МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРУДЫ
ПЯТНАДЦАТОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–19 мая 2018 г.

ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

ПЛЕНАРНАЯ СЕКЦИЯ

Тестирование с гарантированной полнотой покрытия неисправностей на основе модели временного автомата

А.С. Твардовский

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Модель конечного автомата [1] широко используется при анализе и синтезе дискретных систем, в частности для синтеза проверяющих тестов с гарантированной полнотой покрытия неисправностей. Поведение многих современных систем значительно зависит от времени, что требует модификации существующих подходов к тестированию. Соответственно модель конечного автомата расширяется введением временных аспектов и вводится понятие временного автомата [2]. В данной работе рассматриваются проблемы синтеза тестов на основе временных автоматов для систем, поведение которых явно зависит от времени.

Сложность методов синтеза тестов на основе автоматных моделей существенно зависит от размеров автомата-спецификации и более того, большинство алгоритмов синтеза тестов разработаны для приведённых (минимальных) автоматов, которые имеют минимальное количество состояний. Минимизация классических автоматов является хорошо изученной задачей оптимизации [1], поэтому показывается, как данный подход может быть адаптирован для временных автоматов.

При синтезе проверяющих тестов для классических конечных автоматов обычно используются хорошо известные *W*-метод (метод Василевского) и его модификации [3]. В настоящей работе рассматриваются подходы к построению проверяющих тестов с гарантированной полнотой покрытия неисправностей для временных автоматов.

Основная часть

Конечный автомат представляет собой систему с конечным числом состояний, которая может совершать переходы между состояниями под действием входного воздействия с выдачей соответствующей выходной реакции. Под *конечным автоматом* [1] понимается четвёрка $\mathsf{S} = (S, I, O, h_S)$, где I – множество *входных символов*, O – множество *выходных символов*, S – конечное непустое множество *состояний*, $h_S \subseteq (S \times I \times O \times S)$ –

отношение переходов. Соответственно кортеж (s, i, o, s') описывает *переход* из состояния s в состояние s' под действием входного символа i с выдачей выходного символа o. Конечный автомат обладает «естественной» реактивностью, что является одной из причин актуальности исследований в данной области.

Под временным автоматом [2] понимается пятерка $\mathsf{S} = (I, S, O, h_S, \Delta_S)$, где I – входной алфавит, O – выходной алфавит, S – конечное непустое множество состояний, $h_S \subseteq (S \times I \times O \times S \times \Pi \times Z)$ – отношение переходов, Δ_S – функция таймаута, определяющая для каждого состояния максимальное время ожидания входного символа, Π – множество интервалов из промежутка $[0; T)$, а T есть величина таймаута в текущем состоянии и Z – множество целых неотрицательных чисел. Соответственно кортеж (s, i, o, s', g, d) описывает переход из состояния s в состояние s' под действием входного символа i, поступившего в момент времени $t \in g$, с выдачей выходного символа o через d тактов времени после поступления входного символа. Если в некотором состоянии автомата входной сигнал не поступает до истечения таймаута, то автомат может изменить своё состояние. Отсчет времени автомата сбрасывается в 0 при поступлении входного символа, выдаче выходного символа или выполнении перехода по таймауту.

Для временного автомата S и входной временной последовательности $\alpha = (i_1, t_1), (i_2, t_2) \ldots, (i_n, t_n)$ соответствующая выходная временная последовательность $\gamma = (o_1, d_1), (o_2, d_2) \ldots, (o_n, d_n)$ в состоянии s называется (*выходной*) *реакцией*. *Проверяющий тест* для конечного автомата представляет собой множество последовательностей входных символов, позволяющее определить, конформна (соответствует) ли тестируемая реализация спецификации. Соответственно для временного автомата тест формируется временными входными последовательностями.

Для проверки функциональных требований к дискретным системам активно используются тесты относительно эквивалентности и редукции [3–5]. Методы синтеза таких тестов для классических конечных автоматов хорошо известны и основаны на идентификации состояний реализации. Однако открытым остаётся вопрос о возможности использования таких подходов для временных автоматов. В [2] показано, как временной автомат может быть описан соответствующим конечным автоматом (конечно автоматной абстракцией), что открывает возможности для построения тестов для временного автомата по его абстракции. Другим требующим внимания вопросом является возможность и обоснованность построения последовательностей теста непосредственно по

временному автомату. Таким образом, в работе рассматриваются подходы к синтезу тестов для временных автоматов и их композиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гилл А.* Введение в теорию конечных автоматов. М.: Наука, 1966. 272 с.
2. *Bresolin D.*, *El-Fakih K.*, *Villa T.*, *Yevtushenko N.* Deterministic timed finite state machines: equivalence checking and expressive power // Intern Conf. GANDALF. 2014. P. 203–216.
3. *Chow T.S.* Test design modeled by finite-state machines // IEEE Transactions on Software Engineering. 1978. V. 4. No. 3. P. 178–187.
4. *Dorofeeva R., El-Fakih K., Maag S., et al.* FSM-based conformance testing methods: A survey annotated with experimental evaluation // Information & Software Technology. 2010. V. 52 (12). P. 1286–1297.
5. *Sotnikov P.*, *Shabaldina N.V.*, *Gromov M.L.* Experiments on parallel composition of timed finite state machines // Труды ИСП РАН. 2017. Т. 29. № 3. С. 233–246.

Твардовский Александр Сергеевич, аспирант; tvardal@mail.ru