

Raciocínio Baseado em Casos

Programa de Aperfeiçoamento de Ensino
Estagiária: Valéria de Carvalho Santos
Supervisor: Ricardo Campello

Sumário

- Raciocínio Baseado em Casos
 - Introdução
 - Representação de Casos
 - Similaridade
 - Ciclo RBC

2

Raciocínio Baseado em Casos

- Enfoque para a solução de problemas e para o aprendizado baseado em experiência passada
- Resolve problemas ao recuperar e adaptar experiências passadas (casos)

3

Raciocínio Baseado em Casos

- O RBC é também estudado dentro da **ciência cognitiva** como um modelo do raciocínio humano:
 - estudos mostram que as pessoas usam lembranças de problemas anteriores para guiar seu raciocínio em várias tarefas, tal como programação, resolução de problemas matemáticos, diagnóstico, tomada de decisão e projeto

4

Exemplos



5

Exemplos



6

Exemplo



7

Motivações

- Por que usar Raciocínio Baseado em Casos?
 - para aumentar a eficiência **reusando conhecimento anterior** ao invés de gerar soluções a partir do zero
 - facilitação do raciocínio e da aquisição do conhecimento para domínios não entendidos ou difíceis de codificar
 - habilidade de iniciar sistemas de RBC com um pequeno conjunto de “casos semente”, ao invés de ter de alimentar o sistema com conjuntos completos de regras
 - habilidade dos sistemas de RBC explicar suas conclusões ao usuário

8

Histórico

- As raízes do RBC na Inteligência Artificial foram inspiradas nos trabalhos de Schank e Abelson (1980)
- Schank e Abelson propuseram que nosso conhecimento geral acerca de situações fica gravado na memória como roteiros que permitem que nós construamos expectativas sobre resultados esperados de ações que planejamos e que façamos inferências sobre relacionamentos causais entre ações
- Em 1993, Janet Kolodner desenvolveu o primeiro sistema RBC (Cyrus), baseado no modelo de memória dinâmica de Schank, servindo de base para outros sistemas RBC.

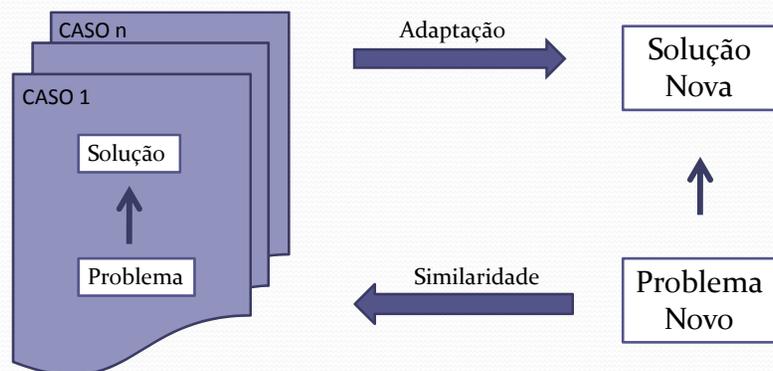
9

Elementos Básicos do RBC

- Representação do Conhecimento
 - Casos que descrevem experiências concretas
- Medida de Similaridade
 - Encontrar um caso semelhante para o problema atual na base de casos
- Adaptação
 - Sistemas de RBC avançados têm mecanismos e conhecimento para adaptar os casos recuperados completamente e verificar se satisfazem às características da situação presente
- Aprendizado
 - Sempre que resolver um problema com sucesso, o sistema deve ser capaz de lembrar dessa situação no futuro como mais um novo caso

10

Modelo básico do enfoque RBC



11

Sumário

- Raciocínio Baseado em Casos
 - Introdução
 - Representação do Conhecimento
 - Similaridade
 - Ciclo RBC

12

Representação do Conhecimento

- O conhecimento é representado principalmente sob a forma de casos
- Caso:
 - Problema - Descrição de um situação
 - Solução - Experiências adquiridas

13

Exemplo de um caso

CASO 1

Problema/ Sintomas	Problema:	Não imprime em preto
	Modelo:	Robotron Matrix 800
	Luz de estado do papel:	apagada
	Luz de estado da tinta colorida:	apagada
	Luz de estado da tinta preta:	acesa
Solução	Diagnóstico:	Cartucho de tinta preta vazio
	Ação:	Troca do cartucho de tinta preta

