

Artificial Intelligence
Chapter-4

*Constraint Satisfaction
Problems*

By : J.Razmara
Azarbaijan University

مسائل ارضاء محدودیت

- در حل اینگونه مسائل یکسری محدودیت های تعریف شده بر روی وضعیت جاری اعمال می شود.
- حرکت از وضعیت اولیه به سمت هدف در چارچوب محدودیت های تعریف شده انجام می گیرد.
- تعریف:
- وضعیت: مجموعه ای از متغیرها V_i که مقادیرشان را از دامنه D_i می گیرند.
- تست هدف: شامل بررسی وضعیت نهائی به همراه اعمال مجموعه ای از محدودیت ها بر روی متغیرها می باشد.

مسائل ارضاء محدودیت

• مثال- چیدن ۴ وزیر

– متغیرها: Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 (یک وزیر در یک ستون)

– دامنه مقادیر: $D_i = \{1, 2, 3, 4\}$

– محدودیتها:

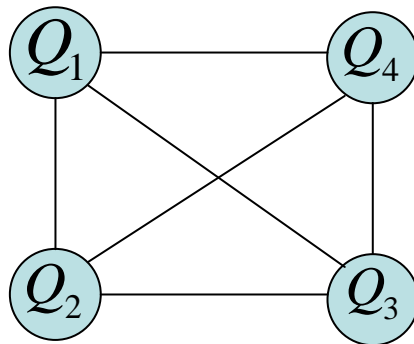
• دو وزیر نمی توانند در یک سطر قرار گیرند $Q_i \neq Q_j$

• دو وزیر نمی توانند در یک قطر قرار بگیرند $|Q_i - Q_j| \neq |i - j|$

هر کدام از محدودیت ها بر روی وضعیت مورد نظر اعمال شده و مجاز بودن آن بررسی می شود.

مسائل ارضاء محدودیت

- مسائل ارضاء محدودیت دودویی (Binary CSP):
 - در این نوع مسائل هر محدودیت بر روی دو متغیر اعمال می شود.
 - برای نمایش اینگونه مسائل از گراف محدودیت استفاده می شود.
 - گره ها متغیرها را نشان می دهند.
 - یالها محدودیتهای بین دو متغیر را نشان می دهند.



مسائل ارضاء محدودیت

- مثال- رنگ آمیزی یک نقشه طوریکه هیچ دو کشور همسایه هم رنگ نباشند.



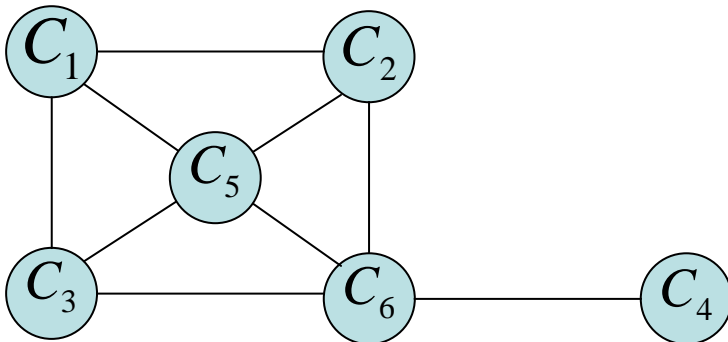
- متغیرها: نواحی C_i

- دامنه ها: رنگهای مجاز

$\{Red, Blue, Green\}$

- محدودیت ها:

$$C_1 \neq C_2, C_1 \neq C_3, \dots$$



مسائل ارضاء محدودیت

- نمونه هائی از مسائل ارضاء محدودیت در دنیای واقعی:
 - مسائل انتسابی: مثال- چه کسی چه درسی را ارائه کند؟
 - مسائل جدول زمانبندی: مثال- چه درسی، کجا و کی تشکیل شود.
 - مسائل پیکره بندی: طراحی مدارات VLSI
 - مسائل زمانبندی: سیستم کنترل ترافیک هوشمند
 - ...

مسائل ارضاء محدودیت

- روشهای عمومی جستجو در حل مسائل ارضاء محدودیت بکار می روند.
- هر وضعیت، با مقادیری که تاکنون درون متغیرها قرار گرفته اند مشخص می شوند.
 - وضعیت اولیه: تمام متغیرها بدون مقدار هستند.
 - وضعیت نهائی: تمام متغیرها با رعایت تمام محدودیت ها مقدار گرفته اند.
 - عملگرها: انتساب دادن یک مقدار به یک متغیر خالی
- ویژگیها:
 - برای تمام مسائل ارضاء محدودیت این روال اجرا می شود.
 - هر وضعیت در عمق n با n متغیر دارای مقدار نمایش می یابد.
 - محدودیت ها را می توان به دو صورت نمایش داد:
 - صریح با استفاده از مجموعه مقادیر مجاز برای هر متغیر
 - ضمنی بوسیله یک تابع که محدودیتها را بررسی کند

