

Bài toán thỏa mãn ràng buộc

146

146

Một số bài toán thỏa thực tế

- Xét bản đồ các bang của nước Úc như hình bên. Cần tô màu các bang với ba màu red, green, blue sao cho hai bang cạnh nhau được tô màu khác nhau



				8			4
	8	4		1	6		
			5			1	
1		3	8			9	
6		8				4	3
		2			9	5	1
		7			2		
			7	8		2	6
2			3				

S E N D
M O R E
M O N E Y

147

147

Một số bài toán thỏa thực tế

- Các bài toán giao nhiệm vụ
 - Ví dụ: Giáo viên nào dạy lớp nào?
- Các bài toán lập thời khóa (gian) biểu
 - Ví dụ: Lớp học nào được dạy vào thời gian nào và ở đâu?
- Các bài toán lập lịch vận tải (giao hàng) của các công ty
- Các bài toán lập lịch sản xuất của các nhà máy

148

148

Bài toán thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction problem)

- Bài toán thỏa mãn ràng buộc (CSP): sử dụng phương pháp biểu diễn có cấu trúc để biểu diễn các trạng thái, mỗi trạng thái là một tập biến, mỗi biến có một giá trị
- Bài toán được giải quyết khi mỗi biến đều được gán trị thỏa mãn tất cả ràng buộc
- Một số bài toán được giải quyết nhanh chóng khi mô hình hóa về CSP trong khi không giải quyết được bằng phương pháp tìm kiếm trong không gian trạng thái

149

149

Bài toán thỏa mãn ràng buộc

- Một bài toán thỏa mãn ràng buộc gồm ba thành phần: X , D , và C trong đó:
 - X : tập hợp các biến $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$
 - D : tập hợp các miền giá trị $\{D_1, D_2, \dots, D_n\}$, $D_i = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ gán vào biến X_i tương ứng
 - C : tập hợp các ràng buộc, C_i là một cặp $\langle \text{scope}, \text{rel} \rangle$ với scope là một bộ biến tham gia vào quan hệ rel (biểu diễn như một danh sách các bộ giá trị tường minh thỏa mãn ràng buộc, hoặc dưới dạng trừu tượng phép toán)
- Bài toán CSP được giải quyết khi tất cả các biến đều được gán trị hợp lệ

150

150

Bài toán thỏa mãn ràng buộc

- Giải quyết bài toán CSP bằng cách sử dụng lan truyền ràng buộc
 - Dùng các ràng buộc để giảm số giá trị hợp lệ cho một biến
 - Kết quả các giá trị này lại có thể làm giảm các giá trị hợp lệ cho biến khác...
- Ý tưởng chính của lan truyền ràng buộc là tính nhất quán cục bộ:
 - Mỗi biến là một nút trong đồ thị
 - Mỗi ràng buộc nhị phân (trên 2 biến) như một cung thì quá trình ép buộc tính nhất quán cục bộ trong mỗi phần của đồ thị tạo ra các giá trị bất hợp lệ cần phải loại bỏ

151

151

Ví dụ: Bài toán tô màu bản đồ

- Xét bản đồ các bang của nước Úc như hình bên. Cần tô màu các bang với ba màu red, green, blue sao cho hai bang cạnh nhau được tô màu khác nhau
- **Variables** WA, NT, Q, NSW, V, SA, T
- **Domains** $D_i = \{\text{red, green, blue}\}$
- **Ràng buộc:** các vùng lân cận có màu khác nhau
- e.g., $WA \neq NT$, or (WA, NT) in $\{(\text{red, green}), (\text{red, blue}), (\text{green, red}), (\text{green, blue}), (\text{blue, red}), (\text{blue, green})\}$

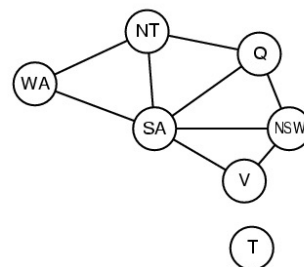


152

152

Ví dụ: Bài toán tô màu bản đồ

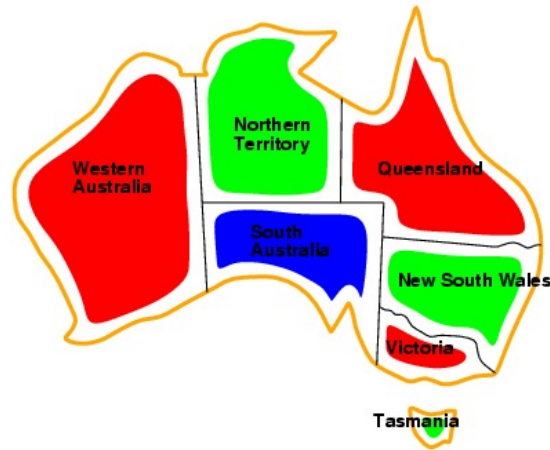
- **Đồ thị ràng buộc:** các nút của đồ thị tương ứng với các biến, các cung là các ràng buộc



153

153

Ví dụ: Bài toán tô màu bản đồ



- **Giải pháp:** WA = red, NT = green, Q = red, NSW = green, V = red, SA = blue, T = green

