



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان: تکلیف دوم درس هوش مصنوعی (بخش تئوری)

نام و نام خانوادگی: علیرضا ابره فروش

شماره دانشجویی: ۹۸۱۶۶۰۳

نیم سال تحصیلی: بهار ۱۴۰۱/۱۴۰۰

مدرس: دکتر حسین فلسفین

دستیاران آموزشی: مجید فرهادی - علی ملاحسینی - آرش وشاق

## ۱ نوید زندانی

## ۱.۱ قیدهای unary و binary

$$\forall i \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\} \quad Y_i = \begin{cases} 0 & X_i = \text{زندانی} \\ 1 & X_i = \text{خروج} \\ 2 & X_i = \text{چاه} \end{cases} \quad (۱)$$

$$\begin{aligned} C_1 &= \langle (X_1, X_2), \max \{Y_1, Y_2\} = 1 \rangle \\ C_2 &= \langle (X_2, X_3), \max \{Y_2, Y_3\} = 1 \rangle \\ C_3 &= \langle (X_3, X_4), \max \{Y_3, Y_4\} = 2 \rangle \\ C_4 &= \langle (X_4, X_5), \max \{Y_4, Y_5\} = 2 \rangle \\ C_5 &= \langle (X_5, X_6), \max \{Y_5, Y_6\} = 2 \rangle \\ C_6 &= \langle (X_6, X_1), \max \{Y_6, Y_1\} = 2 \rangle \end{aligned} \quad (۲)$$

$$\begin{aligned} C_7 &= \langle (X_1, X_2), Y_1 \times Y_2 \neq 1 \rangle \\ C_8 &= \langle (X_2, X_3), Y_2 \times Y_3 \neq 1 \rangle \\ C_9 &= \langle (X_3, X_4), Y_3 \times Y_4 \neq 1 \rangle \\ C_{10} &= \langle (X_4, X_5), Y_4 \times Y_5 \neq 1 \rangle \\ C_{11} &= \langle (X_5, X_6), Y_5 \times Y_6 \neq 1 \rangle \\ C_{12} &= \langle (X_6, X_1), Y_6 \times Y_1 \neq 1 \rangle \end{aligned} \quad (۳)$$

۲.۱

۳.۱

با توجه به اینکه دامنه‌های متغیرهای  $X_4$  و  $X_6$  تک عضوی است و سایر متغیرها دامنه‌های بیش از یک عضوی دارند، طبق MRV متغیرهای  $X_4$  و  $X_6$  پیش از بقیه مقداردهی می‌شوند.

۴.۱

در این صورت داریم:

$$X_5 = \text{زندانی} \Rightarrow Y_5 = 0 \quad (۴)$$

برای اینکه قیدهای  $C_4$  و  $C_5$  ارضا شوند، دامنه‌های  $X_4$  و  $X_6$  برابر  $\{ \}$  می‌شود. با انتخاب مقدار چاه برای دو متغیر، و برای ارضای قیود  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_7$  و  $C_8$ ، دو راه‌حل ممکن زیر برای این مسئله وجود دارد:

$$X = (\text{چاه, زندان, چاه, زندان, خروج, زندان}) \quad (5)$$

$$X = (\text{چاه, زندان, چاه, خروج, زندان, خروج})$$

۵.۱

۶.۱

## ۲ مسئله سه رنگ

از آنجایی که هیچ راسی وجود ندارد که با مقداردهی آن دامنه‌ی راسی دیگر تهی شود پس arc-consistency برقرار است. همچنین از آنجایی که هیچ دو راسی وجود ندارد که با مقداردهی آن‌ها، دامنه‌ی راسی دیگر تهی شود path-consistency نیز در این مسئله برقرار است. اما چون اگر سه راس را با سه رنگ متفاوت رنگ کنیم، برای راس چهارم رنگی باقی نمی‌ماند پس 4-consistency برقرار نمی‌باشد. با اضافه کردن قیود باینری زیر می‌توانیم مسئله را 4-consistent کنیم ( $X_i$  ها رنگ‌های نظیر راس‌های گراف هستند).

