

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Е. А. Мандриков и В. А. Кулев¹

СПбГУ ИТМО

2008 год

¹Научный руководитель – Шалыто Анатолий Абрамович, д.т.н., проф. ▶ (СПбГУ ИТМО) 2008 год 1 / 17

Автоматное программирование

В последнее время активно развивается подход к алгоритмизации и программированию, названный SWITCH-технология или автоматное программирование.

- Предложено в России в 1991 году на кафедре КТ СПбГУ ИТМО.
- Программные системы предлагаются разрабатывать так же, как выполняется автоматизация технологических (и не только) процессов.
- Система управления является системой взаимодействующих конечных автоматов.

С помощью этого подхода проектируются и реализуются:

- программы для систем логического управления;
- программное обеспечение событийных систем;
- объектно-ориентированные программы.

Преимущества автоматного подхода

1 Многоуровневая декомпозиция логики:

- разделение статических и динамических свойств программ (следование принципу «разделяй и властвуй»);
- простота применимости объектной парадигмы и паттернов проектирования;
- естественность параллелизма;
- визуальное конструирование.

2 Простота отладки и сопровождения.

3 Автоматическая генерация кода:

- на основе визуального представления (UML-диаграммы);
- на основе текстовых языков (XML-представления).

4 Возможность верификации программ.

5 Проектная документация.

Решаемая задача

- Основная сложность в автоматном программировании - построение автоматов:
 - в большинстве случаев автоматы проектируются вручную;
 - однако эвристическое построение автоматов часто затруднено или невозможно;
 - «человеческий фактор» в системах управления критическими процессами.
- Решение – автоматическое построение конечных автоматов с помощью генетического программирования.
- Целью данной работы является **разработка инструментального средства на основе генетических алгоритмов**, которое позволит повысить уровень автоматизации проектирования автоматных программ.

Недостатки существующих систем

Недостатки систем, использующих генетические алгоритмы (на основе патентного поиска):

- 1 Жесткая привязка разработанного программного обеспечения к задаче на этапах кодирования и декодирования особей.
- 2 Программная реализация генетического алгоритма производится практически с нуля.
- 3 Закрытость разработанных программ, как для доработки, так и для интеграции с другими программами.
- 4 Отсутствие документации.
- 5 Невозможность сохранения результатов и промежуточных состояний популяции и, следовательно, невозможность анализа этой информации в дальнейшем.

Требования к разрабатываемому инструментальному средству

- 1 Наличие встроенных типов кодирования хромосом и, как следствие, библиотек генетических операторов.
- 2 Наличие блока подбора и адаптации параметров генетического алгоритма и генетических операторов под решаемую задачу.
- 3 Возможность расширения за счет использования внешних функций генетических операторов, способов кодирования и функций пригодности.
- 4 Возможность визуализации получаемых решений.
- 5 Возможность выполнения распределенных вычислений.
- 6 Многокомпонентность системы с возможностью включения и отключения требуемых для решаемой задачи компонентов.
- 7 Надежность системы.
- 8 Проектная документация.

Этапы разработки

■ 2008 год – исследования

- 1 Анализ предметной области.
- 2 Разработка методов и алгоритмов для генерации автоматов для систем со сложным поведением.
- 3 Разработка макета инструментального средства.
- 4 Реализация базовых компонентов прототипа и апробация на тестовых задачах.

■ 2009 год – внедрение

- 1 Применение полученной системы к программированию систем управления (мобильные роботы, ...).
- 2 Анализ недостатков с учетом новых требований.
- 3 Доработка системы и интеграция с другими программными комплексами.
- 4 Разработка полноценного инструментального средства.
- 5 Государственная регистрация программы для ЭВМ.

