

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ПО ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИМ СХЕМАМ ПРОЦЕССОВ

©2004 С.А. Никищенков

Самарская государственная академия путей сообщения

Рассматривается методология исследования реконфигурируемых транспортных систем как объектов функционального диагностирования и подход к обнаружению дефектов на основе операторных моделей параллельных процессов. Предлагаются информационно-логические схемы процессов в качестве эффективной диагностической модели. Представлены принципы организации и примеры реализации средств диагностирования.

Актуальность исследований

Эволюция транспортных систем (ТС) характеризуется ростом технической оснащённости, производительности и сложности при применении различных стратегий управления и адаптации к изменяющимся условиям работы. Функциональное диагностирование (ФД), т.е. контроль правильности функционирования ТС осуществляется с целью минимизации потерь ресурсов путём своевременного обнаружения дефектов, к причинам возникновения которых относят сбои и отказы в технике, ошибки управления и проектирования, неправильные действия персонала, непредусмотренные ситуации и т.д. [1]. Статистика и классификация дефектов по источникам, интенсивности и последствиям специфичны для каждой ТС, однако на железнодорожном транспорте имеются тенденции в росте таких факторов, как износ подвижного состава, дефицит квалифицированных рабочих, проблемы энергоснабжения, качество автоматизированных управляющих систем, противоречия корпоративных и частных интересов [2].

Распределение дискретных операций транспортной технологии в системе с параллельно работающими взаимодействующими функциональными блоками и во времени называется конфигурацией [1–3]. Реконфигурация есть факт перехода ТС от одной конфигурации к другой и структурно-временное перераспределение операций в их параллельном потоке, вызванные следующими причи-

нами: асинхронность и конвейеризация выполнения операций; развитие или деградация системы; применение разных методов управления (алгоритмизация, диспетчеризация, адаптация, самоорганизация); изменения стратегий жизнедеятельности, под которыми понимается стремление субъектов управления системой к достижению и обеспечению экономических, производственных и технических целей.

Выполнение набора задач в условиях реконфигурации за счет применения соответствующих способов перестраиваемости обеспечивает высокие показатели производительности, живучести и готовности и является естественным для широкого класса ТС. К реконфигурируемым ТС (РТС) относятся большинство организационно-технических и логистических систем на железнодорожном транспорте вследствие территориальной распределенности и параллельности основных и вспомогательных технологий и активным включением бизнес-процессов различных собственников на этапе постреформирования отрасли.

К числу РТС, исследованных кафедрой «Информатика» СамГАПС, относятся многопроцессорный отказоустойчивый навигационный модуль, система сбора аналитической информации в финансовой службе железной дороги, локомотивное депо, сетевой пункт технического обслуживания грузовых вагонов, автоматизированная система контроля за дислокацией нефтеналивных цистерн с уче-

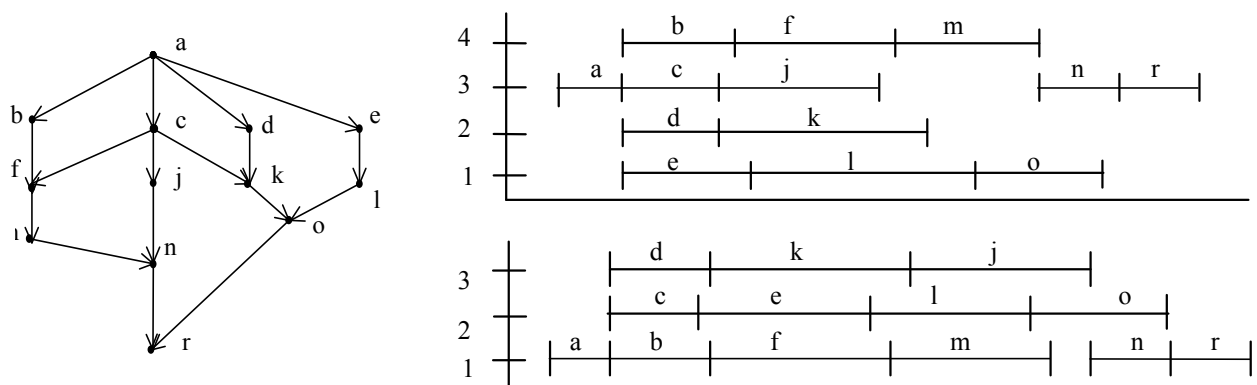


Рис. 1. Пример реконфигурации ТС

том собственников, автоматизированный комплекс для сменно-суточного планирования погрузки Куйбышевской железной дороги.

