

QUARTA LISTA DE EXERCÍCIOS
INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
QUARTO ANO – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - UEMS
PROFESSORA MERCEDES GONZALES MÁRQUEZ

Lógica de Primeira Ordem

Na tabela seguinte apresentam-se as frases em linguagem natural que correspondem aos enunciados categóricos ensinados em aula (Universal Afirmativo, Particular Afirmativo, Universal Negativo e Particular Negativo) e a sua representação como fórmulas da lógica de 1ª ordem.

<i>Frases do tipo</i>	<i>Representação</i>
<i>Todos os P's são Q's</i>	$\forall x(P(x) \rightarrow Q(x))$
<i>Alguns P's são Q's</i>	$\exists x(P(x) \wedge Q(x))$
<i>Nenhum P é Q</i>	$\forall x(P(x) \rightarrow \neg Q(x))$
<i>Nem todos os P's são Q's</i>	$\exists x(P(x) \wedge \neg Q(x))$

Exercício 1.

Considerando predicados adequados, exprima na linguagem da aritmética:

- _ Todo o número par é primo
- _ Nem todos os números primos são pares
- _ Alguns primos não são pares
- _ Nenhum primo é par
- _ Todo o primo é não par ou igual a 2

Exercício 2. Traduza as sentenças em símbolos do Cálculo de Predicados. Para realizar a tradução, em cada bloco de sentenças simbolize os predicados, as constantes e as variáveis, e depois rescreva a sentença toda utilizando estes símbolos.

1. Ana é irmã de José.
2. Maria é irmã de Ana.
3. Pedro é pai de Ana.
4. Pedro é pai de Maria e de José.
5. Ana é irmã de José e Maria é irmã de Ana então Maria é irmã de José.
6. Tarso é irmão de Pedro e tio de Ana.
7. Tarso é irmão de Pedro então é tio de José.
8. Tarso é tio de Maria.
9. Tarso é tio de Maria e Ana que são irmãs de José logo Tarso é tio de José.

10. Há alunos na sala.
11. Esta aula é muito importante.
12. Algumas pessoas gostam de chocolate.
13. Todos votaram nele.
14. Ninguém foi ao aniversário.
15. Existem pessoas estudiosas.
16. Tenho algumas moedas no bolso.
17. Há uma pedra no meio do caminho.
18. Há sempre alguém no saguão.
19. Não é o caso de haver algum aluno reprovado.
20. É o caso de haver nenhum aluno aprovado.

Exercício 3. Considere um vocabulário com os símbolos seguintes:

Ocupação (p, o): Predicado. A pessoa p tem a ocupação o .

Cliente ($p1, p2$): Predicado. A pessoa $p1$ é cliente da pessoa $p2$.

Chefe($p1, p2$) Predicado. A pessoa $p1$ é chefe da pessoa $p2$.

Médico, Cirurgião, Advogado, Ator. Constantes que indicam ocupações.

Emília, Joe. constantes que indicam pessoas.

Use esses símbolos para escrever as seguintes asserções em lógica de primeira ordem:

- a. Emília é cirurgiã ou advogada.
- b. Joe é um ator, mas ele também tem outro trabalho.
- c. Todos os cirurgiões são médicos.
- d. Joe não tem advogado (ou seja, não é cliente de nenhum advogado).
- e. Emília tem um chefe que é advogado.
- f. Há um advogado cujos clientes são todos médicos.
- g. Todo cirurgião tem um advogado.

Exercício 4. Complete os exercícios a seguir sobre sentenças lógicas:

a. Traduzir em português *bom, natural* (sem xs e ys!):

$\forall x, y, \text{Falaldia}(x, l) \wedge \text{Falaldia}(y, l)$

$\Rightarrow \text{Compreende}(x, y) \wedge \text{Compreende}(y, x)$.

b. Explique por que essa sentença é consequência da sentença

$\forall x, y, l \text{Falaldia}(x, l) \wedge \text{Falaldia}(y, l)$

$\Rightarrow \text{Compreende}(x, y)$.

c. Traduza em lógica de primeira ordem as seguintes sentenças:

(i) Compreender leva à amizade.

(ii) A amizade é transitiva.

Lembre-se de definir todos os predicados, funções e constantes que usar.

Exercício 5. Assumindo os predicados *PaiOuMãe*(p, θ) e *Feminino*(p) e as constantes *Joan* e *Kevin*, com os

significados óbvios, expresse cada uma das seguintes sentenças em lógica de primeira ordem (você

pode usar a abreviatura $\exists! 1$ para significar “existe exatamente um”).

a. Joan tem uma filha (possivelmente mais do que uma e, possivelmente, filhos também).

b. Joan tem exatamente uma filha (mas pode ter filhos também).

- c. Joan tem exatamente um filho ou filha.
- d. Joan e Kevin têm exatamente um filho ou filha juntos.
- e. Joan tem pelo menos um filho ou filha com Kevin e não tem filhos com mais ninguém.