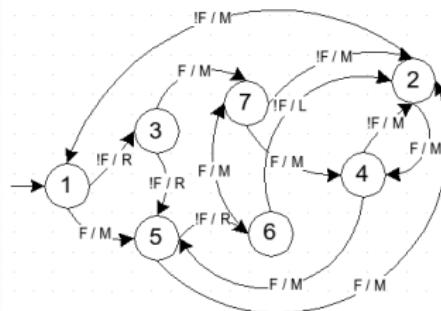
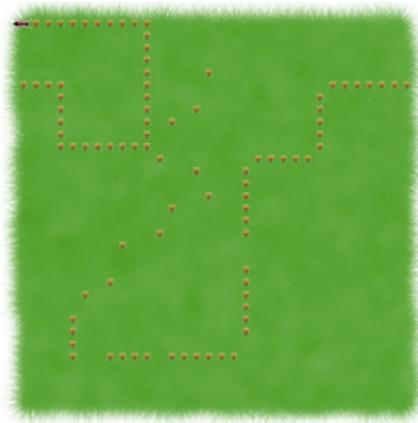
Разрабатываемое инструментальное средство

- Для реализации инструментального средства был выбран язык Java.
- Простота интеграции получаемой в итоге системы с другими системами должна достигаться за счет использования модульности и автоматизированного средства сборки Maven.
- Надежность системы должна достигаться за счет разработки через тестирование (Test Driven Development).
- Следует также отметить, что проект предлагается разрабатывать в рамках движения за открытую проектную документацию и развивать как проект с открытым кодом, что должно способствовать внедрению в другие системы.

Тестовые задачи

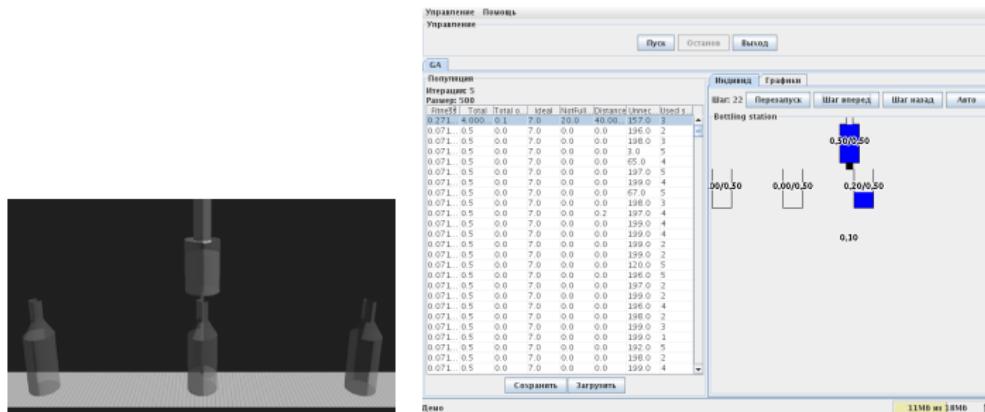
- Численная оптимизация функций многих переменных;
- Задача о «Муравье».
- Задача о «Флибах».
- Задача о «Беспилотных летательных объектах».
- Задача о «Разливочной линии».
- Задача об «Ориентировании на местности».

«Муравей»



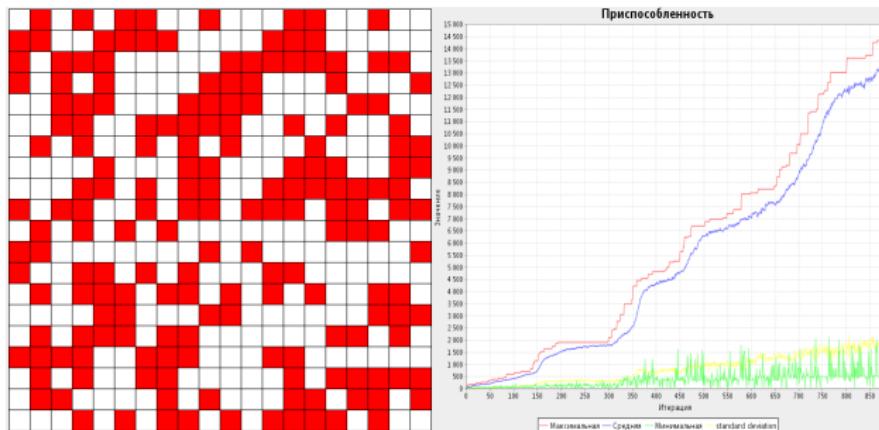
- Top 32x32
- 89 клеток с едой
- 200 ходов
- Ограничения: расположение еды и начальная позиция муравья фиксированы, область видимости – одна клетка перед муравьем
- Цель: создать муравья, который съест всю еду

