



Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.А. Япрынцева, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. – Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2013. – С. 68-72.

10. Михеева Т.И., Головнин О.К. Привязка объекта к слою электронной карты с целью выявления мест концентрации дорожно-транспортных происшествий // IT & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1. – С. 113–122.

С.А. Никищенков, В.В. Асабин, М.А. Семенкина

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Расширение процессного подхода для повышения эффективности основных видов деятельности в ОАО «РЖД» определяет необходимость разработки и внедрения методов контроля и диагностики процессов [1].

Параллелизм транспортных технологических процессов является естественным, поскольку фактически существует множественный характер грузов, перевозок, транспортных средств, объектов инфраструктуры. На железнодорожном транспорте широко используются различные специализированные описания параллельных (одновременных) процессов, в т.ч. графики исполненного движения поездов, графики работы станций, сетевые графики ремонтных работ и другие.

Контроль и диагностика многооперационных технологических процессов в общем случае включают в себя следующие проверки: «процесс соответствует технологии по набору операций?», «ресурсы и их характеристики соответствуют заданным требованиям в начале и в конце операций и всего процесса?», «операции выполнялись вовремя и в нужном порядке?» и другие.

Актуальной является проблема создания и использования адекватных, формализованных и операбельных описаний железнодорожных многооперационных процессов и их диагностических моделей [2].

Граф-схемные описания процесса дают существенный эффект при исследовании его структуры (операции, связи, порядок), характеристик (исходные данные, их преобразование и результат; время выполнения и производительность) и особенностей (изменчивость, реконфигурации, конвейерность).

Традиционно модели параллельных вычислений позволяют исследовать внутренний параллелизм технологии и возможные конфигурации технологического процесса; сократить время выполнения и повысить производительность обработки ресурсов; исследовать возможность



конвейерной реализации технологии; проанализировать наличие конкуренций между операциями и процессами [3-6].

Модели параллельных вычислительных процессов, применяемые для повышения производительности систем, могут быть продуктивно использованы для контроля и диагностики транспортных процессов, с соответствующей интерпретацией и развитием методов в части получения новых формальных выражений дефектов (несоответствий предписанной технологии) и алгоритмов их обнаружения [2]. Это обусловлено тем, что распараллеливание программ связано с детальным исследованием информационного базиса (совокупности данных в программе), а контроль и диагностика транспортных процессов имеет конечной целью проверку правильности выполнения технологии и предотвращение потерь материальных и других ресурсов при возникновении дефектов.

Контроль и диагностику технологических процессов целесообразно осуществлять на уровне операций, поскольку на нем определён состав, упорядоченность, логическая обусловленность и конфигурация процесса. При этом обеспечивается оперативность и полнота обнаружения дефектов, минимальные потери ресурсов от них и приемлемые затраты на организацию системы диагностики, т.е. высокая эффективность диагностирования [2].

К моделям параллельных вычислений, применяемым для описания, анализа, контроля и диагностики технологических процессов, относятся схемы статического параллелизма - параллельные граф-схемы алгоритмов (ПГСА), параллельно-последовательные схемы, ярусно-параллельные схемы (ЯПС), и схемы динамического параллелизма - А-схемы Котова-Нариньяни, спусковые функции, билогические графы и информационно-логические схемы (ИЛС) [2]. Все они относятся к классу операторных схем, которые представляют собой формализованное описание процесса как множества логически обусловленных реализаций заданной технологии с использованием графических обозначений операций и связей между ними, аналогично схемам теоретического программирования [6]. Примеры операторных схем представлены на рис. 1.

ПГСА на рис. 1а описывает технологию с точностью до операций в двух ветвях и содержит специальные операторы распараллеливания последовательных ветвей процесса *fork*, ожидания события *wait* и объединения ветвей *join*. На рис. 1б показана асинхронная схема процесса и распределение операторов на 4 яруса, в каждом из которых операторы независимы и параллельны по ресурсным переменным. На рис. 1в ИЛС имеет символы И и Исключающее ИЛИ, характерные для билогических графов. При этом все схемы интерпретируют один фрагмент технологии.

Классический подход к разработке диагностического обеспечения заключается в том, что диагностическая модель процесса представляется как совокупность его схемы и множества дефектов ее элементов [7]. При этом дефект элемента есть несоответствие фактического элемента требуемому, т.е. один из вариантов замены (на пустой элемент; на другой элемент того же множества модели; на элемент, не принадлежащий этому множеству); дефекты



множества включают дефекты его элементов и дефекты наличия лишних элементов. Диагностические модели для каждого вида операторных схем представляются в виде дерева дефектов [2,8].

