Inteligência Artificial
Quarta Lista de Exercícios – Gabarito

Prof. Norton Trevisan Roman

24 de junho de 2019

1. (a) $C \lor (\neg A \land \neg B) \equiv ((A \Rightarrow C) \land (B \Rightarrow C))$
   $C \lor (\neg A \land \neg B) \equiv ((\neg A \lor C) \land (\neg B \lor C))$ (definição do $\Rightarrow$)
   $(C \lor \neg A) \land (C \lor \neg B)) \equiv ((\neg A \lor C) \land (\neg B \lor C))$ (distributiva no termo da esquerda)
   Verdadeiro

   (b) $[A \Rightarrow (B \land C)] \Rightarrow (A \Rightarrow B) \land (A \Rightarrow C)$
   $[\neg A \lor (B \land C)] \Rightarrow (A \Rightarrow B) \land (A \Rightarrow C)$ (definição de $\Rightarrow$)
   $[\neg A \lor (B \land C)] \Rightarrow (\neg A \lor B) \land (\neg A \lor C)$ (definição de $\Rightarrow$)
   $[(\neg A \lor B) \land (\neg A \lor C)] \Rightarrow (\neg A \lor B) \land (\neg A \lor C)$ (distributiva)
   Verdadeiro

   (c) $[A \Rightarrow (B \lor C)] \Rightarrow (A \Rightarrow B) \lor (A \Rightarrow C)$
   $(\neg A \lor B \lor C) \Rightarrow (A \Rightarrow B) \lor (A \Rightarrow C)$ (definição de $\Rightarrow$)
   $(\neg A \lor B \lor C) \Rightarrow (\neg A \lor B) \lor (\neg A \lor C)$ (definição de $\Rightarrow$)
   Verdadeiro

   (d) $[(A \Rightarrow C) \lor (B \Rightarrow C)] \Rightarrow [(A \land B) \Rightarrow C]$
   $[(\neg A \lor C) \lor (\neg B \lor C)] \Rightarrow [\neg(A \land B) \lor C]$ (definição de $\Rightarrow$)
   $[(\neg A \lor C) \lor (\neg B \lor C)] \Rightarrow [(\neg A \lor \neg B) \lor C]$ (deMorgan)
   Verdadeiro

2. (a) Acarretada pela eliminação de E

   (b) $(A \lor B \lor C) \land [(B \land C \land D) \Rightarrow E]$
   $(A \lor B \lor C) \land [\neg(B \land C \land D) \lor E]$ (definição de $\Rightarrow$)
   $(A \lor B \lor C) \land (\neg B \lor \neg C \lor \neg D \lor E)$ (deMorgan)
   Acarretada. Como $(A \lor B)$ é verdade (está na base), então $(A \lor B \lor C)$ também será. Da mesma forma, como $(\neg C \lor \neg D \lor E)$ é verdade, $(\neg B \lor \neg C \lor \neg D \lor E)$ também será, e a conjunção $(A \lor B \lor C) \land (\neg B \lor \neg C \lor \neg D \lor E)$ será verdadeira

   (c) $(A \lor B)$ certamente é verdadeira. Contudo, sabendo apenas que $[(C \land D) \Rightarrow E]$ (e portanto $(\neg C \lor \neg D \lor E)$) é verdadeira, não podemos afirmar que $(\neg D \lor E)$ também seja (pode ser que o que torna $(\neg C \lor \neg D \lor E)$ verdadeira seja tão somente o $\neg C$)

3. (a) Embora até se aceite que $Dono(x)$ seja uma função, certamente $Filho(x)$ não é, o que impede seu uso como parâmetro.

   (b) ok

   (c) ok

   (d) Aqui, $\exists$ foi usado com $\Rightarrow$. Em um domínio sem cães, a implicação é sempre vedadeira, para todo x, o que invalida a frase como um todo.

