Sistemas Baseados em Conhecimento
Aula de Exercícios de 20/09/2019

Vinícius Bitencourt Matos

IME-USP

Exercício 1

A lei diz que é crime um americano vender armas a nações hostis. O país Nono, inimigo da América, tem alguns mísseis, e todos foram vendidos pelo Coronel West, um americano.

(a) Represente os fatos acima, bem como informações de conhecimento geral, como sentenças na lógica de primeira ordem.

(b) Use resolução SLD para provar que West é um criminoso.

(c) Prove que West é um criminoso utilizando encadeamento para frente.

(d) Prove que West é um criminoso utilizando encadeamento para trás.

(e) Represente o conhecimento deste problema em Prolog, e use-o para confirmar que West é um criminoso.

Exercício 1a

Solução (parte 1/2)

- American(x): x é americano
- Missile(x): x é um míssil
- Weapon(x): x é uma arma
- Criminal(x): x é um criminoso
- Hostile(x): x é hostil
- Owns(x, y): x possui y
- Sells(x, y, z): x vende y a z
- Enemy(x, y): x é inimigo de y

america, west e nono fazem parte do domínio

Exercício 1a

Solução (parte 2/2)

- $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(\text{American}(x) \wedge \text{Weapon}(y) \wedge \text{Hostile}(z) \wedge \text{Sells}(x, y, z) \big) \rightarrow \text{Criminal}(x) \Big]$
- Enemy(nono, america)
- $\exists w \big[\text{Missile}(w) \wedge \text{Owns}(\text{nono}, w) \big]$
- $\forall v \Big[\big(\text{Missile}(v) \wedge \text{Owns}(\text{nono}, v) \big) \rightarrow \text{Sells}(\text{west}, v, \text{nono}) \Big]$
- American(west)

- $\forall u \big[\text{Missile}(u) \rightarrow \text{Weapon}(u) \big]$
- $\forall t \big[\text{Enemy}(t, \text{america}) \rightarrow \text{Hostile}(t) \big]$

Exercício 1b

(Resolução SLD na lousa)

1. $[\neg \text{American}(x), \neg \text{Weapon}(y), \neg \text{Hostile}(z), \neg \text{Sells}(x, y, z), \text{Criminal}(x)]$
2. $[\text{Enemy}(\text{nono}, \text{america})]$
3. $[\text{Missile}(\text{m}_1)]$
4. $[\text{Owns}(\text{nono}, \text{m}_1)]$
5. $[\neg \text{Missile}(v), \neg \text{Owns}(\text{nono}, v), \text{Sells}(\text{west}, v, \text{nono})]$
6. $[\text{American}(\text{west})]$
7. $[\neg \text{Missile}(u), \text{Weapon}(u)]$
8. $[\neg \text{Enemy}(t, \text{america}), \text{Hostile}(t)]$
9. $[\neg \text{Criminal}(\text{west})]$

Exercício 1c

(na lousa)

(c) Prove que West é um criminoso utilizando encadeamento para frente.

Base de conhecimento:

1. $\text{American}(x) \wedge \text{Weapon}(y) \wedge \text{Hostile}(z) \wedge \text{Sells}(x, y, z) \rightarrow \text{Criminal}(x)$
2. $\text{Enemy}(\text{nono}, \text{america})$
3. $\text{Missile}(\text{m}_1)$
4. $\text{Owns}(\text{nono}, \text{m}_1)$
5. $\text{Missile}(v) \wedge \text{Owns}(\text{nono}, v) \rightarrow \text{Sells}(\text{west}, v, \text{nono})$
6. $\text{American}(\text{west})$
7. $\text{Missile}(u) \rightarrow \text{Weapon}(u)$
8. $\text{Enemy}(t, \text{america}) \rightarrow \text{Hostile}(t)$

Exercício 1d

(na lousa)

(d) Prove que West é um criminoso utilizando encadeamento para trás.

