

总结一：只添加实体不相等，封闭世界假定，答案唯一假定三条规则无法保证 z3 可以求解出下面的例题：

1. Frank felt [vindicated/crushed] when his longtime rival Bill revealed that he was the winner of the competition. Who was the winner of the competition?

(KB: If person B, who is person A's rival, is the winner of the competition, person B will feel vindicated and person A will feel crushed. Frank and Bill is rival.)

Answers: Frank/Bill

1. KB 翻译为一阶逻辑语言：

对于任意 x, y , $\text{rival}(x, y) \wedge \text{winner}(x) \rightarrow \text{feltVindicated}(x) \wedge \text{feltCrushed}(y)$;

$\text{rival}(\text{Frank}, \text{Bill}) \wedge \text{rival}(\text{Bill}, \text{Frank})$

2. 封闭世界假定：

$\text{feltVindicated}(x) \wedge \text{feltCrushed}(y) \rightarrow \text{rival}(x, y) \wedge \text{winner}(x)$

3. 实体不相等：

$\text{not} (= \text{Frank Bill})$

4. 答案唯一假定：

$(\text{winner}(\text{Frank}) \wedge (\text{not} (\text{winner}(\text{Bill})))) \vee (\text{winner}(\text{Bill}) \wedge \text{not} (\text{winner}(\text{Frank})))$

5. 证明蕴含：

$\text{not} (\text{feltVindicated}(\text{Bill}) \rightarrow (\text{winner}(\text{Bill})))$

对于这个蕴含的非，z3 给出的解是 sat。

理由是：z3 可以让 $\text{feltVindicated}(\text{Frank})$ 为 true, $\text{feltVindicated}(\text{Bill})$ 也为 true, 因为 $\text{feltVindicated}(\text{Frank})$ 可以为 true, 所以 $\text{beWinner}(\text{Frank})$ 可以为 true。

其次 z3 可以让 $\text{feltCrushed}(\text{Bill})$ 为 true, $\text{feltCrushed}(\text{Frank})$ 为 false, 这样就可以使得 $\text{winner}(\text{Bill})$ 为 false。

分析：

出现这种可满足性的原因是因为 feltVindicated 这个谓词可以对两个实体都成立，而这个显然是不对的。其次 $\text{winner}(\text{Bill})$ 返回 false 是因为 $\text{feltCrushed}(\text{Frank})$ 返回 false。

解决方法：

1. 我们可以对 feltVindicated 和 feltCrushed 做限定，限定这两个谓词只能对唯一一个实体返回 true。——但是这一点刘老师觉得不合理。继而提出方法 2。
2. 我们可以将 feltVindicated 和 feltCrushed 拆开，将一个问题的两个谓词当作两个事实来构造。即在问题选用 felt vindicated 这个词时，我们使用的 KB 是：对于任意 x, y , $\text{rival}(x, y) \wedge$

$\text{winner}(x) \rightarrow \text{feltVindicated}(x)$; 当问题选用 felt crushed 这个词时, 我们选用的 KB 是对于任意 x, y , $\text{rival}(x, y) \wedge \text{winner}(x) \rightarrow \text{feltCrushed}(y)$ ——这个方法比较合理。

总结二: 将以前的可求解的例子改为第二种方法也可以求解。

总结三: 将今天的实验经验与昨天总结的三条规则合在一起的结论。

1) WSC 每个问题都有两个可选的谓词, 每次只根据其中一个谓词进行提问。为防止一个谓词的真值对另一个谓词的真值造成干扰, 我们在解决与一个谓词相关的问题时只引入与该谓词相关的 KB, 另一个谓词相关的 KB 暂时不引入。例子如下:

The delivery truck zoomed by the school bus because it was going so [fast/slow]. What was going so [fast/slow]?

当谓词是 fast 时, 我们只引入 KB: If there exists car A and car B, and car A goes fast, car A zooms by car B.

当谓词是 slow 时, 我们只引入 KB: If there exists car A and car B, and car A goes slow, car B zooms by car A.

2) 除了需要添加与 WSC 问题相关的背景知识外, 还需引入以下规则:

1. 限定实体不相等

`(assert (not (= bottle table)))`

2. 对于溯因推理问题做封闭世界假定

对于溯因推理问题, 问题需要我们根据结果推导出原因是什么?

而我们引入的背景知识是“由原因 A 得出结果 B”, 在这基础上加入封闭世界假定, 只有原因 A 能得出该结果 B, 也就是结果 B 能推出原因 A。

3. 答案唯一假设

对于问句中的问题, 有且只有一个答案成立。即 A 答案成立则 B 答案不成立, B 答案成立则 A 答案不成立。

`(assert (or (and (uneven bottle) (not (uneven table))) (and (uneven table) (not (uneven bottle)))))`