

УДК 621.59 (075.8)

## МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИОННОГО АВТОМАТНОГО СИНТЕЗА ТЕСТОВ

А. С. Сугак, к. т. н. А. Н. Мартынюк

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

sygak.anna@mail.ru, anmartynyuk@ukr.net

*Исследованы декомпозиционные поведенческие модели и методы синтеза тестов сетевых систем, основанные на автоматных экспериментах и эволюционном подходе. Предлагается сетевая алгоритмическая модель в составе модели тестирования сети автоматов и модели сетевой тестовой эволюции на основе автоматных экспериментов и генетического программирования.*

*Ключевые слова: функциональный тест, сеть автоматов, эволюционная система.*

Сложность синтеза тестов для распределенных информационных систем (РИС), особенно в поведенческом анализе, порождающем перебор, обуславливает развитие моделей тестирования и методов синтеза функциональных тестов (ФТ) на основе принципов искусственного интеллекта. Актуально исследование моделей поведенческого тестирования и методов синтеза ФТ, использующих идентификацию автоматных свойств [1], псевдослучайный целевой поиск эволюционных систем (ЭС) и генетическое программирование (ГП).

Целью работы является разработка алгоритмической модели тестирования и синтеза ФТ на основе ЭС/ГП, позволяющей повысить полноту, понизить длину тестов, используемой для диагностирования РИС в классе ошибок автоматных отображений.

Для достижения поставленной цели решается задача построения сетевой алгоритмической модели (АМ): во-первых, основанной на композиции модели тестирования сети автоматов (СА) и модели сетевой тестовой эволюции в СА; во-вторых, обладающей особенностями использования идентификации специфицируемых свойств в контрольных экспериментах, которые строятся на базе тестовых и транспортных (связующих) фрагментов и ЭС/ГП в СА.

Под тестовым фрагментом понимается часть связанного тестового поведения компонентного автомата (КА) в СА, лежащая в диапазоне от неделимого тестового примитива, идентифицирующего некоторое свойство, до полного контрольного эксперимента для КА.

Формально сетевая модель тестирования СТ содержит четыре компонента [2]:

$$СТ = (CA, \{S^A, \lambda^A\}, \{Id^A, \{R^A, T^A\}\}, Fr^A). \quad (1)$$

Конструктивное описание идентификаторов состояний  $A_i$  из СА дает автомат Рабина–Скотт [1], расширенный в [2], с начальными и финальными состояниями  $H(A_i) = (\Psi_{ni}, R_i, U_i^*, \Delta_i, \psi_{oi}, F_i)$ .

Формально эволюционная сетевая модель ЭСА включает три компонента с сигнатурой мутации, кроссинговера, фитнес-функций и выбора для всех  $A_i \in A^A$  и в целом СА:

$$ЭСА = (Fr^A, Tr^A, (\mu_n, k_n, \varphi_n, \sigma_n)). \quad (2)$$

Множество  $AM_i$  для всех  $A_i \in A^A$  вместе с сетевой АМ для СА позволяет строить объединенную алгоритмическую модель [3], в которой модели тестирования определяют условия синтеза ФТ, а эволюционные модели ЭС/ГП задают метод синтеза ФТ.

В ходе реализации разработан метод построения ФТ на основе автоматных экспериментов и ЭС/ГП, представляемых композицией контрольных и транспортных фрагментов, которые допустимо реализовать и распознать в автоматной сети.

В составе комплексного метода – совокупность решений задач: а) синтеза автономных контрольных фрагментов; б) синтеза автономных транспортных фрагментов; в) прямого распознавания сетевых тестовых фрагментов; г) обратной реализации сетевых тестовых фрагментов; д) агрегации сетевых тестовых фрагментов в целевые группы эволюции.

В общем для пяти задач виде представление базового метода в модели незамкнутой эволюции

ЭСА (без ограничений ресурсов), содержит следующие шаги:

Шаг 1. Формируется начальная популяция ЭСА – стартовая совокупность множеств начальных тестовых контрольных и транспортных примитивов всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА.

Шаг 2. Для текущей популяции ЭСА – совокупности множеств вновь полученных контрольных, транспортных и объединенных (общих) фрагментов для  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом – запускается расчет фитнес-функций.

Шаг 3. На текущей совокупности контрольных, транспортных и общих фрагментов всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом выполняется их упорядочение.

Шаг 4. Если получена часть упорядоченной популяции ЭС – упорядоченной совокупности тестовых контрольных, транспортных и общих фрагментов для  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом, удовлетворяющая полноте и длине, принимается решение о переходе к шагу 10.

Шаг 5. Для текущей популяции ЭСА – совокупности тестовых контрольных, транспортных и общих фрагментов для всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом запускается выбор для операций кроссинговера, мутации.

Шаг 6. Для текущей популяции ЭСА – совокупности тестовых контрольных, транспортных и общих фрагментов всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом все фрагменты запускают два поиска, формирующих новые экземпляры фрагментов (вместе со старыми): а) компонентной идентификации после кроссинговера; б) сетевой идентификации после многокомпонентного кроссинговера.

Шаг 7. Для текущей популяции ЭСА – совокупности тестовых контрольных, транспортных и общих фрагментов всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом запускаются внутрикомпонентные мутации, расширяющие эволюцию новыми экземплярами фрагментов.

Шаг 8. Для текущей популяции ЭСА – совокупности множеств тестовых, транспортных и общих фрагментов всех  $A_i \in A^{\wedge}$  из СА, частей СА и СА в целом запускаются сетевые процессы внешнего развития комбинаций многокомпонентных фрагментов на основе сетевой агрегации, расширяющие эволюцию новыми тестовыми фрагментами и агрегациями.

Шаг 9. Переход к шагу 2.

Шаг 10. Завершение эволюции.

Предложенная сетевая алгоритмическая модель, основанная на взаимодействии модели тестирования и модели эволюции, позволяет увеличить полноту тестов в выбранном классе ошибок до 90-95%, уменьшить их длину на 3–10% за счет декомпозиции и использования ЭС/ГП;

К достоинствам предлагаемого подхода также можно отнести относительную простоту и параллелизм вычислительной организации поиска в ЭС/ГП. Недостатки – сложность построения контрольных и транспортных примитивов и фрагментов в условиях реализуемости и распознаваемости.

Экспериментальная программно-алгоритмическая реализация модели и метода, выполненная для сервисов контроля РИС, подтвердила целесообразность исследований в данном направлении.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кудрявцев В. Б., Грунский И. С., Козловский В. А. Анализ поведения автоматов // Дискретная математика.– Москва: РАН, Отделение математических наук. 2009.– Т. 21, № 1.– С. 3–35.
2. Мартынюк А. Н. Сетевые автоматные модели синтеза тестов // Холодильна техніка і технологія.– Одеса. Изд. Одеськ. Акад. Харч.Технолог. 2007. № 2(106).– С. 94–97.
3. Мартинюк О. М., Сугак Г. С., Дрозд О. В., Модель тестування еволюційної системи // Науковий вісник Чернівецького національного університету. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти.– 2014.– Т. 5, вип. 1.– С. 49–53.

---

A. S. Sugak, A. N. Martynyuk

#### **Model of evolutionary automatic test synthesis.**

This work explores decomposition behavioral models and methods of test synthesis for network systems, based on automatic experiments and evolutionary approach. The authors offer a network algorithmic model including the model of automatic network testing and the model of network test evolution. Algorithmic model is based on automatic experiments and genetic programming.

Keywords: *functional test, automatic network, evolutionary system.*