

CT332: TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

BÀI THỰC HÀNH SỐ 2

TÌM KIẾM HEURISTIC

I. Mục tiêu

Trên cơ sở trò chơi 8 ô số (8 puzzle) và không gian trạng thái đã được học, cài đặt bài toán và sử dụng hàm đánh giá Heuristic để chọn triển khai nút có tiềm năng dẫn về mục tiêu nhằm làm giảm chi phí cho việc tìm ra giải pháp (giảm số nút duyệt và phát sinh).

II. Nội dung

1. Tìm kiếm Heuristic

Hàm đánh giá Heuristic tại trạng thái n là $f(n)$:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

$g(n)$ = khoảng cách thực sự từ trạng thái n đến trạng thái bắt đầu

$h(n)$ = ước lượng heuristic cho khoảng cách từ trạng thái n đến trạng thái đích

Chú ý: Đối với bài toán 8 puzzle

- $g(n)$ là độ sâu của trạng thái n
- $h(n)$ có thể đánh giá dựa vào số vị trí sai khác của trạng thái n so với goal hoặc sử dụng khoảng cách Manhattan

2. Cài đặt

- Kiểu dữ liệu node sẽ có 5 thuộc tính quan trọng là: g , h , f , state và parent lưu trữ giá trị của các hàm $g(n)$, $h(n)$, $f(n)$, trạng thái hiện tại và cha của nút đang xét.
- Hàm A_star minh họa giải thuật A^* , thực hiện tìm kiếm bằng cách chọn triển khai các nút với giá trị f nhỏ nhất.

(Xem code đính kèm)

3. Câu hỏi

- Cài đặt các phép toán còn lại (down, left, right) cho bài toán 8 ô số.
- Viết hàm main để chạy code đính kèm, nhận xét kết quả đạt được
- Kiểm tra lại code ở câu b với các trường hợp phần tử đã xuất hiện trong frontiers hoặc explored, sử dụng các hàm `find_node` và `find_state` đã cài đặt.
- Cài đặt hàm $f(n)$ với $h_1(n)$ là số vị trí sai khác của trạng thái n so với goal. Hãy in ra:
 - Thứ tự duyệt các nút để tìm thấy goal
 - Đường đi từ trạng thái đầu đến trạng thái cuối (chuỗi hành động cần thực hiện để tìm thấy goal)
- Tương tự câu c, cài đặt $h_2(n)$ là khoảng cách Manhattan

Sinh viên nộp lại code trên elcitr, deadline 05/4/21

```
#include <iostream>
#include <set>
#include <stack>
#include <vector>
#include <cmath>

using namespace std;

11 const int BOARD_ROWS = 3;
12 const int BOARD_COLS = 3;
13 const int EMPTY_TILE = 0;
14 const int MAX_OP = 4;
15
16 struct State{
17     int num[BOARD_ROWS][BOARD_COLS];
18     int empty_row; //luu chi muc dong cua o trong
19     int empty_col; //luu chi muc cot cua o trong
20 };

23 struct Node{
24     State state;
25     Node* parent;
26     int g; //Luu gia tri duong di cua nut goc den nut hien tai
27     int h; //Luu ket qua uoc luong cua ham heuristic cua nut hien tai den trang thai dich
28     int f; // = g + h
29 };
30 };
31
32 //dinh nghia phep toan so sanh trong multiset
33 struct node_cmp{
34     bool operator() (Node* a, Node* b){
35         return a->f < b->f;
36     }
37 };

39 //kiem tra 2 trang thai co giong nhau khong?
40 bool sameState (State s1, State s2){
41     if (s1.empty_col != s2.empty_col || s1.empty_row != s2.empty_row) {
42         return false;
43     }
44     for (int row =0;row<BOARD_ROWS;row++){
45         for (int col=0;col<BOARD_COLS;col++){
46             if (s1.num[row][col] !=s2.num[row][col]){
47                 return false;
48             }
49         }
50     }
51     return true;
52 }
53
```

```

55 //phép toán di chuyển o trong len tren
56 bool up (State s, State &out) {
57     int er = s.empty_row, ec = s.empty_col;
58     if (er>0){
59         out = s;
60         out.empty_col = ec;
61         out.empty_row = er-1;
62
63         out.num[er][ec] = s.num[er-1][ec];
64         out.num[er-1][ec] = EMPTY_TILE;
65
66         return true;
67     }
68     return false;
69 }
70 }

