School of Data and Computer Science, Sun Yat-sen University

T02 CSP and KRR

16337019 陈浩玮 16337029 陈颂

2018 年 10 月 18 日

Contents

1 Q1

(a) Variables: $\{X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33}\}$

Domain for all variables:$\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

Constrains: $\{AllEqual(X_{11}+X_{12}+X_{13}, X_{21}+X_{22}+X_{23}, X_{31}+X_{32}+X_{33},\ X_{11}+X_{21}+X_{31}, X_{12}+X_{22}+X_{32}, X_{13}+X_{23}+X_{33},\ X_{11}+X_{22}+X_{33}, X_{31}+X_{22}+X_{13})\}$

(b) Variables(X_i denotes the ith visited city): $\{X_1, X_2, \ldots, X_n\}$

Domain for all variables: $\{1, 2, \ldots, n\}$

Constrains: $\{Alldiff(X_1, X_2, \ldots, X_n), road(X_1, X_2), \ldots,\ road(X_i, X_{i+1}), \ldots, road(X_{n-1}, X_n))\}$

(c) Variables: $\{I, N, T, L, A\}$

Domain for all Variables: $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

Constrains: $\{Alldiff(I, N, T, L, A), IL * 10^3 + NL * 10^2 + TL = A * 1110 + I\}$

2 Q2

(a)

domain	D_A	D_B	D_C	D_D
Initial	1,2,3,4	3,4,5,8,9	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
A = 1	①	DWO	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
backtrace	1,2,3,4	3,4,5,8,9	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
A = 2	②	DWO	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
backtrace	1,2,3,4	3,4,5,8,9	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
A = 3	③	3	2,3,5,6,8,9	3,5,7,8,9
B = 3	③	③	2,5	3,5,7,8,9
C = 2	③	③	②	3,5,7,8,9
D = 3	③	③	②	③

(b)

- Initial: D_A={1,2,3,4}, D_B={3,4,5,8,9}, D_C={2,3,5,6,8,9}, D_D={3,5,7,8,9}
- After A=1: D_A={1}, 将 C_1 加入 GAC 队列, A 取 1 时，找不到一个赋值满足 C_1，将 1 从 A 的 domain 中删去，A 的 domain 变为空，DWO, 回溯。
- After A=2: D_A={2}, 将 C_1 加入 GAC 队列, A 取 2 时，找不到一个赋值满足 C_1，将 2 从 A 的 domain 中删去，A 的 domain 变为空，DWO, 回溯。
- After A=3: D_A={3}, 将 C_1 加入 GAC 队列, B 取 4,5,8,9 时，找不到一个赋值满足 C_1，将 4,5,8,9 从 B 的 domain 中删去，D_B={3}，将 C_2 加入 GAC 队列, C 取 3,6,8,9 时，找不到

一个赋值满足 C_2，将 3,6,8,9 从 C 的 domain 中删去，D_C={2,5}, 将 C_3 加入 GAC 队列，此时 C_3 是 consistent 的，D_D 的 domain 不变。

- After B=3: 将 C_2, C_1 加入 GAC 队列, 此时 C_1, C_2 都是 consistent 的。各 domain 不变。
- After C=2: D_C=2, 将 C_2, C_3 加入 GAC 队列, 此时 C_3, C_2 都是 consistent 的。各 domain 不变。
- After D=3: 所有变量赋值完毕。

3 Q3

- $S_1 : \forall x \forall y (P(x,y) \rightarrow P(y,x)) \Longrightarrow 1.(\neg P(x,y), P(y,x))$
- $S_2 : \forall x \forall y \forall z ((P(x,y) \wedge P(y,z))) \rightarrow P(x,z) \Longrightarrow 2.(\neg P(x,y), \neg P(y,z), P(x,z))$
- $S_3 : \forall x \exists y P(x,y) \Longrightarrow 3.P(x, f(x))$
- $4.\neg P(x,x)$
- $R[1a, 3](y = f(x))$ $5.P(f(x), x)$
- $R[2b, 5](y = f(x), z = x)$ $6.(\neg P(x, f(x)), P(x,x))$
- $R[3, 6]$ $7.P(x,x)$
- $R[4, 7]$ $()$

4 Q4

(1) 对于任何一个人，只要他的陈述中有一项为假，就可以判断他在说谎

- $\neg dontKnow(Peter, Bob) \vee \neg outOfTown(Peter) \rightarrow lie(Peter) \Longrightarrow$
  $1.(dontKnow(Peter, Bob), lie(Peter))$
  $2.(outOfTown(Peter), lie(Peter))$
- $\neg friend(Peter, Bob) \vee \neg hate(Micheal, Bob) \rightarrow lie(Alex) \Longrightarrow$
  $3.(friend(Peter, Bob), lie(Alex))$
  $4.(hate(Micheal, Bob), lie(Alex))$
- $\neg together(Peter, Alex, Bob) \rightarrow lie(Micheal) \Longrightarrow$
  $5.(together(Peter, Alex, Bob), lie(Michesal))$

因为最多只有一人说了谎，所以至少有两人的供述是真的。

$[friend(Peter, Bob) \wedge hate(Micheal, Bob) \wedge together(Peter, Alex, Bob)] \vee$

$[friend(Peter, Bob) \wedge hate(Micheal, Bob) \wedge outOfTown(Peter) \wedge dontKnow(Peter, Bob)] \vee$

$[outOfTown(Peter) \wedge dontKnow(Peter, Bob) \wedge together(Peter, Alex, Bob)] \Longrightarrow$

- $6.(friend(Peter, Bob), together(Peter, Alex, Bob))$
- $7.(dontKnow(Peter, Bob), together(Peter, Alex, Bob))$
- ...