14

Exemplo de um caso

CASO 2

Problema/ Sintomas	Problema:	Paciente doente
	Febre:	sim
	Dor no corpo:	sim
	Dor de cabeça:	não
	Manchas no corpo:	sim
	Enjôo:	sim
	Congestão:	não
Solução	Diagnóstico:	Resfriado, Dengue
	Ação:	Realizar exame

15

Base de Casos

- Base de Casos:
 - Conjunto de casos apropriadamente organizados
 - Experiências positivas
 - Estratégias de solução que contribuíram com sucesso para resolver o problema - **reuso**
 - Experiências negativas
 - Tentativas frustradas de solução de um problema - **evitar repetição de erros**

16

CASO 1

Problema/
Sintomas

Problema: Não funciona
Modelo: Robotron Matrix 800
Luz de estado do papel: apagada
Luz de estado da tinta colorida: apagada
Luz de estado da tinta preta: apagada

Solução

Diagnóstico: Curto-circuito
Ação: Troca da fonte de alimentação

CASO 2

Problema/
Sintomas

Problema: Não imprime em preto
Modelo: Robotron Matrix 600
Luz de estado do papel: apagada
Luz de estado da tinta colorida: apagada
Luz de estado da tinta preta: acesa

Solução

Diagnóstico: Cartucho de tinta preta vazio
Ação: Troca do cartucho de tinta preta

17

Representação de casos

- Casos podem representar experiências concretas:
 - O conjunto dos sintomas de um paciente e os passos do tratamento médico aplicado
 - A descrição dos sintomas do defeito técnico apresentado por um equipamento e da estratégia de conserto aplicada
 - Os requisitos para um prédio e sua respectiva planta de construção
- Outros itens:
 - Efeitos da aplicação da solução
 - Justificativa para aquela solução
 - Dados administrativos (número do caso, data de criação)
 - Casos abstratos

18

Representação de casos

- Descrição do problema
 - Deve incluir :
 - toda a informação explicitamente considerada ao se adquirir o seu **objetivo** específico
 - Todo tipo de informação descritiva **normalmente** utilizada para descrever casos daquele tipo
 - Exemplo:
 - Diagnóstico de problemas com impressoras: por um registro de problema descrevendo os sintomas do problema (*não imprime texto preto*) e características da impressora específica (marca: *Robotron*, tipo: *Matrix 600*)

19

Representação de casos

- Descrição da solução
 - Descreve os conceitos ou objetos usados para atingir os objetivos específicos da tarefa realizada
 - Exemplo:
 - Diagnóstico de problemas de impressora: a descrição da causa (*cartucho de tinta preta vazio*) e a estratégia de solução aplicada (*troca do cartucho de tinta preta*)
 - Leva em consideração as restrições especificadas e a descrição da situação
 - *Evitar exames caros*

20

Representação de casos

- Descrição da solução
 - Pode ser útil representar na descrição da solução:
 - A solução em si;
 - O conjunto de passos de raciocínio seguidos para resolver o problema;
 - O conjunto de justificativas para as decisões tomadas durante a solução do problema;
 - Soluções alternativas aceitáveis que não foram escolhidas (e as respectivas razões e justificativas para sua exclusão);
 - Expectativas acerca do que vai acontecer após a implementação da solução proposta

21

Representação de casos

- Resultado
 - Componente adicional que permite registrar *feedback* do ambiente e a análise deste *feedback*
 - O resultado pode incluir:
 - O resultado em si;
 - Se o resultado foi um sucesso ou um fracasso;
 - Apontar para a próxima tentativa de solução.
 - Exemplo:
 - Diagnóstico de problemas de impressora: em que a estratégia de solução aplicada (*troca do cartucho de tinta preta*) resolveu o problema com sucesso

22

Representação de casos

- Como representar os casos?
 - A transformação de algum item do mundo real em outra estrutura é uma tarefa difícil,
 - Um item do mundo real pode ser muito complexo, e qualquer representação poderá reter esses detalhes apenas parcialmente

23

Representação de casos

- Formas de representação mais comuns:
 - Representação atributo-valor
 - Representação orientada a objetos

24

Representação atributo-valor

- Forma mais simples e mais usada de representação
- Um caso pode ser representado como um conjunto de pares atributo-valor
- Exemplo:

Problema:	Impressora não funciona
Modelo:	Robotron Matrix 600
Luz de estado do papel:	apagada
Luz de estado da tinta colorida:	apagada
Luz de estado da tinta preta:	apagada
Estado do interruptor:	ligado

25

Representação atributo-valor

- Cada atributo é associado a um domínio – tipo ou faixa para seus valores possíveis.
- Por exemplo:
 - Números reais
 - *Preço do pacote de viagem: R\$ 3.950,00*
 - Símbolos: definidos por um conjunto finito arbitrário
 - *Modelo da impressora: 'Robotron Matrix 600'*
 - Hipertexto: link HTML
 - *Mais informações: <http://www.icmc.usp.br>*

26

Representação atributo-valor

- Definições de tipo podem ser realizadas de forma independente da existência de um atributo conceitual específico
- Por outro lado, uma definição de tipo pode ser usada para diversos atributos de um caso
 - *estado da luz {apagada, ligada} pode ser usado para luz de estado do papel, luz de estado da tinta colorida e luz de estado da tinta preta*

27

Representação atributo-valor

- Vantagens:
 - Representação simples e fácil de implementar;
 - Simplifica a implementação de medidas de similaridades eficientes;
 - Fácil de armazenar (por exemplo, em BD relacionais);
- Desvantagem:
 - Não é capaz de representar nenhum tipo de informação estrutural

28

Representação Orientada a Objetos

- Objetos
- Classes
- Instâncias

29

Representação Orientada a Objetos

- Casos como objetos
 - Um objeto representa alguma entidade ou conceito no domínio de aplicação
 - O objeto contém alguma informação de estado e provê alguns serviços às entidades externas ao objeto
 - O estado do objeto pode ser acessado ou modificado apenas por meio do serviço que provê
 - Objetos interagem entre si por meio de serviços
 - Cada objeto possui determinados atributos, que em conjunto definem a estrutura do objeto

30

Representação Orientada a Objetos

- Classe
 - Formada pelo agrupamento de objetos
 - É essencialmente uma definição de tipos
 - define o espaço de estados dos objetos de seu tipo
 - define as operações que podem ser aplicadas sobre os objetos da classe

31

Representação Orientada a Objetos

- Instância
 - Um objeto concreto de uma classe
 - Obedece à estrutura e aos tipos de atributos definidos pela classe
 - Exemplo:
 - 'Hotel Indaiá' é uma instância da classe Hotel
 - 'São Carlos' é uma instância da classe Cidade

32

Representação Orientada a Objetos

- Relações padronizadas
 - Representações OO permitem a modelagem de relacionamentos entre diferentes tipos de objeto
 - Isso inclui:
 - Relações taxonômicas
 - Relações composicionais

33

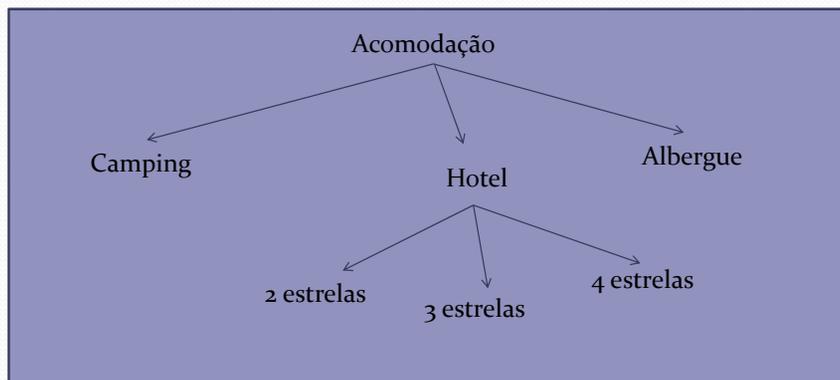
Representação Orientada a Objetos

- Relações taxonômicas
 - A relação “é do tipo de” expressa a relação de generalização/especialização
 - Ex.: Hotel “é um tipo de” Prédio
 - Mecanismo de herança