```

Sinh viên tự cài đặt 3 phép toán còn lại.

```

126 //ham sinh cac phép toán
127 bool call_operator (State s, State& out, int op_no){
128     switch (op_no) {
129     case 1:
130         return up(s,out);
131     case 2:
132         return down(s,out);
133     case 3:
134         return left(s,out);
135     case 4:
136         return right(s,out);
137     default:
138         return false;
139     }
140 }

```

```

143 //in trang thai s
144 void print_state(State s) {
145     for (int i=0;i<BOARD_ROWS;i++){
146         for (int j=0;j<BOARD_COLS;j++) {
147             cout << s.num[i][j] << " ";
148         }
149         cout << "\n" ;
150     }
151 }
152 }

```

```

158 //kiem tra trang thai co phai la goal?
159 bool is_goal(State s, State goal) {
160     return sameState(s,goal);
161 }

```

```

181  /*
182  * ham H1 dem so vi tri sai khac
183  */
184  int h1(State s, State s2){
185      int count = 0;
186      for (int row=0;row<BOARD_ROWS;row++) {
187          for (int col=0;col<BOARD_COLS;col++) {
188              if (s.num[row][col] != s2.num[row][col]) {
189                  count++;
190              }
191          }
192      }
193      return count;
194  }
195  }
196  }

```

Kiểm tra phần tử đã có trong frontier chưa?

```

226  //search phan tu da co trong frontier?
227  Node* find_node(State s, multiset<Node *, node_cmp> list) {
228      for (Node* n: list){
229          if (sameState(s, n->state)){
230              return n;
231          }
232      }
233      return NULL;
234  }
235  }

```

Kiểm tra phần tử đã có trong explored chưa?

```

253  //search phan tu da co trong explore?
254  bool find_state(State s, vector<State> *explored){
255      for (State c1: *explored) {
256          if (sameState(s,c1))
257              return true;
258      }
259      return false;
260  }

```

Khai báo trạng thái đầu và cuối cho bài toán, cài đặt hàm getState()

```

344  //nhap trang thai cho bai toan
345  State* getState(){
346      State *s = new State();
347      for (int row=0;row<BOARD_ROWS;row++) {
348          for (int col=0;col<BOARD_COLS;col++){
349              cin >> s->num[row][col];
350              if (s->num[row][col]==0){
351                  s->empty_row = row;
352                  s->empty_col = col;
353              }
354          }
355      }
356      return s;
357  }
358  }

