



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΜ&ΜΥ
Τεχνητή Νοημοσύνη
1^η Άσκηση
Ακ. έτος 2011-2012

Γερακάρης Βασίλης Α.Μ.: 03108092
Λύρας Γρηγόρης Α.Μ.: 03109687

10 Φεβρουαρίου 2012

Υλοποίηση αλγορίθμου A*

1.1 Παρουσίαση προβλήματος και σκιαγράφιση λύσης

Στην άσκηση αυτή καλούμαστε να υλοποιήσουμε τον αλγόριθμο αναζήτησης A* με σκοπό να οδηγηθούν με βέλτιστο τρόπο 2 ρομπότ σε ένα προκαθορισμένο σημείο συνάντησης, αποφεύγοντας τις πιθανές συγκρούσεις.

Έχοντας ως δεδομένο ότι τα δύο ρομπότ έχουν γνώση της θέσης και του πλάνου του άλλου ρομπότ, καθώς και πλήρη γνώση της αίθουσας, επιλέξαμε να κάνουμε μια παρατήρηση /παραδοχή που διευκολύνει σημαντικά την δομή του προγράμματός μας:

Αντί τα 2 ρομπότ να πραγματοποιούν τις κινήσεις/επιλογές τους εναλλάξ, θεωρούμε, χωρίς βλάβη της γενικότητας, ότι στις συγκρούσεις το 2ο ρομπότ θα έχει μια 'nice' συμπεριφορά, παραχωρώντας τη βέλτιστη κίνηση στο 1ο ρομπότ. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να εκτελέσουμε σειριακά τον αλγόριθμο A*, πρώτα για το 1ο ρομπότ και στη συνέχεια για το 2ο, έχοντας ήδη δεδομένες τις κινήσεις του 1ου.

Ο χώρος των καταστάσεων μας δίνεται ως ένα grid με O (στις θέσεις που επιτρέπεται η κίνηση) και X (στις θέσεις όπου βρίσκονται εμπόδια). Η βασική ιδέα πίσω από τον αλγόριθμό μας είναι ότι οι θέσεις με X κωδικοποιούνται ως '-1', οι θέσεις με O με '0', ενώ η θέση στην οποία θα βρίσκεται το 1ο ρομπότ στο k-οστό βήμα με 'k'.

Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να περιορίσουμε τις επιλογές του 2ου ρομπότ σε κάθε βήμα, αναγκάζοντας το να ψάξει εναλλακτικό μονοπάτι ή να μείνει στάσιμο γι' αυτό το βήμα (αν το συμφέρει). Καταφέρνουμε έτσι να αποφύγουμε τις πιθανές συγκρούσεις, ενώ ταυτόχρονα δε θυσιάζουμε τη βελτιστότητα της λύσης μας.

Για την υλοποίηση του παραπάνω αλγορίθμου, επιλέχθηκε ως κατάλληλη γλώσσα η Python, επειδή μας δίνει τη δυνατότητα να επικεντρωθούμε στα πλέον σημαντικά κομμάτια του προβλήματος (αλγόριθμος και στρατηγική αναζήτησης), να γράψουμε πυκνό και ευανάγνωστο κώδικα, ενώ με τη χρήση ενός extension module όπως το Psyco έχουμε αντίστοιχο χρόνο εκτέλεσης όπως αν γράφαμε σε μια γλώσσα χαμηλότερου επιπέδου.

1.2 Επιλογή Δομών Δεδομένων

Στην υλοποίησή μας επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε λίστες λιστών της Python, όπου ο κάθε κόμβος στη λίστα του A* είχε 4 στοιχεία:

1. Το άθροισμα ευριστικής και κόστους ($h + c$)
2. Το κόστος (c)
3. Την τετμημένη του σημείου (x)
4. Την τεταγμένη του σημείου (y)

Επιπλέον, χρησιμοποιείται ένα λεξικό (dict) προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αναδόμηση της επιλεγμένης διαδρομής ενός ρομπότ. Τα dictionaries είναι associative arrays, ένας τύπος αντικειμένων που μοιάζει με λίστα, αλλά όπου σε μοναδικά κλειδιά αντιστοιχίζονται (όχι απαραίτητα μοναδικές) τιμές.