4. O fato do dna de um ser ser único nos diz que qualquer outro ser diferente do primeiro terá um dna diferente. Assim:
   $\forall x, y\ [\neg(x = y) \Rightarrow \neg(dna(x) = dna(y))] \land derivado(dna(x), dna(pai(x)), dna(m\tilde{a}e(x)))$
   (note que, por serem únicos, pudemos tratar dna, pai e $m\tilde{a}e$ como funções)

5. (a) $\exists x\ fazer(x, FRANC\widehat{E}S, 2s2001)$
   note que não mencionamos o fato de x ser estudante, por ser redundante.

   (b) $\forall x, y\ fazer(x, FRANC\widehat{E}S, y) \Rightarrow passar(x, FRANC\widehat{E}S)$
   precisei por o y para ficar consistente com o predicado $fazer$ definido acima

(c) A unicidade do estudante pode ser escrita como: se houver outro estudante, então eles são o mesmo:
$\forall x, y\ fazer(x, GREGO, 2s2001) \wedge fazer(y, GREGO, 2s2001) \Rightarrow (x = y)$

(d) A melhor nota é aquela para a qual toda e qualquer outra nota é menor:
$\exists x, y\ nota(x, GREGO, y) \wedge [\forall z, k\ nota(z, GREGO, k) \Rightarrow maiorOuIgual(y, k)] \wedge$
$[\forall a, b\ nota(a, FRANC\widehat{E}S, b) \Rightarrow maior(y, b)]$
onde x é quem tirou a nota e y o valor dela. Note que não precisamos achar a maior de francês porque, se a nota em grego for maior que qualquer uma em francês, com certeza é maior que a maior em francês.

(e) $\forall p\ politico(p) \Rightarrow [(\exists x \forall t\ pessoa(x) \wedge tempo(t) \Rightarrow enganar(p, x, t)) \wedge (\forall x \exists t\ pessoa(x) \wedge tempo(t) \Rightarrow enganar(p, x, t)) \wedge (\neg \forall x, t\ pessoa(x) \wedge tempo(t) \Rightarrow enganar(p, x, t))]$

6. Corresponde a dizer que, para cada par de alemões, um falará uma língua somente se o outro também falar:
$\forall x, y, l\ alemão(x) \wedge alemão(y) \wedge língua(l) \Rightarrow (fala(x, l) \Leftrightarrow fala(y, l))$

7. (a) Está correta

   (b) z_2 está definido apenas dentro da existência. Contudo, é usado fora dela também

   (c) O resultado de $Cep(x) = Cep(y)$ é booleano. $Digito(1, x)$ retorna o primeiro dígito de x. Não há como isso acontecer com um booleano

   (d) Está correta

8. $\forall x, y\ Cônjuge(x, y) \Rightarrow (Homem(x) \Leftrightarrow Mulher(y))$, ou então
$\forall x, y\ Cônjuge(x, y) \wedge Homem(x) \Rightarrow Mulher(y)$ (mas esse é bem mais fraco, pois não chegamos que $Homem(Jim)$ a partir de $Cônjuge(Jim, Laura)$ e $Mulher(Laura)$)

9. (a) $x = A, y = B, z = B$

   (b) Não há (não posso unificar $G(A, B)$ com $G(x, x)$, que no final terei que fazer)

   (c) $x/y, y/João$

   (d) Não há, terei que unificar x tanto com y quanto com $Pai(y)$

10. (a) $\forall x\ categoria(x, SKU1286) \Rightarrow peso(x, 18g)$

    (b) $\forall x, y, c, p\ categoria(x, c) \wedge categoria(y, c) \wedge peso(x, p) \Rightarrow peso(y, p)$

    (c)