```

Giải thuật A*:

```

274 //giai thuat A*
275 Node* A_star(State init_state, State goal_state, vector<State> *explored){
276     //initial
277     Node* root = new Node();
278     root->state = init_state;
279     root->parent = NULL;
280     root->g = 0;
281     root->h = h1(init_state,goal_state);
282     root->f = root->g + root->h;
283     //frontiers la tap Open duoc sap thu tu
284     multiset<Node*, node_cmp> frontiers ;
285     frontiers.insert(root);
286     while (!frontiers.empty()){
287         Node* node = *frontiers.begin();
288         frontiers.erase(frontiers.begin());
289         explored->push_back(node->state);
290         if (sameState(node->state, goal_state)){
291             return node;
292         }
293     }
294     //generate states
295     for (int op=1;op<=4;op++){
296         State new_state;
297         if (call_operator(node->state,new_state,op)){
298             if (find_state(new_state,explored)){
299                 continue;
300             }
301             Node* n= find_node(new_state,frontiers);
302             if (n==NULL){
303                 n = new Node();
304                 n->parent=node;
305                 n->state = new_state;
306                 n->h = h1(new_state,goal_state);
307                 print_state(new_state);
308                 n->g=node->g+1;
309                 n->f=n->g+n->h;
310                 cout<< "==== Gia tri g: "<<n->g << "==== Gia tri f: "<<n->f<<endl;
311                 frontiers.insert(n);
312             }
313             else{//neu nut con moi tim da thuoc duong bien
314                 //kiem tra gia tri f cuanut con co nho hon cacnut da nam trong frontier ko?
315                 //neu nho hon thi cap nhat lai, neu lonhonthi ko can lam gica
316                 n->g=node->g+1;
317                 n->f=n->g+n->h;
318             }
319         }
320     }
321 }
322 return NULL;
323
324

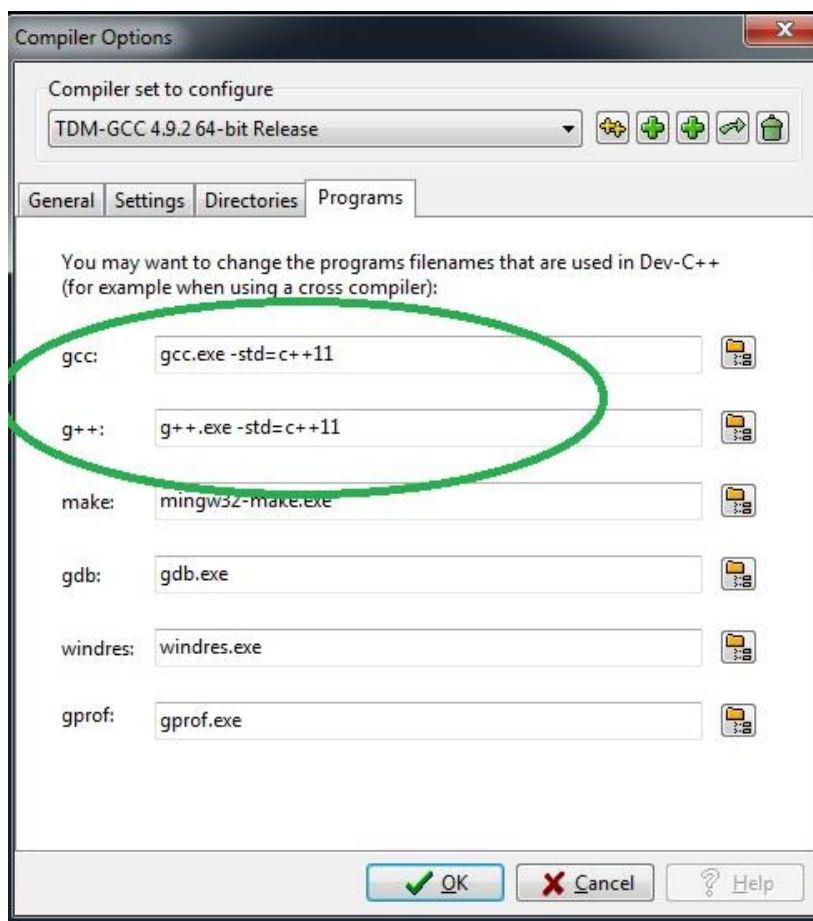
```

```

341 void print_path(Node*r){
342     int i =0;
343     stack<State> q;
344     cout << "\nDuong di loi giai\n";
345     while (r->parent !=NULL) {
346         q.push(r->state);
347         r=r->parent;
348         // i++
349     }
350     q.push(r->state); //them nut goc vao stack
351     while (!q.empty()){
352         cout << "\Trang thai thu " << i++ << endl;
353         print_state(q.top());
354         cout << endl;
355         q.pop();
356     }
357 }

```

Lưu ý: Trường hợp lỗi biên dịch, vào Tools->Compiler Option->Programs, thêm `-std=c++11`



Phần tự học:

1. Sử dụng giải thuật duyệt theo chiều rộng để tìm giải pháp cho bài toán 8 ô số

2. Hãy so sánh hiệu quả của giải thuật duyệt rộng và A^* đối với cùng trạng thái đầu và cuối trong bài toán 8 ô số (Số nút cần duyệt qua, chuỗi các hành động cần thực hiện để đi từ trạng thái đầu về trạng thái cuối)
3. Vận dụng giải thuật A^* để tìm đường đi cho bài toán 6 ly nước (bài tập 4, lab1)