

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی ترم پاییز ۱۴۰۰

پاسخنامه تمرین اول

سوال ۱ (۱۵ نمره)

● عامل هوشمند پشت بازی شطرنج در کامپیوتر:

Performance measure:

عامل با توجه به وضعیت فعلی حرکتی مناسب داشته باشد و در جهت برنده شدن عمل کند.

Environment:

کامپیوتر / صفحه شطرنج

Actuators:

نمایش روی صفحه ی مانیتور و جا به جا شدن مهره ها

Sensors:

ورودی های کامپیوتر شامل حرکات موس و کیبورد

ویژگی های محیط:

Fully observable, Multi-agent, Deterministic, Sequential, Static¹, Discrete, Known

¹ حالت شطرنج غیر زماندار مدنظر است و اگر شطرنج زماندار باشد محیط پویا است.

● ربات فوتبالیست:

Performance measure:

تعداد دریبل، گل زده شده، گل نخوردن و ...

Environment:

زمین بازی

Actuators:

بازوهای مکانیکی

Sensors:

دوربین های تعبیه شده در ربات که مکان توپ و دروازه و ... را مشخص می کند.

ویژگی های محیط:

Partially observable, Single-agent, Stochastic, Sequential, Dynamic, Continuous, Known

● کاوشگر فضایی:

Performance measure:

ناحیه ی کاوش شده و گزارش شده، نمونه- های جمع آوری شده و تحلیل شده

Environment:

سیاره موردنظر

Actuators:

چرخ ها/بازوها، وسیله ی نمونه برداری، وسیله ی آنالیز کردن، فرستنده رادیویی

Sensors:

دوربین، شتاب سنج، سنسور جهت یابی، گیرنده رادیویی، مفاصل و ...

ویژگی های محیط:

Partially observable, Single-agent, Stochastic, Sequential, Dynamic, Continuous, Unknown

سوال ۲ (۱۰ نمره)

در این بازی سه object داریم که به ترتیب آن‌ها را با حروف زیر نشان می‌دهیم:

M: مبلغ

C: آدم‌خوار

B: قایق

همچنین هر طرف از رودخانه را به شکل یک لیست از object های موجود در آن طرف نشان می‌دهیم:

$L \langle M \ C \ B \rangle \ R \langle M \ C \ B \rangle$

که در آن L سمت چپ رودخانه و R سمت راست رودخانه را نشان می‌دهد.
حالت اولیه:

$L \langle 0 \ 0 \ 0 \rangle \ R \langle 3 \ 3 \ 1 \rangle$

حالت هدف:

$L \langle 3 \ 3 \ 1 \rangle \ R \langle 0 \ 0 \ 0 \rangle$

عملگرها:

عملگرها شامل حمل تعداد p مبلغ و q آدم‌خوار از یک سمت رودخانه به سمت دیگر می‌باشد.
حرکت قایق از سمت راست به چپ:

Action

$L \langle M \ C \ 0 \rangle \ R \langle M' \ C' \ 1 \rangle \implies L \langle (M+p) \ (C+q) \ 1 \rangle \ R \langle (M'-p) \ (C'-q) \ 0 \rangle$

حرکت قایق از سمت چپ به راست:

Action

$L \langle M \ C \ 1 \rangle \ R \langle M' \ C' \ 0 \rangle \implies L \langle (M-p) \ (C-q) \ 0 \rangle \ R \langle (M'+p) \ (C'+q) \ 1 \rangle$

با توجه به ظرفیت قایق ۱۰ عملگر مختلف داریم که به شکل بالا خلاصه شده‌اند.

سوال ۳ (۱۵ نمره)

برای آنکه بتوانیم یک عامل واکنشی ساده طراحی کنیم، باید بتوان برنامه عامل را به صورت دستورات if then else نوشت. همچنین هدفی که در سوال بیان شده است، این است که همه ی خانه های جدول تمیز شوند یعنی تابع ارزیابی (performance measure) عامل بر این اساس است و براساس این تابع منطقی رفتار کردن یا نکردن عامل ارزیابی می شود.