Base de conhecimento:

1. $\text{Criminal}(x) \leftarrow \text{American}(x) \wedge \text{Weapon}(y) \wedge \text{Hostile}(z) \wedge \text{Sells}(x, y, z)$
2. $\text{Enemy}(\text{nono}, \text{america})$
3. $\text{Missile}(\text{m}_1)$
4. $\text{Owns}(\text{nono}, \text{m}_1)$
5. $\text{Sells}(\text{west}, v, \text{nono}) \leftarrow \text{Missile}(v) \wedge \text{Owns}(\text{nono}, v)$
6. $\text{American}(\text{west})$
7. $\text{Weapon}(u) \leftarrow \text{Missile}(u)$
8. $\text{Hostile}(t) \leftarrow \text{Enemy}(t, \text{america})$

Exercício 1e

(solução e demonstração)

(e) Represente o conhecimento deste problema em Prolog, e use-o para confirmar que West é um criminoso.

```
criminal(X) :- american(X), weapon(Y), hostile(Z), sells(X, Y, Z).
enemy(nono, america).
missile(m).
owns(nono, m).
sells(west, V, nono) :- missile(V), owns(nono, V).
american(west).
weapon(U) :- missile(U).
hostile(T) :- enemy(T, america).
```

Exercício 2

O código Prolog a seguir define um predicado p.

```
p(X, [X | Y]).
p(X, [Y | Z]) :- p(X, Z).
```

(a) Mostre as árvores de prova e as soluções correspondentes às consultas `p(A, [2, 1, 3])` e `p(2, [1, A, 3])`.

(b) Que operação padrão de lista p representa?

Exercício 3

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém.

Exercício 3

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém.
Ninguém ama quem tenha matado um animal.

Exercício 3

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém.
Ninguém ama quem tenha matado um animal.
Jack ama todos os animais.

Exercício 3

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém.
Ninguém ama quem tenha matado um animal.
Jack ama todos os animais.
Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

Exercício 3

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

(b) Mostre que esses fatos não dão suporte à culpa de Jack nem da Curiosidade, isto é, dê uma interpretação (satisfazendo esses fatos) em que Jack tenha matado o gato, e outra em que a Curiosidade tenha matado o gato.

(c) Acrescente alguma(s) informação(ões) de conhecimento geral, e use resolução para provar que a Curiosidade matou o gato.

(d) É garantido que o item anterior poderia ser feito por resolução SLD? Por quê?

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

Cat(x): x é um gato

Animal(x): x é um animal

Loves(x, y): x ama y

Killed(x, y): x matou y

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

- $\forall x \Big[\forall y \big[\text{Animal}(y) \rightarrow \text{Loves}(x, y) \big] \rightarrow \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

- $\forall x \Big[\forall y \big[\text{Animal}(y) \rightarrow \text{Loves}(x, y) \big] \rightarrow \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$
- $\forall x \Big[\exists y \big[\text{Animal}(y) \wedge \text{Killed}(x, y) \big] \rightarrow \neg \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

- $\forall x \Big[\forall y \big[\text{Animal}(y) \rightarrow \text{Loves}(x, y) \big] \rightarrow \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$
- $\forall x \Big[\exists y \big[\text{Animal}(y) \land \text{Killed}(x, y) \big] \rightarrow \neg \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$
- $\forall x \Big[\text{Animal}(x) \rightarrow \text{Loves}(\text{jack}, x) \Big]$

Exercício 3a

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(a) Represente esses fatos como sentenças em lógica de primeira ordem.

- $\forall x \Big[\forall y \big[\text{Animal}(y) \rightarrow \text{Loves}(x, y) \big] \rightarrow \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$
- $\forall x \Big[\exists y \big[\text{Animal}(y) \wedge \text{Killed}(x, y) \big] \rightarrow \neg \exists y \big[\text{Loves}(y, x) \big] \Big]$
- $\forall x \Big[\text{Animal}(x) \rightarrow \text{Loves}(\text{jack}, x) \Big]$
- $\text{Cat}(\text{tuna})$
- $\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}) \vee \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})$
- $\neg \Big[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}) \wedge \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna}) \Big]$

Exercício 3b

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(b) Mostre que esses fatos não dão suporte à culpa de Jack nem da Curiosidade, isto é, dê uma interpretação (satisfazendo esses fatos) em que Jack tenha matado o gato, e outra em que a Curiosidade tenha matado o gato.

Exercício 3b

Qualquer um que ame todos os animais é amado por alguém. Ninguém ama quem tenha matado um animal. Jack ama todos os animais. Ou o Jack ou a Curiosidade matou o gato cujo nome é Tuna.