1.3 Βασικές συναρτήσεις-τελεστές

2

1.4 Ευριστικές μέθοδοι

- Δεδομένου ότι δουλεύουμε σε δισδιάστατο χώρο με μόνο οριζόντια και κάθετη κίνηση (όχι διαγώνια), επιλέχθηκε ως πιο έγκυρος και αποδοτικός υποεκτιμητής (admissible heuristic) η απόσταση Manhattan:

$$ManhDist = |x - x_T| + |y - y_T|$$

Η χρήση υποεκτιμητή μας εγγυάται τη βελτιστότητα της λύσης.

- Ένας λειτουργικός υπερεκτιμητής (non-admissible heuristic), είναι το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων από τον προορισμό:

$$SqDist = (x - x_T)^2 + (y - y_T)^2$$

Αν χρησιμοποιήσουμε ένα υπερεκτιμητή, θα επεκτείνουμε πιθανώς πολύ λιγότερους κόμβους κατά την αναζήτηση μας. Το χρονικό κέρδος αυτό όμως αντισταθμίζεται με την πιθανότητα να μην είναι βέλτιστη η λύση που προκύπτει, αφού ορισμένοι βέλτιστοι κόμβοι αποφεύγονται λόγω του αυξημένου συνολικού κόστους που εισάγεται με τον υπερεκτιμητή.


```

22         if i == 'X':
23             a.append(-1)
24         elif i=='0':
25             a.append(0)
26     return a
27
28 def parseInput(f):
29     lines = int(f.readline().split()[0])
30     robo1_initstate = tuple(map(int,f.readline().split()))
31     robo2_initstate = tuple(map(int,f.readline().split()))
32     target = tuple(map(int,f.readline().split()))
33     text = map(retbools,f.readlines())
34     return (target,robo1_initstate,robo2_initstate,text)

```

- Οι ευριστικές που χρησιμοποιούνται στον αλγόριθμο:

```

1     #!/usr/bin/python
2      /* .....*/
3      #
4      ** File Name : heuristics.py
5      #
6      ** Purpose :
7      #
8      ** Creation Date : 09-02-2012
9      #
10     ** Last Modified : Fri 10 Feb 2012 04:17:27 PM EET
11     #
12     ** Created By : Greg Liras <gregliras@gmail.com>
13     #
14     ** Created By : Vasilis Gerakaris <vgerak@gmail.com>
15     #
16     #.....*/
17
18     def manhattanDist(point1,point2):
19         return abs(point1[0][0]-point2[0])+abs(point1[0][1]-point2[1])
20
21     def squaredDist(point1,point2):
22         return (point1[0][0]-point2[0])**2 + (point1[0][1]-point2[1])**2

```

- Το κυρίως σώμα του A^* :

```

1  #!/usr/bin/python
2  /* -.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.
3  #
4  ** File Name : astar.py
5  #
6  ** Purpose : Main body of A* algorithm
7  #
8  ** Creation Date : 24-12-2011
9  #
10 ** Last Modified : Fri 10 Feb 2012 17:50:59 EET
11 #
12 ** Created By : Greg Liras <gregliras@gmail.com>
13 #
14 ** Created By : Vasilis Gerakaris <vgerak@gmail.com>
15 #
16 #_._._._._._._._._._._._._._._._._.*/*
17
18
19 def nextNodes((a,b)):
20     return [((a-1,b),(a,b)),((a,b-1),(a,b)),((a+1,b),(a,b)),((a,b+1),(a,b))]
21
22 def putinlist(starque,(h,c,xy)):
23     if not starque:
24         starque.append((h,c,xy))
25     return starque
26
27     for i in range(len(starque)):
28         (sh,sc,sxy) = starque[i]
29         if sxy == xy:
30             starque.pop(i)
31             (sh,sc,sxy) = min((sh,sc,sxy),(h,c,xy))
32             starque.append((sh,sc,sxy))
33         return starque
34
35 def astar(startpoint,finishpoint,grid,heuristic,robotID=1):

