


مساله ارضاء محدودیت

CSP = Constraint Satisfaction Problem

پرسش: جستجوی استاندارد، در مسایل چگونه بود؟ 

بسیاری از مسائل هوش مصنوعی را می‌توان، بصورت ارضاء یک سری محدودیتها دانست که در آن، هدف حالتی است که تمامی محدودیتها برآورده و ارضاء می‌شود. این مسائل، CSP یا مسأله ارضاء محدودیت نامیده می‌شوند. CSP نوع خاصی از مسائل است که شامل:

عوامل اصلی در تعریف مسأله + محدودیتها (که ساختار اضافی را برای مسأله می‌سازند).

در یک CSP، حالتها (States)، مجموعه‌ای از متغیرهاست و آزمون هدف مجموعه‌ای از محدودیتهاست که متغیر یا متغیرها، ملزم به پیروی از آنها هستند. مثال:

Map Coloring, N-Queens, SAT, Task Scheduling, Edge Labeling, ...

توصیف صوری (رسمی) مساله ارضاء محدودیت

- $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$
- X_i has a domain D_i , Usually D_i is discrete and finite
- $\{C_1, C_2, \dots, C_p\}$

انواع محدودیتها

- محدودیت یکتایی، مثال: $SA \neq green$
- محدودیت دوتایی، مثال: $SA \neq WA$
- محدودیت مرتبه بالاتر که شامل سه یا بیش از سه متغیر است. مثال: معمای ریاضی
- محدودیت نرم یا اولویت‌ها. مثال: red is better than $green$

معمای ریاضی (ریاضیات رمزی)

مثال: مسأله ریاضیات رمزی زیر را در نظر بگیرید. این مسأله را به گونه‌ای حل کنید که:

۱- هیچ دو حرفی دارای مقدار یکسان نباشند.

۲- رابطه از نظر ریاضی (جمع) هم برقرار باشد.

۳- مجموعه مقادیر برای نسبت دهی $\{0,1,\dots,9\}$

TWO
+ TWO

FOUR

فرموله‌سازی جستجوی استاندارد برای مسائل CSP

- وضعیت آغازین؛ { }
- تابع مولد یا جانشین؛ مقداردهی به متغیرها به گونه‌ای که برخورد ایجاد نشود.
- آزمون هدف؛ آیا نسبت‌دهی متغیرها مطابق محدودیت‌ها، کامل شده‌است.

پرسش: کدام یک از روش‌های جستجوی استاندارد را برای حل مسائل CSP پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

جستجوی پسگرد (Backtracking Search)

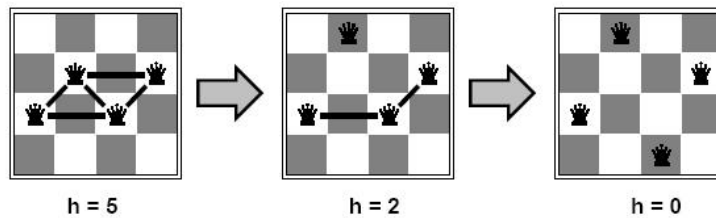
- جستجوی عمقی برای مسائل CSP که در هر گام یک متغیر مقداردهی شود، جستجوی پسگرد نامیده می‌شود.
- جستجوی پسگرد، روش پایه و ناآگاهانه برای حل مسائل CSP است.

الگوریتم‌های بهبود شونده تکراری برای CSP ها

هیوریستیک کمترین برخورد یا استراتژی **min-conflicts**

$h(n) = \text{number of attacks} = \text{total number of violated constraints}$

مثال: مساله چهار وزیر



شکل ۴-۱: حل مساله چهار وزیر با استراتژی کمترین برخورد

دو هیوریستیک دیگر که در CSP های متغیردار مثل معمای ریاضیات، استفاده می‌شوند:

- تکنیک (Most Constraining Variable) MCV
- تکنیک (Least Constraining Variable) LCV

کاربردهایی از CSP

- زمان‌بندی پروازها یا زمان حرکت قطارها
- جراحی مغز
- زمان‌بندی و ارائه دروس

پرسش: در چه نوع مسائلی از تکنیک‌های CSP استفاده کنیم؟

تمرین‌ها

تمرین ۴-۱: مسائل ریاضیات رمزی زیر را حل کنید.

SEND
+MORE

MONEY

CROSS
+ROADS

DANGER

DONALD
+ GERALD

ROBERT

FORTY
+ TEN
+ TEN

SIXTY