

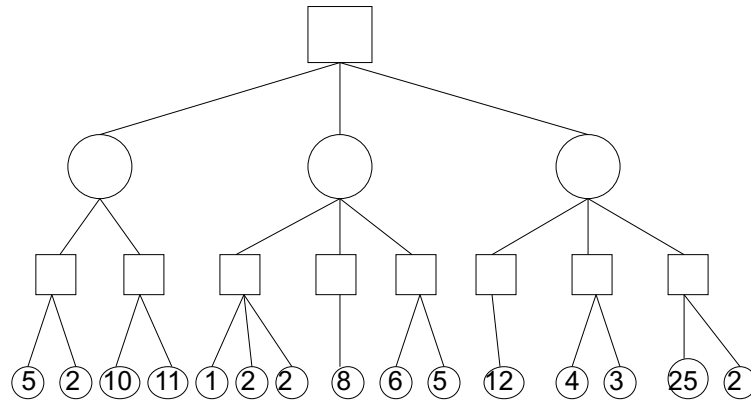
## Alpha-Beta Pruning

max

min

max

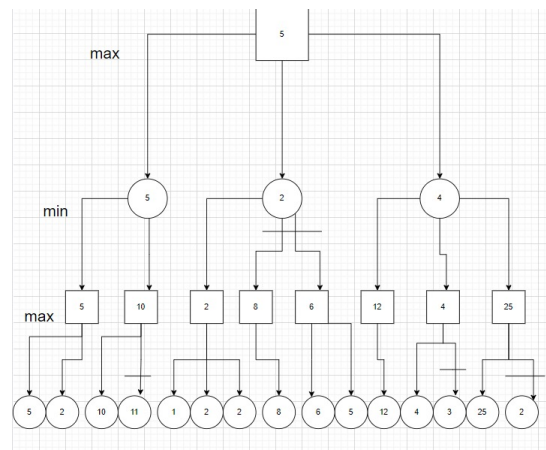
eval



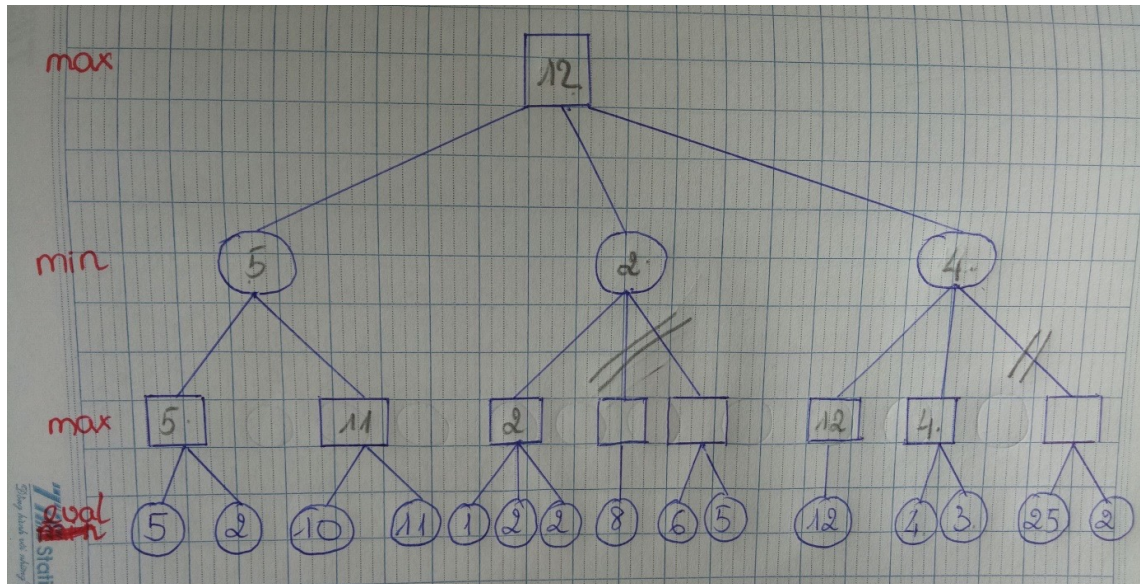
Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

