

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

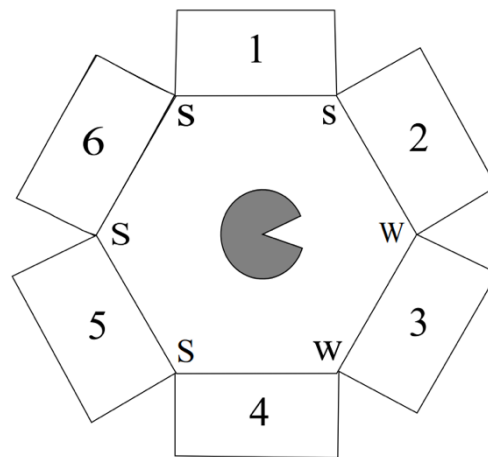
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پاسخ تمرین سری هشتم مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی

«فصل ششم و هفتم قسمت اول»

نیم سال اول ۹۹-۰۰

۱) فرض کنید یک قارچ‌خور در محیطی محبوس شده است. او با دیوارهایی که پشت آن‌ها غول (P) یا روح (G) یا راه خروج (E) قرار دارد محاصره شده است. برای این که قارچ‌خور بتواند فرار کند باید دیواری که به خروج منتهی می‌شود را پیدا کند. یکی از نشانه‌هایی که کمک می‌کند تا بفهمیم پشت دیوار چیست، بادی است که می‌وزد. غول باد قوی تولید می‌کند (S)، در مسیر راه خروج، باد ضعیف (W) تولید می‌شود و روح هیچ بادی تولید نمی‌کند. اما قارچ‌خور نمی‌تواند هر جریان هوا را به صورت جداگانه اندازه‌گیری کند. در عوض در نقطه‌ای به هم رسیدن دو دیوار می‌تواند برآیند دو جریان هوا را اندازه‌گیری کند. برای مثال، بین دو دیوار که پشت آن‌ها غول وجود دارد، برآیند دو جریان هوا، قوی است و جریان قوی احساس می‌شود. بین دو دیوار که پشت یکی غول هست و پشت یکی خروج، جریان قوی احساس می‌شود. بین دو دیوار خروج و روح نیز جریان ضعیف احساس می‌شود. تعداد خروج‌ها ممکن است صفر، یک و یا بیشتر باشد. قارچ‌خور می‌داند که هیچ دو راه خروجی پشت دیوارهای مجاور هم نیستند.



برای مدل کردن مسئله ی قارچ‌خور از X_i برای نشان دادن موجود پشت دیوار i اُم استفاده کنید. دامنه‌ی این متغیر G ، P یا E است.

الف) محدودیت‌های unary و binary این مدل را بنویسید.

پاسخ)

Binary:

$$X_1 = P \text{ or } X_2 = P, X_2 = E \text{ or } X_3 = E,$$

$$X_3 = E \text{ or } X_4 = E, X_4 = P \text{ or } X_5 = P,$$

$$X_5 = P \text{ or } X_6 = P, X_1 = P \text{ or } X_6 = P,$$

$$\forall i, j \text{ Adj}(i, j) \text{ then } \neg (X_i = E \text{ and } X_j = E)$$

Unary:

$$X_2 \neq P,$$

$$X_3 \neq P,$$

$$X_4 \neq P$$

ب) دامنه‌های هر متغیر را بعد از اعمال arc consistency در جدول زیر بنویسید.

X_1	
X_2	
X_3	
X_4	
X_5	
X_6	

پاسخ)

X_1	P		
X_2		G	E
X_3		G	E
X_4		G	E
X_5	P		
X_6	P	G	E

ج) با توجه به هیوریستیک MRV کدام متغیر یا متغیرها در مرحله اول به جواب می‌رسند.

پاسخ)

متغیر X_1 یا X_5 چون کمترین تعداد عضو در دامنه را پس از اعمال سازگاری یال دارند.

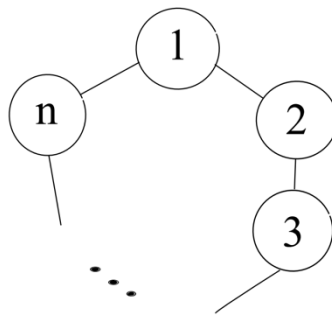
د) فرض کنید قارچ‌خور می‌داند پشت دیوار شماره ۶ روح قرار دارد. تمام راه‌حل‌های ممکن را، در صورت وجود، برای این CSP بنویسید.

پاسخ)

(P, E, G, E, P, G)

(P, G, E, G, P, G)

مسئله‌ی CSP که در بالا دیدید یک ساختار دایروی با ۶ متغیر دارد. حل یک مسئله‌ی CSP مانند آنچه در سوال آمده را در نظر بگیرید که n متغیر دارد ($n > 2$). همچنین در نظر بگیرید دامنه‌ی هر متغیر d عضو دارد.



