

УДК 621.59 (075.8)

СЕТЕВОЙ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ СИНТЕЗ АВТОМАТНЫХ ТЕСТОВ

А. С. Сугак, Хабиб Альшикх

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
sygak.anna@mail.ru

В работе исследуются формализованная сетевая модель тестирования и метод синтеза поведенческих тестов сетевых систем, основанные на автоматных экспериментах и эволюционном подходе. Данная модель позволяет определить условия тестирования, сетевой эволюционный метод позволяет эффективно выполнять синтез тестов для компонентов распределенных информационных систем.

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

Сложность синтеза тестов для распределенных информационных систем (РИС), особенно в поведенческом анализе, порождающем перебор, обуславливает развитие декомпозиционных моделей тестирования и методов синтеза функциональных тестов (ФТ) на основе подходов искусственного интеллекта. Актуально исследование сетевых 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 сетевой модели тестирования и синтеза ФТ на основе ЭС/ГП, позволяющих понизить сложность синтеза тестов, используемых для диагностирования распределенных информационных систем в классе ошибок автоматных отображений.

Для достижения цели решается задача построения модели тестирования сети автоматов (СА) и эволюционного метода синтеза сетевых тестов, обладающих особенностями использования идентификации проверяемых свойств с помощью реализуемых и транспортируемых тестовых фрагментов.

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.

Сетевая модель тестирования сети *na* содержит пять компонентов:

$$tn = (Ta, aR, aTr, aR_{T(A)}^{-1}, aTr_{T(A)}), \quad (1)$$

где *Ta* – множество моделей тестирования компонентных автоматов; *aR* и *aTr* – множества компонентных реализуемых и транспортируемых полуавтоматов; $aR_{T(A)}^{-1}$, $aTr_{T(A)}$ – множества узловых реализуемых и транспортируемых полуавтоматов для узлов сети *na*.

В сетевой модели тестирования в дополнение к множеству *Ta* акцентируются условия реализуемости и распознаваемости тестовых фрагментов *Tf* для автоматов в среде СА. Это обуславливает построение для каждого автомата моделей реализации *aR* и транспортировки *aTr*.

В построении коопераций важны автоматные сужения автомата a_i по его входному X_i'' или выходному Y_i'' алфавитам с минимизацией полуавтоматов $a_i^{X''}$ и $a_i^{Y''}$.

Для конструктивного описания транспортируемых входных слов *Tr* автомата *a* предложен модифицированный проверочный граф

$$g_a = (B(S), (T \times Pb \times Y) \times (X \times T \times Pb \times S^2), \Delta_{ga}, S), \quad (2)$$

где *B(S)* – множество вершин, определяемое как булеан *S* автомата *a*; $(T \times Pb \times Y) \times (X \times T \times Pb \times S^2)$ – множество дуг, отмеченное идентифицирующими метками из алфавита *Y*, интервалами *T* их действия и вероятностью *Pb* появления; Δ_{ga} – частичное отображение переходов; *S* – стартовая вершина.

Реализующая эволюция $Re_j \in Re_{T(A)}^{-1}$ подобна тестовой Te_i :

$$Re_j = (Rf_j, Rp_j, Lp_{r_j}, Ri_j, Sg_{r_j}), \quad (3)$$

но отлична по содержанию объектов и операций, Re_j , формируя реализующие объекты R_{+j} в составе, необходимом для обеспечения входных условий тестовых объектов T_{+j} , является вспомогательной. В соответствии со свойствами реализующей эволюции Re_j внешняя коэволюция имеет вид

$$Ce_{rjii}' = (Re_j, Te_i, \Psi_{+rjii}', Sg_{rjii}'), \quad (4)$$

где $Sg_{rjii}' = \{\{\mu_{rj}', \mu_{ii}', \mu_{\Psi rjii}'\}, \{\kappa_{rj}', \kappa_{ii}', \kappa_{\Psi rjii}'\}, \{\phi_{rjii}'\}\}$ – сигнатура операций коэволюции.