«Разливочная линия»



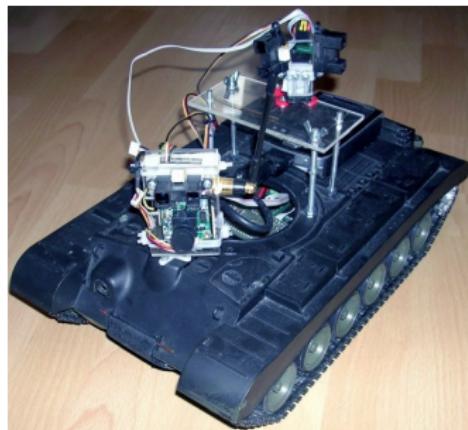
- Шесть действий: запустить транспортер, остановить транспортер, открыть/закрыть выпускной клапан, открыть/закрыть впускной клапан
- Четыре датчика: наличия бутылки под выпускным клапаном дозирующей емкости, пустоты дозирующей емкости, наполненности дозирующей емкости, движения транспортера
- Цель: разработка управляющей программы

«Ориентирование на местности»



- Top 20x20
- 2 цвета
- 40 ходов
- Ограничения: раскраска клеток фиксирована, неизвестны координаты, область видимости – четыре соседние клетки
- Цель: разработка управляющей программы, позволяющей добираться до заданной клетки из любой начальной

Внедрение



- Виталий Клебан – разработчик инструментария-конструктора для создания мобильных роботов, автор блога quark mobile robotics (<http://quark-bot.blogspot.com/>).
- Для программирования своих роботов использует конечные автоматы со сложной структурой, построенные вручную.

Перспективность разработок

- Большое число задач, где генетические алгоритмы могут быть успешно применены.
- Существование коммерческих систем, реализующих генетический поиск.
- Отсутствие систем, специализирующихся на генерации конечных автоматов при помощи генетических алгоритмов.

Результаты

- Разработана методика генерации автоматов для систем со сложным поведением, позволяющая повысить уровень автоматизации построения систем этого класса.
- Разработан макет инструментального средства использующий данную методику.
- Эффективность макета продемонстрирована на тестовых задачах.
- Планируются дальнейшие разработки и исследования для создания полноценного инструментального средства, которое позволит решать практические задачи.

Публикации по теме

- 1** Мандриков Е. А., Кулев В. А., Шалыто А. А. Применение генетических алгоритмов для создания управляющих автоматов в задаче о «Флибах» // Информационные технологии. 2008, 1, стр. 42–45,89. (Журнал в составе ВАК)
- 2** Мандриков Е. А., Кулев В. А., Бедный Ю. Д., Данилов В. Р. Разработка методов построения автоматов с помощью генетических алгоритмов / Материалы IV межвузовской конференции молодых учёных.
- 3** Мандриков Е. А., Кулев В. А. Разработка инструментального средства для генерации конечных автоматов с использованием генетических алгоритмов / Материалы V межвузовской конференции молодых учёных.
- 4** Mandrikov E.A., Kulev V. A. Development of Software System for State Machine Generation Using Genetic Algorithms / Materials of SYRCoSE 2008.

Спасибо за внимание!

Спасибо за внимание!