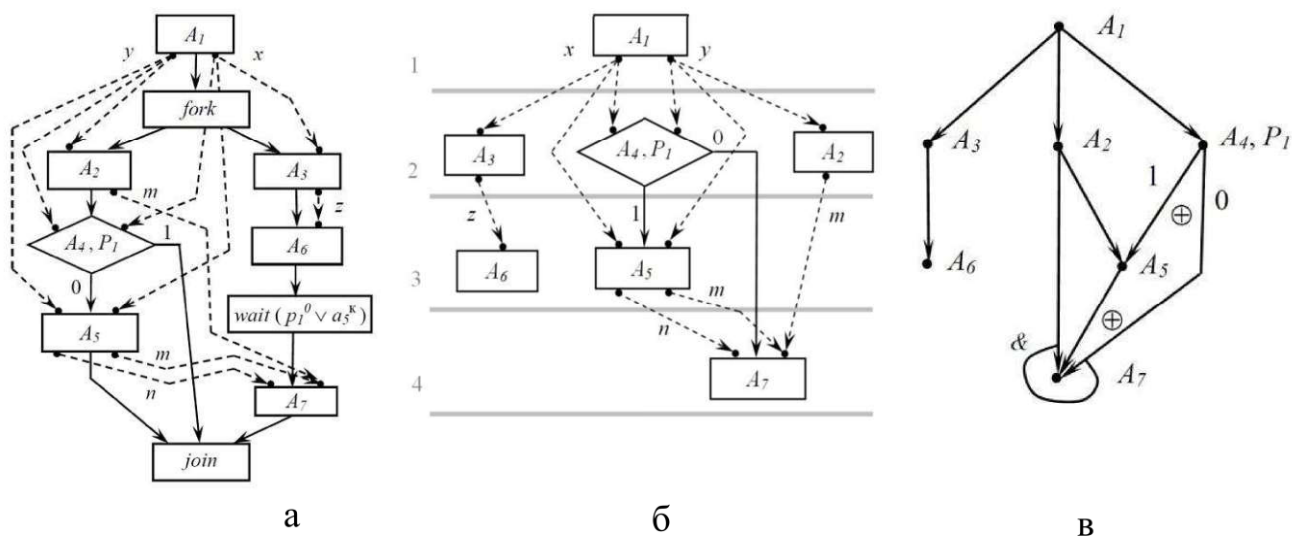


Рис. 1. Примеры операторных схем (а - ПГСА, б - ЯПС, в - ИЛС)

В [2] представлен другой способ формирования диагностической модели, основанный на описании совокупности признаков событий в характерных точках схемы процесса, например в начале и окончании оператора.

При использовании ЯПС в качестве диагностической модели технологического процесса контроль выполнения технологического процесса осуществляется путем проверки «все ли операторы текущего яруса выполнены при переходе на следующий?».

В развитии подхода применительно к процессам перевозки грузов и пассажиров в [2,7] предложены координатные схемы, в которых операторам поставлены в соответствие координаты времени и пространства (рис. 2).

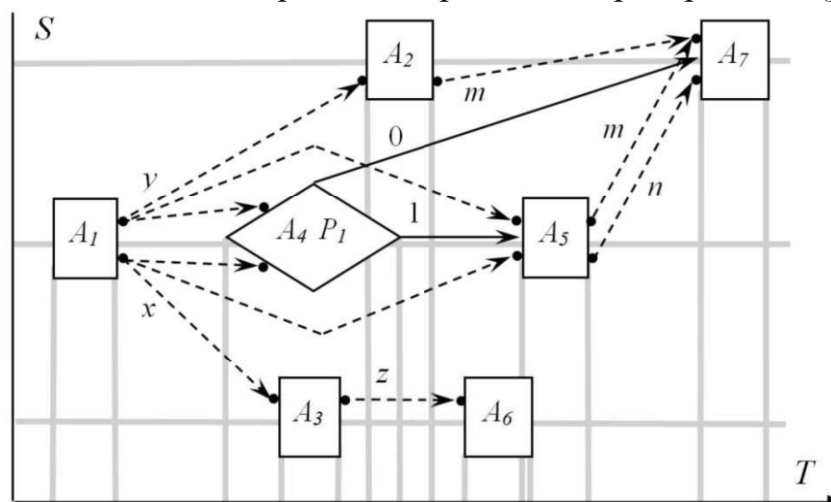


Рис. 2. Пример координатной операторной схемы процесса



Соответственно в диагностическую модель процесса на основе координатной схемы входят дефекты несоответствия заданным параметрам координат, например по превышению допустимых нормируемых отклонений.

