دانشکده مهندسی کامپیوتر

هوش مصنوعی

تمرین سوم بخش اول

دکتر رهبان

پارسا محمدیان — ۹۸۱۰۲۲۸۴

۶ آبان ۱۴۰۰

فهرست مطالب

۱

برای سادگی دامنه متغییرها را $\{k, c, z\}$ که اول کلمات خروج، چاه و زندان است در نظر می‌گیریم.

۱.۱

۱.۱.۱ قیدهای Binary

اگر رو میزان باد بین دو در متوالی i و j حالت‌بندی کنیم، داریم:

- کم: $(X_i, X_j) \in \{(k, z), (z, k), (z, z)\}$
- زیاد: $(X_i, X_j) \in \{(k, c), (c, k), (c, c), (c, z), (z, c)\}$
- بدون باد: $(X_i, X_j) \in \{(z, z)\}$

۲.۱.۱ قیدهای Unary

اگر رو میزان باد دو سمت در i حالت‌بندی کنیم، داریم:

- کم و کم: $X_i \in \{k, z\}$
- کم و زیاد: $X_i \in \{k, z\}$
- کم و بدون باد: $X_i \in \{z\}$
- زیاد و زیاد: $X_i \in \{k, c, z\}$
- زیاد و بدون باد: $X_i \in \{z\}$
- بدون باد و بدون باد: $X_i \in \{z\}$

۲.۱

اگر در ۶ را خروج در نظر بگیریم، طبق constraint دوم باینری، در ۱ باید چاه باشد. در ادامه بین در ۱ و ۲، constraint اول باینری برقرار نمی‌شود. پس همینجا متوجه می‌شویم که نمی‌توانیم به متغیر X_1 مقدار تخصیص دهیم. پس متغیر X_6 نباید مقدار خروج داشته باشد.

$$X_6 = k$$
forward checking:
$$X_1 \in \{\}$$
$$X_2 \in \{k, z\}$$
$$X_3 \in \{k, c, z\}$$
$$X_4 \in \{k, c, z\}$$
$$X_5 \in \{c\}$$
apply unary constraints:
$$X_1 \in \{\}$$
$$X_2 \in \{k, z\}$$
$$X_3 \in \{k, z\}$$
$$X_4 \in \{k, c, z\}$$
$$X_5 \in \{c\}$$

۳.۱

متغییری با کمترین تعداد مقادیر مجاز باید مقداردهی شود. پس در این حالت یک از متغییرهای X_4 یا X_6 که هر دو یک مقدار مجاز دارند باید مقداردهی شود.

۴.۱

متغییر X_5 را ثابت در نظر می‌گیریم سپس با توجه به Constaintها مقادیر مجاز بقیه متغییرها را تعیین می‌کنیم.

$$X_5 = z$$
$$X_1 = \{k, z\}$$
$$X_2 = \{k, z\}$$
$$X_3 = \{k, z\}$$
$$X_4 = c$$
$$X_6 = c$$

راه‌حل های ممکن در جدول ۱ آمده است.

X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	#
c	z	c	k	z	k	۱
c	z	c	z	k	z	۲

جدول ۱: راه‌حل های ممکن با فرض به زندان منتهی شدن در پنجم

۵.۱

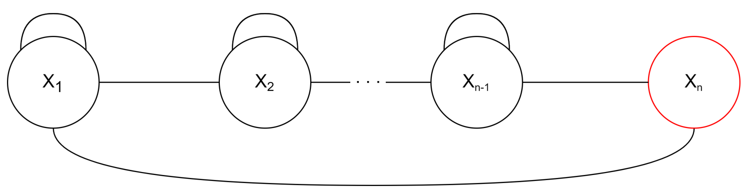
برای حل این مسئله، همه قیدها را تعریف می‌کنیم.
تابع $w(D_i)$ را میزان بادی که از زیر در برای در منتهی به سرنوشت D_i می‌آید تعریف می‌کنیم. سپس روی D_i که $1 \leq i \leq d$ است، مانند قسمت الف و به صورت زیر حالت بندی می‌کنیم.

$$w(D_i) : (X_j, X_k) \in \{(D_j, D_k) | max(w(D_j), w(D_k)) <= w(D_i)\}$$

قیدهای باینری به صورت بالا بدست می‌ایند. حال به سراغ قیدهای یونری می‌رویم. برای هر زوج مرتب (D_i, D_j) که $1 \leq i, j \leq d$ است، حالت‌بندی می‌کنیم.

$$(w(D_i), w(D_j)) : X_k \in \{D_k | D_k \leq min(w(D_i), w(D_j))\}$$

با توجه به قیود، گراف قیود مانند شکل ۱ می‌شود. حال اگر نود مشخص شده با رنگ قرمز را حذف کنیم، گراف ما یک درخت بدون دور می‌شود. طبق قضیه مطرح شده در کلاس، می‌دانیم این CSP در زمان $O((n-1) \times d^2)$ قابل حل است. این زمان نسبت به n خطی است. حال مسئله را ۳ بار جدا حل می‌کنیم. هر بار مقدار X_n که از گراف حذف شده بود، را یکی از مقادیر دامنه $(\{k, c, z\})$ قرار می‌دهیم. با این کار کل مسئله در زمان $O(3 \times (n-1) \times d^2) = O(n \times d^2)$ قابل حل است که شرایط خطی بودن نسبت به تعداد متغیرها را براورده می‌کند.



شکل ۱: گراف قیود

۶.۱

اگر از جستجوی backtracking استفاده کنیم، branching factor $= d$ و depth $= n$ است. پس درخت جستجو دارای d^n برگ است. پس در بدترین حالت که آخرین برگ جواب مسئله است، $d^n - 1$ بازگشت داشته‌ایم.