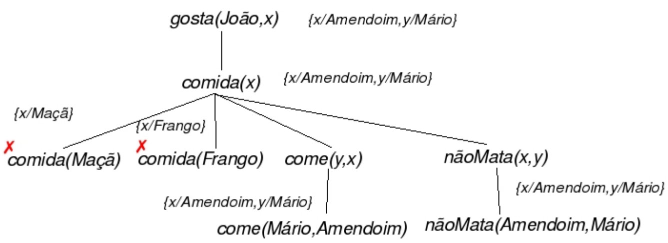
1.	$\neg categoria(x, c) \vee \neg categoria(y, c) \vee \neg peso(x, p) \vee peso(y, p)$	
2.	$categoria(Peça3, SKU1286)$	
3.	$categoria(ExTípico, SKU1286)$	
4.	$peso(ExTípico, 18g)$	
5.	$\neg peso(Peça3, 18g)$	nego o que quero provar
6.	$\neg categoria(y, SKU1286) \vee \neg peso(ExTípico, p) \vee peso(y, p)$	1,3, $\{x/ExTípico,\ c/SKU1286\}$
7.	$\neg peso(ExTípico, p) \vee peso(Peça3, p)$	2,6 $\{y/Peça3\}$
8.	$peso(Peça3, 18g)$	4,7 $\{p/18g\}$
9.	$FALSO$	5,8

11. Usaremos forward chaining.

1.	$Homem(AH)$	aquele homem
2.	$Pai(x,y) \wedge Pai(x,EU) \Rightarrow Igual(x,EU)$	irmãos e irmãs não tenho
3.	$Pai(PAH,AH)$	PAH é pai daquele homem (AH)
4.	$Pai(MP,EU)$	MP é mEU pai
5.	$Filho(PAH,MP)$	o pai daquele homem é filho do meu pai
6.	$Filho(x,y) \wedge Homem(y) \Rightarrow Pai(y,x)$	
7.	$Pai(x,y) \Rightarrow Homem(x)$	
8.	$Igual(x,x)$	
9.	$Igual(x,y) \Rightarrow Igual(y,x)$	
10.	$Igual(x,y) \wedge Igual(y,z) \Rightarrow Igual(x,z)$	
11.	$Homem(MP)$	de 4 e 7
12.	$Pai(MP,PAH)$	de 11, 5 e 6
13.	$Igual(PAH,EU)$	de 2, 4 e 12 (resposta, se buscamos $Igual(PAH,x)$)
14.	$Igual(EU,PAH)$	de 9 e 13 (resposta, se buscamos $Igual(x,PAH)$

12. (a) $\forall x\ comida(x) \Rightarrow gosta(João,x)$
$comida(Maçã)$
$comida(Frango)$
$\forall x,y\ come(y,x) \wedge nãoMata(x,y) \Rightarrow comida(x)$
$come(Mário, Amendoim)$
$nãoMata(Amendoim, Mário)$
$\forall x\ come(Mário,x) \Rightarrow come(Suzana,x)$

(b)



(c) $\neg comida(x) \vee gosta(João,x)$
$comida(Maçã)$
$comida(Frango)$
$\neg come(y,x) \vee \neg nãoMata(x,y) \vee comida(x)$
$come(Mário, Amendoim)$
$nãoMata(Amendoim, Mário)$
$\neg come(Mário,x) \vee come(Suzana,x)$

(d)

1.	$\neg comida(x) \vee gosta(João,x)$	
2.	$comida(Maçã)$	
3.	$comida(Frango)$	
4.	$\neg come(y,x) \vee \neg nãoMata(x,y) \vee comida(x)$	
5.	$come(Mário, Amendoim)$	
6.	$nãoMata(Amendoim, Mário)$	
7.	$\neg come(Mário,x) \vee come(Suzana,x)$	
8.	¬*gosta(João,Amendoim)*	nego o que quero demonstrar
9.	¬*nãoMata(Amendoim,Mário)*∨ $comida(Amendoim)$	4,5 $\{x/Amendoim, y/Mário\}$
10.	$comida(Amendoim)$	6,9
11.	*gosta(João,Amendoim)*	1,10 $\{x/Amendoim\}$
12.	$Falso$	8,11

(e) Formulamos a pergunta como $come(Suzana,x)$, e:

1. $\neg comida(x) \vee gosta(João, x)$
2. $comida(Maçã)$
3. $comida(Frango)$
4. $\neg come(y, x) \vee \neg nãoMata(x, y) \vee comida(x)$
5. $come(Mário, Amendoim)$
6. $nãoMata(Amendoim, Mário)$
7. $\neg come(Mário, x) \vee come(Suzana, x)$
8. $\neg$*come(Suzana,x)* $\vee$ $Resposta(x)$ — truque de Green
9. $come(Suzana, Amendoim)$ — 5,7 $\{x/Amendoim\}$
10. $Resposta(Amendoim)$ — 8,9 $\{x/Amendoim\}$

13. (a) $membro(João, OBA)$
$membro(Salete, OBA)$
$membro(Helena, OBA)$
$membro(Bruno, OBA)$
$casado(João, Salete)$
$irmão(Bruno, Helena)$
$\forall x, y\ membro(x, OBA) \wedge casado(x, y) \Rightarrow membro(y, OBA)$
$últimaR(OBA) = casa(João)$

(b) i. Para este, falta o fato (óbvio) de que se duas pessoas são casadas, elas compartilham a mesma casa (pelo menos legalmente), ou seja, $\forall x, y, z\ casado(x, y) \wedge (casa(x) = z) \Rightarrow (casa(y) = z)$

1.	$membro(João, OBA)$	
2.	$membro(Salete, OBA)$	
3.	$membro(Helena, OBA)$	
4.	$membro(Bruno, OBA)$	
5.	$casado(João, Salete)$	
6.	$irmão(Bruno, Helena)$	
7.	$\neg membro(x, OBA) \vee \neg casado(x, y) \vee membro(y, OBA)$	
8.	$igual(últimaR(OBA), casa(João))$	
9.	$\neg casado(x, y) \vee \neg igual(casa(x), z) \vee igual(casa(y), z)$	
10.	$igual(x, x)$	propriedade do =
11.	$\neg igual(x, y) \vee igual(y, x)$	propriedade do =
12.	$\neg igual(x, y) \vee \neg igual(y, z) \vee igual(x, z)$	propriedade do =
13.	$\neg igual(últimaR(OBA), casa(Salete))$	nego o objetivo
14.	$igual(casa(João), últimaR(OBA))$	8,11 $\{x/últimaR(OBA), y/casa(João)\}$
15.	$\neg casado(João, y) \vee igual(casa(y), últimaR(OBA))$	14,9 $\{x/João, z/últimaR(OBA)\}$
16.	$igual(casa(Salete, últimaR(OBA))$	5, 15 $\{y/Salete\}$
17.	$igual(últimaR(OBA), casa(Salete))$	11, 16 $\{x/casa(Salete), y/últimaR(OBA)\}$
18.	$Falso$	13,16

ii. Aqui queremos mostrar que $\neg\exists x\ casado(x, Helena)$. Ou seja:

1.	$membro(João, OBA)$	
2.	$membro(Salete, OBA)$	
3.	$membro(Helena, OBA)$	
4.	$membro(Bruno, OBA)$	
5.	$casado(João, Salete)$	
6.	$irmão(Bruno, Helena)$	
7.	$\neg membro(x, OBA) \lor \neg casado(x, y) \lor membro(y, OBA)$	
8.	$igual(últimaR(OBA), casa(João))$	
9.	$\neg casado(x, y) \lor \neg igual(casa(x), z) \lor igual(casa(y), z)$	
10.	$igual(x, x)$	propriedade do =
11.	$\neg igual(x, y) \lor igual(y, x)$	propriedade do =
12.	$\neg igual(x, y) \lor \neg igual(y, z) \lor igual(x, z)$	propriedade do =
13.	$casado(Marido, Helena)$	nego o objetivo e removo o $\exists$
14.	$\neg membro(Marido, OBA) \lor membro(Helena, OBA)$	7,13 $\{x/Marido, y/Helena\}$

e não conseguimos mais ir adiante. O problema é que foi dito que a esposa de um membro necessariamente é membro, mas não o inverso. Pode haver mulher casada cujo marido não é membro. Faltaria uma complementação à regra, dizendo que vale para as esposas também. Contudo, ao contrário do item anterior, onde era óbvio, agora não é mais óbvio, e pode ser que a regra seja assim mesmo dentro da OBA.