Транспортирующая эволюция $Tre_k \in Tre_{T(ai)}$ также подобна тестовой Te_i :

$$Tre_k = (Trf_k, Trp_k, Lp_{rk}, Tri_k, Sg_{Trk}), \quad (5)$$

имеет свое содержание объектов и операций, Tre_k , формируя транспортируемые объекты Tr_{+k} в составе, необходимом для наблюдения выходных реакций тестовых объектов T_{+i} , является вспомогательной. Особенность Tre_k в том, что транспортируемым пространством ее развития является множество фрагментов из слов R_{aTrk} , получаемое из предварительно построенного проверочного графа gTr_{ak} .

Согласно транспортирующей эволюции Tre_k , внешняя коэволюция имеет вид

$$Ce_{iiTrk}' = (Te_i, Tre_k, \Psi_{+iiTrk}', Sg_{iiTrk}'), \quad (6)$$

где $Sg_{iiTrk}' = \{\{\mu_{ii}', \mu_{Trk}', \mu_{\Psi iiTrk}'\}, \{\kappa_{ii}', \kappa_{Trk}', \kappa_{\Psi iiTrk}'\}, \{\phi_{iiTrk}'\}\}$ – операции коэволюции.

Коэволюции Ce_{rjii}' и Ce_{iiTrk}' , как соответственно реализуемое и транспортируемое сужения внутренней тестовой эволюции Te_i , определяют популяцию $\Psi_{+rjii}' \cap \Psi_{+iiTrk}'$ тетраэволюции $Ce_{rjiiTrk}'$, то есть $Ce_{rjiiTrk}'$ применяет для формирования своей популяции $\Psi_{+rjii}' \cap \Psi_{+iiTrk}'$ внешние операции и функции сигнатур Sg_{rjii}' , Sg_{iiTrk}' коэволюций Ce_{rjii}' и Ce_{iiTrk}' , сужая его до реализуемых и транспортируемых тестовых фрагментов $Tf_{rjiiTrk}$:

$$Ce_{rjiiTrk}' = (Re_j, Te_i, Tre_k, \Psi_{+rjii}' \cap \Psi_{+iiTrk}', Sg_{rjii}' \cup Sg_{iiTrk}'). \quad (7)$$

В сетевой модели тестирования tn реализуемое и транспортируемое тестовое поведение $Tf_{rjiiTrk}$ определяется для всех тетраэволюций $Ce_{rjiiTrk}' = \cup_{i \in I} Ce_{rjiiTrk}'$.

Сетевой метод синтеза поведенческих тестов в СА для РИС, использующий сетевой эволюционно-генетический подход, решает задачи: а) синтеза тестовых фрагментов для компонентных автоматов; б) синтеза компонентных реализуемых и транспортируемых полуавтоматов, узловых реализующих и транспортирующих подсетей, узловых реализуемых и транспортируемых полуавтоматов; в) обратной реализации сетевых тестовых фрагментов и прямой транспортировки сетевых тестовых фрагментов; г) кооперации сетевых тестовых фрагментов Tf_{rjii} , Tf_{iiTrk} , $Tf_{rjiiTrk}$ в эволюциях Ce_{rjii} , Ce_{iiTrk} и $Ce_{rjiiTrk}$ для тестируемых автоматов $A = \cup_{i \in I} a_i$.

Таким образом, предложенные сетевая модель тестирования и эволюционный метод синтеза тестов позволяют уменьшить время синтеза поведенческих тестов для РИС до 90% при сохранении их длины и полноты в выбранном классе ошибок 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 – сохранившаяся, хоть и уменьшенная NP-сложность синтеза тестов в условиях их 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.– 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, Habib Alshikh

Network evolutionary synthesis of automata tests

This paper investigates the formalized network model of testing and method for the synthesis of behavioral tests of network systems, which are based on automata experiments and evolutionary approach. This model allows defining test conditions, network evolution method makes it possible to effectively carry out the synthesis of tests for distributed information systems components.

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