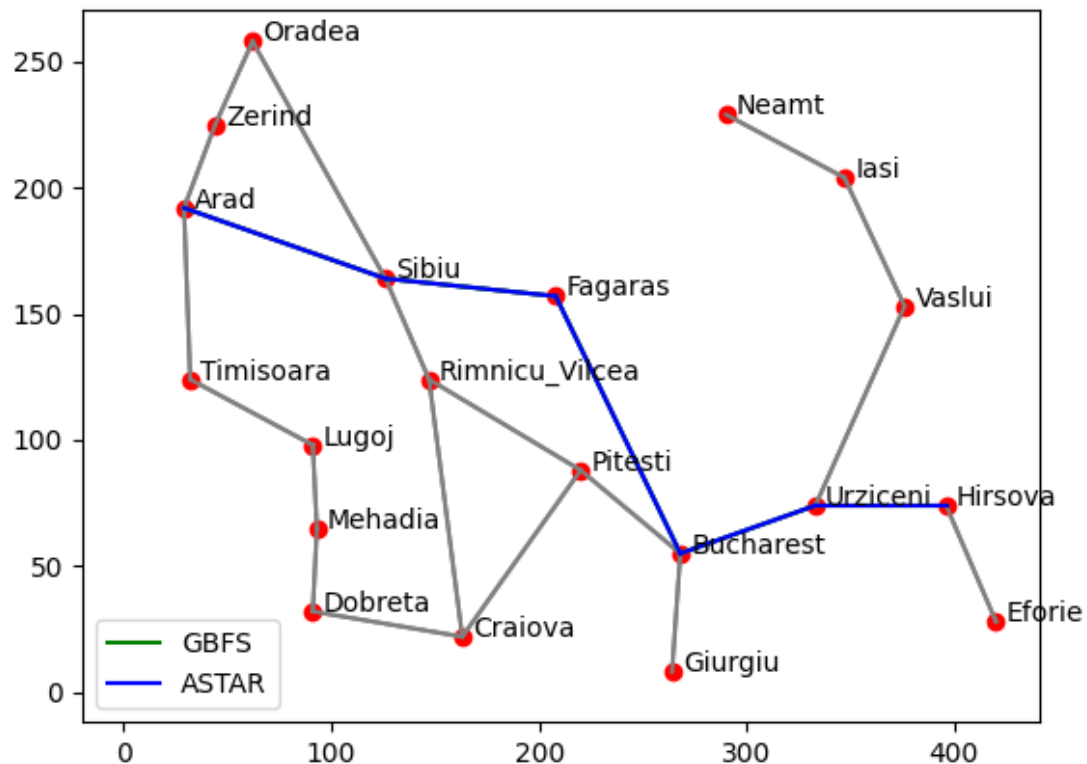
```

- Nhận xét cách cài đặt thuật toán A* trong bài thực hành :
 Trong hàm Astar không có bước cập nhật lại các Node mà có g mới tạo ra nhỏ hơn g trong tập đã đi qua (Path).
 Ví dụ ở đây sửa lại Heuristic của Fagaras thành 170 thì thuật toán sẽ cho ra kết quả sai. Chú ý là sau khi đổi $h(\text{Fagaras}) = 170$ thì $h(n)$ vẫn thỏa là admissible và consistent. Nghĩa là nếu thuật toán chạy đúng thì vẫn phải tìm ra được đường đi ngắn nhất (optimal).

☰ heuristics.txt

1	Arad	366
2	Bucharest	20
3	Craiova	160
4	Dobreta	242
5	Eforie	161
6	Fagaras	170
7	Giurgiu	77
8	Hirsova	0
9	Iasi	226
10	Lugoj	244
11	Mehadia	241
12	Neamt	234
13	Oradea	380
14	Pitesti	100
15	Rimnicu_Vilcea	193
16	Sibiu	253
17	Timisoara	329
18	Urziceni	10
19	Vaslui	199
20	Zerind	374

Figure 1



x=237.4 y=47.2

Kết quả chạy Astar sau khi sửa hàm heuristic. Như có thể thấy, đường đi ngắn nhất thực tế là Arad-Sibiu-R. Vica-Pitesti-Bucharest-Urziceni-Hirsova nhưng thuật toán lại cho ra kết quả sai.

Và đây là kết quả sau khi đã sửa hàm Astar (Hàm Astar đã sửa được trình bày trong file code).