ه) توضیح دهید که این مسئله‌ی CSP با ساختار دایروی را چگونه می‌توان به روش بهینه حل کرد (بطور مثال، در زمان خطی نسبت به تعداد متغیرها).

پاسخ)

مشابه روش تبدیل مسئله محدودیت گرافی به درخت، یکی از نودها مانند X_i را جدا می‌کنیم و مقداری مشخص را به آن نسبت می‌دهیم. بنابراین بقیه گره‌ها یک درخت را تشکیل می‌دهند که بدون backtrack می‌توان به نودها مقدار داد و مسئله را حل کرد. مسئله را برای تمام مقادیر مختلف X_i امتحان می‌کنیم تا به جواب برسیم.

و) اگر از روش backtracking معمولی برای این گراف با ساختار دایروی استفاده کنیم و در هر مرحله arc consistency اجرا بشود، دربارهی رفتار backtracking در بدترین حالت چه می‌توان گفت؟ (بطور مثال، تعداد دفعاتی که جستجو عقب‌گرد می‌کند).

پاسخ)

یک مسئله CSP با ساختار درختی بدون نیاز به backtrack قابل حل است. بنابراین اگر در حالت ساختار دایره‌ای، که در بالا گفته شد، الگوریتم arc consistency را اجرا کنیم، در بدترین حالت با $d-1$ بار backtrack کردن به یک نود مانند X_i و انتخاب مقادیر جدید از دامنه آن، می‌توان به یک جواب برای مسئله رسید.

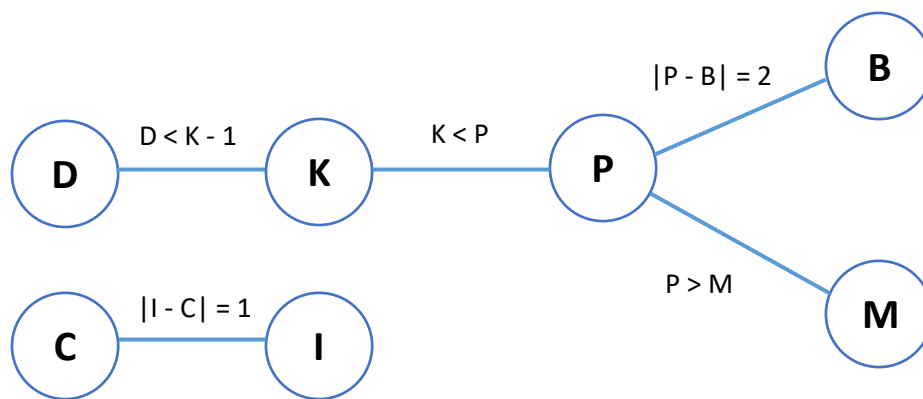
۲) یک مسئله CSP با محدودیت‌های زیر را در نظر گرفته و به سوالات زیر پاسخ دهید.

- $P > 3$
- $K < P$
- M برابر با 5 یا 6 باشد
- $P > M$
- $D < K - 1$
- B عددی زوج باشد
- I نه 1 باشد و نه 6
- $|I - C| = 1$
- $|P - B| = 2$

دامنه تمام متغیرها را مجموعه اعداد $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ فرض کنید.

الف) گراف محدودیت را رسم کنید.

(پاسخ)



