

Busca Heurística ou Informada

Juliana Kaizer Vizzotto

Universidade Federal de Santa Maria

Disciplina de Inteligência Artificial

Roteiro

- ▶ Heurísticas para Problemas do tipo CSP (*Constraint Satisfaction Problems*)
- ▶ Algoritmos de Aprimoramento Iterativo

Heurísticas para Problemas CSP

- ▶ CSP (*Constraint Satisfaction Problems*): consiste de um conjunto de variáveis que podem assumir valores de um dado domínio, junto com um conjunto de restrições que especificam propriedades da solução.

Por exemplo, considere o problema de **colorir um mapa**: evitando que países adjacentes tenham as mesmas cores.

As *variáveis* representam os países e a *restrição* é que países adjacentes não tenham as mesmas cores.

Exemplo CSP

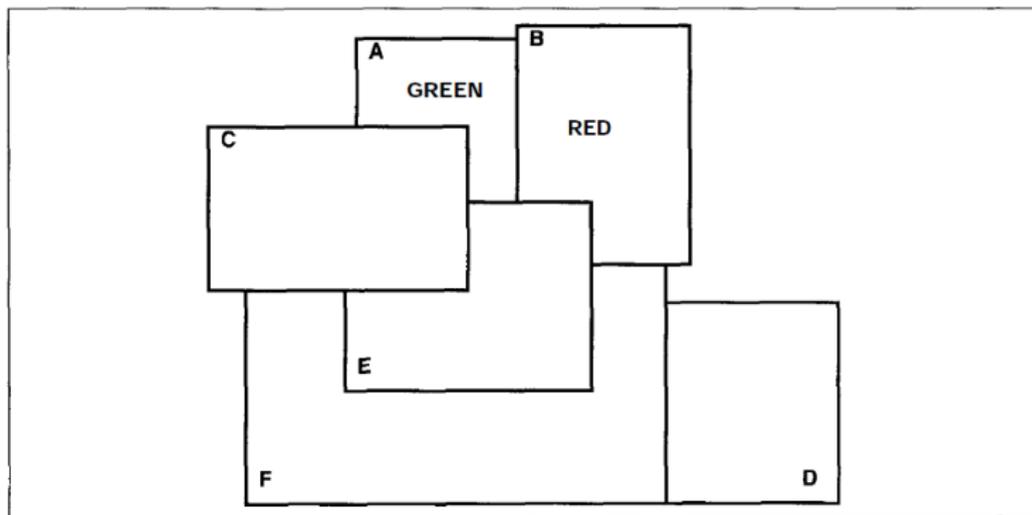


Figure 4.9 A map-coloring problem after the first two variables (A and B) have been selected. Which country should we color next?

Variável mais restrita (*Most-constrained-variable*)

- ▶ Suponha que podemos utilizar no máximo três cores (*red, green, blue*) e que começamos com *green* para o país A e *red* para o país B.
- ▶ Intuitivamente, parece óbvio escolher colorir E no próximo passo, já que a única cor possível para E é *blue*).
- ▶ Todos os outros países tem escolhas de cores e se fizermos a opção errada temos que voltar (*backtrack*).
- ▶ De fato, uma vez que colorimos E com *blue*, então somos forçados a colorir C com *red* e F com *green*.
- ▶ Depois disso, colorir D com *blue* ou *red* resulta em uma solução.
- ▶ Resolvemos o problema com nenhuma busca!

Variável mais restrita (*Most-constrained-variable*)

- ▶ Essa ideia intuitiva é chamada de heurística da variável mais restrita ou *most-constrained-variable*.
- ▶ Ela é usada com verificação a frente, a qual quais valores ainda são possíveis para cada variável, dadas as escolhas feitas até o momento.
- ▶ A cada ponto na procura, a variável com **menos** valores possíveis é escolhida para ter um valor atribuído.
- ▶ Dessa maneira o **fator de ramificação** na procura tende a ser minimizado.
- ▶ Essa heurística também é efetiva, i.e., ela tenta reduzir o fator de ramificação em escolhas futuras atribuindo um valor para a variável que está envolvida no maior número de restrições.

Variável mais restrita (*Most-constrained-variable*)

- ▶ Uma vez que a variável foi selecionada, precisamos atribuir um valor para ela.
- ▶ Suponha que decidimos atribuir um valor para o país C depois de A e B.
- ▶ Uma situação é que *red* é uma escolha melhor que azul, pois deixa maior liberdade para escolhas futuras.
- ▶ Esta situação é chamada heurística **valor menos restrito** (ou *least-constraining-value*): escolha um valor que impossibilita o menor número de valores em variáveis conectadas a variável corrente.

Algoritmos de Aprimoramento Iterativo

- ▶ Problemas onde a descrição do estado contém toda a informação necessária para a solução, por exemplo, 8-rainhas.
- ▶ O caminho pelo qual a solução foi encontrada é irrelevante.
- ▶ **Qual a diferença entre 8-rainhas e 8-puzzle?**
- ▶ No 8-puzzle o caminho é a solução!
- ▶ No 8-rainha o objetivo é a solução!

Algoritmos de Aprimoramento Iterativo

- ▶ Nesses casos algoritmos de aprimoramento iterativo fornecem, em geral, a abordagem mais prática.
- ▶ Por exemplo, começamos com 8 rainhas no tabuleiro e então tentamos movê-las tentando reduzir o número de ataques.
- ▶ *A ideia geral é começar com um a configuração completa e fazer modificações para melhorar a qualidade.*

Algoritmos de Aprimoramento Iterativo

- ▶ A melhor maneira de entender os algoritmos de aprimoramento iterativo é considerar todos os estados sobre a superfície de uma paisagem.
- ▶ A altura de qualquer ponto na paisagem corresponde a função de avaliação do estado naquele ponto.
- ▶ A ideia do aprimoramento iterativo é tentar se mover na paisagem tentando encontrar o pico mais alto, os quais são as soluções ótimas.
- ▶ Algoritmos de Aprimoramento iterativo, em geral, cuidam somente do estado corrente, e não olham para os vizinhos do estado.
- ▶ Isto parece a tentar encontrar o topo do Monte Everest em forte nevoeiro enquanto sofrendo de amnésia.
- ▶ Mesmo assim, aprimoramento iterativo é o método escolhido em problemas práticos difíceis.

Subida de Encosta ou *Hill-climbing Search*

- ▶ Esse algoritmo consiste de um *loop* que se move continuamente em direção de um valor crescente.
- ▶ O algoritmo não mantém a árvore de busca, de maneira que a estrutura de dados do nodo somente precisa armazenar o estado e sua avaliação, a qual denotaremos por VALUE.
- ▶