$$C_1 = \langle (X_1, X_2), X_1 \neq X_2 \rangle$$

$$C_2 = \langle (X_2, X_3), X_2 \neq X_3 \rangle$$

$$C_3 = \langle (X_3, X_4), X_3 \neq X_4 \rangle$$

$$C_4 = \langle (X_4, X_1), X_4 \neq X_1 \rangle$$

$$C_5 = \langle (X_1, X_3), X_1 \neq X_3 \rangle$$

$$C_6 = \langle (X_4, X_2), X_4 \neq X_2 \rangle \quad (6)$$

## ۳ consistency

۱.۳

خیر. الزامی وجود ندارد. در واقع می‌توان با مقداردهی مناسب، درجات بالای سازگاری را محقق کنیم، درحالی که درجات پایین سازگاری برقرار نباشند. برای مثال در CSP arc-consistency برقرار می‌باشد، اما node-consistency نداریم.

$$P = (X, D, C)$$

$$X = \{X_1, X_2\}$$

$$D = \{D_1, D_2\}$$

$$C = \{C_1, C_2\}$$

(۷)

$$D_1 = \{1, 2, 3, 4\}$$

$$D_2 = \{1, 2, 3, 4\}$$

$$C = \{C_1, C_2\}$$

$$C_1 = \langle (X_1), X_1 \leq 3 \rangle$$

$$C_2 = \langle (X_1, X_2), X_1 = X_2 \rangle$$

۲.۳

## ۴ مدل سازی

۱.۴

شهرها را با  $C_i$  و جمعیت آن‌ها را با  $p_i$  نمایش می‌دهیم. به ازای هر جاده بین دو شهر  $C_i$  و  $C_j$  قید

$$|p_i - p_j| \geq 2000 \quad (۸)$$

را داریم. همچنین برای برای جلوگیری از به وجود آمدن کلان‌شهر قید

$$\max_i \{p_i\} \leq 3 \min_j \{p_j\} \quad (۹)$$

را داریم.

۲.۴

## ۵ برنامه ریزی کلاس‌ها

۱.۵

مسئله را به شکل CSP زیر مدل می‌کنیم:

$X_1$  = استاد کلاس ۱

$X_2$  = استاد کلاس ۲

$X_3$  = استاد کلاس ۳

$X_4$  = استاد کلاس ۴

$X_5 =$  استاد کلاس ۵

$$D_1 = \{\text{پ}\}$$

$$D_2 = \{\text{ب, پ}\}$$

$$D_3 = \{\text{پ, ب, الف}\}$$

$$D_4 = \{\text{پ, ب, الف}\}$$

$$D_5 = \{\text{ب, پ}\}$$

$$C_1 = \langle (X_1, X_2), X_1 \neq X_2 \rangle$$

$$C_2 = \langle (X_2, X_3), X_2 \neq X_3 \rangle$$

$$C_3 = \langle (X_3, X_4), X_3 \neq X_4 \rangle$$

$$C_4 = \langle (X_4, X_2), X_4 \neq X_2 \rangle$$

$$C_5 = \langle (X_4, X_5), X_4 \neq X_5 \rangle$$

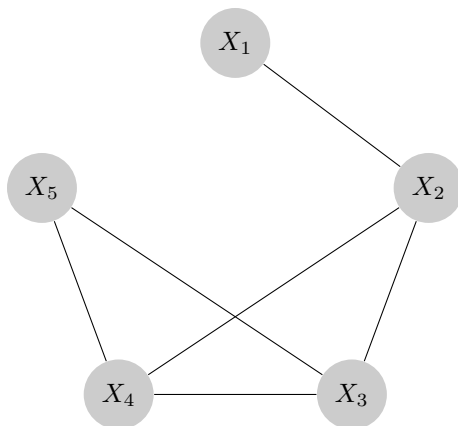
$$C_6 = \langle (X_5, X_3), X_5 \neq X_3 \rangle$$

$$X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$$

$$D = \{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5\}$$

$$C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6\}$$

۲.۵



## ۶ Puzzle Cryptarithmic

منابع