Exercício 6. Afirmações aritméticas podem ser escritas em lógica de primeira ordem com o símbolo de predicado $<$, os símbolos de função $+$ e $\times$, e os símbolos constantes 0 e 1. Predicados adicionais podem ser também definidos com bicondicionais.

- a. Represente a propriedade “ x é um número par”.
- b. Represente a propriedade “ x é primo”.
- c. A conjectura de Goldbach é a conjectura (ainda não provada) de que cada número par é igual à soma de dois primos. Represente essa conjectura como uma sentença lógica.

Exercício 7. Considere uma base de conhecimento de lógica de primeira ordem que descreve o mundo com pessoas, canções, álbuns (ou seja, “*Meet the Beatles*”) e discos (ou seja, instâncias físicas particulares de CDs). O vocabulário contém os símbolos seguintes:

CopiaDe(d, a): Predicado. O disco d é uma cópia do álbum a .

Possui(p, d): Predicado. A pessoa p possui o disco d .

Canta(p, s, a): O álbum a inclui uma gravação da música s cantada pela pessoa p .

Escreveu(p, s): A pessoa p escreveu a canção s .

McCartney, Gershwin, BHoliday, Joe, EleanorRigby, TheManILove, Revolver: Constantes com os significados óbvios.

Expresse as seguintes afirmações em lógica de primeira ordem:

- a. Gershwin escreveu “*The Man I Love*”.
- b. Gershwin não escreveu “*Eleanor Rigby*”.
- c. Ou Gershwin ou McCartney escreveu “*The Man I Love*”.
- d. Joe escreveu pelo menos uma canção.
- e. Joe possui uma cópia de *Revolver*.
- f. Cada canção que McCartney canta em *Revolver* foi escrita por McCartney.
- g. Gershwin não escreveu qualquer das músicas de *Revolver*.
- h. Cada canção que Gershwin escreveu foi gravada em algum álbum.
(Possivelmente canções diferentes foram gravadas em álbuns diferentes.)
- i. Há um único álbum que contém todas as músicas que Joe escreveu.
- j. Joe possui uma cópia de um álbum em que Billie Holiday canta “*The Man I Love*”.
- k. Joe possui uma cópia de cada álbum que tem uma canção cantada por McCartney. (É claro que cada álbum diferente é instanciado em um CD físico diferente.)
- l. Joe possui uma cópia de todo álbum no qual todas as canções são cantadas por Billie Holiday.

Exercício 8 .Aqui estão duas sentenças na linguagem de lógica de primeira ordem:

(A) $\forall x \exists y (x \geq y)$

(B) $\exists y \forall x (x \geq y)$

a. Suponha que os valores das variáveis se estendam sobre todo o conjunto dos números naturais

0, 1, 2,..., ∞ e que o predicado “ $\geq$ ” signifique “é maior que ou igual a”. Sob essa interpretação,

converta (A) e (B) para linguagem natural.

b. (A) é verdadeira sob essa interpretação?

c. (B) é verdadeira sob essa interpretação?

d. B é consequência lógica de A?

e. A é consequência lógica de B?

f. Usando a resolução, tente provar que (A) segue de (B). Faça isso mesmo se achar que A não é consequência lógica de B; continue até a prova falhar e não ser possível prosseguir (se ela falhar).

Exercício 9. Considere o programa lógico a seguir:

`gosta(ary, eva).`

`gosta(ivo, ana).`

`gosta(ivo, eva).`

`gosta(eva, ary).`

`gosta(ana, ary).`

`namora(A,B)  $\leftarrow$  gosta(A,B)  $\wedge$  gosta(B,A)`

Mostre como o algoritmo Sld-Resolução responde às seguintes consultas:

a) Ivo gosta de quem?

b) Quem gosta de Ary?

c) Ivo namora com Eva?

d) Ary namora com quem?

e) Eva namora com Ary?

Sugestão:

Veja

a

Consulta

Ana fala que idioma nos slides IIA-InferenciaEmLogicaPrimeiraOrdem.ppt

Exercício 10. Considere o programa lógico a seguir:

`pai(adao, cain)`

`pai(adao, abel)`

`pai(adao, seth)`

`pai(seth, enos)`

`avo(X;Z)  $\leftarrow$  pai(X, Y)  $\wedge$  pai(Y,Z)`

Mostre como o algoritmo Sld-Resolução responde às seguintes consultas:

a) Quem é pai de Abel?

b) Adão é pai de quem?

c) Quem é avô de Enos?

d) Seth é avô de alguém?

Sugestão:

Veja

a

Consulta

Ana fala que idioma nos slides IIA-InferenciaEmLogicaPrimeiraOrdem.ppt

Exercício 11. Mostre que, com base no programa a seguir, o algoritmo Sld-Resolução encontra três respostas para consulta `irmao(cain;R)`.

`pai(adao; cain)`

`pai(adao; abel)`

`pai(adao; seth)`

`irmao(X; Y)  $\Leftarrow$  pai(Z;X)  $\wedge$  pai(Z; Y)`