

### تمرین سری اول

۱- برای فعالیت های زیر PEAS و ویژگی های محیط را مشخص کنید.

(تا جای ممکن جنبه های مختلف محیط و حالات گوناگون محیط را بررسی کنید.)

- مسابقه تنیس روی میز
- رنگ کردن بدنه ماشین
- تشخیص تولیدات معیوب یک کارخانه

**جواب:** بر اساس فرضی که دانشجو گرفته است می توان جواب مختلف داد و پاسخ داده شده، یک نمونه از آن ها است.

تنیس روی میز

Performance measure: امتیازات کسب شده، دقت ضربات، تعداد خطاها

Environment: میز تنیس، توپ، راکت ها، تور، بازیکنان

Actuators: دست بازیکنان برای زدن توپ و پاها برای حرکت

Sensors: چشم ها برای دیدن توپ و حرکات حریف، گوش ها برای شنیدن صدای برخورد

توپ با راکت یا میز، هر تکنولوژی برای امتیازدهی

محیط	Observable	Deterministic	Episodic	Static	Discrete	Agents
مسابقه تنیس روی میز	Fully	Strategic	Sequential	Dynamic	Continuous	Multi

رنگ کردن بدنه ماشین

Performance measure: کیفیت رنگ آمیزی، یکنواختی رنگ، مدت زمان انجام کار

Environment: اتاق رنگ، دما و رطوبت محیط، بدنه ماشین، عوامل فرهنگی

Actuators: ابزار رنگ آمیزی مانند قلم مو، سنباده، دستگاه رنگ پاش

Sensor: چشم برای ارزیابی کیفیت رنگ و تشخیص نواحی نیازمند بهبود

Agents	Discrete	Static	Episodic	Deterministic	Observable	محیط
Single/Multi (If there are multiple robots)	Continuous	Dynamic	Sequential	Strategic	Fully	رنگ کردن بدنه ماشین

تشخیص تولیدات معیوب یک کارخانه

Performance measure: تعداد تولیدات معیوب شناسایی شده، دقت تشخیص

Environment: خط تولید، ماشین آلات، تولیدات

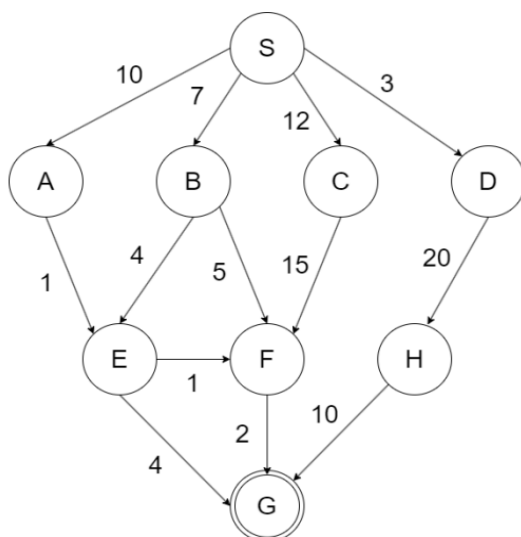
Actuators: دستگاه‌های جداسازی محصولات معیوب

Sensors: دوربین‌ها و سایر حسگرهای الکترونیکی برای شناسایی نقص‌ها

Agents	Discrete	Static	Episodic	Deterministic	Observable	محیط
Multi		Dynamic	Sequential	Stochastic	Partially	تشخیص تولیدات معیوب یک کارخانه

۲- گراف زیر که در آن S حالت اولیه و G حالت هدف است را در نظر بگیرید. ترتیب بسط گره‌ها و هزینه مسیر انتخابی توسط هر یک از الگوریتم‌های زیر را بدست آورید.

(روش جستجو را گرافی در نظر بگیرید. اگر دو گره اولویت یکسان برای بسط داشتند، گره‌ای که از لحاظ الفبایی جلو تر است زودتر بسط داده می‌شود)



الف) BFS

ب) DFS

ج) UCS

د) IDS

جواب:

الف) S - A - B - C - D - E, Cost = ۱۵


ب)  $S - A - E - F - G$ , Cost = ۱۴

ج)  $S - D - B - A - E - C - F - G$ , Cost = ۱۴

د)  $I=۰ : S$ ,  $I=۱ : S - A - B - C - D$ ,  $I=۲ : S - A - E - B - F - C - D - H$ ,  $I=۳ : S - A - E - F - G$ , Cost =

۱۵

۳- فرض کنید عامل ما در خانه A قرار دارد و می خواهد به خانه هدف G برسد. عامل در مسیر خود موانعی که با رنگ آبی مشخص شده اند را میبیند. اگر عامل هنگام جستجو به موانع برسد، مسیر دیگری را انتخاب میکند. اگر اولویت انتخاب های عامل به ترتیب راست، بالا، چپ و پایین باشد، مسیر انتخابی عامل توسط الگوریتم های BFS و DFS را بیان کنید.