На рис.1 в качестве примера показан граф зависимостей между базовыми операциями a, b, ..., г технологии, выполняемой на N блоках РТС, и пространственно-временные диаграммы бездефектных процессов для конфигураций с $N = 4$ и $N = 3$, что имеет место при деградации РТС.

Анализ объектов показывает, что известные методы ФД не могут выявлять приоритетные и специфические дефекты, характерные для РТС, либо оказываются неэффективными. Диагностирование компонент РТС с использованием штатных средств АСУ не решает задачу обнаружения приоритетных дефектов на организационно-техническом уровне. ФД на основе алгоритмического пооперационного контроля транспортных процессов затруднено из-за большой размерности практических задач и неприспособленности к ФД параллельных систем с реконфигурацией. Целесообразно применение специальных подходов, включающих этапы обоснования и выбора адекватной диагностической модели, разработки способов, алгоритмов и средств обнаружения дефектов, организации и эксплуатации средств ФД [2].

Методология описания и анализа РТС

Методологические основы и выбор языков описания РТС являются залогом успеха реализации сложных технических проектов и обеспечения эффективности эксплуатации действующих автоматизированных комплексов.

В современной теории управления производством широко используется подход, базирующийся на использовании категорий “технология”, “ресурсы” и “стратегия” в качестве описания средств для достижения целей производства, а также способов планирования и диспетчеризации. В теории алгоритмов и в области проектирования и анализа алгоритмических систем известен методологический принцип, основанный на представлении их как триады “алгоритм – структура – процесс”. В информационно-поисковых системах известен фасетный (аналитико-синтетический) подход к многоаспектному анализу объектов, базирующийся на пяти основных категориях (пространство, время, материя, энергия, индивидуальность) и правилах индексации, показывающей связи и отношения между ними (комплексность, назначение, сравнение, различие, влияние и др.) [4]. В теории параллельных вычислительных систем широко используются классификации внутреннего параллелизма задач, алгоритмов распараллеливания, типовых структур систем, методов управления, языков описания систем и способов оценки производительности вычислений [3,5].

Разработанная методология описания и анализа ТС [6] основана на их представлении в виде пяти взаимодействующих компонент – стратегии O, структуры S, материально-информационного базиса M, метода управления A и процесса P (рис. 2). Методология позволяет системно описывать и анализировать параллельные алгоритмические и неалгоритмические системы в задачах их проектирования, анализа и преобразования,

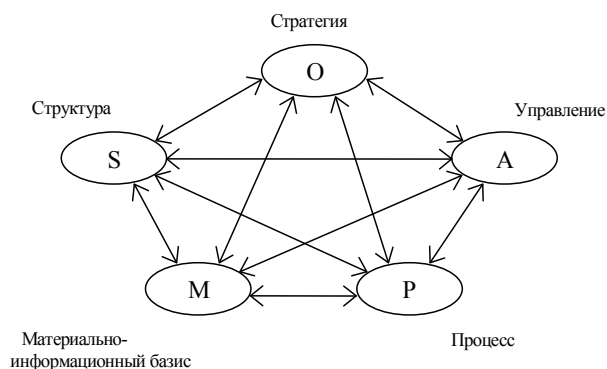


Рис. 2. Методология исследования ТС

а также эффективно моделировать и исследовать широкий класс человеко-машинных, организационно-технических и производственно-технологических систем в изменяющихся условиях в качестве объекта функционального диагностирования. Примерами из множества теоретических и научно-прикладных задач, эффективность решения которых возрастает за счет данной методологии, могут являться такие, как минимизация и сбалансированность ресурсов ТС, оценка производительности, надежности и показателей качества, способы распознавания эквивалентности алгоритмов и процессов, организация систем контроля и диагностики на макроуровне и другие. В отличие от известных методология дает расширенную классификацию ТС, опираясь на понятие “стратегия”, а также в зависимости от выбора совокупности анализируемых компонент (декомпозиции графа на рис.2, а также фиксации и маскирования) решать локальные, связанные и глобальные задачи.

С помощью методологии определяются такие характерные черты современных транспортных технологий, как общий материально-информационный базис, параллелизм, многообразие зависимостей и логики выполнения операций; применение все видов методов, способов и алгоритмов управления – от классических последовательных и параллельных алгоритмов до методов самоорганизации; реконфигурация как следствие адаптации ТС к изменяющимся условиям работы; наличие источников дефектов во всех пяти компонентах ТС и их влияние на поток операций.