(b) Mostre que esses fatos não dão suporte à culpa de Jack nem da Curiosidade, isto é, dê uma interpretação (satisfazendo esses fatos) em que Jack tenha matado o gato, e outra em que a Curiosidade tenha matado o gato.

$$\mathcal{I} = \langle D, \mathtt{I} \rangle$$

$$D = \{\text{jack}, \text{curiosity}, \text{tuna}\}$$

$\mathtt{I}[\text{Cat}] = \{\text{tuna}\}$	$\mathtt{I}[\text{Cat}] = \{\text{tuna}\}$
$\mathtt{I}[\text{Animal}] = \{\text{jack}\}$	$\mathtt{I}[\text{Animal}] = \{\text{jack}\}$
$\mathtt{I}[\text{Killed}] = \{(\text{jack}, \text{tuna})\}$	$\mathtt{I}[\text{Killed}] = \{(\text{curiosity}, \text{tuna})\}$
$\mathtt{I}[\text{Loves}] = \{(\text{jack}, \text{jack})\}$	$\mathtt{I}[\text{Loves}] = \{(\text{jack}, \text{jack})\}$

Exercício 3c

(c) Acrescente alguma(s) informação(ões) de conhecimento geral, e use resolução para provar que a Curiosidade matou o gato.

Exercício 3c

(c) Acrescente alguma(s) informação(ões) de conhecimento geral, e use resolução para provar que a Curiosidade matou o gato.

$$\forall x \left[\text{Cat}(x) \rightarrow \text{Animal}(x) \right]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \big] \rightarrow \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \big] \rightarrow \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \forall y_1 \big[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \big] \vee \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \big] \rightarrow \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \forall y_1 \big[\neg \text{Animal}(y_1) \lor \text{Loves}(x, y_1) \big] \lor \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \neg (\neg \text{Animal}(y_1) \lor \text{Loves}(x, y_1)) \lor \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \right] \rightarrow \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \forall y_1 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \neg \big(\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \big) \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \wedge \neg \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \left[\forall y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \right] \rightarrow \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\neg \forall y_1 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\exists y_1 \neg (\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1)) \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \wedge \neg \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\left(\text{Animal} \left(F_1(x) \right) \wedge \neg \text{Loves} \left(x, F_1(x) \right) \right) \vee \text{Loves} \left(F_2(x), x \right) \right]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \right] \rightarrow \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \forall y_1 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \neg (\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1)) \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \wedge \neg \text{Loves}(x, y_1) \right] \vee \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \Big]$$

$$\forall x \Big[\Big(\text{Animal} \left(F_1(x) \right) \wedge \neg \text{Loves} \left(x, F_1(x) \right) \Big) \vee \text{Loves} \left(F_2(x), x \right) \Big]$$

$$\forall x \Big[\Big(\text{Animal} \left(F_1(x) \right) \vee \text{Loves} \left(F_2(x), x \right) \Big) \wedge \Big(\neg \text{Loves} \left(x, F_1(x) \right) \vee \text{Loves} \left(F_2(x), x \right) \Big) \Big]$$

Exercício 3c

Passando a primeira sentença para CNF

$$\forall x \Big[\forall y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \rightarrow \text{Loves}(x, y_1) \big] \rightarrow \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \forall y_1 \big[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1) \big] \vee \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \neg (\neg \text{Animal}(y_1) \vee \text{Loves}(x, y_1)) \vee \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \wedge \neg \text{Loves}(x, y_1) \big] \vee \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\Big(\text{Animal}\left(F_1(x)\right) \wedge \neg \text{Loves}\left(x, F_1(x)\right) \Big) \vee \text{Loves}\left(F_2(x), x\right) \Big]$$

$$\forall x \Big[\Big(\text{Animal}\left(F_1(x)\right) \vee \text{Loves}\left(F_2(x), x\right) \Big) \wedge \Big(\neg \text{Loves}\left(x, F_1(x)\right) \vee \text{Loves}\left(F_2(x), x\right) \Big) \Big]$$

CNF:

1. $[\text{Animal}(F_1(t)), \text{Loves}(F_2(t), t)]$
2. $[\neg \text{Loves}(u, F_1(u)), \text{Loves}(F_2(u), u)]$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \Big[\exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \big] \rightarrow \neg \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \Big[\exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \big] \to \neg \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \big] \lor \neg \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \Big[\exists y_1 \big[\mathrm{Animal}(y_1) \land \mathrm{Killed}(x, y_1) \big] \to \neg \exists y_2 \big[\mathrm{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \exists y_1 \big[\mathrm{Animal}(y_1) \land \mathrm{Killed}(x, y_1) \big] \lor \neg \exists y_2 \big[\mathrm{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\forall y_1 \neg \big(\mathrm{Animal}(y_1) \land \mathrm{Killed}(x, y_1) \big) \lor \forall y_2 \neg \big(\mathrm{Loves}(y_2, x) \big) \Big]$$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \left[\exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right] \rightarrow \neg \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\neg \exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right] \lor \neg \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\forall y_1 \neg \left(\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right) \lor \forall y_2 \neg \left(\text{Loves}(y_2, x) \right) \right]$$

$$\forall x \left[\forall y_1 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \lor \neg \text{Killed}(x, y_1) \right] \lor \forall y_2 \neg \left(\text{Loves}(y_2, x) \right) \right]$$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \Big[\exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \wedge \text{Killed}(x, y_1) \big] \rightarrow \neg \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\neg \exists y_1 \big[\text{Animal}(y_1) \wedge \text{Killed}(x, y_1) \big] \vee \neg \exists y_2 \big[\text{Loves}(y_2, x) \big] \Big]$$

$$\forall x \Big[\forall y_1 \neg \big(\text{Animal}(y_1) \wedge \text{Killed}(x, y_1) \big) \vee \forall y_2 \neg \big(\text{Loves}(y_2, x) \big) \Big]$$

$$\forall x \Big[\forall y_1 \big[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \neg \text{Killed}(x, y_1) \big] \vee \forall y_2 \neg \big(\text{Loves}(y_2, x) \big) \Big]$$

$$\forall x \forall y_1 \forall y_2 \Big[\neg \text{Animal}(y_1) \vee \neg \text{Killed}(x, y_1) \vee \neg \text{Loves}(y_2, x) \Big]$$

Exercício 3c

Passando a segunda sentença para CNF

$$\forall x \left[\exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right] \rightarrow \neg \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\neg \exists y_1 \left[\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right] \lor \neg \exists y_2 \left[\text{Loves}(y_2, x) \right] \right]$$

$$\forall x \left[\forall y_1 \neg \left(\text{Animal}(y_1) \land \text{Killed}(x, y_1) \right) \lor \forall y_2 \neg \left(\text{Loves}(y_2, x) \right) \right]$$

$$\forall x \left[\forall y_1 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \lor \neg \text{Killed}(x, y_1) \right] \lor \forall y_2 \neg \left(\text{Loves}(y_2, x) \right) \right]$$

$$\forall x \forall y_1 \forall y_2 \left[\neg \text{Animal}(y_1) \lor \neg \text{Killed}(x, y_1) \lor \neg \text{Loves}(y_2, x) \right]$$

CNF:

3. $[\neg \text{Animal}(y), \neg \text{Killed}(x, y), \neg \text{Loves}(z, x)]$

Exercício 3c

Passando as demais sentenças para CNF

$$\forall x \Big[\mathsf{Animal}(x) \to \mathsf{Loves}(\mathsf{jack}, x) \Big]$$
$$\mathsf{Cat}(\mathsf{tuna})$$
$$\mathsf{Killed}(\mathsf{jack}, \mathsf{tuna}) \lor \mathsf{Killed}(\mathsf{curiosity}, \mathsf{tuna})$$
$$\neg \Big[\mathsf{Killed}(\mathsf{jack}, \mathsf{tuna}) \land \mathsf{Killed}(\mathsf{curiosity}, \mathsf{tuna}) \Big]$$
$$\forall x \Big[\mathsf{Cat}(x) \to \mathsf{Animal}(x) \Big]$$