V	G	W	X	Y
Q	R	S	T	U
L	M	N	O	P
F	H	I	J	K
	B	C	D	E

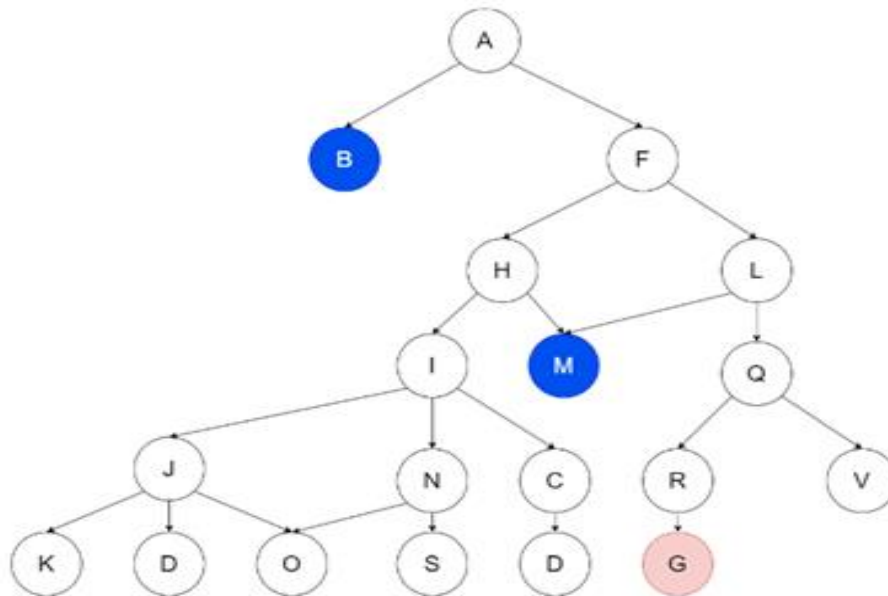
(روش جستجو را گرافی در نظر بگیرید)

جواب:

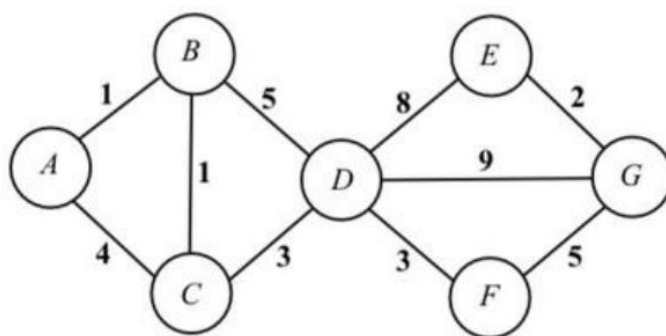
DFS : A - F - H - I - J - O - T - U - Y - X - W - G

BFS: A- F - L - Q - R - G

گراف BFS در شکل زیر نمایش داده شده است:



۴- گراف فضای حالت زیر و همچنین دو تابع هیوریستیک  $h_1$ ,  $h_2$  را در نظر بگیرید. دقت کنید که یال های گراف دو طرفه هستند.



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

(الف) توابع هیوریستیک داده شده را از نظر Admissibility و Consistency بررسی کنید.

(ب) ترتیب گسترش گره ها و مسیر به دست آمده را توسط الگوریتم های گرافی RBFS و  $A^*$  با هریک از توابع هیوریستیک داده شده به دست بیاورید.

(ج) فرض کنید تابع هیوریستیک  $h_3$  به صورت زیر تعریف شده باشد.

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

۱- به ازای چه مقادیری برای  $h_3(B)$  این تابع قابل قبول خواهد بود؟

۲- به ازای چه مقادیری برای  $h_3(B)$  این تابع سازگار خواهد بود؟

۳- به ازای چه مقادیری برای  $h^3(B)$  الگوریتم  $A^*$  ابتدا گره A, سپس گره C, سپس B و سپس D را به ترتیب گسترش خواهد داد؟

جواب:

(الف)

تعریف قابل قبول بودن:

$$h(n) \leq h^*(n)$$

تعریف سازگار بودن:

$$h(n) \leq c(n, a, n') + h(n')$$

$$\begin{aligned} \forall n: h_1(n) &\leq h^*(n)? \\ \left. \begin{aligned} h_1(A) &= 9 \leq \min\text{-cost} = 13 \\ h_1(B) &= 9 \leq \min\text{-cost} = 12 \\ h_1(C) &= 1 \leq \min\text{-cost} = 11 \\ h_1(D) &= 5 \leq \min\text{-cost} = 1 \\ h_1(E) &= 10 \leq \min\text{-cost} = 2 \\ h_1(F) &= 5 \leq \min\text{-cost} = 0 \\ h_1(G) &= 0 \leq 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_1 \text{ is admissible} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \forall n: h_2(n) &\leq h^*(n)? \\ \left. \begin{aligned} h_2(A) &= 10 \leq 13 \\ h_2(B) &= 12 \leq 12 \\ h_2(C) &= 10 \leq 11 \\ h_2(D) &= 1 \leq 1 \\ h_2(E) &= 1 \leq 2 \\ h_2(F) &= 10 \leq 0 \\ h_2(G) &= 0 \leq 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_2 \text{ is admissible} \end{aligned}$$

