

Математические методы верификации схем и программ

Лекторы:

Захаров Владимир Анатольевич

Подымов Владислав Васильевич

е-mail рассказчика:

valdus@yandex.ru

Осень 2016

NuSMV: практика

Ещё немного возможностей NuSMV

```
IVAR <переменная> : <тип>;  
      <переменная> : <тип>;  
      ...  
DEFINE <переменная> := <выражение>;  
      <переменная> := <выражение>;  
      ...
```

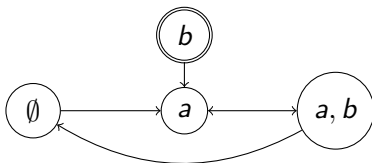
Переменные, описанные в блоке IVAR, входят в пространство состояний автомата, но нельзя использовать их внутри `init` и `next`

Переменные, описанные в блоке DEFINE, — это (если коротко) макроопределения; в частности, они не входят в пространство состояний

Симуляция присутствует в NuSMV, но так как времени на объяснения мало, смотрите сами в документации, как ей пользоваться

Упражнение 1: реализация модели Крипке

Проверить выполнимость свойств в модели Крипке



- ▶ **AGAF_a**
- ▶ **AFAG_a**
- ▶ **AFEG_a**
- ▶ **AXAXAX_a**
- ▶ **AXAXEX_a**
- ▶ **EFA($\neg(a \vee b) \mathbf{U} a \wedge b$)**

Упражнение 2: моделирование программ

Описать параллельную композицию трёх программ, в бесконечном цикле выполняющих следующее:

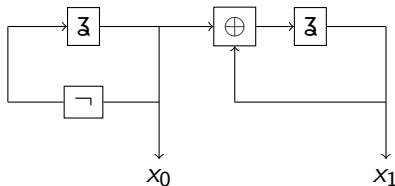
- ▶ первая программа: `if(x < 10) x = x + 1;`
- ▶ вторая программа: `if(x > 0) x = x - 1;`
- ▶ третья программа: `if(x == 10) x = 0;`

Начальное значение x : ноль

Убедиться в том, что значение x не выходит за пределы интервала $[0, 10]$, в предположении, что

1. условный оператор атомарен
2. условный оператор неатомарен; проверка условия атомарна; присваивание атомарно
 - ▶ в последнем случае сделать то же для интервала $[-1, 11]$

Упражнение 3: моделирование схем



Убедиться, что схемой реализуется двухбитовый счётчик:

$$(x_1x_0)_{t+1} = (x_1x_0)_t + 1 \pmod{4}$$

Упражнение 4: крестики-нолики

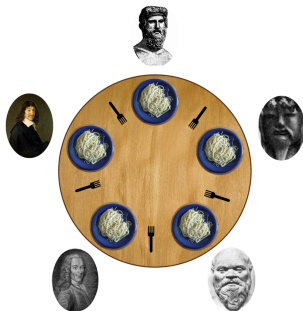
	O	
	X	
X		

Проверить, существует ли в этой игре

$(i \in \{1, 2\})$

- ▶ выигрышная стратегия i -го игрока
- ▶ проигрышная стратегия i -го игрока
- ▶ ничейная стратегия i -го игрока
- ▶ не-выигрышная стратегия i -го игрока
- ▶ не-проигрышная стратегия i -го игрока
- ▶ не-ничейная стратегия i -го игрока

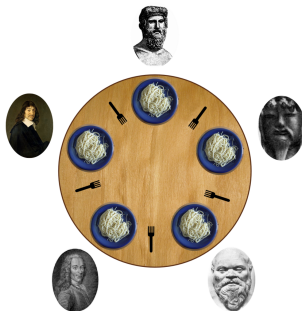
Упражнение 5: обедающие философы



“Плохая ситуация”: ни один философ больше никогда не пообедает

- ▶ Убедиться, что если философы берут две вилки одновременно, то плохой ситуации не возникнет
- ▶ Убедиться, что в классической постановке может возникнуть плохая ситуация

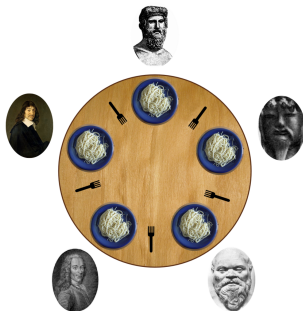
Упражнение 5: обедающие философы



“Плохая ситуация”: ни один философ больше никогда не пообедает

- ▶ Добавить в классическую постановку возможность положить вилку так, чтобы плохой ситуации не возникло
- ▶ Проверить для изменённой системы следующие свойства:
 - ▶ каждый философ всегда имеет возможность пообедать
 - ▶ если философ взял вилку, то он обязательно когда-нибудь пообедает

Упражнение 5: обедающие философы

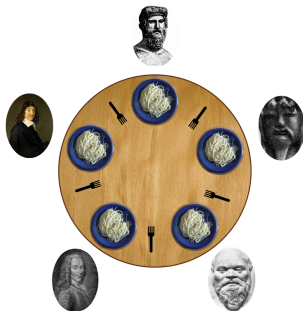


“Плохая ситуация”: ни один философ больше никогда не пообедает

Если это ещё не сделано,

- ▶ разделить желание философа пообедать, его обеденные приготовления и факт принятия пищи
- ▶ исключить как можно больше обеденных несправедливостей

Упражнение 5: обедающие философы



“Плохая ситуация”: ни один философ больше никогда не пообедает

- ▶ Убедиться, что
 - ▶ философ не бывает вечно сыт
 - ▶ философ обедает только тогда, когда хочет обедать
 - ▶ если философ хочет пообедать, то он рано или поздно пообедает

Упражнение 6: ресторан

Алиса и Боб зашли пообедать в ресторан (*и собираются обедать бесконечно долго*)

Неожиданно обнаружилось, что в ресторане осталась только одна чистая свободная вилка

Чтобы и Алиса, и Боб могли обедать, официант взял на себя ответственность выдавать и забирать вилку

Требуется

1. описать эту систему, сделав официанта *как можно более справедливым*
2. убедиться, что
 - ▶ никто не просит вилку без надобности
 - ▶ тот, кто захотел вилку, рано или поздно её получит