

УДК 681.324.014

**НАТУРНОЕ МАКЕТИРОВАНИЕ И РВ-ВЕРИФИКАЦИЯ
РАСПРЕДЕЛЁННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОСРВ QNX NEUTRINO**

Кавков Р. А., Баландин А. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва

Приложения реального времени (ПРВ) осуществляют вычисления над данными, изменяющимися во времени [1]. Данные поступают в приложение от «источников» в виде параллельных потоков датированных данных [2], обрабатываются параллельными процессами, а результаты обработки в виде параллельных выходных трендов доставляются «потребителям». При этом необходимо, чтобы все процедуры преобразования всегда выполнялись над датированными значениями, синхронизированными с текущим моментом времени. Эта задача, при программировании распределённых ПРВ, эффективно решается путём применения для моделирования параллельной обработки потоков данных диаграмм асинхронных темпоральных вычислений (АТВ-диаграмм) [3], последующего натурного макетирования [4] и получения исполняемого кода ПРВ для работы в заданной исполнительной среде. Отличие натурального макета ПРВ от ПРВ, доведённого до штатного использования, в том, что в макете на месте реальных вычислительных процедур прикладной обработки данных используются «процедуры-заглушки», которые имитируют потребление вычислительных ресурсов процессора прикладными процедурами, генерацию или поглощение датированных данных «внешней средой». Это позволяет на ранней стадии проектирования и разработки проводить эксперименты с натурным макетом ПРВ для доказательства его потенциальной способности и надёжности принимать и обрабатывать потоки датированных данных в режиме реального времени – РВ-верификация ПРВ.

В работе на примере создания абстрактного распределённого приложения реального времени описывается и иллюстрируется разработанная технология и инструментальная программная система макетирования ПРВ, начинающаяся с АТВ-диаграммы, последующим получением исполняемого кода, загрузкой и запуском макета ПРВ на выполнение в локальную сеть и заканчивающаяся РВ-верификацией макета ПРВ в исполнительной среде. В качестве среды разработки инструментальной системы макетирования ПРВ использована платформа разработки QNX SDP (Software Development Platform) [5]. В качестве исполнительной среды для запуска натурального макета распределённого ПРВ использована виртуальная локальная сеть, созданная на инструментальном компьютере с ОС Windows, узлами которой являются виртуальные машины VMware [6] под управлением ОСРВ QNX Neutrino [7].

Разработанная инструментальная система макетирования порождает исполняемый код натурального макета распределённого ПРВ непосредственно при загрузке в узлы локальной сети. Процедура формирования инструментальной системой макетирования исполняемого кода компонентов натурального макета, загрузки их в локальную сеть и запуска на выполнение демонстрируется на заданной АТВ-диаграмме, моделирующей параллельную обработку потоков данных абстрактной ПРВ. При разработке инструментальной системы макетирования использовались средства ОСРВ QNX Neutrino, предназначенные для:

- запуска параллельных процессов в узлах локальной сети;
- запуска нитей (thread);

- создания разделяемой процессами глобальной именованной памяти;
- синхронизации в процессах параллельных вычислений над разделяемыми данными;
- создания в локальной сети глобальных именованных каналов для передачи данных между удалёнными процессами посредством механизма сообщений;
- планирования работы параллельных процессов в режиме реального времени.

При загрузке компонентов ПРВ инструментальная система макетирования формирует в узлах локальной сети собственную службу системных часов единого относительного реального времени, используемая распределёнными программными компонентами макета ПРВ для контроля согласованности с реальным временем значений датированных данных, используемых в вычислительных процедурах, и датирования результатов вычислений. Процедура загрузки разработана так, что последовательно формируемые инструментальной системой и загружаемые в локальную сеть компоненты исполняемого кода макета ПРВ сразу запускаются на выполнение, не дожидаясь загрузки всех компонентов и начала штатной работы ПРВ. Это значительно упрощает процедуру загрузки и запуска распределённой ПРВ в локальной сети.

РВ-верификация ПРВ заключается в следующем. В процессе выполнения макет ПРВ имитирует темпоральные вычисления и получение датированных значений, сопровождаемых коэффициентом валидности [2]. Если датированное значение соответствует реальному времени, то коэффициент валидности равен 1. В противном случае он меньше 1, что свидетельствует о неспособности выполнять все вычисления в реальном времени. Это является поводом для локализации причин появления невалидных данных и их устранения путём модификации программной структуры макета с целью перераспределения вычислительных ресурсов исполнительской среды между программными компонентами макета для устранения выявленных «узких мест».

Библиографический список

1. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределённых приложений [Текст]: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 704 с.
2. Баландин, А. В. Модель параллельных и асинхронных темпоральных вычислений с автовалидацией [Текст]/ Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015), Том 2: труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 3-7.
3. Баландин, А. В. Поточные диаграммы асинхронных темпоральных вычислений для моделирования и РВ-верификации приложений реального времени [Текст]/ Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2016), сборник трудов конференции.– Самара: изд-во СГАУ, 2016. – С. 919-926.
4. Баландин А.В., Николаев А.В. Метод структуризации и РВ-верификации приложений реального времени для систем промышленной автоматизации [Текст]/ Надежность и качество. - Труды международного симпозиума.–Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. 2003. – С.378-380.
5. Комплект разработчика для ЗОСРВ «Нейтрино» [Электронный ресурс]// СВД Встраиваемые Системы: [сайт]. URL:<http://www.kpda.ru/products/sdp650/> (дата обращения: 01.06.2017).
6. Виртуальная машина VMware Workstation [Электронный ресурс]// Интернет и программы для всех: [сайт]. URL:<http://vellisa.ru> (дата обращения: 01.06.2017).
7. Кёртен Р. Введение в QNX Neutrino 2. Руководство для разработчиков приложений реального времени [Текст].- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 400с.