

讨论纲要——为 WSC 问题做额外约束的两种方法

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。

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

上述提出的两种方法应用到以下例子：

The trophy doesn't fit into the brown suitcase because it's too [small/large]. What is too [small/large]?

讨论一：对于第一种方法，我们引入额外的约束为：

(notFitInto suitcase trophy) 为 false,也就是 not (notFitInto suitcase trophy)为真，其自然语义可以理解为 suitcase fitInto trophy，这与事实是相悖的。所以第一种方法引入的额外约束不合理。但是根据封闭世界假定的原则，原有的句子中并没有告诉我们(notFitInto suitcase trophy)为真，所以我们可以认为其就是假的。

讨论二：对于第二种方法，我们引入的额外约束为：

当问题中的关键词为 big 时，我们引入只关于 big 的约束：

```
(assert (forall ((x thing) (y thing)) (=> (not (= x y)) (= (big x) (not_fit_into x y) )))))
```

当问题中的关键词为 small 时，我们引入只关于 small 的约束：

```
(assert (forall ((x thing) (y thing)) (=> (not (= x y)) (= (small y) (not_fit_into x y) )))))
```

这样的约束也存在与事实不相符的问题，在事实情况下，如果只知道 A 大，不知道 B 的大小，是不能推断出 A 无法装进 B 里面的。必须在知道 A 大且 B 小的情况下才能推断出 A 无法装进 B 里面。

结论：

因此，为了解决第一个例子，我们提出的两种解决方法在用于其他例子时会遇到约束条件不合理的情况。所以我们应该如何添加约束条件呢？

讨论三：答案唯一假定的另一种表示方法是否合理？

```
(assert (= (small trophy) (not (small suitcase))))
```

```
(assert (= (big trophy) (not (big suitcase))))
```