180

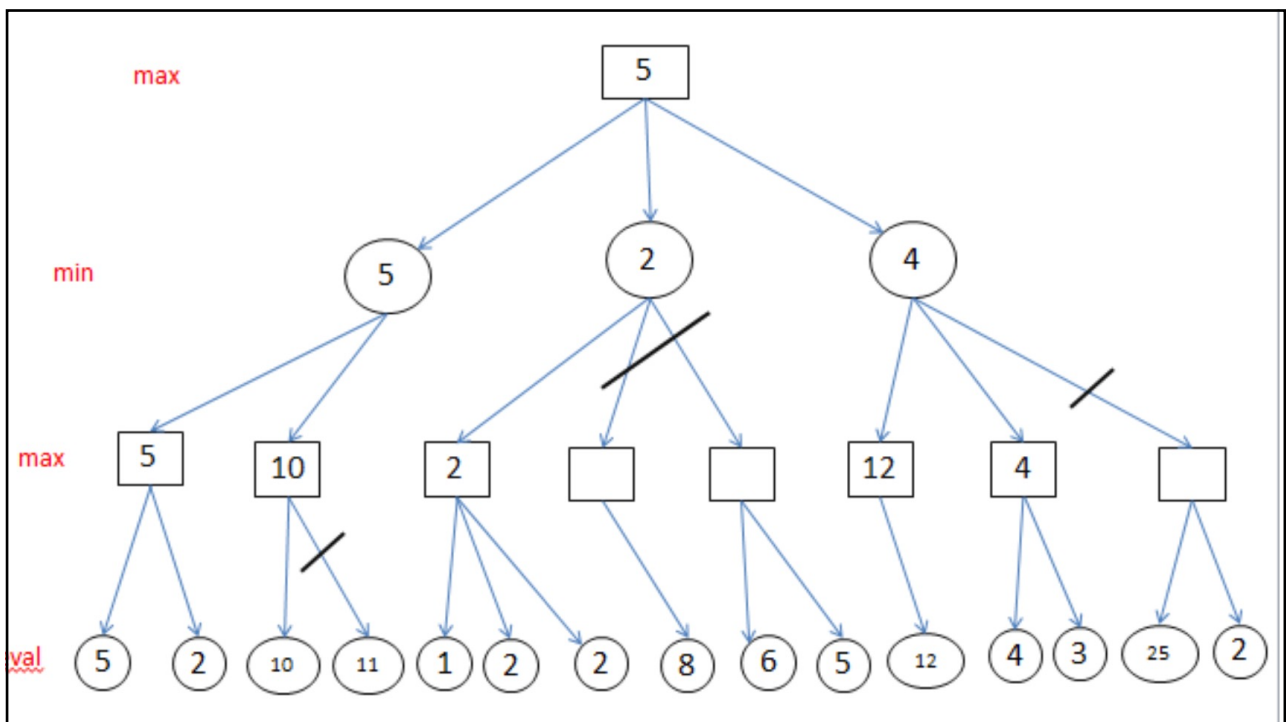
180



181

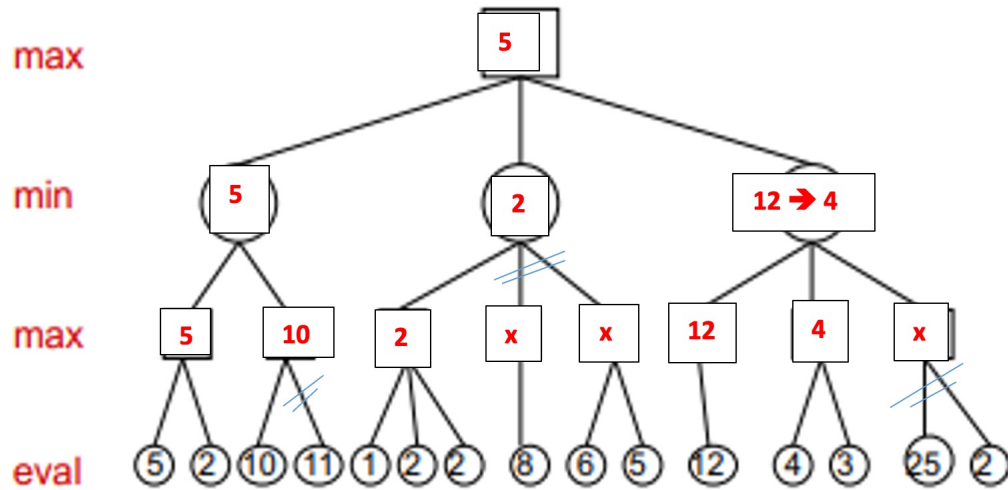


182



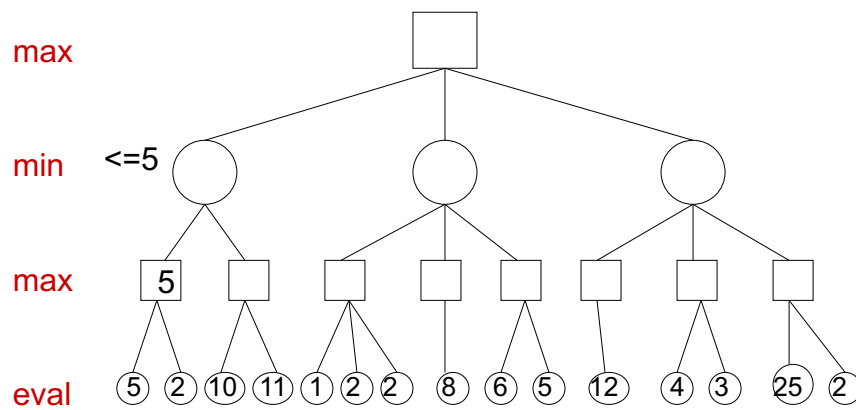
183

# Alpha-Beta Pruning



184

# Alpha-Beta Pruning

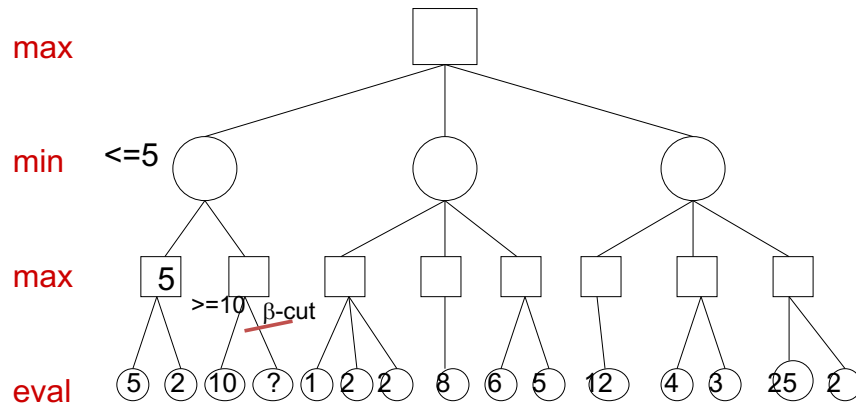


Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

185

185

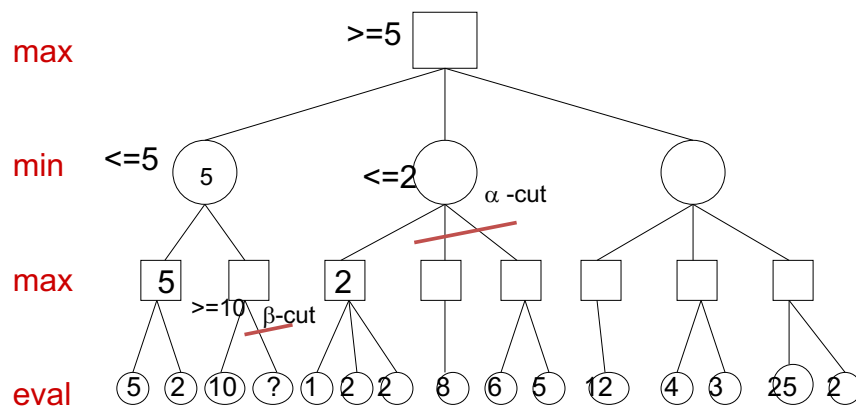
# Alpha-Beta Pruning



Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

186

186

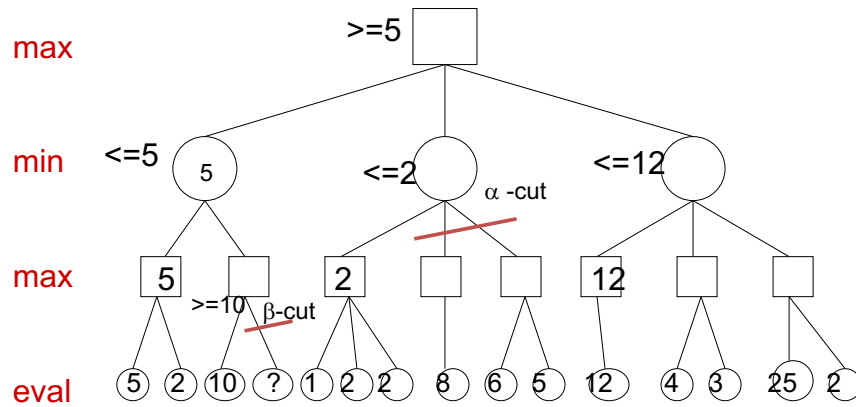


Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

187

187

## Alpha-Beta Pruning

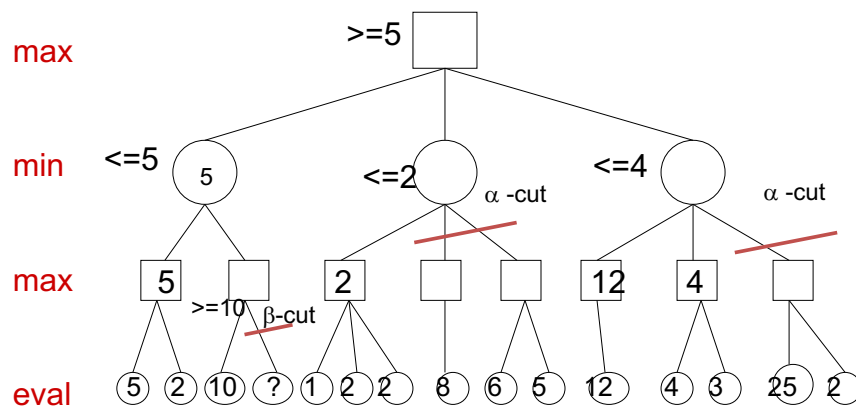


Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

188

188

## Alpha-Beta Pruning



Nút MIN có  $\beta \leq \alpha$  của nút cha MAX bất kỳ ( $\alpha$ -cut)  
 Nút MAX có  $\alpha \geq \beta$  của nút cha MIN bất kỳ ( $\beta$ -cut)

189

189

## Bài toán thỏa mãn ràng buộc

190

190

