Опубликовано в материалах XV Международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке». СПбГ ПУ. 2008, с. 296, 297.

М. А. Лукин, А. А. Шалыто

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРИФИКАЦИИ ВИЗУАЛЬНЫХ АВТОМАТНЫХ ПРОГРАММ

Верификация программ общего вида (в части построения модели) практически не может быть автоматизирована. Для автоматных программ эта задача решаема.

Поэтому в настоящей работе ставится задача разработки метода автоматической верификации визуальных [1] автоматных программ [2]. Наиболее известным верификатором является верификатор *SPIN* [3], который является открытым и бесплатным. При верификации [4, 5] на его основе требования к программе записываются на языке линейной темпоральной логики (*LTL*) [6]. Инверсии каждой *LTL*-формулы может быть сопоставлен автомат *Бюхи* [7]. Собственно верификация состоит в том, что верификатор с целью построения контрпримера (если он имеется) должен «пересечь» модель *Крипке* [4] и автомат *Бюхи. М*одель *Крипке* автоматически строится верификатором по модели программы, записанной на языке *Promela.*

Для визуальных автоматных программ, во-первых, построение модели на указанном языке по графам переходов может быть автоматизировано, а, во-вторых, переход от контрпримера на модели к контрпримеру в терминах автоматов также может быть автоматизирован.

Известен подход [8] к верификации автоматных программ с помощью рассматриваемого верификатора, однако при его использовании указанные выше этапы выполняются вручную.

Предлагаемый метод состоит из следующих этапов:

1. Автоматизированное построение модели программы на языке *Promela* по визуальной автоматной программе. В модели используются графы переходов автоматов, которые могут взаимодействовать по вложенности, а также события на переходах. Построенная модель абстрагируется от входных и выходных переменных. Такая абстракция позволяет генерировать более простые модели, обеспечивая возможность верификации программ большей размерности.
2. Автоматическое преобразование записанных вручную на языке *Promela* проверяемых требований, соответствующих *LTL*-формулам, к виду, понятному верификатору *SPIN*.
3. Автоматическая верификация сгенерированной модели с использованием требований в нотации верификатора *SPIN*.
4. Автоматическое построение контрпримера по модели с помощью верификатора *SPIN*.
5. Преобразование (возможно автоматическое) полученного контрпримера в контрпример в автоматной программе.

Для поддержки изложенного метода создано инструментальное средство *Converter*. Это средство на всех тестовых задачах (включая системы автоматов) работало правильно. Для анализа функциональных возможностей разработанного средства был создан генератор автоматов с заданным числом состояний и переходов. В результате было установлено, что это средство, в частности, позволяет верифицировать:

1. Визуальную автоматную программу, состоящую из одного автомата с 568 состояниями с одним переходом в каждом состоянии.
2. Визуальную автоматную программу, состоящую из одного автомата с 214 состояниями с пятью переходами в каждом состоянии.

Тестовые примеры верифицировались менее чем за десять секунд на компьютере с процессором *Intel Pentium 4*.

Источники

1. *Новиков Ф. А.* Визуальное конструирование программ // Информационно-управляющие системы. 2005. № 6, с.9–22. http://is.ifmo.ru/works/visualcons/
2. *Шалыто А. А.* Технология автоматного программирования /Труды первой Всероссийской научной конференции "Методы и средства обработки информации". М.: МГУ. 2003, с. 528–535 http://is.ifmo.ru/works/tech_aut_prog/
3. *SPIN home page*. http://SPINroot.com
4. *Кларк Э., Грамберг О., Пелед Д.* Верификация моделей программ: Model Checking. М.: МЦНМО, 2002. http://is.ifmo.ru/verification/_klark_gamberg_pered_verification.djvu
5. *Лифшиц Ю.* Верификация программ и темпоральные логики. Лекция № 3 курса «Современные задачи теоретической информатики». http://download.yandex.ru/class/lifshits/lecture-note03.pdf
6. *Linear temporal logic.* http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_temporal_logic
7. *Büchi automaton.* http://en.wikipedia.org/wiki/Büchi_automaton
8. *Васильева К. А., Кузьмин Е. В.* Верификация автоматных программ с использованием LTL // Моделирование и анализ информационных систем. 2007. № 1, с. 3 – 14. http://is.ifmo.ru/verification/_LTL_for_Spin.pdf