由谓词定义可知:

- $\forall x \forall y friend(x, y) \rightarrow \neg dontKnow(x, y) \Longrightarrow 8.(\neg friend(x, y), \neg dontKnow(x, y))$
- $\forall x \forall y together(x, y, Bob) \rightarrow \neg outOfTown(x) \Longrightarrow 9.(\neg together(x, y, Bob), \neg outOfTown(x))$

解文字，说谎的人肯定为凶手:

- $\forall x lie(x) \rightarrow Answer(x) \Longrightarrow 10.(\neg lie(x), Answer(x))$

归结:

- $R[4a, 6a](x = Peter, y = Bob)$ $11.(\neg dontKnow(Peter, Bob), together(Peter, Alex, Bob))$
- $R[5a, 11a]$ $12.(together(Peter, Alex, Bob))$
- $R[7a, 12](x = Peter, y = Alex)$ $13.(\neg outOfTown(Peter))$
- $R[2a, 13]$ $14.(lie(Peter))$
- $R[10a, 14]$ $15.Answer(Peter)$

所以，凶手是 Peter

(2) 通过假定其中任意一人是 innocent 的，推出另外一个或两个人是凶手（且推不出空子句），来证明不能断定凶手的身份:

与 (1) 中一样，对于任何一个人，只要他的陈述中有一项为假，则他在说谎:

- $\neg dontKnow(Peter, Bob) \vee \neg outOfTown(Peter) \rightarrow lie(Peter) \Longrightarrow$
  $1.(dontKnow(Peter, Bob), lie(Peter))$
  $2.(outOfTown(Peter), lie(Peter))$
- $\neg friend(Peter, Bob) \vee \neg hate(Micheal, Bob) \rightarrow lie(Alex) \Longrightarrow$
  $3.(friend(Peter, Bob), lie(Alex))$
  $4.(hate(Micheal, Bob), lie(Alex))$

- $\neg together(Peter, Alex, Bob) \rightarrow lie(Micheal) \Longrightarrow$
  $5.(together(Peter, Alex, Bob), lie(Michesal))$

由谓词定义可知:

- $\forall x \forall y friend(x, y) \rightarrow \neg dontKnow(x, y) \Longrightarrow 6.(\neg friend(x, y), \neg dontKnow(x, y))$
- $\forall x \forall y together(x, y, Bob) \rightarrow \neg outOfTown(x) \Longrightarrow 7.(\neg together(x, y, Bob), \neg outOfTown(x))$

解文字，说谎的人肯定为凶手:

- $\forall x lie(x) \rightarrow Answer(x) \Longrightarrow 8.(\neg lie(x), Answer(x))$

(a) 假定 Alex 是 innocent 的，则他的陈述是真的:

- $9.friend(Peter, Bob)$
- $10.hate(Micheal, Bob)$

归结:

- $R[6a, 9](x = Peter, y = Bob)$ $11.(\neg dontKnow(Peter, Bob))$
- $R[1, 11]$ $12.lie(Peter)$
- $R[8a, 12](x = Peter)$ $13.Answer(Peter)$

所以，在假设 Alex 是 innocent 的情况下，Peter 是凶手。

(b) 假定 Peter 是 innocent 的，则他的陈述是真的:

- $14.outOfTown(Peter)$
- $15.dontKnow(Peter, Bob)$

归结:

- $R[6b, 15](x = Peter, y = Bob)$ $16.(\neg friend(Peter, Bob))$
- $[3a, 16]$ $17.lie(Alex)$
- $[8a, 17](x = Alex)$ $18.Answer(Alex)$
- $R[7b, 14](x = Peter)$ $19.(\neg together(Peter, y, Bob))$
- $[5a, 19](y = Alex)$ $20.(lie(Micheal))$
- $[8a, 20](x = Micheal)$ $21.Answer(Micheal)$

所以，在假设 Peter 是 innocent 的情况下，Alex 和 Michael 是凶手。

(c) 假定 Michael 是 innocent 的，则他的陈述是真的:

- $22.together(Peter, Alex, Bob)$

归结:

- $R[7a,22](x=Peter,y=Alex)$ $23.(\neg outOfTown(Peter))$
- $R[2,23]$ $24.lie(Peter)$
- $R[8a,24](x=Peter)$ $25.Answer(Peter)$

所以，在假设 Michael 是 innocent 的情况下，Peter 是凶手。

在假设任意一个人是 innocent 时，都不能推出空子句，所以不能断定任何一个或两个人是凶手。