154

154

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

- *Trạng thái khởi đầu chứa các ràng buộc được cho trong mô tả vấn đề*
- *Một trạng thái đích là trạng thái đã bị ràng buộc « đủ », « đủ » được định nghĩa tùy thuộc vấn đề. Ví dụ, trong câu đố « mật mã số học » « đủ » có nghĩa là mỗi chữ được gán một chữ số duy nhất.*
- Thỏa mãn ràng buộc là quá trình hai bước:
 - *Đầu tiên, các ràng buộc được phát hiện và được lan truyền xa như có thể.*
 - *Sau đó, nếu vẫn chưa có lời giải, bắt đầu tìm kiếm. Đoán một sự kiện, thêm vào ràng buộc mới, lan truyền ràng buộc ...*

155

155

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

1. Lan truyền các ràng buộc sẵn có: Đặt OPEN = tập chứa các đối tượng cần phải gán trị (trong lời giải). Tiến hành các bước sau đến tận khi gặp mâu thuẫn hoặc OPEN rỗng:
 - a) Chọn một đối tượng X trong OPEN. Tăng cường tập các ràng buộc trên X
 - b) Nếu tập này khác với tập đã được gán cho X trong lần kiểm tra trước hoặc X lần đầu tiên được kiểm tra, thêm vào OPEN tất cả các đối tượng chia sẻ các ràng buộc với X
 - c) Xóa X khỏi OPEN
2. Nếu hợp các ràng buộc được phát hiện ở trên xác định lời giải, thông báo lời giải và thoát
3. Nếu hợp các ràng buộc được phát hiện ở trên xác định một mâu thuẫn, thông báo thất bại

156

156

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

4. Nếu 2. và 3. không xảy ra, Lặp lại đến tận khi tìm thấy một lời giải hoặc tất cả các lời giải có thể bị loại bỏ:
 - a) Chọn một đối tượng chưa được xác định giá trị, chọn một phương pháp tăng cường ràng buộc trên đối tượng
 - b) Gọi đệ quy thỏa mãn ràng buộc với tập hiện hành các ràng buộc được tăng cường thêm qua bước a)

157

157

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

- Nhiều vấn đề AI có thể được xem như vấn đề thỏa mãn ràng buộc:
Đích là phát hiện trạng thái thỏa mãn một tập các ràng buộc đã cho.

VD: Số học mật mã (CryptArithmetic)

$$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$$

Ràng buộc:

- Mỗi chữ tương ứng với một chữ số 0 .. 9
 - Các chữ khác nhau tương ứng với các chữ số khác nhau
 - Các chữ số làm thỏa mãn phép cộng
- Sự thỏa mãn ràng buộc thường làm giảm khối lượng tìm kiếm
 - Thỏa mãn ràng buộc là một thủ tục tìm kiếm hoạt động trong không gian các tập ràng buộc:

158

158

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

$$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$$

Số học mật mã (CryptArithmetic)

Ràng buộc:

- Mỗi chữ tương ứng với một chữ số 0 .. 9
- Các chữ khác nhau tương ứng với các chữ số khác nhau
- Các chữ số làm thỏa mãn phép cộng

Ký hiệu các số mang của cột i là C_i ($i = 1, 2, 3, 4$)

$C_i = 0$ hoặc 1

159

159

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

- Các quy tắc để lan truyền ràng buộc sinh ra các ràng buộc sau:

- $M = 1$ ($S + M + C_3 \leq 19$)
 - $S = 8$ hoặc 9 ($S + M + C_3 > 9$, $C_3 \leq 1$, $M = 1$)
 - $O = 0$ ($S + M + C_3 = 10 + O$, với $M = 1$, $S \leq 9$, $C_3 \leq 1$ nên $O \leq 1$)
 - $S = 9$, $C_3 = 0$ (vì nếu $C_3 = 1$ thì $E = 9$ và $N = 0$ mà $O = 0$)
 - $N = E + 1$ (vì $N = E + O + C_2 = E + C_2$ nên $N = E + 1$)
 - $C_2 = 1$
 - $C_1 = 1$ và $R = 8$ (nếu $C_1 = 0 \Rightarrow R = 9$)
 - D từ 7 và E từ 5 (vì $D + E \geq 12$)
- Không có thêm ràng buộc !

S	E	N	D
M	O	R	E
<hr/>			
M	O	N	E
Y			

160

160

Thỏa mãn ràng buộc (Constraint satisfaction)

- Để tiến triển thực hiện « phương pháp đoán »:

$E = 5$;

.....

- Kết quả:

$S = 9$, $E = 5$, $N = 6$, $D = 7$, $M = 1$, $O = 0$, $R = 8$, $Y = 2$

9	5	6	7
+	1	0	8
1	0	6	5

161

161

Cần xếp lịch dạy của 3 giảng viên cho 5 lớp học có lịch gần nhau, bao gồm:

- Lớp 1: Phân tích thiết kế thuật toán, lịch học 8:00 - 09:00AM
- Lớp 2: Nhập môn AI, lịch học 8:30 - 09:30AM
- Lớp 3: Cơ sở dữ liệu, lịch học 9:00 - 10:00AM
- Lớp 4: Hệ điều hành, lịch học 9:00 - 10:00AM
- Lớp 5: Nguyên lý máy học, lịch học 9:30 - 10:30AM

Biết rằng giảng viên chỉ có thể dạy 1 lớp tại một thời điểm và thông tin về giảng viên lần lượt là:

- GV A có thể dạy lớp 3 và 4
- GV B có thể dạy lớp 2, 3, 4, và 5
- GV C có thể dạy lớp 1, 2, 3, 4, 5

Hãy giải quyết vấn đề trên sử dụng giải thuật thỏa mãn ràng buộc với gợi ý các biến lần lượt là các lớp học, xác định miền giá trị cho tập biến và các ràng buộc cần thiết