می دانیم عامل در هر لحظه از مکان فعلی و وضعیت تمیز یا کثیف بودن آن مطلع است و موقعیت اولیه عامل را میدانیم. همچنین محیط قطعی است یعنی در هر خانه ای دوبار عمل مکش انجام شود آن خانه قطعاً تمیز می شود. حال با توجه به این شرایط، می توان یک مسیر از پیش مشخص را برای عامل در نظر گرفت و همه خانه ها را با شرط هایی که برای عامل مشخص کنیم تمیز کرد.

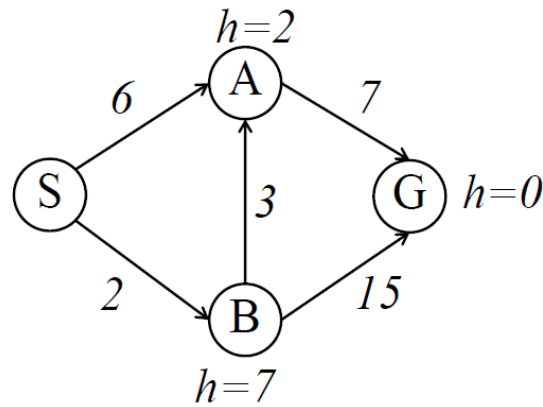
مثلاً برنامه عامل می تواند به این صورت باشد:

اگر در خانه (0,0) هستی، اگر خانه کثیف بود یک بار مکش را انجام بده، اگر خیلی کثیف بود دو بار مکش را انجام بده و اگر تمیز بود به خانه ی (0,1) برو. و همین روند را می توان روی یک مسیر مشخص برای همه خانه ها ادامه داد تا بالاخره عامل تمام خانه های جدول را تمیز کند. پس می توان برای این مساله یک عامل واکنشی ساده طراحی کرد.

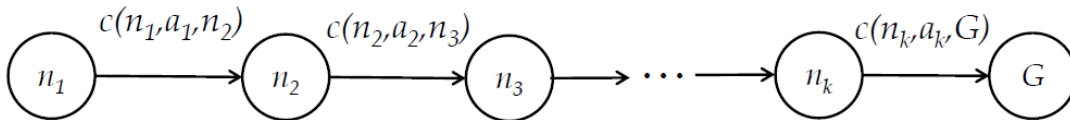
توجه: در این سوال، اگر از نقطه ی شروع حرکت عامل اطلاعی نداشتیم، آنگاه نمی توانستیم یک عامل واکنشی ساده که منطقی عمل کند طراحی کنیم. اگر مسئله با این فرض حل شده باشد نیز راه حل درست است.

سوال ۴ (۱۰ نمره)

- غلط، بازی سودکوی یک بازی Derterministic است.
- درست، جستجوی DFS از $O(bm)$ است در حالیکه جستجوی BFS از $O(b^m)$ است.
- غلط، مثال نقض:



- درست، اثبات :