مسائل ارضاء محدودیت

datatype CSP-SETATE

components: UNASSIGNED, a list of variables not yet assigned

ASSIGNED, a list of variables that have value

datatype CSP-VAR

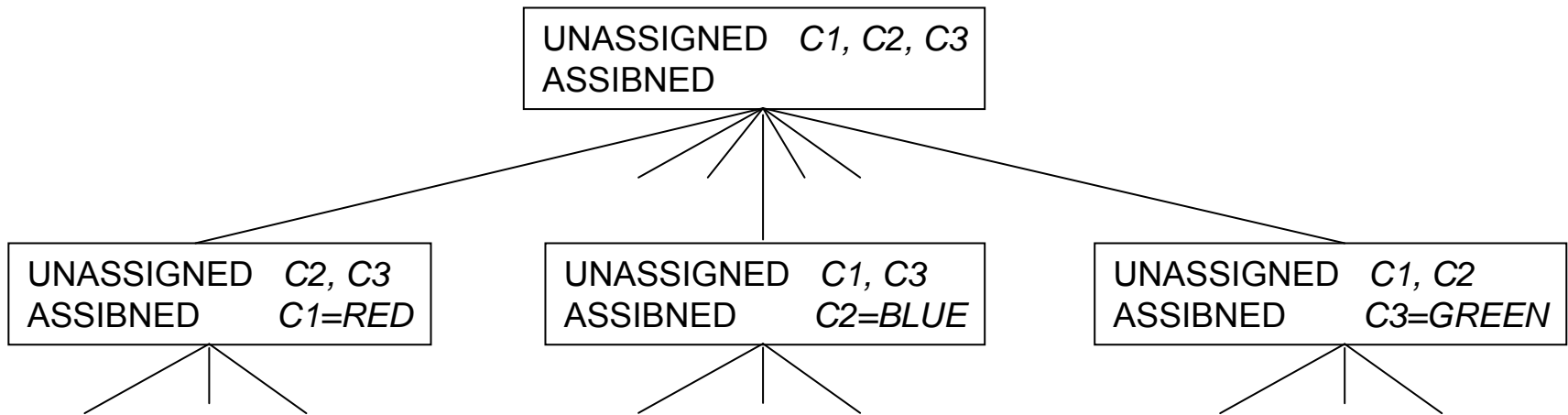
components: NAME, for I/O purpose

DOMAIN, a list of possible values

VALUE, current value (if any)

