

# MAC0444 - Sistemas Baseados em Conhecimento

## Lista de Exercícios No. 2

Mateus Agostinho dos Anjos  
NUSP 9298191

30 de Setembro de 2019

1 -

Predicados:

$fezEx(x)$  = x fez os exercícios

$vaiBem(x)$  = x vai bem na prova

$mediaAlta(x)$  = x fica com media alta

$aprovado(x, y)$  = x é aprovado em y

Formalizando as sentenças do enunciado chegamos em:

$$\forall x (fezEx(x) \rightarrow vaiBem(x))$$

$$\forall y (vaiBem(y) \rightarrow mediaAlta(y))$$

$$\forall z (mediaAlta(z) \rightarrow aprovado(z, mac444))$$

$$fezEx(Jo\tilde{a}o)$$

$$vaiBem(Maria)$$

Base de conhecimento (KB):

1.  $[\neg fezEx(x), vaiBem(x)]$
2.  $[\neg vaiBem(y), mediaAlta(y)]$
3.  $[\neg mediaAlta(z), aprovado(z, mac444)]$
4.  $[fezEx(Jo\tilde{a}o)]$
5.  $[vaiBem(Maria)]$
6.  $[\neg aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444)]$

Veja que inserimos  $[\neg aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444)]$  na base de conhecimento, pois é a negação do nosso objetivo. Sendo assim, se chegarmos na cláusula vazia a partir desta base de conhecimento estará provado que  $aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444)$  é consequência lógica das sentenças do enunciado.

Utilizando a **resolução SLD** temos:

$$\begin{array}{ll}
\neg aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444) & \text{(resolve com 3. e } z/Jo\tilde{a}o) \\
\downarrow & \\
\neg mediaAlta(Jo\tilde{a}o) & \text{(resolve com 2. e } y/Jo\tilde{a}o) \\
\downarrow & \\
\neg vaiBem(Jo\tilde{a}o) & \text{(resolve com 1. e } x/Jo\tilde{a}o) \\
\downarrow & \\
\neg fezEx(Jo\tilde{a}o) & \text{(resolve com 4.)} \\
\downarrow & \\
[] & 
\end{array}$$

Sendo assim provamos que:  $KB \cup \{\neg aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444)\}$  é insatisfazível, portanto  $aprovado(Jo\tilde{a}o, mac444)$  é consequência lógica de nossa base de conhecimento.

A **resolução SLD** será semelhante para Maria, portanto temos:

Base de conhecimento (KB):

1.  $[\neg fezEx(x), vaiBem(x)]$
2.  $[\neg vaiBem(y), mediaAlta(y)]$
3.  $[\neg mediaAlta(z), aprovado(z, mac444)]$
4.  $[fezEx(Jo\tilde{a}o)]$
5.  $[vaiBem(Maria)]$
6.  $[\neg aprovado(Maria, mac444)]$

Utilizando a **resolução SLD** temos:

$$\begin{array}{ll}
 \neg aprovado(Maria, mac444) & \text{(resolve com 3. e } z/Maria) \\
 \downarrow & \\
 \neg mediaAlta(Maria) & \text{(resolve com 2. e } y/Maria) \\
 \downarrow & \\
 \neg vaiBem(Maria) & \text{(resolve com 5.)} \\
 \downarrow & \\
 [] &
 \end{array}$$

**2 -**

Temos a Base de Conhecimento (KB) reescrita com variáveis renomeadas para evitar confusões na resolução do exercício:

1.  $[\neg A_1(x), \neg A_2(x), P(x)]$
2.  $[\neg B_1(y), \neg B_2(y), A_1(y)]$
3.  $[\neg B_3(z), \neg B_4(z), A_2(z)]$
4.  $[B_1(a)]$
5.  $[B_2(a)]$
6.  $[B_3(a)]$
7.  $[B_4(a)]$

**a)**

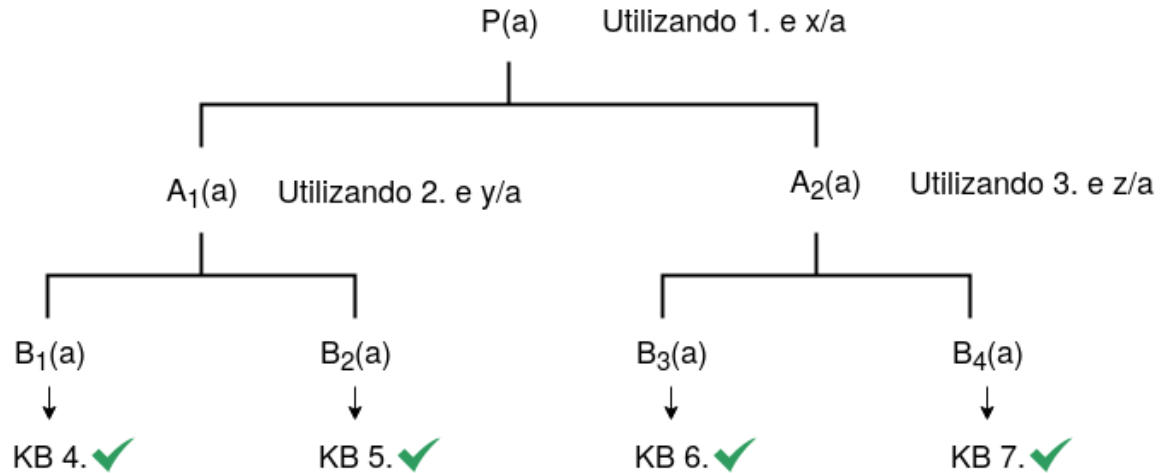
Para mostrar o passo a passo do procedimento de encadeamento para trás (backward chaining) devemos começar identificando as implicações da Base de Conhecimento.

