



دانشکده مهندسی کامپیوتر
هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره

تمرین تشریحی دوم ۱

نام و نام خانوادگی - شماره دانشجویی غزل زمانی نژاد، 97522166 ..

مدرس محمدطاهر پیلهور - سید صالح اعتمادی

طراحی و تدوین علیرضا مرادی - پریسا یل سوار

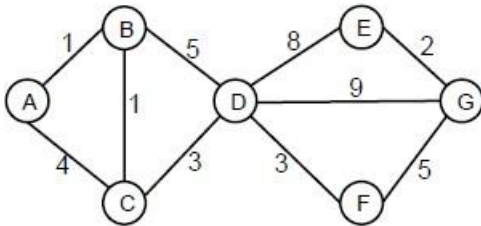
تاریخ انتشار ۱۲ مهر ۹۹۳۱

تاریخ تحویل گروه ۱ ۵ آبان ۹۹۳۱

تاریخ تحویل گروه ۲ ۸۲ مهر ۹۹۳۱

Search ۱

Consider the state space graph shown below. A is the start state and G is the goal state. The costs for each edge are shown on the graph. Each edge can be traversed in both directions. Note that the heuristic h_1 is consistent but the heuristic h_2 is not consistent.



Node	h_1	h_2
A	9.5	10
B	9	12
C	8	10
D	7	8
E	1.5	1
F	4	4.5
G	0	0

(15 points) Possible paths returned ۱.۱

For each of the following graph search strategies (*do not answer for tree search*), mark which, if any, of the listed paths it could return. Note that for some search strategies the specific path returned might depend on tie-breaking behavior. In any such cases, make sure to mark *all* paths that could be returned under some tie-breaking scheme.

Search Algorithm	A-B-D-G	A-C-D-G	A-B-C-D-F-G
Depth first search	✓	✓	✓
Breadth first search	✓	✓	
Uniform cost search			✓
A* search with heuristic h_1			✓
A* search with heuristic h_2			✓

(25 points) Heuristic function properties

۲.۱

Suppose you are completing the new heuristic function h_3 shown below. All the values are fixed except $h_3(B)$.

Node	A	B	C	D	E	F	G
h_3	10	?	9	7	1.5	4.5	0

For each of the following conditions, write the set of values that are possible for $h_3(B)$. For example, to denote all non-negative numbers, write $[0, \infty]$, to denote the empty set, write \emptyset , and so on.

1.2.1 What values of $h_3(B)$ make h_3 admissible? (5 points)

$[0, 13]$

1.2.2 What values of $h_3(B)$ make h_3 consistent? (5 points)

A, B $\rightarrow B \geq 9$

B, C $\rightarrow B \leq 10 \rightarrow h(B) = [9, 10]$

B, D $\rightarrow B \leq 12$

1.2.3 What values of $h_3(B)$ will cause A^* graph search to expand node A, then node C, then node B, then node D in order? (15 points)

$$f(C) = 4 + 9 = 13$$

$$f(B) \geq f(C)$$

$$h(B) + 1 > 13 \rightarrow h(B) > 12$$

$$h(D) = 7 + 7 = 14, 6 + 7 = 13 \rightarrow h(B) < 13$$

$$h(B): (12, 13)$$

n-pacmen search ۲

Consider the problem of controlling n pacmen simultaneously. Several pacmen can be in the same square at the same time, and at each time step, each pacman moves by at most one unit vertically or horizontally (in other words, a pacman can stop, and also several pacmen can move simultaneously). The goal of the game is to have all the pacmen be at the same square in the minimum number of time steps. In this question, use the following notation: let M denote the number of squares in the maze that are not walls (i.e. the number of squares where pacmen can go); n the number of pacmen; and $p_i = (x_i, y_i) : i = 1 \dots n$, the position of pacman i . Assume that the maze is connected.

2.1 What is the state space of this problem? Justify your answer. (5 points)

باید پوزیشن همه ی پکمن ها را داشته باشیم.

2.2 What is the size of the state space (not a bound, the exact size)? Justify your answer. (5 points)

$$M^n$$

2.3 Give the tightest upper bound on the branching factor of this problem. Justify your answer. (5 points)

هر پکمن میتواند 5 اکشن داشته باشد: حرکت به بالا، پایین، چپ، راست و همین طور حرکت نکردن. پس branch factor برای n پکمن برابر است با: 5^n

- 2.4** Bound the number of nodes expanded by uniform cost *tree* search on this problem, as a function of n and M . Justify your answer. (15 points)

پیچیدگی حافظه در مسئله ی UCS، برابر است با $\text{branch factor}^{\text{depth}}$ در اینجا دورترین فاصله ای که ممکن است بین دو پکمن وجود داشته باشد، این است که هر دو در کرنرها قرار داشته باشند که میتواند با $M/2$ حرکت به هم برسند.
در نتیجه، تعداد نودهایی که expand می شوند برابر است با: $(5^n)^{M/2}$

- 2.5** Which of the following heuristics are admissible? Which one(s), if any, are consistent? Briefly justify all your answers. (30 points)

- 2.5.1** The number of (ordered) pairs (i, j) of pacmen with different coordinates:

$$h_1(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n 1[p_i \neq p_j] \quad \text{where} \quad 1[p_i \neq p_j] = \begin{cases} 1 & \text{if } p_i \neq p_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

2.5.1 این heuristic، admissible نیست. سوال نقص:

	X
X	X

در شکل مقابل، هزینه اصل 2 است
با heuristic آن 3 است.
admissible نیست \Rightarrow heuristic \nless cost
consistent هم نیست

2.5.2

$$h_2((x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)) = \frac{1}{2} \max\{\max_{i,j} |x_i - x_j|, \max_{i,j} |y_i - y_j|\}$$

- 2.5.2) این تخمین، *admissible* است چون از *cost* کمتر و یا مساوی است. بهترین *cost* مربوط به دو پیکمن است که بهترین فاصله را دارند. و در بهترین حالت در میانه می‌سیر به یکدیگر می‌رسند. (با فاصله‌ی بین x و y دو پیکمن که از هم دورترند)
- Consistent* نیز هست؛ برای اثبات این مورد ثابت می‌کنیم اختلاف بین *real cost* از کوچکتر و یا مساوی است. در بدترین حالت دو پیکمن در دو گوشه‌ی جدول استقرار دارند. 3 حالت پیش می‌آید:
- 1) در یک گوشه‌ی جدول حرکت کنند؛ در این صورت از فاصله کم می‌شود و اختلاف بین دو فاصله صفر می‌شود ($h(A) - h(B) = \text{cost}$)
 - 2) یکی از یک گوشه‌ها به سمت دیگری حرکت کند؛ در این صورت 1 واحد از فاصله کم می‌شود (اما نه $\frac{1}{2}$ واحد کم می‌شود) ($h(A) - h(B) < \text{cost}$)
 - 3) هر دو پیکمن به سمت یکدیگر حرکت کنند؛ 2 واحد از فاصله کم می‌شود (اما نه h ، یکی واحد کم می‌شود) ($h(A) - h(B) < \text{cost}$)
- ← *consistent* نیز هست