4. $[\neg \mathsf{Animal}(v), \mathsf{Loves}(\mathsf{jack}, v)]$
5. $[\mathsf{Cat}(\mathsf{tuna})]$
6. $[\mathsf{Killed}(\mathsf{jack}, \mathsf{tuna}), \mathsf{Killed}(\mathsf{curiosity}, \mathsf{tuna})]$
7. $[\neg \mathsf{Killed}(\mathsf{jack}, \mathsf{tuna}), \neg \mathsf{Killed}(\mathsf{curiosity}, \mathsf{tuna})]$
8. $[\neg \mathsf{Cat}(w), \mathsf{Animal}(w)]$

Exercício 3c

Acrescentando a negação do que queremos provar

$\neg$ Killed(curiosity, tuna)

9. $[\neg \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

Exercício 3c

Prova por resolução

9. [$\neg$ Killed(curiosity, tuna)]

6. [Killed(jack, tuna), Killed(curiosity, tuna)]

1. [Animal($F_1(t)$), Loves($F_2(t)$, t)]

7. [$\neg$ Killed(jack, tuna), $\neg$ Killed(curiosity, tuna)]

5. [Cat(tuna)]

8. [$\neg$ Cat(w), Animal(w)]

2. [$\neg$ Loves(u, $F_1(u)$), Loves($F_2(u)$, u)]

4. [$\neg$ Animal(v), Loves(jack, v)]

3. [$\neg$ Animal(y), $\neg$ Killed(x, y), $\neg$ Loves(z, x)]

Exercício 3c

Prova por resolução

9. $[\neg\,\text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

6. $[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}), \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

5. $[\text{Cat}(\text{tuna})]$

8. $[\neg\,\text{Cat}(w), \text{Animal}(w)]$

3. $[\neg\,\text{Animal}(y), \neg\,\text{Killed}(x, y), \neg\,\text{Loves}(z, x)]$

Exercício 3c

Prova por resolução

9. [$\neg$ Killed(curiosity, tuna)]

6. [Killed(jack, tuna), Killed(curiosity, tuna)]

10. [Killed(jack, tuna)]

5. [Cat(tuna)]

8. [$\neg$ Cat(w), Animal(w)]

3. [$\neg$ Animal(y), $\neg$ Killed(x, y), $\neg$ Loves(z, x)]

Exercício 3c

Prova por resolução

9. [$\neg$ Killed(curiosity, tuna)]

6. [Killed(jack, tuna), Killed(curiosity, tuna)]

10. [Killed(jack, tuna)]

5. [Cat(tuna)]

8. [$\neg$ Cat(w), Animal(w)]

w/ tuna

3. [$\neg$ Animal(y), $\neg$ Killed(x, y), $\neg$ Loves(z, x)]

11. [Animal(tuna)]

Exercício 3c

Prova por resolução

9. $[\neg \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

6. $[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}), \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

10. $[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna})]$

5. $[\text{Cat}(\text{tuna})]$

8. $[\neg \text{Cat}(w), \text{Animal}(w)]$

$w/\,\text{tuna}$

3. $[\neg \text{Animal}(y), \neg \text{Killed}(x, y), \neg \text{Loves}(z, x)]$

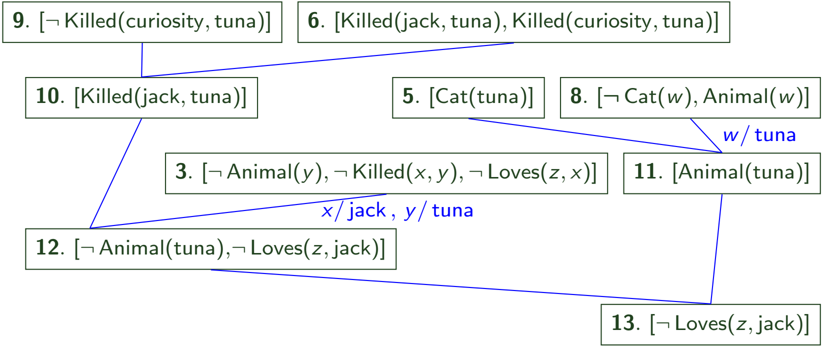
11. $[\text{Animal}(\text{tuna})]$

$x/\,\text{jack}\,,\ y/\,\text{tuna}$

12. $[\neg \text{Animal}(\text{tuna}), \neg \text{Loves}(z, \text{jack})]$

Exercício 3c

Prova por resolução



Exercício 3c

Prova por resolução

$\boxed{\textbf{1}.\ [\text{Animal}(F_1(t)), \text{Loves}(F_2(t), t)]}$ $\boxed{\textbf{7}.\ [\neg\,\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}), \neg\,\text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]}$

