

Применение метода нарушения симметрии в алгоритмах построения управляющих конечных автоматов



Чивилихин Д.С.
аспирант каф. КТ
Университета ИТМО



Ульянцев В.И.
аспирант каф. КТ
Университета ИТМО

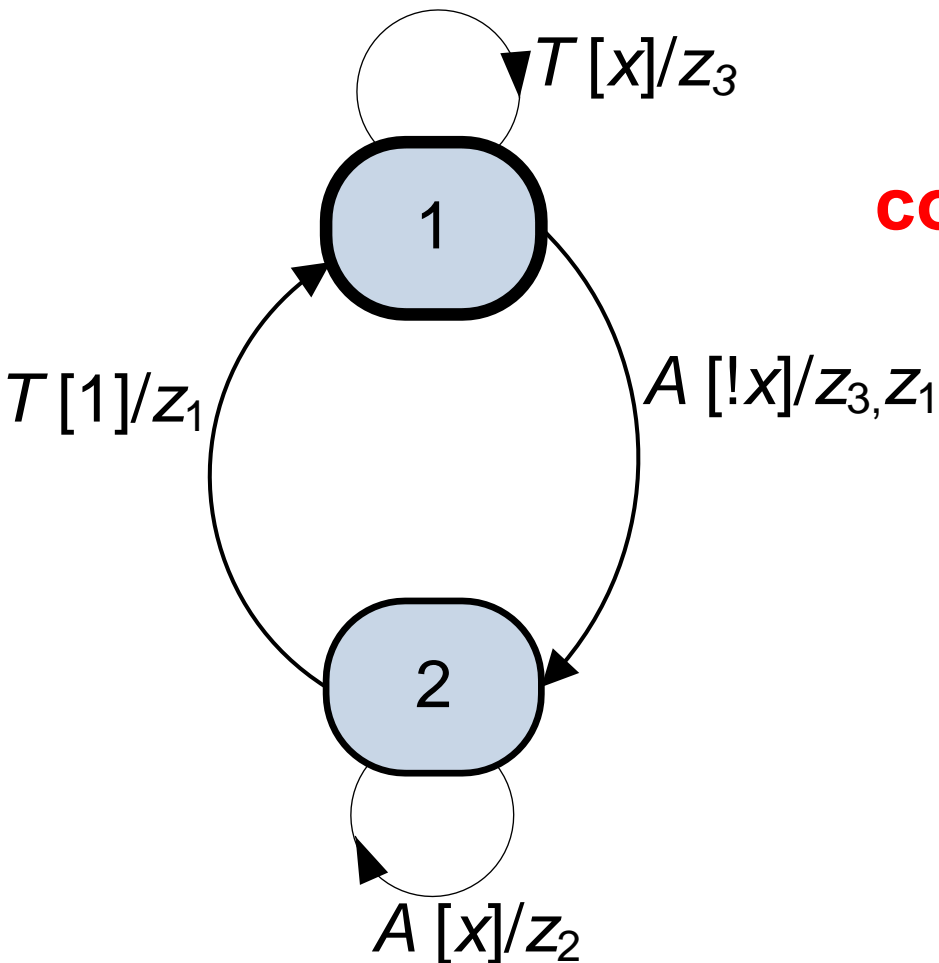


Шалыто А.А., д.т.н.,
профессор, зав. каф. ТП
Университета ИТМО

28 июня 2014 г.