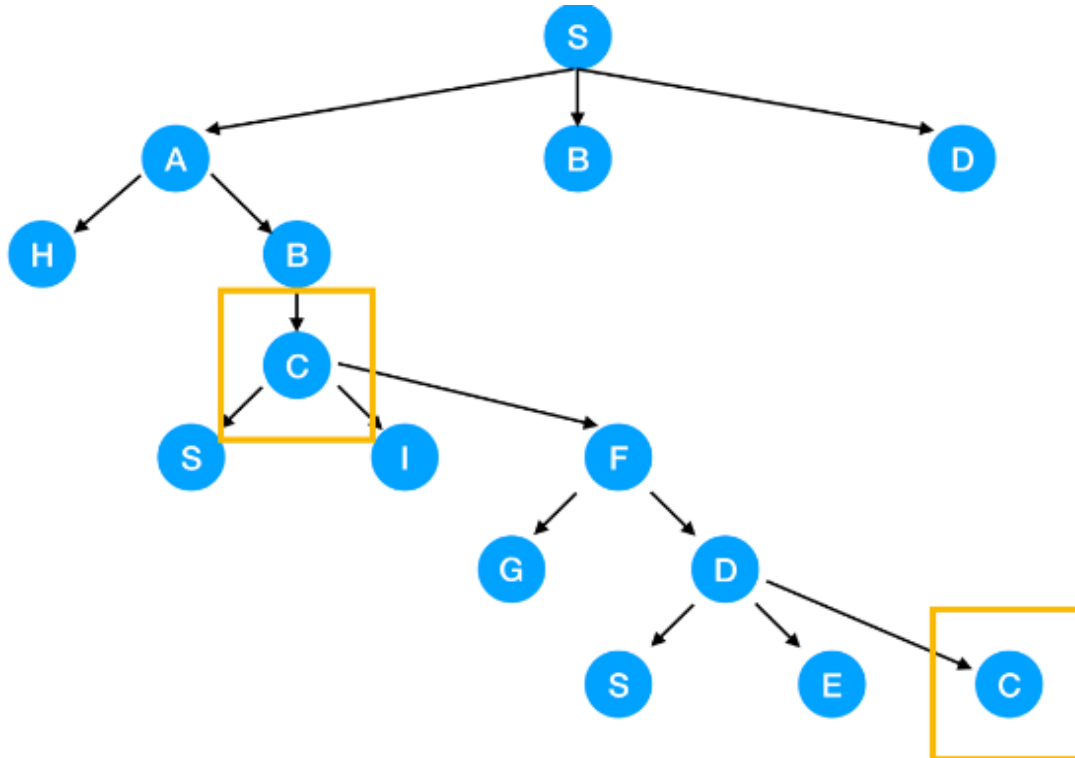


$$\begin{aligned}
 h(n_1) &\leq c(n_1, a_1, n_2) + h(n_2) \\
 &\leq c(n_1, a_1, n_2) + c(n_2, a_2, n_3) + h(n_3) \\
 &\dots \\
 &\leq c(n_1, a_1, n_2) + \dots + c(n_k, a_k, G) + h(G) \\
 &\leq c(n_1, a_1, n_2) + \dots + c(n_k, a_k, G) \\
 &\leq \text{cost of each path from } n_1 \text{ to goal}
 \end{aligned}$$

سوال ۵ (۲۰ نمره)

(الف)

درخت ایجاد شده:



مسیر برگردانده شده:

$S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow D \rightarrow C$

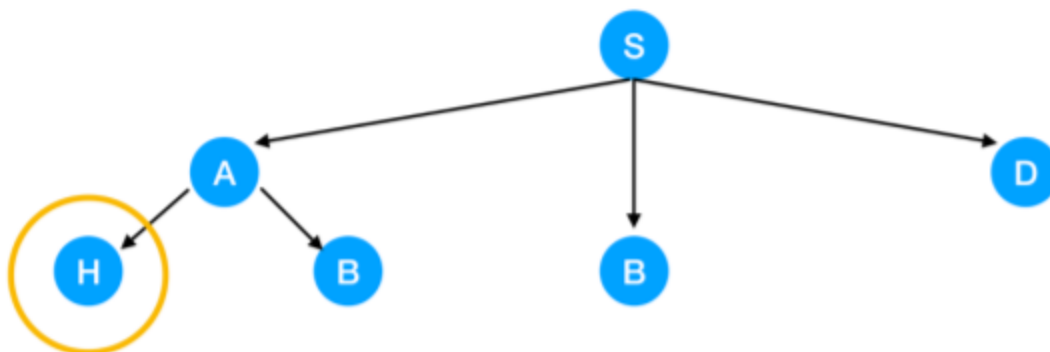
در اینجا پس از اینکه دوباره به گره C می‌رسیم می‌توانیم نتیجه‌گیری کنیم به دلیل وجود حلقه و اینکه الگوریتم درختی است به گره هدف نخواهیم رسید!

