

УДК 004.738:004.94

СИНТЕЗ ТЕСТОВ ДВУХУРОВНЕВЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СИСТЕМ

К. т. н. А. Н. Мартынюк, А. С. Сугак

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

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

Исследуются вопросы организации тестового поведения во взаимодействиях двухуровневых эволюционных систем (ЭС). Рассмотрены два представления – тестирования и эволюций, первое определяет модели тестирования (МТ) функциональной проверки автомата и структурной проверки сети, второе определяет методы синтеза тестов на основе МТ как функциональную и структурную ЭС.

Ключевые слова: сеть автоматов, модель тестирования, тестовый примитив, эволюция.

К современным распределенным информационным системам (РИС), обладающим высокой сложностью поведения, предъявляются растущие требования к достоверности функционирования. Множество платформ и технологий, сосуществующих в сети, предполагает для объектов РИС не только специализацию, автономность, но и универсальность, интегрируемость. Достижение этих исключительных свойств предполагает развитие аналитических моделей и методов анализа и синтеза РИС, в частности, тестирования [1], основанных на композициях объектов, структурных и поведенческих представлениях, эволюционных методах генетического программирования [2].

Подходы тестирования, основанные на эволюциях и иерархиях, изучены не в полной мере. В этой связи актуально исследование формальных моделей свойств и поведения в иерархиях процессов синтеза тестов РИС, представляемых многоуровневыми эволюционными системами (ЭС).

Целью настоящей работы является достижение большей полноты тестового контроля РИС за счет организации тестового поведения в двухуровневых взаимодействиях ЭС.

Для достижения цели решается задача построения двухуровневой модели тестирования (МТ), основанной на отображении тестовых моделей уровней, обладающей особенностями использования моделей младшего уровня в качестве базиса для моделей старшего уровня. Двухуровневая МТ предназначена для определения условий сквозного тестирования поведения ЭС.

Уровни двухуровневой МТ представляются в двух представлениях – тестирования и эволюций, по-разному анализирующих объекты ЭС. Представление эволюций является методологией синтеза тестов на основе представления тестирования.

В представлении тестирования определены два уровня с различными типами целевых объектов: во-первых, нижний уровень последовательной функциональной проверки, где в качестве объектов определены функциональные тестовые примитивы, структуры и тесты для автоматных моделей; во-вторых, верхний уровень параллельной структурной проверки, где в качестве объектов определены взаимодействующие тестовые примитивы, структуры и тесты для сети автоматов.

В модели тестирования для каждого из уровней функциональной и структурной проверок присутствуют по четыре компонента, а именно: спецификация тестируемого объекта, его проверяемые свойства, идентификаторы этих свойств, тестовые примитивы этой спецификации.

На уровне функциональной проверки спецификация объекта определена как автомат, проверяемые свойства определены как функции переходов-выходов автомата, идентификаторы проверяемых свойств определены как характеристические окрестности состояний проверяемых переходов, тестовые примитивы определены как структуры из сцепленных проверяемых свойств и их идентификаторов. Множество тестовых примитивов для всех проверяемых свойств допускает множество структур теста в соответствии с функцией переходов эталонного автомата.

На уровне структурной проверки спецификация объекта определена как сеть автоматов, проверяемые свойства определены как тестовые примитивы автоматов сети, идентификаторы проверяемых свойств определены как реализуемое и транслируемое поведение в узлах сети автоматов, тестовые

примитивы определены как реализуемые и транслируемые тестовые примитивы сети. Множество тестовых примитивов проверяемых свойств допускает множество структур теста сети автоматов в соответствии с реализуемым и транслируемым поведением эталонной сети автоматов.

Для функциональной и структурной МТ как методы построения теста применены ЭС генетического программирования, представляющие механизмы псевдослучайного целенаправленного поиска.

На нижнем уровне функциональной ЭС проверки отдельного автомата в качестве объектов-генов определены функциональные тестовые и связующие примитивы. Тестовые фрагменты поведения автомата, получаемые при формировании связанных структур тестовых и связующих примитивов, определены как объекты-особи. Популяция, определяемая как множество объектов-особей, при наличии значений фитнес-функции, достаточных по покрытию, длине и кратности, принимается как цель и результат функциональной эволюции. Кроссинговер в качестве точек формирования новых тестовых фрагментов «один-один» рекомбинации смежных частей использует отождествляемые состояния особей, распознанные идентификаторами, расширяющий кроссинговер выполняет «один-многие» рекомбинации смежных частей тестовых фрагментов. Мутация тестовых фрагментов выполняет замещения в них некоторых частей в пределах поведения автомата. Фитнес-функция в качестве критериев определяет полноту покрытия тестовых примитивов тестовыми фрагментами, длину тестовых фрагментов, связность популяции. Выбор по объединенному критерию определяет тестовые фрагменты для очередных кроссинговеров и мутаций в поведении автомата.

На верхнем уровне структурной ЭС проверки сети автоматов как объекты-гены определены тестовые примитивы, реализующие и транслирующие примитивы автоматов сети. Реализуемые и транслируемые в сети автоматов тестовые фрагменты отдельных автоматов, получаемые при формировании отображаемого в узлах сети реализуемого и транслируемого поведения, определены как объекты-особи. Популяция, определяемая как множество объектов-особей при наличии у них совокупности значений фитнес-функций для всех автоматов сети, достаточной по покрытию, длине и кратности, принимается как цель и результат структурной эволюции. Кроссинговер верхнего уровня в качестве точек формирования новых фрагментов на основе «один-один» рекомбинации отображаемых частей использует общие узлы автоматов сети, расширяющий кроссинговер выполняет «один-многие» рекомбинации отображаемых частей тестовых фрагментов. Мутация реализуемых и транслируемых тестовых фрагментов выполняет замещения некоторых частей в пределах возможного в сети автоматов поведения, соответствующего реализуемым и транслируемым тестовым фрагментам. Фитнес-функция в качестве критериев определяет полноту покрытия тестовых примитивов автоматов сети тестовыми фрагментами, длину тестовых фрагментов и связность функциональных популяций в структурной популяции в целом. Выбор по объединенному критерию определяет тестовые фрагменты для очередных кроссинговера и мутации в поведении автоматов сети.

В работе исследованы формальная двухуровневая модель тестирования РИС и сквозной метод синтеза тестов для нее на основе ЭС с отображением структур тестового поведения уровней. МТ и ЭС, используя компоненты, функции, свойства и критерии, определяют совместимость/несовместимость, предшествование, экстремумы в пространствах значений фитнес-функций. Реализация МТ и многоуровневой ЭС, выполненная с применением компонентного подхода для сервисов контроля средств РИС, подтвердила целесообразность исследования предложенных модели и метода.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Грунский И. С., Козловский В. А. Синтез и идентификация автоматов. — Киев: Наукова думка, 2004.
2. Рассел Стюарт, Норвиг Питер Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ.— Москва: Издательский дом «Вильямс», 2007.

O. N. Martynyuk, A. S. Sugak

Test synthesis for two-level evolution systems.

The study explores issues of the organization of the test behavior in interactions of two-level evolutionary systems (ES). Two representations are considered — testing and evolutions. The first one defines the testing model (TM) of automaton function test and network structural test. The second one defines the methods for tests synthesis based on TM as a functional and structural ES.

Keywords: *network automata, testing model, test primitive, evolution.*