34

Representação Orientada a Objetos

- Exemplo de uma hierarquia de Herança



35

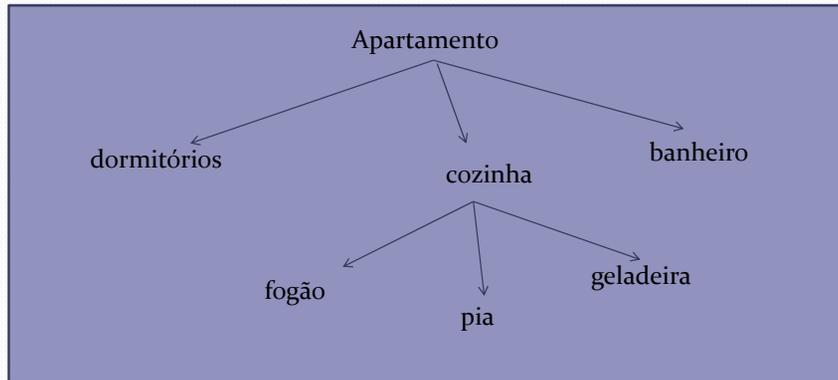
Representação Orientada a Objetos

- Relações composicionais
 - A relação “é parte de” expressa a relação de agregação de outros objetos
 - Ex.: Quarto “é parte de” Hotel
 - Atributos representam objetos complexos que se relacionam às instâncias por meio da relação composicional

36

Representação Orientada a Objetos

- Exemplo de hierarquia composicional



37

Representação Orientada a Objetos

- Relações especiais
 - Relações específicas ao domínio podem ser criadas para o domínio da aplicação
 - Podem expressar dependência e relacionamentos típicos do domínio de aplicação modelado
 - Exemplos:
 - Impressora a jato de tinta **necessita de** um conjunto de cartuchos de tinta
 - O hotel Delphin está a **distância de uma caminhada** da praia
 - Podem ser representados através de associações

38

Representação Orientada a Objetos

- Vantagens
 - Representação de casos estruturada e natural;
 - Informações estruturais e relacionais podem ser representadas diretamente;
 - Armazenamento mais compacto do que em representações atributo-valor, já que muita informação é implícita.

39

Representação Orientada a Objetos

- Desvantagens
 - Dificuldade no cálculo da similaridade
 - Dificuldade na recuperação de casos da base, em relação a pares atributo-valor

40

Exemplo

Classe Impressora{

Modelo: Símbolo

Luz de estado do papel: {apagada, acesa}

Luz de estado da tinta colorida: {apagada, acesa}

Luz de estado da tinta preta: {apagada, acesa}

}

41

Exemplo

Instância de objeto: Impressora

Classe: Impressora

Modelo: Robotron Matrix 800

Luz de estado do papel: apagada

Luz de estado da tinta colorida: apagada

Luz de estado da tinta preta: acesa

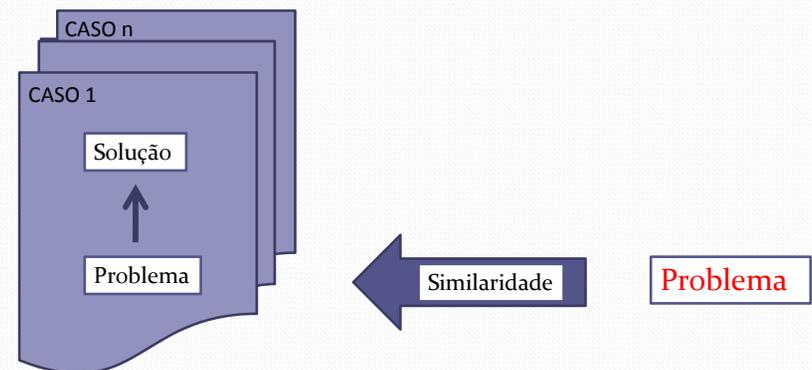
42

Sumário

- Raciocínio Baseado em Casos
 - Introdução
 - Representação do Conhecimento
 - **Similaridade**
 - Ciclo RBC