$\boxed{\textbf{2}.\ [\neg\,\text{Loves}(u, F_1(u)), \text{Loves}(F_2(u), u)]}$ $\boxed{\textbf{4}.\ [\neg\,\text{Animal}(v), \text{Loves}(\text{jack}, v)]}$

Exercício 3c

Prova por resolução

$\mathbf{1}.\ [\mathrm{Animal}(F_1(t)), \mathrm{Loves}(F_2(t), t)]$

$\mathbf{7}.\ [\neg\,\mathrm{Killed}(\mathrm{jack}, \mathrm{tuna}), \neg\,\mathrm{Killed}(\mathrm{curiosity}, \mathrm{tuna})]$

$\mathbf{2}.\ [\neg\,\mathrm{Loves}(u, F_1(u)), \mathrm{Loves}(F_2(u), u)]$

$\mathbf{4}.\ [\neg\,\mathrm{Animal}(v), \mathrm{Loves}(\mathrm{jack}, v)]$

$u/\,\mathrm{jack}$

$v/F_1(\mathrm{jack})$

$\mathbf{14}.\ [\neg\,\mathrm{Animal}(F_1(\mathrm{jack})), \mathrm{Loves}(F_2(\mathrm{jack}), \mathrm{jack})]$

Exercício 3c

Prova por resolução

1. $[\text{Animal}(F_1(t)), \text{Loves}(F_2(t), t)]$

7. $[\neg\,\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}), \neg\,\text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

2. $[\neg\,\text{Loves}(u, F_1(u)), \text{Loves}(F_2(u), u)]$

4. $[\neg\,\text{Animal}(v), \text{Loves}(\text{jack}, v)]$

$t/\,\text{jack}$

$u/\,\text{jack}$

$v/F_1(\text{jack})$

14. $[\neg\,\text{Animal}(F_1(\text{jack})), \text{Loves}(F_2(\text{jack}), \text{jack})]$

15. $[\text{Loves}(F_2(\text{jack}), \text{jack})]$

Exercício 3c

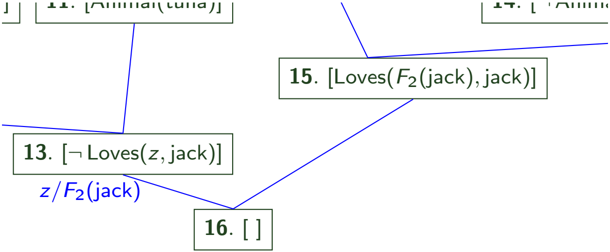
Prova por resolução

15. [Loves(F_2(jack), jack)]

13. [$\neg$ Loves(z, jack)]

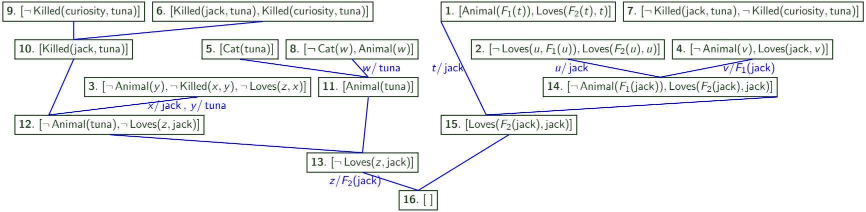
Exercício 3c

Prova por resolução



Exercício 3c

Prova por resolução



Logo, a Curiosidade matou o gato.

Exercício 3d

(d) É garantido que o item anterior poderia ser feito por resolução SLD? Por quê?

Exercício 3d

(d) É garantido que o item anterior poderia ser feito por resolução SLD? Por quê?

Não, pois há cláusulas que não são de Horn:

1. $[\text{Animal}(F_1(t)), \text{Loves}(F_2(t), t)]$

6. $[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}), \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna})]$

Referências

Exercícios 1, 2 e 3 adaptados do exemplo da subseção 9.3.1, do exercício 9.21 e do exemplo da subseção 9.5.3 de *Artificial Intelligence – A Modern Approach* (Stuart J. Russell & Peter Norvig, 2010).