

Sistemas Baseados em Conhecimento

Aula de Exercícios IV

Vinícius Bitencourt Matos

IME-USP

Setembro de 2017

Exercício 8

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

Exercício 8

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

Exercício 8

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

Exercício 8

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 8

- (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 8a

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 8a

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.

$\text{Cat}(x)$: x é um gato

$\text{Animal}(x)$: x é um animal

$\text{Loves}(x, y)$: x ama y

$\text{Killed}(x, y)$: x matou y

Exercício 8a

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 8a

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.

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

Exercício 8a

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.

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

Exercício 8a

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.

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

Exercício 8a

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.

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

Exercício 8b

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 8b

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.

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

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

$$I[\text{Cat}] = \{\text{tuna}\}$$

$$I[\text{Animal}] = \{\text{jack}\}$$

$$I[\text{Killed}] = \{(\text{jack, tuna})\}$$

$$I[\text{Loves}] = \{(\text{jack, jack})\}$$

$$I[\text{Cat}] = \{\text{tuna}\}$$

$$I[\text{Animal}] = \{\text{jack}\}$$

$$I[\text{Killed}] = \{(\text{curiosity, tuna})\}$$

$$I[\text{Loves}] = \{(\text{jack, jack})\}$$

Exercício 8c

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

Exercício 8c

(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 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

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

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

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

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

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

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

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

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

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

Exercício 8c

Passando a primeira sentença para CNF

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

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

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

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

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

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

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 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

Exercício 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

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

Exercício 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

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

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

Exercício 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

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

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

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

Exercício 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

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

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

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

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

Exercício 8c

Passando a segunda sentença para CNF

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

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

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

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

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

CNF:

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

Exercício 8c

Passando as demais sentenças para CNF

$$\begin{aligned}& \forall x \left[\text{Animal}(x) \rightarrow \text{Loves}(\text{jack}, x) \right] \\& \text{Cat}(\text{tuna}) \\& \text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}) \vee \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna}) \\& \neg \left[\text{Killed}(\text{jack}, \text{tuna}) \wedge \text{Killed}(\text{curiosity}, \text{tuna}) \right] \\& \forall x \left[\text{Cat}(x) \rightarrow \text{Animal}(x) \right]\end{aligned}$$

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

Exercício 8c

Acrescentando a negação do que queremos provar

\neg Killed(curiosity, tuna)