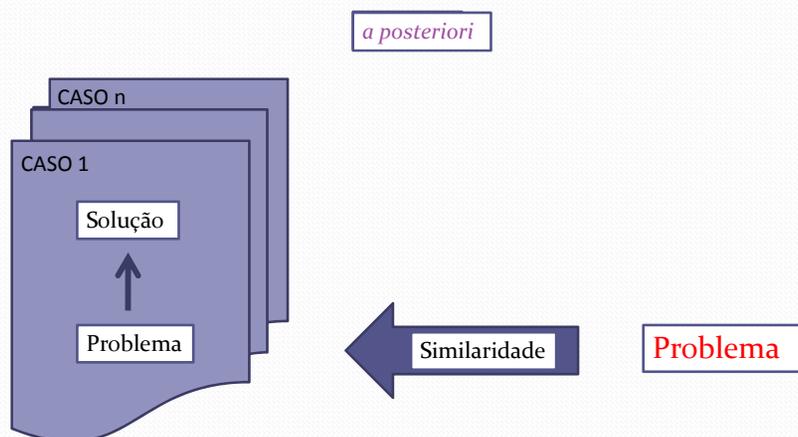
43

Similaridade



44

Similaridade



45

Similaridade

- A eficácia de enfoques baseados em casos depende essencialmente da escolha de um conceito de similaridade adequado para o domínio de aplicação e a estrutura de casos usados.

46

Similaridade

- Uma solução pode ser útil para um novo problema, caso ela:
 - Permita solucionar o problema atual de alguma forma;
 - Evite a repetição de um erro anterior;
 - Permita solucionar o problema de forma eficiente, que seja mais rápido do que, por exemplo, utilizar uma heurística passo a passo para calcular uma solução;
 - Ofereça a melhor solução para o problema de acordo com um critério de otimalidade qualquer;
 - Ofereça ao usuário uma solução cuja lógica possa ser compreendida por ele.

47

Similaridade

- A forma mais conhecida de formalização do conceito de similaridade é através de uma medida de distância
- A medida de similaridade ou distância é importante para a realização do conceito de *vizinho-mais-próximo*, que por sua vez é fundamental em RBCs

48

Distâncias dos vizinhos mais próximos

- Encontrar uma solução para o caso Q
 - Calcular a distância de Q para os outros casos da base de casos
 - O caso que tiver menor distância de Q é o vizinho mais próximo

53

Vizinho mais próximo ponderado

- Considera a importância de cada índice para a determinação do vizinho mais próximo ponderando os índices
- Exemplo:
 - *Modelo* é considerado muito mais importante que *luz do estado de tinta*
 - Ponderar a correspondência entre modelos como 2x mais importante do que a correspondência das luzes de estado de tinta

54

Exercício

Caso	Febre	Dor no corpo	Dor de cabeça	Manchas no corpo	Enjôo	Congestão
1	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
2	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não
3	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Q	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim

Utilizando a distância de Hamming, verifique qual é o vizinho mais próximo do caso Q.

55

Sumário

- Raciocínio Baseado em Casos
 - Introdução
 - Definição
 - Motivação
 - Histórico
 - Representação do Conhecimento
 - Similaridade
 - Ciclo RBC

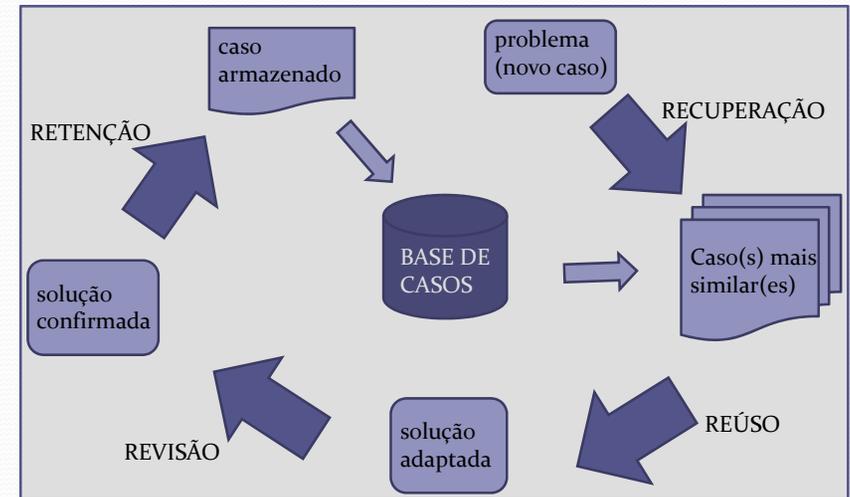
56

Como funciona RBC?

- O modelo mais aceito é o **Ciclo de RBC** (Aamondt e Plaza, 94)
- Composto por quatro tarefas principais:
 - **Recuperar** os casos mais similares da base de dados;
 - **Reutilizar** estes casos para resolver o problema;
 - **Revisar** a solução proposta; e
 - **Reter** a experiência representando o caso atual para recuperação futura.

57

Ciclo RBC



58