مراحل اجرا را به شکل زیر می‌بینیم:

Fringe	Node Selected For Expansion For Next Step
{S}	S
{A, B, D}	A
{B, H, B, D}	B
{C, H, B, D}	C
{F, I, S, H, B, D}	F
{D, G, I, S, H, B, D}	D
{C, E, S, G, I, S, H, B, D}	C

(ب)

درخت ایجاد شده:



مسیر برگردانده شده:

$S \rightarrow A \rightarrow H$

Fringe

Node Selected For Expansion For Next Step

{S}

S

{A, B, D}

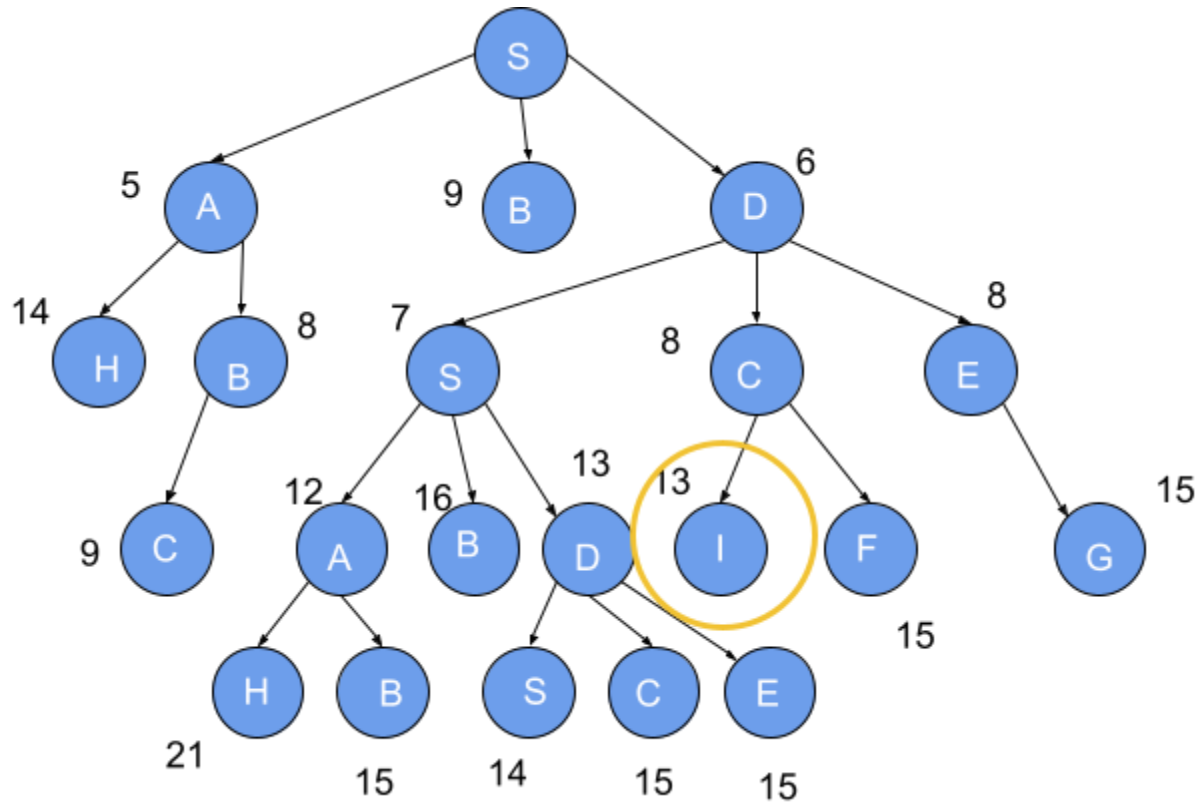
A

در این جستجو ابتدا گره S را بسط می دهیم که سه فرزند A و B و D تولید می شوند و پس از اجرای آزمون هدف متوجه می شویم که هیچ کدام هدف نیستند، پس روند اجرای الگوریتم را ادامه می دهیم. در گام بعدی گره A برای بسط انتخاب میشود که پس از اجرای آزمون هدف بر روی فرزندان آن متوجه می شویم که H گره هدف بوده و روند اجرای الگوریتم خاتمه می یابد.