مسائل ارضاء محدودیت

- مثال – رنگ آمیزی نقشه



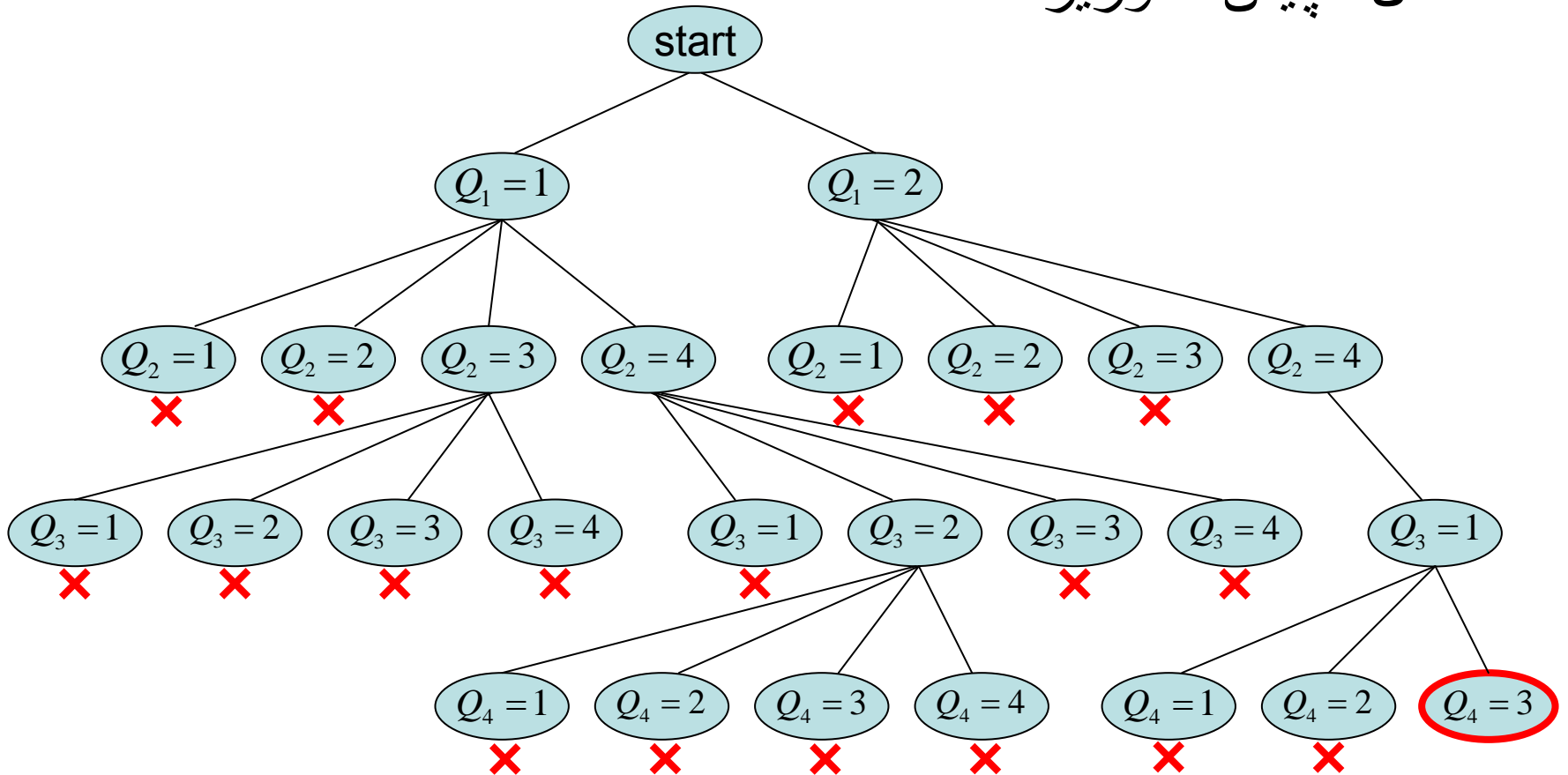
- عمق حالت پاسخ: n (تعداد متغیرها)
- الگوریتم مورد استفاده: اول عمق
- در هر گره فقط انتساب مقدار به یک متغیر انجام می گیرد.

مسائل ارضاء محدودیت

- در صورت نقض یک محدودیت، انتسابهای بعدی نمی تواند آنرا تصحیح نماید و لازم است یک برگشت به عقب انجام گیرد.
- برگشت به عقب back tracking: در جستجوی اول عمق، در صورت عدم موفقیت در رسیدن به هدف در مسیر طی شده یک یا چند مرحله برگشت به عقب یا back tracking انجام می گیرد.

مسائل ارضاء محدودیت

• مثال- چیدن ۴ وزیر



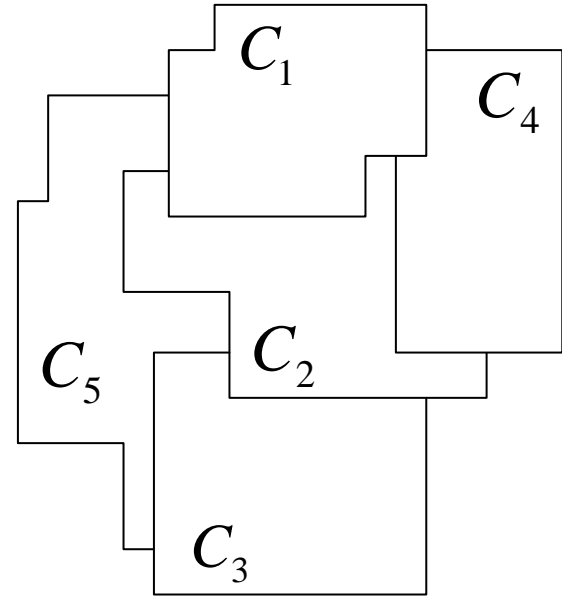
مسائل ارضاء محدودیت

- تست رو به جلو Forward checking:
در این روش، الگوریتم نگران مقادیر معتبر باقیمانده برای متغیرهای خالی موجود است.
در صورتیکه برای یک متغیر هیچ مقدار معتبری باقی نمانده جستجو متوقف می شود.