НСМВ-2014, СПИИРАН

Управляющие конечные автоматы



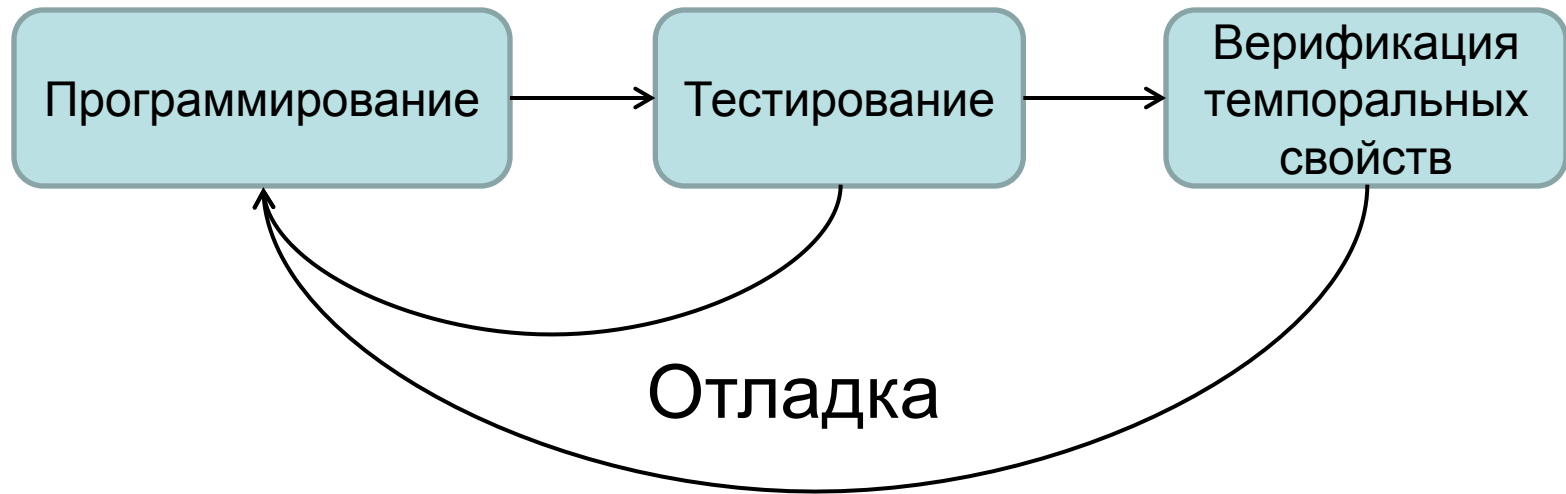
событие

$A[!x]/z_3, z_1$

Выходные
воздействия

Булева формула
от входных
переменных (x)

Программирование ответственных систем



Автоматное программирование



Построение автоматов

- Метаэвристические алгоритмы
- Направленный перебор решений
- Качество решения – функция приспособленности (ФП)

