MAC0444 - Sistemas Baseados em Conhecimento
Lista de Exercícios No. 2

Mateus Agostinho dos Anjos
NUSP 9298191

25 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:

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

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

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

$$fezEx(\text{João})$$

$$vaiBem(\text{Maria})$$

Base de conhecimento (KB):

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

Veja que inserimos $[\neg aprovado(\text{João}, mac444)]$ 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 $aprovado(\text{João}, mac444)$ é consequência lógica das sentenças do enunciado.

Utilizando a **resolução SLD** temos:

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

Sendo assim provamos que: $KB \cup \{\neg aprovado(\text{João}, mac444)\}$ é insatisfazível, portanto $aprovado(\text{João}, mac444)$ 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. $[fezEx(\text{João})]$
5. $[vaiBem(\text{Maria})]$
6. $[\neg aprovado(\text{Maria}, mac444)]$

Utilizando a **resolução SLD** temos:

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

2 -

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

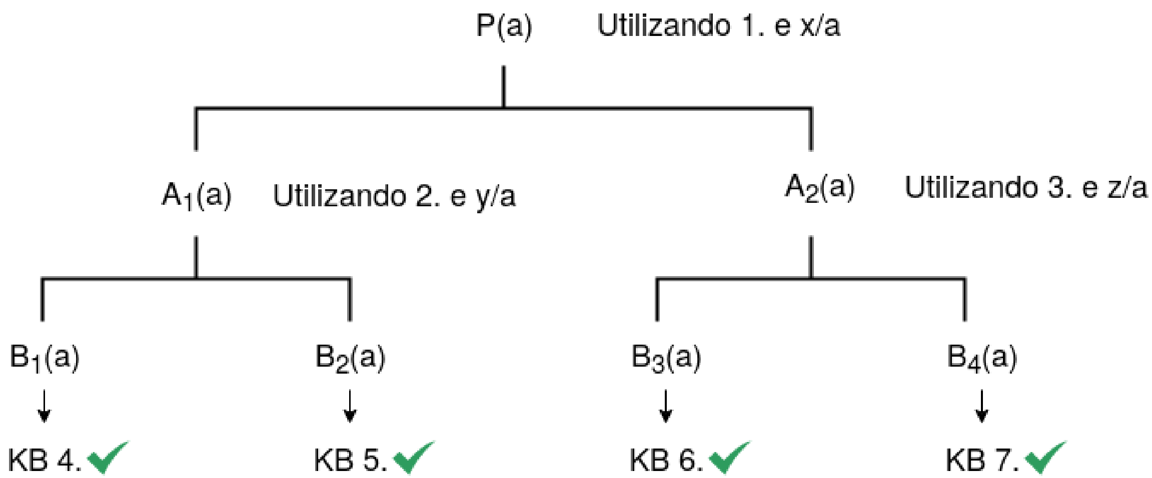
$$\begin{array}{ll}
1. & [\neg A_1(x), \neg A_2(x), P(x)] \\
2. & [\neg B_1(y), \neg B_2(y), A_1(y)] \\
3. & [\neg B_3(z), \neg B_4(z), A_2(z)] \\
4. & [B_1(a)] \\
5. & [B_2(a)] \\
6. & [B_3(a)] \\
7. & [B_4(a)]
\end{array}$$

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)

$$\begin{array}{ll}
1. & \forall x(P(x) \leftarrow A_1(x) \wedge A_2(x)) \\
2. & \forall y(A_1(y) \leftarrow B_1(y) \wedge B_2(y)) \\
3. & \forall z(A_2(z) \leftarrow B_3(z) \wedge B_4(z)) \\
4. & B_1(a) \\
5. & B_2(a) \\
6. & B_3(a) \\
7. & B_4(a)
\end{array}$$

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:

$$
\begin{array}{cc}
[\neg P(a)] & \text{(resolve com 1. e x/a)} \\
\downarrow & \\
[\neg A_1(a), \neg A_2(a)] & \text{(resolve com 2. e y/a)} \\
\downarrow & \\
[\neg B_1(y), \neg B_2(y), \neg A_2(a)] & \text{(resolve com 3. e z/a)} \\
\downarrow & \\
[\neg B_1(a), \neg B_2(a), \neg B_3(a), \neg B_4(a)] & \text{(resolve com 4.)} \\
\downarrow & \\
[\neg B_2(a), \neg B_3(a), \neg B_4(a)] & \text{(resolve com 5.)} \\
\downarrow & \\
[\neg B_3(a), \neg B_4(a)] & \text{(resolve com 6.)} \\
\downarrow & \\
[\neg B_4(a)] & \text{(resolve com 7.)} \\
\downarrow & \\
[\ ] &
\end{array}
$$

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