$h_1, h_2$  هر دو قابل قبول هستند.

$$h_1(A) \leq c(A, B) + h_1(B) \Rightarrow 9.5 \leq 1 + 9 \quad \checkmark$$

$$h_1(A) \leq c(A, C) + h_1(C) \Rightarrow 9.5 \leq 4 + 8 \quad \checkmark$$

$$h_1(B) \leq c(B, C) + h_1(C) \Rightarrow 9 \leq 1 + 8 \quad \checkmark$$

$$h_1(B) \leq c(B, D) + h_1(D) \Rightarrow 9 \leq 5 + 7 \quad \checkmark$$

$$h_1(C) \leq c(C, D) + h_1(D) \Rightarrow 8 \leq 3 + 7 \quad \checkmark$$

$$h_1(D) \leq c(D, E) + h_1(E) \Rightarrow 7 \leq 8 + 1.5 \quad \checkmark$$

$$h_1(D) \leq c(D, F) + h_1(F) \Rightarrow 7 \leq 3 + 4 \quad \checkmark$$

$$h_1(D) \leq c(D, G) + h_1(G) \Rightarrow 7 \leq 9 + 0 \quad \checkmark$$

$$h_1(E) \leq c(E, G) + h_1(G) \Rightarrow 1.5 \leq 2 + 0 \quad \checkmark$$

$$h_1(F) \leq c(F, G) + h_1(G) \Rightarrow 4 \leq 5 + 0 \quad \checkmark$$

$h_1$  سازگار هست و این سازگاری برای  $h_1$  بررسی شده است.

$$h_2(B) \leq c(B, C) + h_2(C) \Rightarrow 12 \leq 1 + 10 \quad \times$$

بنابراین  $h_2$  سازگار نیست.

(ب)

	RBFS	RBFS	A*	A*
تابع	مسیر گسترش	مسیر انتخابی	مسیر گسترش	مسیر انتخابی
$h_1$	ACDG	ACDG	ABCDFG	ABCDFG
$h_2$	ACDG	ACDG	ABCDFG	ABCDFG

(ج)

۱) طبق تعریف، مقدار  $h(b)$  باید کمتر از هزینه مسیر بهینه از  $b$  به  $g$  باشد. پس  $h(b)$  باید کمتر یا مساوی ۱۲ باشد.

۲) هیوریستیک  $h$  سازگار است اگر و فقط اگر برای هر دو گره  $A, B$  که  $A$  که  $B$  فرزند  $A$  است داشته باشیم:

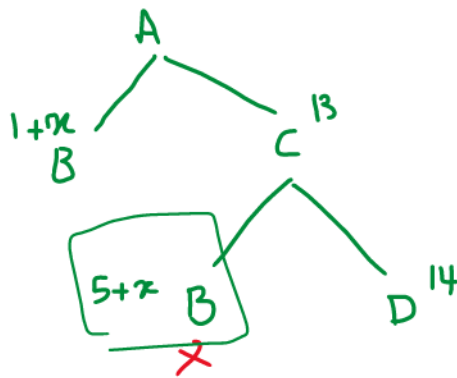
$$h(A) \leq h(B) + C$$

پس برای همه یال‌های متصل به  $B$  این نامساوی‌ها را می‌نویسیم:

$$\left. \begin{aligned}
 h_3(B) \leq C(B, A) + h_3(A) &\Rightarrow h_3(B) \leq 1 + 10 = 11 \\
 h_3(B) \leq C(B, C) + h_3(C) &\Rightarrow h_3(B) \leq 1 + 9 = 10 \\
 h_3(B) \leq C(B, D) + h_3(D) &\Rightarrow h_3(B) \leq 5 + 7 = 12 \\
 h_3(B) \leq C(B, E) + h_3(E) &\Rightarrow h_3(B) \leq 13 + 1.5 = 14.5 \\
 h_3(B) \leq C(B, F) + h_3(F) &\Rightarrow h_3(B) \leq 8 + 4.5 = 12.5
 \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_3(B) \leq 10$$
  

$$\left. \begin{aligned}
 h_3(A) \leq C(A, B) + h_3(B) &\Rightarrow 10 - 1 = 9 \leq h_3(B) \\
 h_3(C) \leq C(C, B) + h_3(B) &\Rightarrow 9 - 1 = 8 \leq h_3(B) \\
 h_3(D) \leq C(D, B) + h_3(B) &\Rightarrow 12 - 5 = 7 \leq h_3(B) \\
 h_3(E) \leq C(E, B) + h_3(B) &\Rightarrow 1.5 - 13 = -11.5 \leq h_3(B) \\
 h_3(F) \leq C(F, B) + h_3(B) &\Rightarrow 4.5 - 8 = -3.5 \leq h_3(B)
 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 9 \leq h_3(B) \leq 10$$

(۳)



$$\begin{aligned}
 1+x &> 13 \\
 1+x &< 14
 \end{aligned}$$

$$12 < x < 13$$