خبر مسیر برگردانده شده توسط BFS بهینه نیست، زیرا هزینه یال ها با یکدیگر برابر نیست و به بیانی دیگر هزینه مسیر یک تابع غیرکاهشی از عمق گره نیست.

(ج)

درخت ایجاد شده:



مسیر برگردانده شده:

S -> D -> C -> I

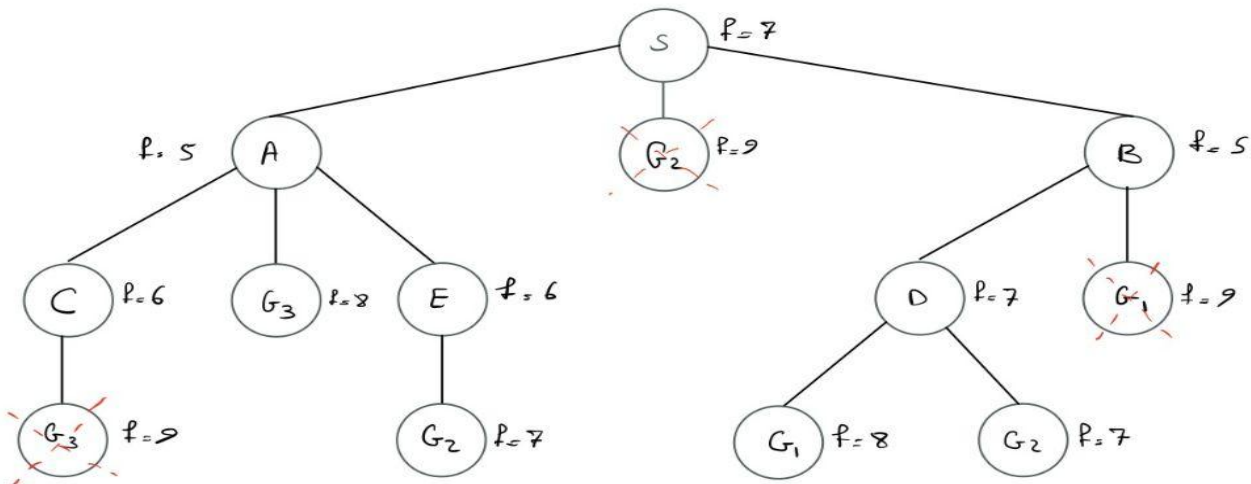
با توجه به میزان شایستگی (هزینه رسیدن از مبدا تا گره مورد نظر) و درخت ترسیم شده فوق ترتیب گره هایی که تا رسیدن به حالت هدف ویزیت میشوند به صورت زیر است:

S, A, D, S, B, C, E, A, D, I

هزینه رسیدن تا هدف = $13 = 5 + 2 + 6$

سوال ۶ (۲۵ نمره)

(الف)



Frontire	Explored
S	
A, B, G ₂	S
B, G ₂ , C, G ₃ , E	S, A
G ₂ , C, G ₃ , E, D, G ₁	S, A, B
G ₂ , G ₃ , E, D, G ₁	S, A, B, C
G ₂ , G ₃ , D, G ₁	S, A, B, C, E
G ₂ , G ₃ , G ₁	S, A, B, C, E, D