Преимущества параллельных моделей особенно проявляются в задачах диагностики реконфигурируемых процессов, что обусловлено возможностью формирования их диагностического инварианта на основе ИЛС и спусковых функций операторов [2].

Для контроля и диагностики железнодорожного технологического процесса, осуществляемых в ходе его выполнения, необходимо иметь цифровую систему обнаружения дефектов, состоящую из средства диагностики (программные модули или сторожевой процессор) и диагностического обеспечения (диагностическая модель, способы и алгоритмы обнаружения дефектов). Алгоритмы обнаружения могут быть основаны на сравнении меток (тегов) операций и ресурсных переменных операторной схемы, для чего предварительно осуществляется их разметка. Следует отметить, что не только теория параллельных вычислений, но и архитектуры параллельных ЭВМ могут быть использованы в качестве аналогов при построении высокопроизводительных средств контроля и диагностики.

К проблемным вопросам организации контроля и диагностики железнодорожных процессов с использованием параллельных операторных схем относятся: обеспечение программно-аппаратного доступа к диагностируемой АСУ; наличие статистики по дефектам с рейтинговыми оценками; автоматизация построения схем и возможность использования стандартизированных описаний; внедрение разработок в условиях инновационных регламентов ОАО «РЖД»; моделирование правильных и дефектных процессов; ограничения подхода при ориентации на предиктивную диагностику.

Литература

1. О программе мероприятий по расширению применения процессного подхода в управлении холдингом «Российские железные дороги» [Текст]: распоряжение ОАО «РЖД» от 23 августа 2017 г. № 1712р. - М., ОАО «РЖД», 2017. - 4 с.
2. Никищенков С.А. Диагностика железнодорожных процессов на основе операторных схем [Текст]. / С.А. Никищенков. - Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015. - 349 с.
3. Воеводин В.В. Параллельные вычисления [Текст]. / В.В. Воеводин., Вл.В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
4. Фундаментальные и прикладные исследования в области параллельных вычислений: [Электронный ресурс] URL: <https://parallel.ru/research> (Дата обращения: 21.03.2020).
5. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение [Текст]. / В.Н. Касьянов, В.А. Евстигнеев. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 1104 с.



6. Вальковский В.А. Элементы параллельного программирования [Текст]. / В.А. Вальковский, В.Е. Котов, А.Г. Марчук, Н.Н. Миренков. - М. : Радио и связь, 1983. - 240 с.

7. Карибский В.В. Основы технической диагностики: модели объектов, методы и алгоритмы диагноза [Текст]. / В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев. - М: Энергия, 1976. - 464 с.

8. Andronchev I.K., Nikishchenkov S.A., Romanova P.B. Theoretical and multiple model of transport multi-operational reconfigurable processes // Advances in Intelligent Systems and Computing. VIII International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia 2019, 2020. Volume 1116 (2), pp. 1054-1063.

В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, Е.С. Ефремова, К.Н. Прохоров

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ПОВЕРХНОСТИ НЕПОДВИЖНОГО НЕВЫСТУПАЮЩЕГО ПРИЕМНИКА НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА*

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов самолета осуществляется с помощью вынесенных в набегающий воздушных поток приемников и датчиков первичной информации, что нарушает аэродинамические характеристики, усложняют конструкцию системы воздушных сигналов (СВС), является причиной дополнительных погрешностей измерительных каналов [1].

Значительные конкурентные преимущества обеспечиваются при построении СВС самолета с одним неподвижным невыступающим приемником набегающего потока на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с отверстием-приемником статического давления, расположенным на внешней обтекаемой поверхности датчика [2].

Нетрадиционный способ восприятия статического давления в СВС с неподвижным невыступающим приемником набегающего потока обуславливает необходимость проведения имитационного моделирования канала восприятия статического давления отверстием-приемником, расположенным на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика.

Широкими возможностями и простотой пользования при моделировании газодинамических процессов обтекания обладает программная среда SolidWorks с дополнением Flow Simulation [3], что определило использование ее для имитационного моделирования канала восприятия статического давления набегающего воздушного потока с помощью отверстия-приемника, расположенного на обтекаемой поверхности ионно-меточного датчика.

* Работа выполнена по гранту РФФИ №18-08-00264