Симметрия в автоматах

- Изоморфизм
- Нумерация состояний
- Для \forall автомата с N состояниями $\exists N! - 1$ изоморфных автоматов

Симметрия в автоматах

- У всех изоморфных автоматов значения ФП одинаковы
- В худшем случае придется считать ФП каждый раз



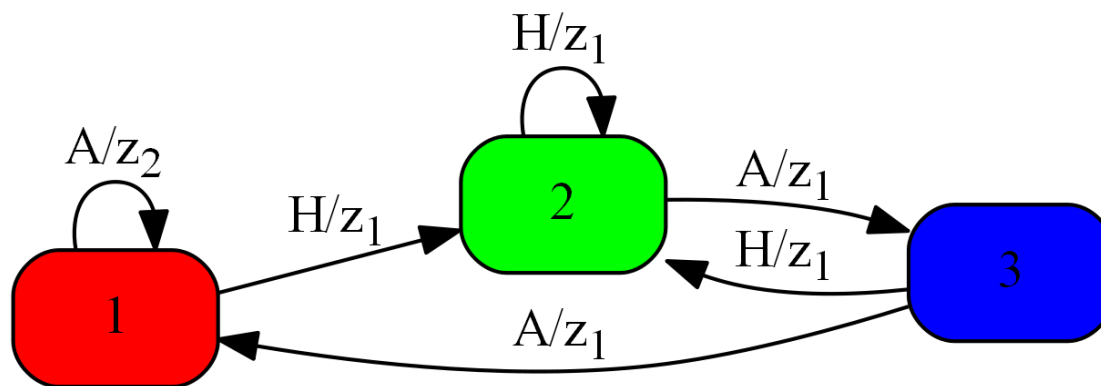
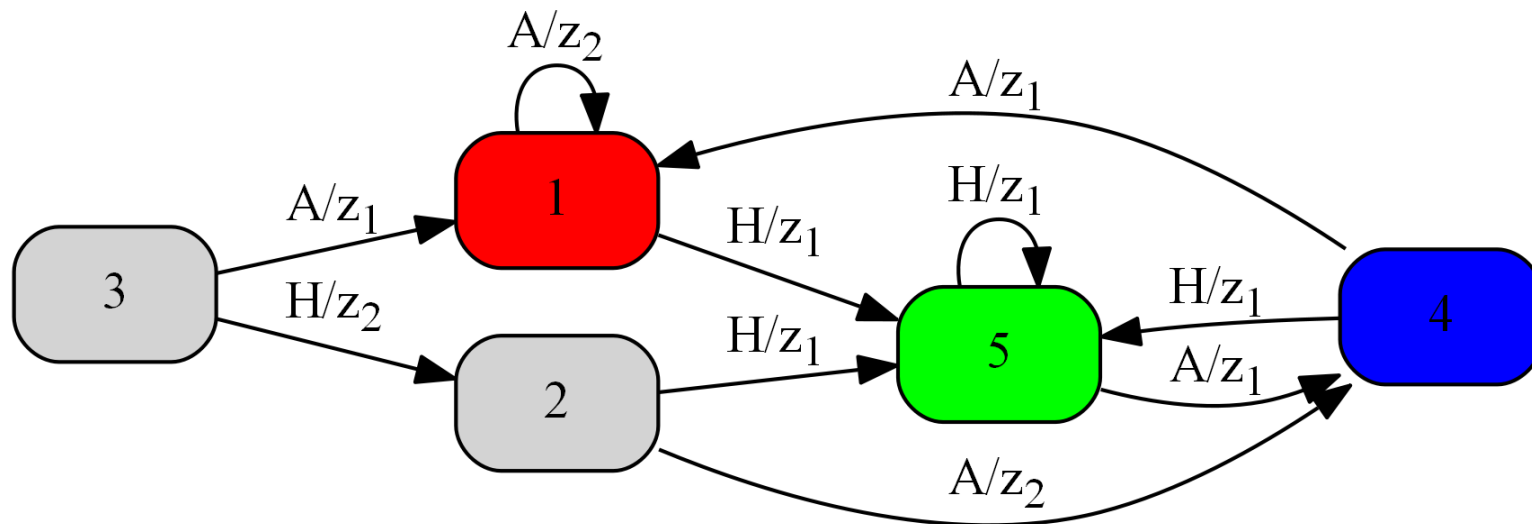
Нарушение симметрии