سپس دو نود G_2 با هزینه $f = 7$ داریم که میتوان هر یک را برای بسط دادن انتخاب کرد و در هنگام بسط آزمون هدف چک می شود و چون به هدف رسیدیم مسیر تا هدف برگردانده می شود. پس هر یک از دو مسیر زیر می تواند درست باشد (الگوریتم یکی از این دو مسیر را برمی گرداند و هر یک از این دو مسیر را به عنوان پاسخ سوال نوشته باشید قابل قبول است):

$S \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow G_2$

$S \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G_2$

(ب)

شرط سازگار بودن:

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

این شرط باید برای تمام مسیرهایی که از گره A میگذرند صدق کند تا هیوریستیک سازگار باشد یعنی باید همه معادله هایی که هیوریستیک A در آن دخیل اند را بنویسیم:

$$h(A) \leq 1 + h(C) \rightarrow h(A) \leq 5$$

$$h(A) \leq 2 + h(E) \rightarrow h(A) \leq 5$$

$$h(A) \leq 1 + h(S) \rightarrow h(A) \leq 8$$

$$h(S) \leq 1 + h(A) \rightarrow h(A) \geq 6$$

اشتراک مقادیر A در شرط های فوق تهی می شود، پس هیوریستیک ناسازگار است.

(ج)

اثبات سازگاری:

حالت (۱) گره 'n' در مسیر بهینه گره n تا گره هدف نباشد:

در این حالت چون می دانیم مسیری که از 'n' می گذرد هزینه ای بیشتر یا مساوی دارد:

$$h^*(n) \leq h^*(n') + c(n, n')$$

$$\Rightarrow h^*(n) - h^*(n') \leq c(n, n')$$

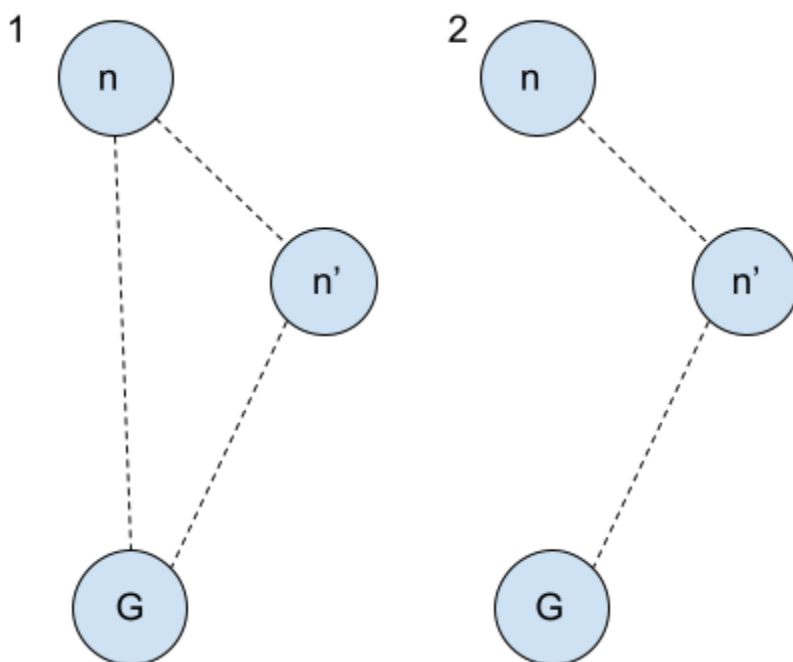
حالت (۲) گره 'n' در مسیر بهینه گره n تا گره هدف باشد:

