

СРЕДА ИСПОЛНЕНИЯ МУЛЬТИВЕРСИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ *

Царев¹ Р.Ю., Семенько² К.А.

Сибирский федеральный университет

Создание и модернизация современных телекоммуникационных систем реального времени предъявляет высокие требования по надежности к программной составляющей, поскольку именно программное обеспечение определяет надежность характеристики систем данного класса в целом. В связи с этим одной из основных проблем разработчиков программных средств указанных систем становится создание таких подходов к их проектированию и разработке, которые обеспечивали бы устойчивость системы к программным и аппаратным сбоям.

Введение избыточных программных компонент в состав программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени позволяет увеличить надежность разрабатываемой системы и застраховать ее от сбоев во время функционирования, несмотря даже на ошибки отдельных компонент. Происходит это за счет дублирования модулей, решающих определенные подзадачи. Так, каждый модуль имеет несколько версий, называемых мультиверсиями, которые исполняются одновременно. Мультиверсии эквивалентны функционально, однако имеют различную структуру и используют разные алгоритмы решения задач. Таким образом, решение подзадачи застраховано от возникновения ошибок версий модуля, сгенерированных еще на этапе программирования мультиверсий.

Модули мультиверсионного программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени исполняются последовательно. Каждый последующий модуль начинает свое исполнение, только после того, как все версии предыдущего модуля выдадут результат. Кроме того, необходимо учитывать ситуацию, когда версия модуля «зависает», т. е. не возвращает результата в течение некоторого, задаваемого пользователем времени. В этом случае считается, что версия вернула неверный результат и управление переходит к следующему модулю.

Смысл введения дополнительных версий программных модулей сводится к тому, что ошибки одной из версий модуля не приведут к сбою программного обеспечения, а следовательно и всей системы в целом, поскольку остальные версии выдадут правильный результат. Оценка корректности результата происходит в точках контроля после окончания работы версий одного модуля и запуском следующего. Наиболее часто используемым методом оценки правильности результата работы мультиверсий является алгоритм голосования согласованным большинством. При данном подходе верным считается результат, полученный от большинства версий модуля, и этот результат служит входными данными версий следующего модуля.

Таким образом, надежность формируемого программного обеспечения телекоммуникационной системы реального времени значительно увеличивается и гарантируется его работоспособность даже при логических ошибках исполнения отдельных программных компонент.

* Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (Конкурс МК-2010, № МК-341.2010.9)

При выполнении проекта по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук № МК-341.2010.9 была разработана и реализована среда исполнения мультиверсионного программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени. Данная среда позволяет реализовать следующие функции:

1. создание процессов версий модуля и управление ими (задача приоритета процесса, останов процесса, перезапуск);
2. взаимодействие с процессами версий:
 - сбор статусов работы всех версий;
 - реагирование на сигналы версий (реализация алгоритмов голосования и коррекция данных в контрольных точках и по завершении работы версий);
 - передача управляющих сигналов версиям;
3. выбор корректных данных из всего множества выходных значений версий.

Разработанная среда исполнения мультиверсионного программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени отличается от аналогичных следующими особенностями:

1. Данная среда разработана с ориентацией на универсальность решаемых задач. То есть среда не зависит от конкретной задачи и, соответственно, не требует модификации в случае перехода к решению другой задачи. Сами же версии разрабатываются независимо и могут быть направлены на решение любых вычислительных задач.

2. Среда и все компоненты, необходимые для ее работы (включая СУБД и драйвер взаимодействия с СУБД) бесплатны.

3. В среде реализованы алгоритмы голосования, которые могут использоваться отдельно либо в комплексе, что повышает достоверность их оценки.

4. В предлагаемой среде реализована поддержка контрольных точек. Предполагается, что версии в процессе вычислений останавливаются на определенных «точках» и передают для оценки текущие результаты вычислений. В этом случае с помощью выбранного набора алгоритмов голосования принимается решение о том, какие выходы корректны. После голосования данные тех версий, которые сработали «некорректно» заменяются «корректными» – происходит коррекция данных.

5. Имеется возможность динамически изменять приоритет процесса самой среды исполнения мультиверсионного программного обеспечения.

6. В качестве источников данных могут выступать текстовые файлы либо таблицы базы данных (то есть, версии могут сохранять результаты вычислений либо в текстовые файлы, либо в базу данных).

7. Среда исполнения предъявляет ряд требований к разрабатываемым версиям и к реагированию версий на оконные сообщения.

8. Поддерживается одновременное исполнение до 30 версий.

Тестирование среды исполнения мультиверсионного программного обеспечения подтвердило высокую эффективность мультиверсионного программирования как метода разработки отказоустойчивого программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени.

Среда исполнения мультиверсионного программного обеспечения телекоммуникационных систем реального времени является законченным программным продуктом и может выступать как промышленный вариант среды исполнения мультиверсионного программного обеспечения систем различного назначения. Это означает, что нет необходимости менять исходный код среды в зависимости от состава и структуры версий исполняемого мультиверсионного программного обеспечения.