```

```

36 ancestors={}
37 #ancestors is a dictionary which stores the ancestors of each point
38 #this will be used in the end to rebuild the path
39 passedlist=[]
40 passedlist.append(startpoint)
41 #passedlist contains nodes that have been processed already
42 starque=[]
43 #num of rows
44 sizeX=len(grid)
45 #num of columns
46 sizeY=len(grid[0])
47 possible = map(lambda x: (heuristic(x,finishpoint)+1,1,x),nextNodes(startpoint))
48 #each point has these characteristics
49 #(heuristic,cost,((x,y),father))
50 for (h,c,((x,y),father)) in possible:
51     #checking for bounds and then checking if grid[x][y]==True
52     #now should be grid[x][y]==0 ??
53     if x >= 0 and y >= 0 and x < sizeY and y < sizeX and grid[x][y] != -1:
54         passedlist.append((x,y))
55         ancestors[(x,y)]=father
56         starque.append((h,c,(x,y)))
57
58 ind = starque.index(min(starque))
59 (h,c,(x,y)) = starque.pop(ind)
60 #Conflict detection on first step
61 while(grid[x][y] == c + 1 ):
62     print "Conflict in [%d,%d] on step %d , Robot #%d recalculating.." %(x,y,c,robotID)
63     starque.append((h+1,c+1,(x,y)))
64     ind = starque.index(min(starque))
65     #Consideration of alternative path
66     print "Robot #%d trying.." %(robotID),starque[ind][2][0],starque[ind][2][1]
67     (h,c,(x,y)) = starque.pop(ind)
68
69 #ind = starque.index(min(starque))
70 #find index of tuple with the lowest heuristic+cost
71 #nxt = starque.pop(ind)
72 nxt = (h,c,(x,y))
73 #remove if from the queue
74 #and store it in nxt
75 #nxt = (minh,c,((x,y),father))
76 current = nxt[2]
77 currentCost = nxt[1]
78 #current cost is the cost so far that is stored in nxt
79 #goal = zip( *nextNodes( finishpoint ) )[0]
80 #print goal
81
82 while(current!=finishpoint):
83     #until you find the end
84     possible = map(lambda x: (heuristic(x,finishpoint)+currentCost+1,currentCost+1,x),nextNodes(current))
85     #find the next possible list
86     for (h,c,((x,y),father)) in possible:
87         if x >= 0 and y >= 0 and x < sizeX and y < sizeY and grid[x][y] != -1:
88             #check what is in possible list, make sure its sane
89             #starque = putinlist(starque,(h,c,(x,y)))
90             if(x,y) not in passedlist:
91                 passedlist.append((x,y))
92                 #if I havend passed this so far
93                 #then store it and insert the coordinates in ancestors dictionary
94                 ancestors[(x,y)]=father
95                 starque.append((h,c,(x,y)))
96                 #if I have passed this already then I can reach this with a lower cost
97                 #so i don't need to save x,y
98
99 ind = starque.index(min(starque))
100 (h,c,(x,y)) = starque.pop(ind)
101 #Conflict detection for all steps
102 while(grid[x][y] == c + 1 ):
103     print "Conflict in [%d,%d] on step %d , Robot #%d recalculating.." %(x,y,c,robotID)
104     starque.append((h+1,c+1,(x,y)))
105     ind = starque.index(min(starque))
106     #Consideration of alternative paths
107     print "Robot #%d trying.." %(robotID),starque[ind][2][0],starque[ind][2][1]
108     (h,c,(x,y)) = starque.pop(ind)
109
110

```



```

53 print "\033[47m \033[0m"+" ".join(i)+"\033[47m \033[0m"
54 print "\033[47m\033[1;34m"+(" "*(len(lgrid[0])+2-len(names)))+names+"\033[0m"
55
56 def printgrid((cx,cy),(fx,fy),grid):
57     global lgrid
58     if not lgrid:
59         for i in grid:
60             lgrid.append(map(revertMap,i))
61     lgrid[cx][cy]="@"
62     lgrid[fx][fy]="#"
63
64     for i in lgrid:
65         print " ".join(i)
66     print "----"
67
68 def modifygrid(finalists,grid):
69     i=1
70     for (x,y) in finalists:
71         grid[x][y]=i           #robot 1 marks its steps on the grid to
72         i+=1                   #be unusable (on same turn) by robot 2
73     return grid