- Приведем нумерацию состояний к единому виду
- Метод MTF (Chambers, 1999)

Метод MTF

- BFS из начального состояния
- Порядок обхода детей – список событий, отсортированный в лексикографическом порядке

Пример



BFS-представление

- В отличии от MTF, не будем хранить недостижимые состояния и переходы
- BFS-представление

Применение BFS-представления (1)

- Все автоматы в алгоритме поддерживаются в BFS-представлении
- Неэффективно

Применение BFS-представления (2)

- Введем BFS-кэш – хэш-таблицу
 <BFS-автомат, значение ФП>
 Ключ Значение

Процедура

- Построен новый автомат A
- Получаем его BFS-представление A_{bfs}
- if $A_{\text{bfs}} \in M$ then
 $f_A = M.\text{get}(A_{\text{bfs}})$
else
 $f_A = f(A)$
 $M.\text{put}(A_{\text{bfs}}, f_A)$

Эксперименты

- Построение управляющих автоматов по сценариям и LTL-формулам
- Сценарии
- LTL-формулы

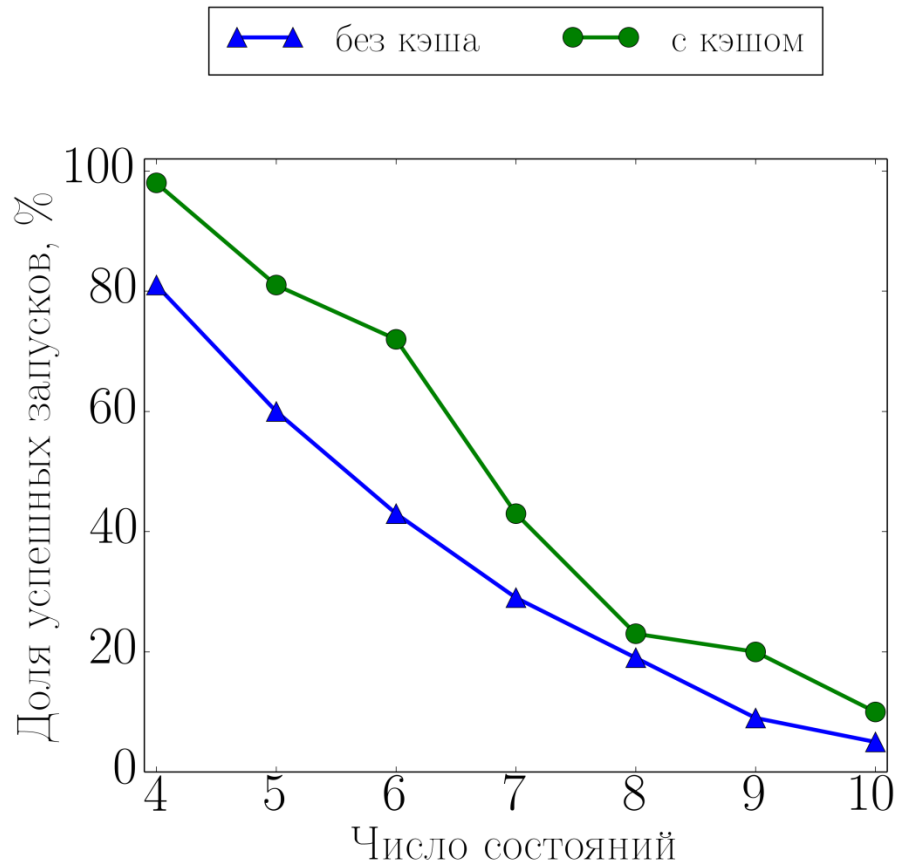
Алгоритмы и настройка параметров

- Генетический и муравьиный алгоритмы
- Программное средство *irace*
- Обучающая выборка из 100 экземпляров задачи
- 12 часов на настройку

Параметры экспериментов

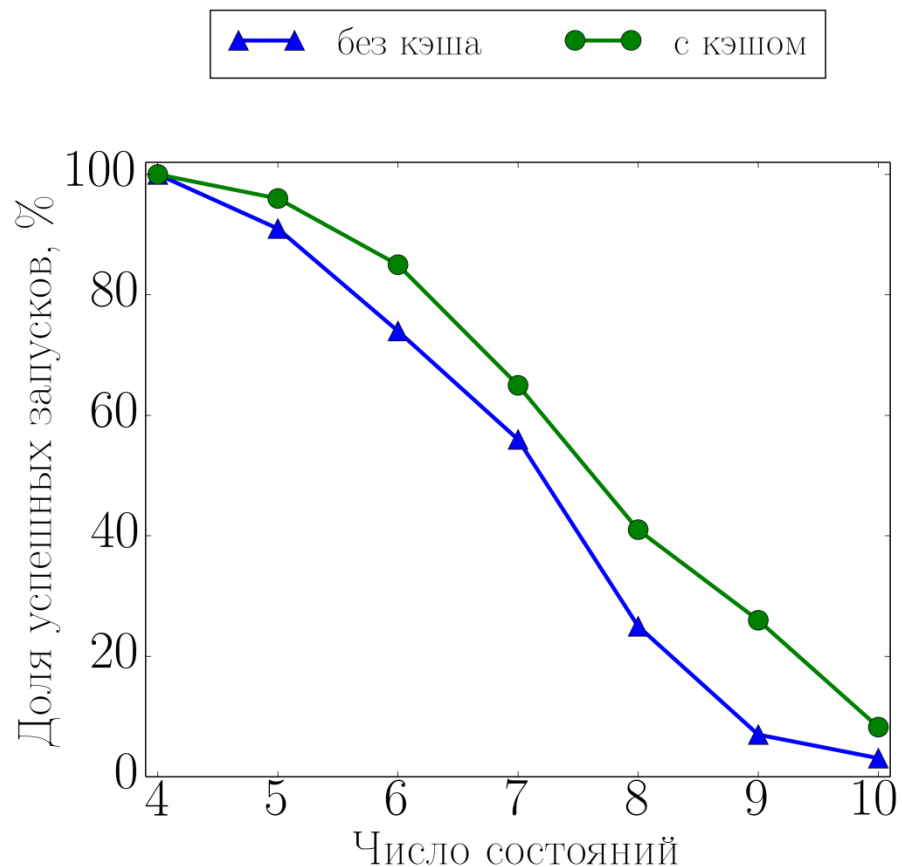
- Число состояний: 4..10
- Максимум 100000 вычислений ФП
- Сравниваем долю успешных запусков
- Стат. значимость – тест Уилкоксона

Генетический алгоритм



Число состояний	p-value
4	0.021
5	7×10^{-4}
6	5×10^{-6}
7	0.003
8	0.01
9	9×10^{-5}
10	0.02

Муравьиный алгоритм



Число состояний	p-value
4	0.6
5	0.27
6	0.03
7	0.24
8	0.002
9	2×10^{-5}
10	0.003

Благодарности

- Работа выполнена при государственной финансовой поддержке ведущих университетов Российской Федерации (субсидия 074-U01) и при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-01-00551 а

Спасибо за внимание!

Даниил Чивилихин

chivdan@rain.ifmo.ru

rain.ifmo.ru/~chivdan