مسائل ارضاء محدودیت

• مثال – رنگ آمیزی نقشه

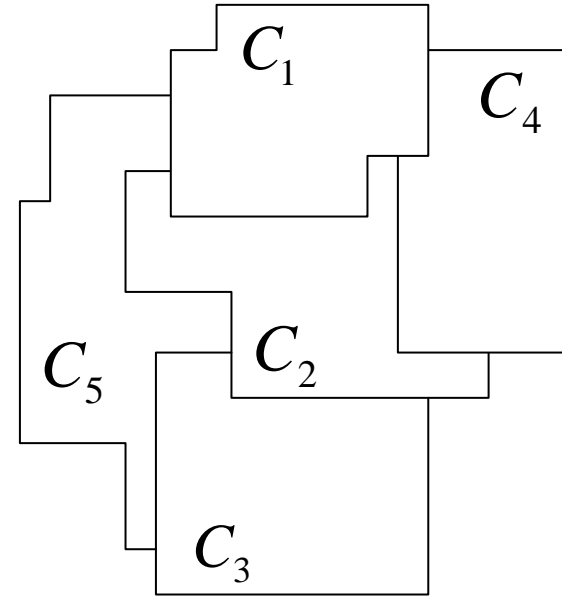
	<i>RED</i>	<i>BLUE</i>	<i>GREEN</i>
C_1			
C_2			
C_3			
C_4			
C_5			



مسائل ارضاء محدودیت

• مثال – رنگ آمیزی نقشه

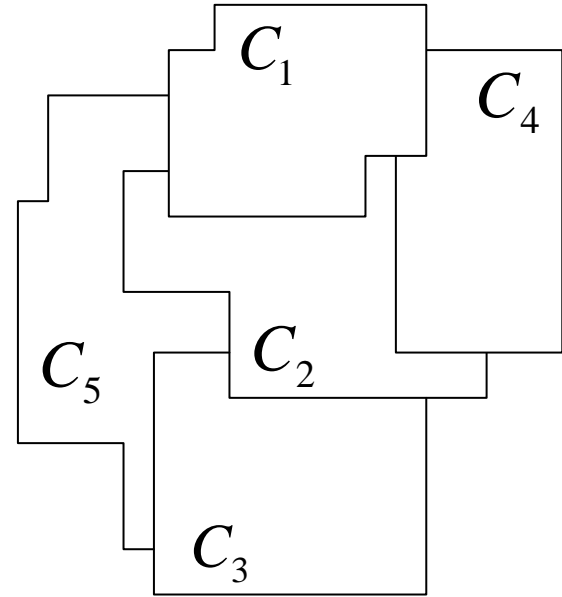
	<i>RED</i>	<i>BLUE</i>	<i>GREEN</i>
C_1	✓		
C_2	×		
C_3	×		
C_4	×		
C_5	×		



مسائل ارضاء محدودیت

• مثال – رنگ آمیزی نقشه

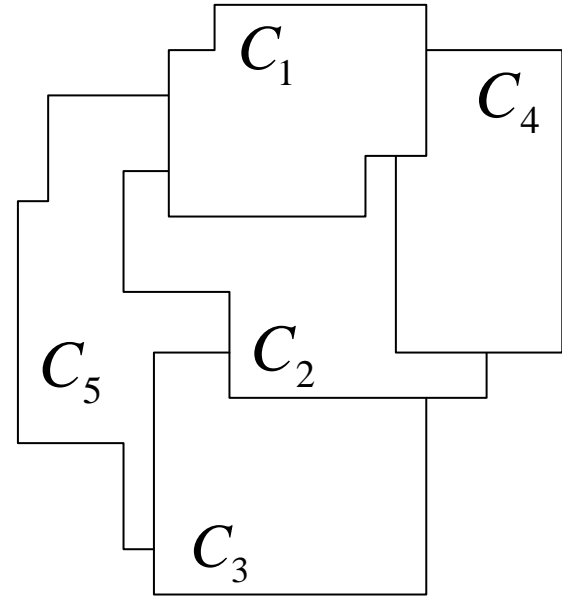
	<i>RED</i>	<i>BLUE</i>	<i>GREEN</i>
C_1	✓		
C_2	×	✓	
C_3	×	×	
C_4	×	×	
C_5	×	×	



مسائل ارضاء محدودیت

• مثال – رنگ آمیزی نقشه

	<i>RED</i>	<i>BLUE</i>	<i>GREEN</i>
C_1	✓		
C_2	×	✓	
C_3	×	×	✓
C_4	×	×	
C_5	×	×	×



مسائل ارضاء محدودیت

- دانش هیورستیک و مسائل ارضاء محدودیت:
بکارگیری دانش هیورستیک در حل مسائل هوش مصنوعی می تواند سرعت جستجو را افزایش دهد. از جمله:

– مقدار معتبر و مناسب برای یک متغیر

– ترتیب مقدار دهی متغیرها

- مثال- رنگ آمیزی نقشه :

در این صورت مقدار چه

– اگر $C_1 = red$ $C_2 = green$

رنگی باشد؟ $C_1 = red$ $C_2 = green$

در این صورت متغیر بعدی کدام

– اگر و

است؟