Seguindo a ordem acima temos:

(note que utilizamos  $\leftarrow$  nas implicações)

1.  $\forall x(P(x) \leftarrow A_1(x) \wedge A_2(x))$
2.  $\forall y(A_1(y) \leftarrow B_1(y) \wedge B_2(y))$
3.  $\forall z(A_2(z) \leftarrow B_3(z) \wedge B_4(z))$
4.  $B_1(a)$
5.  $B_2(a)$
6.  $B_3(a)$
7.  $B_4(a)$

A partir destas implicações o passo a passo pode ser mostrado a partir da figura abaixo, sendo que cada passo gera pelo menos uma sub-árvore.



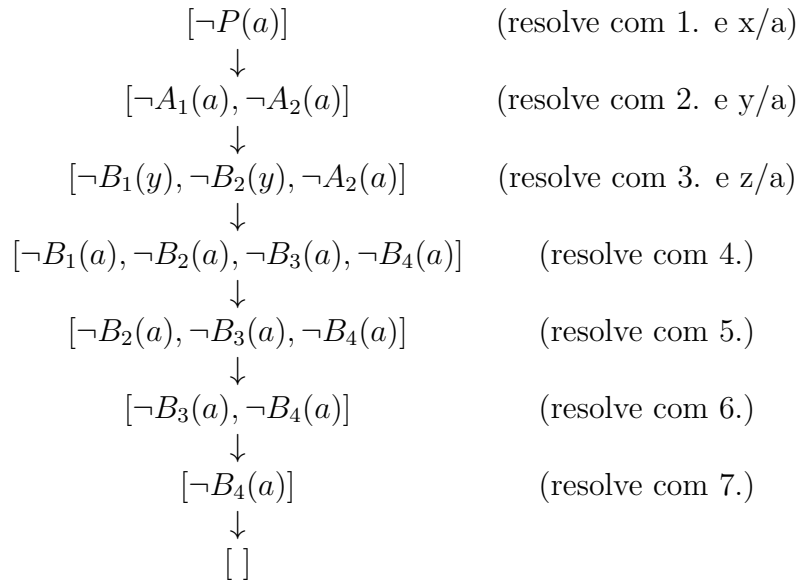
Todas as folhas da árvore estão na base de conhecimento em uma cláusula unitária, portanto são verdadeiras. Sendo assim podemos marcá-las com um ✓.

A partir disso podemos concluir que  $A_1(a)$  e  $A_2(a)$  estão provados e depois que  $P(a)$  está provado, portanto mostramos que o encadeamento para trás (backward chaining) produz resposta SIM com objetivo  $P(a)$ .

b)

Utilizando a **resolução SLD** com a base de conhecimento definida no início da questão, iniciamos com  $\neg P(a)$ , que é a negação do nosso objetivo, e buscaremos a cláusula vazia.

Obtemos o seguinte:



Como chegamos na cláusula vazia a partir de  $\neg P(a)$ , então está provado que  $P(a)$  é consequência desta base de conhecimento.

### 3 -

a)

Após ter carregado o programa a resposta do Prolog para a consulta:

$? - result([a, b, c, d, e, f, g], X).$

será:

$X = [b, d, f]$

b)

Considerando que a lista é enumerada a partir da posição 1, o programa recebe uma lista e elimina os elementos das posições ímpares, devolvendo apenas os elementos das posições pares.

Veja o exemplo de consulta que os elementos da lista coincidem com o número de sua posição:

$? - result([1, 2, 3, 4, 5, 6], X).$

$X = [2, 4, 6]$

Para fazer isso o programa possui um fato,  $result(-, [ ])$ , que cobre os casos em que o primeiro argumento é uma lista vazia ou

uma lista com apenas 1 elemento, pois nestes casos não é possível extrair 2 elementos da lista como a primeira regra exige (o corte impede a utilização do fato quando a lista tem 2 ou mais elementos).