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

Exercício 8c

Prova por resolução

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Exercício 8c

Prova por resolução

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

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

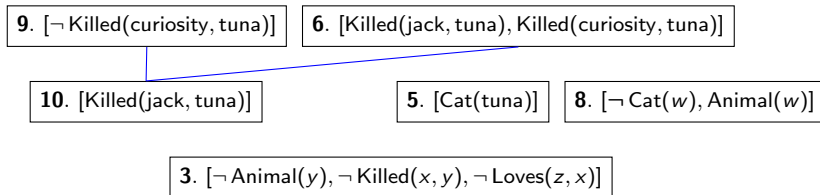
5. $[\text{Cat}(\text{tuna})]$

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

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

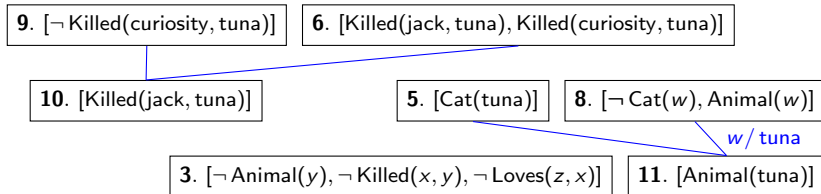
Exercício 8c

Prova por resolução



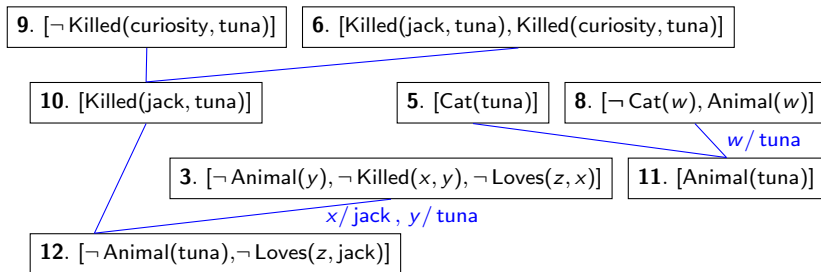
Exercício 8c

Prova por resolução



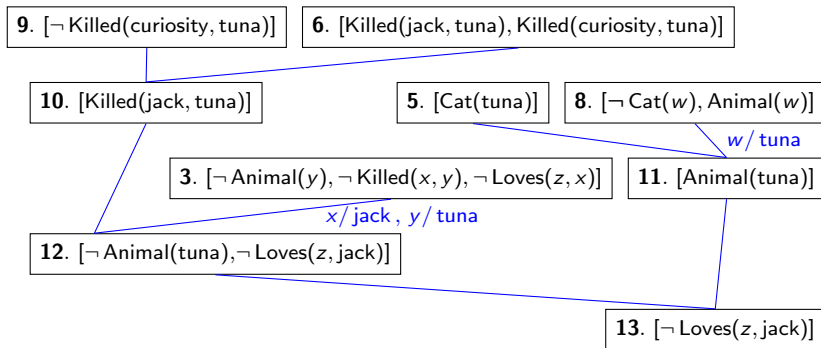
Exercício 8c

Prova por resolução



Exercício 8c

Prova por resolução



Exercício 8c

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

Exercício 8c

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

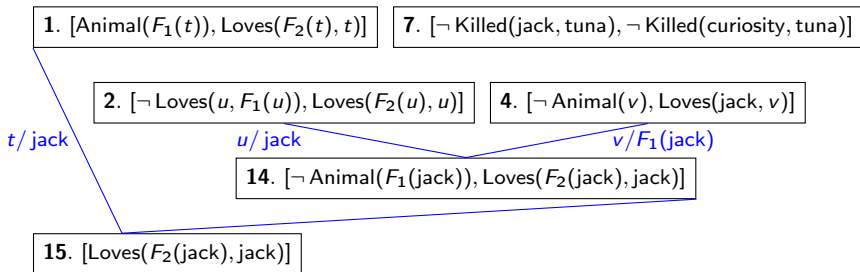
u/jack

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

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

Exercício 8c

Prova por resolução



Exercício 8c

Prova por resolução

11. $[Animal(tuna)]$

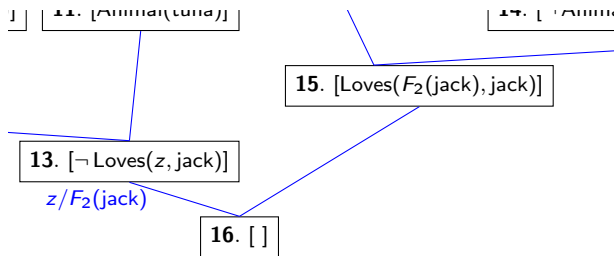
14. $[¬Animal(tuna)]$

13. $[¬Loves(z, jack)]$

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

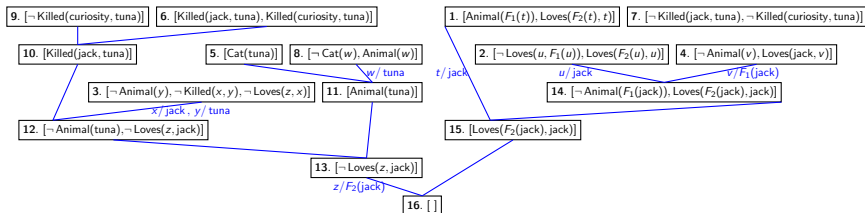
Exercício 8c

Prova por resolução



Exercício 8c

Prova por resolução



Logo, a Curiosidade matou o gato.

Exercício 8d

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

Exercício 8d

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

Exercício 9

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.

Exercício 9a

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

america, west e nono fazem parte do domínio

Exercício 9a

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

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

Exercício 9b

(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. $[\text{Missile}(m)]$
4. $[\text{Owns}(\text{nono}, m)]$
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 9c

(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. $\text{Missile}(m)$
4. $\text{Owns}(\text{nono}, m)$
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 9d

(na lousa)

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

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. $\text{Missile}(m)$
4. $\text{Owns}(\text{nono}, m)$
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 10

Como a resolução pode ser usada para mostrar que uma sentença é válida? E não satisfatível?

Referências

Exercícios 8, 9 e 10 adaptados respectivamente dos exemplos das subseções 9.3.1 e 9.5.3 e do exercício 9.15 de *Artificial Intelligence – A Modern Approach* (Stuart J. Russell & Peter Norvig, 2010).