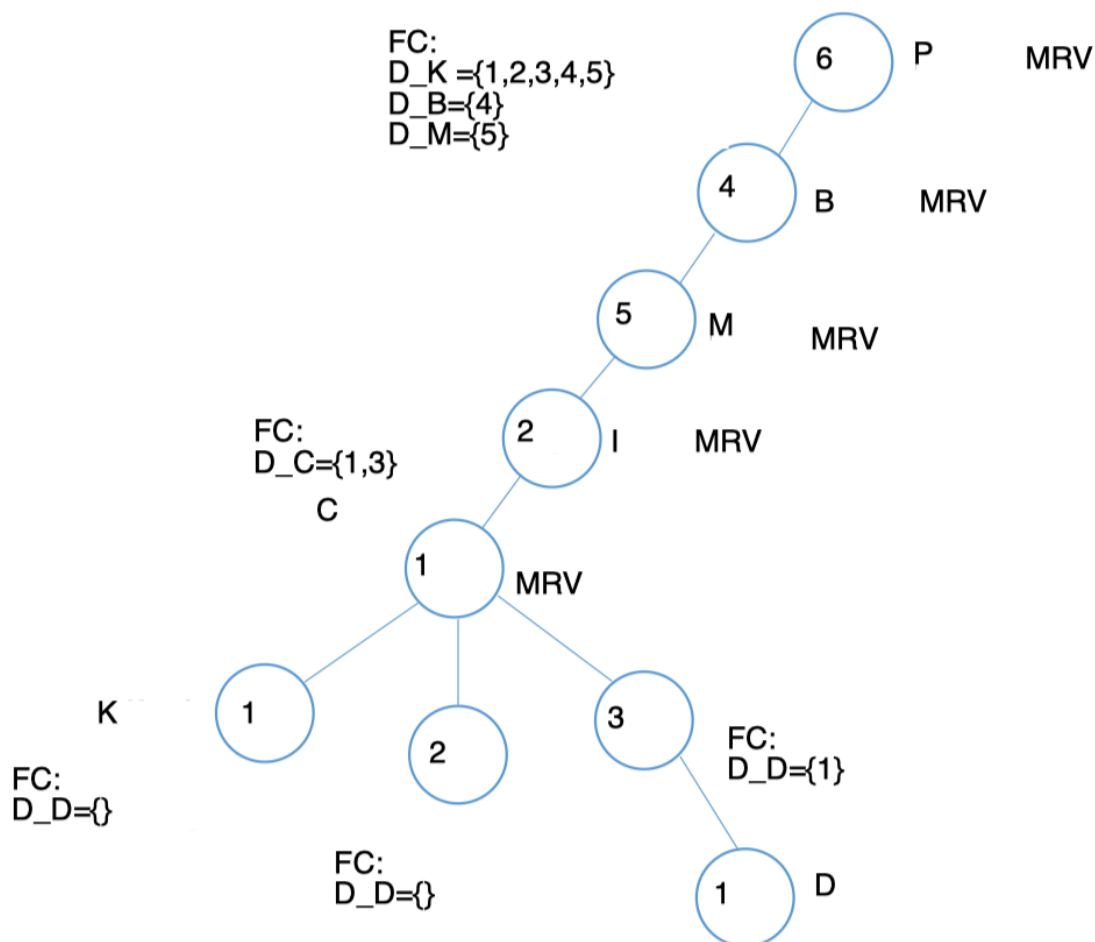
ب) محدودیت‌های یگانی (unary) را اعمال کنید.

(پاسخ)

P	1	2	3	4	5	6
B	1	2	3	4	5	6
M	1	2	3	4	5	6
K	1	2	3	4	5	6
D	1	2	3	4	5	6
C	1	2	3	4	5	6
I	1	2	3	4	5	6

ج) برای یافتن راه حل این مسئله، با استفاده از جستجوی عقب گرد قدم به قدم مشخص کنید که به هر متغیر چه مقداری اختصاص می یابد. فرض کنید که روش استنتاج مورد استفاده در جستجوی عقب گرد forward checking باشد و تنها از هیوریستیک MRV استفاده می شود.

پاسخ)



۳) فرض کنید شما مسئول اسکان هواداران تیم‌های شرکت‌کننده در یک مسابقه هستید. در این مسابقه ۷ تیم (با نام‌های تیم A تا G) شرکت می‌کنند و ۴ مکان برای اسکان هواداران این ۷ تیم در نظر گرفته شده است. از آنجا که تعداد مکان‌های سکونت کمتر از تعداد تیم‌ها است، برخی از طرفداران مجبورند در کنار یکدیگر اقامت کنند. به دلیل رقابت و تنش بین تیم‌ها، گروه‌های طرفداری آن‌ها نیز نسبت به مکان اقامت خود حساس هستند. از شما خواسته شده که با توجه به محدودیت‌های ذکر شده در پایین، به اسکان این هواداران کمک کنید.



- هواداران تیم A و تیم B از یکدیگر متنفرند و دوست ندارند در یک مکان باشند.
 - هواداران تیم G و تیم E با یکدیگر رابطه خوبی دارند و باید در یک مکان باشند.
 - به دلیل خشونت هواداران تیم D، تنها هواداران تیم B حاضر هستند که در مکان مشترکی با آن‌ها باشند.
 - هواداران تیم B دوست ندارند که با هواداران تیم‌های E، F و G در یک مکان باشند.
 - هواداران تیم C دشمنی دیرینه‌ای با هواداران تیم‌های A و B دارند و نه تنها تمایل ندارند که در یک مکان با آن‌ها باشند، بلکه نمی‌خواهند در مکان همسایگی آن‌ها نیز باشند.
 - هواداران تیم A و تیم F نباید در یک مکان اقامت کنند.
 - به دلیل اینکه هواداران تیم A زودتر به مکان اسکان رسیده‌اند، آن‌ها باید در مکان ۱ اقامت کنند.
- اگر مکان اسکان هواداران تیم‌های A، B، D و E به ترتیب از راست به چپ یک، سه، دو و چهار در نظر گرفته شده باشد، طبق محدودیت‌های گفته شده مکانی برای هواداران تیم C باقی نخواهد ماند. در این صورت الگوریتم پرش روبه عقب با هدایت برخورد برای اسکان دادن به هواداران تیم‌های مختلف به چه صورت عمل خواهد کرد؟