```

- Ο controller που καλεί τις παραπάνω συναρτήσεις για να παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα:

```

1 #!/usr/bin/python
2 /* .....*/
3 #
4 ** File Name : controler.py
5 #
6 ** Purpose : 1st assignment in Artificial Intelligence
7 #
8 ** Creation Date : 24-12-2011
9 #
10 ** Last Modified : Fri 10 Feb 2012 04:44:06 PM EET
11 #
12 ** Created By : Greg Liras <gregliras@gmail.com>
13 #
14 ** Created By : Vasilis Gerakaris <vgerak@gmail.com>
15 #
16 #_.....*/
17
18 import sys
19
20 from inparser import parseInput
21 from astar import astar
22 import heuristics
23 from grids import flushgrid, printpath, designpath, modifygrid
24
25 def main():
26     if len(sys.argv) < 3:
27         print "Usage: %s <inputfile> <mode (A/N)>" %sys.argv[0]
28         return -1
29     f=open(sys.argv[1],"r")
30     (target,r1,r2,initialfield) = parseInput(f)
31     f.close()
32     field = map(list,initialfield)
33     modeCheck = sys.argv[2]
34     while modeCheck != "A" and modeCheck != "N" and modeCheck != "a" and modeCheck != "n":
35         print "Wrong mode, choose A for admissible heuristic or N for non-admissible"
36         modeCheck = raw_input('Enter A or N --->')
37     if modeCheck == "A" or modeCheck == 'a':
38         print "Using Manhattan Distance as admissible heuristic"
39         heuristic = heuristics.manhattanDist
40     else:
41         print "Using Square Distances as non-admissible heuristic"
42         heuristic = heuristics.squaredist
43     print "\nLEGEND:"
44     print "\033[1;34m Robot1 path \n\033[1;33m Robot2 path \n\033[0;32m Joined path \033[0m"
45     print "\n \033[0;34m ===== Robot 2 plays 'nice' ===== \033[0m"
46     total=0
47     (finalists1,nodes) = astar(r1,target,field,heuristic,1)
48     total += nodes
49     field = modifygrid(finalists1,field)
50     (finalists2,nodes) = astar(r2,target,field,heuristic,2)
51     total += nodes
52     flushgrid(field)

```

```

53 designpath("1;34",r1,target,finalists1)
54 designpath("1;33",r2,target,finalists2)
55 printpath()
56 max1 = max(len(finalists1),len(finalists2))
57 print "Max length in steps:", max1-1
58 print "\t Robot 1 took:\t\t", len(finalists1)-1, " steps"
59 print "\t Robot 2 (nice) took:\t", len(finalists2)-1, " steps"
60 flushgrid(field)
61 print "\n \033[0;34m ===== Robot 1 plays 'nice' ===== \033[0m"
62 field = map(list,initialfield)
63 modeCheck = sys.argv[2]
64 (finalists2,nodes) = astar(r2,target,field,heuristic,2)
65 total += nodes
66 field = modifygrid(finalists2,field)
67 (finalists1,nodes) = astar(r1,target,field,heuristic,1)
68 total += nodes
69 flushgrid(field)
70 designpath("1;34",r1,target,finalists1)
71 designpath("1;33",r2,target,finalists2)
72 printpath()
73 max2 = max(len(finalists1),len(finalists2))
74 print "Max length in steps:", max2-1
75 print "\t Robot 1 (nice) took:\t", len(finalists1)-1, " steps"
76 print "\t Robot 2 took:\t\t", len(finalists2)-1, " steps"
77 print "\n ===== RESULT ====="
78 if max1 < max2:
79     print "1st strategy (Robot 2 plays nice) is optimal"
80 elif max2 < max1:
81     print "2nd strategy (Robot 1 plays nice) is optimal"
82 else:
83     print "Both strategies yield same result"
84 print "Total nodes considered:", total
85
86
87 if __name__=="__main__":
88     main()

```