Definida a base do programa a partir deste fato, chamadas recursivas serão feitas tentando equiparar, inicialmente, a lista passada como argumento e a primeira regra, veja a execução do exemplo:

Chamada inicial	$result([1, 2, 3, 4, 5, 6], X)$
Casa com	$result([_, E L], [E M])$
Com valoração	$_ = 1, E = 2, L = [3, 4, 5, 6], X = [2 M_1]$
Faz chamada recursiva	$result(L, M_1)$

Chamada	$result([3, 4, 5, 6], M_1)$
Casa com	$result([_, E L], [E M])$
Com valoração	$_ = 3, E = 4, L = [5, 6], M_1 = [4 M_2]$
Faz chamada recursiva	$result(L, M_2)$

Chamada	$result([5, 6], M_2)$
Casa com	$result([_, E L], [E M])$
Com valoração	$_ = 5, E = 6, L = [], M_2 = [6 M_3]$
Faz chamada recursiva	$result(L, M_3)$

Chamada	$result([], M_3)$
Casa com o fato	$result(-, [])$
Com valoração	$_ = [], M_3 = []$

Após essa execução devemos obter o valor de  $X$ , para isso temos que reconstruí-lo a partir de  $M_3$ ,  $M_2$  e  $M_1$ , veja:

$M_3 = []$	$= []$
$M_2 = [6 M_3]$	$= [6]$
$M_1 = [4 M_2]$	$= [4, 6]$
$X = [2 M_1]$	$= [2, 4, 6]$

Esta execução única só é possível, pois o corte (!) na primeira linha do programa faz com que não seja possível criar ramificações para obter diferentes respostas casando as chamadas recursivas intermediárias com o fato, uma vez que já foi utilizado a primeira regra de casamento (que possui a instrução de corte).

Sendo assim, o corte impede a alternativa de resposta em que o programa casa a chamada  $result([3, 4, 5, 6], M_1)$  com o fato  $result(-, [])$  ( $- = [3, 4, 5, 6]$  e  $M_1 = []$ ) e obtém a resposta  $X = [2]$ , por exemplo.

Note que foi utilizado a variável anônima  $(-)$ , pois não queremos saber qual o valor do elemento que foi atribuído a ela durante o processo de obtenção do valor de  $X$ , queremos somente que exista um valor possível a ser atribuído.

4 -

a)

$avof(Mul, Pess) : - mae(Mul, Y), mae(Y, Pess).$   
 $avof(Mul, Pess) : - mae(Mul, Y), pai(Y, Pess).$

b)

$avom(Hom, Pess) : - pai(Hom, Y), mae(Y, Pess).$   
 $avom(Hom, Pess) : - pai(Hom, Y), pai(Y, Pess).$

c)

$bisavom(Hom, Pess) : - pai(Hom, Y), avom(Y, Pess).$   
 $bisavom(Hom, Pess) : - pai(Hom, Y), avof(Y, Pess).$

d)

Primeiro definimos que se  $X$  é irmão de  $Y$  então  $Y$  é irmão de  $X$ :

$irmao\_de(X, Y) : - irmaos(X, Y).$   
 $irmao\_de(X, Y) : - irmaos(Y, X).$

Agora podemos definir primo de primeiro grau se  $P1$  e  $P2$  não forem irmãos e tiverem avô ou avó em comum ( $P1$  e  $P2$  não podem ser iguais):

$primo\_1(P1, P2) : - avom(X, P1), avom(X, P2), not(irmao\_de(P1, P2)),$   
 $not(P1 = P2).$   
 $primo\_1(P1, P2) : - avof(X, P1), avof(X, P2), not(irmao\_de(P1, P2)),$

$not(P1 = P2).$

e)

f)

$maior\_de\_idade(Pess) : - idade(Pess, X), X \geq 18.$

g)

Assumindo que uma pessoa ou é homem ou é mulher, definimos pessoa:

$pessoa(Pess) : - homem(Pess).$

$pessoa(Pess) : - mulher(Pess).$

Utilizando o comando findall, temos a lista de pessoas dada por:

$pessoas(Lista) : - findall(Pess, pessoa(Pess), Lista).$

h)

Utilizaremos o operador  $\backslash +$  para fazer uma busca em todas as pessoas definidas com idade/2, pegando X e procurando se existe algum  $Y > X$ , caso existir iremos comparar a nova maior idade X com todos os elementos que tem idade definida.

$mais\_velho(Pess) : - idade(Pess, X), \backslash + (idade(_, Y), Y > X).$

i)

Para criar a lista de pessoas de um determinado sexo com as respectivas idades devemos verificar se o Sexo passado é m (homem) ou f (mulher), depois disso utilizamos o comando findall com template "[Pess, X]" para armazenar a pessoa "Pess" e sua idade "X", utilizado como goal de consulta se "Pess" tem idade "X" definida na base de conhecimento e se "Pess" é homem ou mulher dependendo se "Sexo" é "m" ou "f".

Desta forma:

$lista\_pessoas(Lista, Sexo) : - Sexo = m,$



*findall*([*Pess*, *X*], (*idade*(*Pess*, *X*), *homem*(*Pess*)), *Lista*).

*lista\_pessoas*(*Lista*, *Sexo*) : – *Sexo* = *f*,  
*findall*([*Pess*, *X*], (*idade*(*Pess*, *X*), *mulher*(*Pess*)), *Lista*).

j)