پاسخ)

محدودیت‌ها:

$A \neq B$	$A = 1$	$A \neq F$	$G = E$
$D \neq A$	$D \neq C$	$D \neq E$	$D \neq F$
$D \neq G$	$B \neq E$	$B \neq F$	$B \neq G$
$ C - A > 1$	$ C - B > 1$	$C \neq A$	$C \neq B$

1) $A = 1$ $\text{conf}(A) = \{\}$

2) $B = 3$ $\text{conf}(B) = \{A\}$

3) $D = 2$ $\text{conf}(D) = \{A\}$

4) $E = 4$ $\text{conf}(E) = \{B, D\}$

5) $C = ?$ $\text{conf}(C) = \{A, B, D\}$

6) $D = 3$ $\text{conf}(D) = \{A, B\}$

7) $E = 4$ $\text{conf}(E) = \{B, D\}$

8) $C = ?$ $\text{conf}(C) = \{A, B, D\}$

9) $D = 4$ $\text{conf}(D) = \{A, B\}$

10) $E = 1$ $\text{conf}(E) = \{B, D\}$

11) $C = ?$ $\text{conf}(C) = \{A, B, D\}$

12) $B = 2$ $\text{conf}(B) = \{A\}$

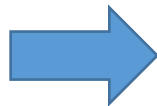
13) $D = 2$ $\text{conf}(D) = \{A\}$

14) $E = 1$ $\text{conf}(E) = \{B, D\}$

15) $C = 4$ $\text{conf}(C) = \{A, B, D\}$

16) $F = 3$ $\text{conf}(F) = \{A, B, D\}$

17) $G = 1$ $\text{conf}(G) = \{B, D, E\}$



$A = 1$

$B = 2$

$C = 4$

$D = 2$

$E = 1$

$F = 3$

$G = 1$

۴) شکل زیر یک مثال از دنیای وامپوس را نشان می‌دهد که در آن، agent در خانه‌ی (۱, ۲) قرار دارد و در خانه‌ی (۱, ۱) چیزی دریافت نکرده، در خانه‌ی (۲, ۱) نسیم را احساس کرده و در خانه‌ی (۲, ۱) بوی بدی را دریافت کرده است. هر کدام از خانه‌های (۱, ۳)، (۲, ۲) و (۳, ۱) می‌توانند دارای گودال باشند اما تنها یکی از آن‌ها دارای وامپوس است.

الف) مدل‌های ممکن دنیای وامپوس را در آن پایگاه دانش درست است مشخص کنید.

ب) مدل‌های ممکن دنیای وامپوس را که در آن عبارت “گودالی در خانه (۲, ۲) نیست” درست است را مشخص کنید

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2 A S OK	2,2	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 B V OK	3,1	4,1

A = Agent
B = Breeze
G = Glitter, Gold
OK = Safe square
P = Pit
S = Stench
V = Visited
W = Wumpus

Model	KB	There is no pit in [2,2]
$P_{1,3}$ $P_{2,2}$ $P_{3,1}$ $P_{1,3}, P_{2,2}$ $P_{2,2}, P_{3,1}$ $P_{3,1}, P_{1,3}$ $P_{1,3}, P_{3,1}, P_{2,2}$		$true$ $true$ $true$ $true$
$W_{1,3}$ $W_{1,3}, P_{1,3}$ $W_{1,3}, P_{2,2}$ $W_{1,3}, P_{3,1}$ $W_{1,3}, P_{1,3}, P_{2,2}$ $W_{1,3}, P_{2,2}, P_{3,1}$ $W_{1,3}, P_{3,1}, P_{1,3}$ $W_{1,3}, P_{1,3}, P_{3,1}, P_{2,2}$	$true$	$true$ $true$ $true$ $true$
$W_{3,1},$ $W_{3,1}, P_{1,3}$ $W_{3,1}, P_{2,2}$ $W_{3,1}, P_{3,1}$ $W_{3,1}, P_{1,3}, P_{2,2}$ $W_{3,1}, P_{2,2}, P_{3,1}$ $W_{3,1}, P_{3,1}, P_{1,3}$ $W_{3,1}, P_{1,3}, P_{3,1}, P_{2,2}$		$true$ $true$ $true$ $true$
$W_{2,2}$ $W_{2,2}, P_{1,3}$ $W_{2,2}, P_{2,2}$ $W_{2,2}, P_{3,1}$ $W_{2,2}, P_{1,3}, P_{2,2}$ $W_{2,2}, P_{2,2}, P_{3,1}$ $W_{2,2}, P_{3,1}, P_{1,3}$ $W_{2,2}, P_{1,3}, P_{3,1}, P_{2,2}$		$true$ $true$ $true$ $true$