## Một số bài toán thỏa mãn ràng buộc 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
		2			9	5
		7			2	
			7	8		2
2			3			

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

191

191

## 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

192

192

## 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

193

193

## 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  $\text{scope}$  là một bộ biến tham gia vào quan hệ  $\text{rel}$  (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

194

194

## 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

195

195



## 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  $\{(\text{red, green}), (\text{red, blue}), (\text{green, red}), (\text{green, blue}), (\text{blue, red}), (\text{blue, green})\}$

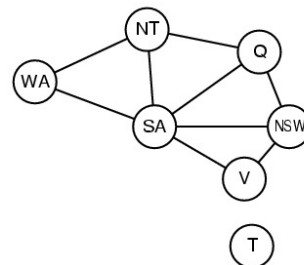


196

196

## Ví dụ: Bài toán tô màu bản đồ

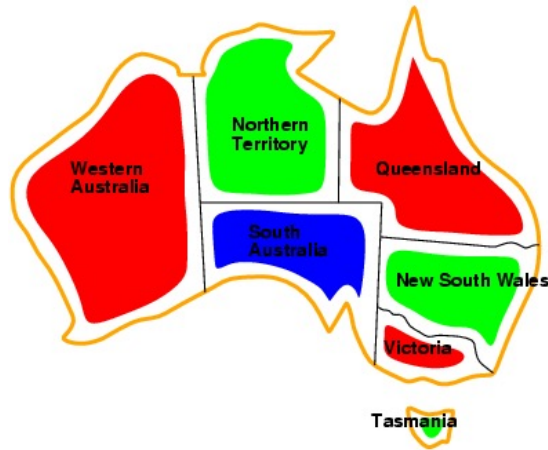
- **Đồ thị ràng buộc:** các nút của đồ thị tương ứng với các biến, các cung là các ràng buộc



197

197

## Ví dụ: Bài toán tô màu bản đồ



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

198

198

## 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 ...*

199

199

## 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

200

200

## 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)

201

201

## 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:

202

202

## 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

203

203

## 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
M	O	N	E
Y			

204

204

## 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

205

205

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

206

Sử dụng 3 màu: R (red), G(green), B(blue) để tô màu bản đồ bên dưới với yêu cầu các vùng lân cận phải sử dụng các màu khác nhau



1. Hãy xây dựng đồ thị ràng buộc tương ứng với bản đồ đã cho
2. Giả sử gán AZ là R, xác định 1 giải pháp tô màu có thể cho các đỉnh còn lại

207