

## **О генерации системных тестов для многоядерных микропроцессоров**

*П.В. Фролов<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>ЗАО «МЦСТ»

<sup>2</sup>Институт электронных управляющих машин им. И.С. Брука

В настоящее время в ЗАО «МЦСТ» ведётся проектирование многопроцессорных вычислительных комплексов. Задачи их верификации и тестирования требуют разработки тестовых программ, исполняющихся на нескольких ядрах системы и реализующих различные сценарии исполнения: разнообразные вычислительные задачи, работу с внешними по отношению к ядру устройствами (кэш-памяти, контроллеры памяти, графические сопроцессоры, модули управления питанием, контроллеры ввода / вывода).

Разработка средств системной верификации (направленных тестов и генераторов псевдослучайных тестов) для тестирования отдельных устройств ведётся одновременно несколькими инженерами, как правило независимо друг от друга [2]. Однако для комплексного тестирования вычислительного комплекса необходимо осуществить интеграцию отдельных решений, что позволит получить разнообразие тестовых сценариев, проверяющих одновременную работу разных модулей системы [3].

Первым шагом такой интеграции является реализация параллельного исполнения отдельных тестов на разных вычислительных ядрах тестируемой системы. Инженерные тесты предназначены для запуска в отсутствие операционной системы, поскольку время исполнения и простота определения места ошибки являются критичными. При этом необходимо осуществить начальную инициализацию тестируемой системы и обеспечить отсутствие непредусмотренных конфликтов при использовании общих ресурсов отдельными тестами. Общими ресурсами являются пространство физических адресов системы (например, оперативной памяти), устройства ввода/вывода, векторы системных прерываний и т. д.

В работе предлагается система интеграции тестов, осуществляющая статическое распределение ресурсов системы между отдельными тестами на этапе генерации системной тестовой программы. Разработчик тестов предоставляет описание требуемых тестом ресурсов в специальном формате. Система интеграции получает на вход набор пар вида {<тест>, <описание требуемых ресурсов>}, на основе заданных требований и ограничений осуществляет распределение системных ресурсов, после чего компоует из отдельных тестов единую тестовую программу. Указание дополнительных связей между ресурсными параметрами отдельных тестов позволяет создавать тестовые сценарии, предназначенные для

верификации взаимодействия между различными модулями системы. Предлагаемый подход позволяет комбинировать как тесты, разработанные вручную, так и полученные с помощью генераторов случайных тестов.

С точки зрения реализации система интеграции тестов состоит из трёх самостоятельных частей:

- планировщик ресурсов, осуществляющий распределение ресурсов между отдельными тестами на основе заданных описаний требований;
- система инициализации тестируемого вычислительного комплекса, обеспечивающая запуск тестов и предоставление им запрошенных ресурсов;
- компоновщик тестов, обеспечивающий формирование единого системного теста из отдельных тестов на основе значений параметров, полученных при распределении ресурсов.

Задача планирования может оказаться достаточно ресурсоёмкой, однако разделение теста и ресурсных требований к нему позволяет использовать однажды определённые параметры ресурсов для множества тестов с одинаковыми ресурсными требованиями, полученных, например, с помощью генератора случайных тестов.

На данный момент ведётся разработка системы интеграции для получения тестов системного уровня, которая позволит увеличить число и разнообразие тестовых сценариев для верификации вычислительных комплексов ЗАО «МЦСТ».

### **Литература**

1. Ким А.К., Перекатов В.И., Ермаков С.Г. Микропроцессоры и вычислительные комплексы семейства ``Эльбрус''. СПб.: Питер, 2013. 272 с.
2. Мешков А.Н., Рыжов М.П., Шмелёв В.А. Развитие средств верификации микропроцессора «Эльбрус-2S». - «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 2014, вып. 3.
3. Фролов П.В. Генерация случайных тестов системного уровня для микропроцессоров с архитектурой «Эльбрус». - «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 2014, вып. 3.