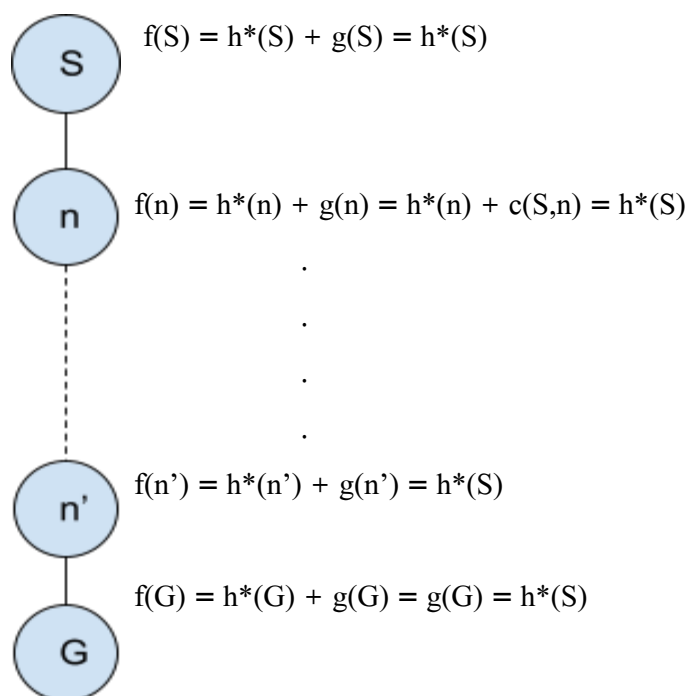
$$h^*(n) = h^*(n') + c(n, n')$$

$$\Rightarrow h^*(n) - h^*(n') = c(n, n')$$

پس می توان نتیجه گرفت که این هیوریستیک سازگار است.

با توجه به اینکه هیوریستیک به ما هزینه مسیر بهینه را می دهد می توان ادعا کرد که f تمامی گره هایی که روی مسیر بهینه از گره شروع (S) قرار دارند ثابت و برابر با f گره S است.





پس اگر گرهی که انتخاب می‌شود مقدار f برابر با f گره شروع داشته باشد روی مسیر بهینه قرار دارد. مقدار f گره انتخابی نیز نمی‌تواند کمتر از مقدار f گره شروع باشد چون در این صورت مقادیر f در مسیر رسیدن به هدف در یک بخش نزولی شده است و این خلاف سازگاری هیوریستیک ما است.

سوال ۷ (۵ نمره)

از آنجا که هیوریستیک نابجایی می‌تواند هر پازل نابجایی را با یک حرکت به محل درست خود ببرد اما هیوریستیک گاشنیک تنها می‌تواند یک را به جای خالی ببرد، هیوریستیک گاشنیک همیشه حداقل یک حرکت را برای رساندن پازل نابجا به جای درست انجام خواهد داد و اگر جای خالی در مکان نهایی خود قرار داشت اما همچنان نابجایی بین بقیه پازل ها وجود داشت، دو حرکت را انجام می‌دهد. در نتیجه هیوریستیک گاشنیک بر نابجایی غلبه می‌کند چون همواره تعداد حرکت‌های بزرگتر یا مساوی با نابجایی برمی‌گرداند.

مثال:

حالت هدف:

1	2	3
4	5	6
7	8	

حالت فعلی:

1	2	3
4	5	6
8	7	

در این حالت هیوریستیک نابجایی مقدار ۲ و هیوریستیک گاشنیک مقدار ۳ را برمی‌گرداند.

سوال ۸ (۱۰ نمره - امتیازی)

در سوال ۸ هدف این بود که به نحوی با ربات چت کنیم که او به دام بیافتد و از پاسخ های وی بتوانیم نتیجه گیری کنیم که قطعا در حال چت با یک انسان نیستیم. یک نمونه از چت با ربات در که در آن واضحا مشخص است که آن طرف سیستم انسانی قرار ندارد، در ادامه آورده شده است.



Talk to "Tutor Mike"

YOU: are you a robot?

Mike: I'm a human talking to you over the computer.

YOU: are you a computer pretending to be human?

Mike: Yes, I am.

YOU: but you just said i'm human

Mike: I don't remember saying that.

Type here to chat...

Enter