В результате применения методологии к проблеме ФД РТС сделаны следующие вы-

воды:

- стратегии и реконфигурации транспортных процессов адекватно влияют на степень и форму их распараллеливания,
- целесообразно применение диагностической модели в виде информационно-логических схем процессов (ИЛСП), соответствующих максимальной степени распараллеливания транспортного процесса и обладающих свойством инвариантности для заданной технологии РТС.

Согласно методологии, языки описания компонент ТС, ориентированные на инженерное применение, включают: О - текст, целевые функции, деловая графика; S – иерархические блок-схемы; М – данные, таблицы, документы; А – операторные граф-схемы; Р - пространственно-временные диаграммы. В общем случае технология работы с описаниями при ФД РТС включает идентификацию О и S, интерпретацию М и А в виде операторных схем программ с использованием реальных пространственно-временных диаграмм, разработку ИЛСП как диагностического инварианта.

Информационно-логические схемы процессов

Цель моделирования с точки зрения диагноста – это представление поведения РТС в условиях возникновения и проявления сбоев и отказов оборудования, неверных действий персонала, ошибок проектирования, непредусмотренных условий эксплуатации и других факторов. Традиционно под диагностической моделью (ДМ) объекта ФД понимается совокупность его формальной функциональной модели, условий правильного функционирования (УПФ) и признаков дефектов (ПД). ДМ предназначена для адекватного и достаточного описания и анализа объекта ФД и разработки способов, алгоритмов и средств ФД. Это осуществляется путем преобразования УПФ и ПД в выражения, пригодные для проверки средствами ФД в процессе работы. Переход от ДМ к УПФ и ПД характеризует способ ФД, а алгоритмы обнаружения дефектов и средства ФД разрабатываются на основе принятого способа и требований к системе ФД. Данная методология широко

применяется, например, для ФД вычислительных систем на разных уровнях – от диагностирования цифровых схем до оперативного контроля взаимодействующих процессов [7].

Методы ФД технических систем основаны на введении избыточности в объект диагностирования и классифицируются по следующим признакам: ориентация на проверку операции или блока; тип диагностической модели и класс обнаруживаемых дефектов; состав и форма контролируемых соотношений; способ сжатия информации об объекте; реализация в виде глобальных или локальных средств; степень перенастраиваемости средств ФД; необходимость и способ преобразования объекта к контролепригодному виду. Под эффективностью понимается мера обнаруживающей способности средств ФД по отношению к заданным дефектам при ограничениях на аппаратную, временную и информационную избыточность. При сравнительном анализе ДМ следует учитывать как теоретические аспекты (универсальность, полнота, разрешимость и проработанность основных формальных задач анализа, синтеза и преобразования, преемственность), так и инженерные задачи моделирования (интерпретируемость, наглядность, операбельность, эффективность базовых процедур, унифицируемость). Положительно оцениваются простота процедур интерпретации объекта, развитость методик синтеза и анализа ДМ, приемлемая размерность описания, реализуемость процедур по сжатию модели для обеспечения эффективности диагностирования, наглядность форм представления. Это означает целесообразность использования известных алгоритмических и графовых форм представления. По сравнению со структурно-ориентированными методами и средствами, методы ФД по функциональным моделям обладают преимуществами: возможностью ФД на макроуровне, что соответствует интересам собственника системы; меньшей избыточностью для достижения заданной эффективности; низкой зависимостью от вариантов технической реализации.

К числу моделей параллельных вычислений, описывающих на операторном уровне

выполнение вычисления с произвольным распараллеливанием, относятся А-схемы Котова - Нариньяни [8]. Спусковые функции представляют собой конечный предикат над множеством операторов и логических условий (ЛУ) в схеме программы (включая в общем случае дополнительные, учитывающие историю процесса) и задают максимально параллельный асинхронный процесс выполнения (для класса так называемых “свободных” схем), обеспечивая запуск операторов по мере готовности их входных аргументов. Управление по спусковым функциям предполагает наличие соответствующей архитектуры и механизмов управления в системе. Метод ФД по спусковым функциям, реализующий проверку правильности запуска операторов на множестве допустимых параллельных процессов, представляется идеальным механизмом контроля РТС, однако рассматривался ранее для вычислительных и производственных систем [7].

К числу графовых моделей, наглядно описывающих варианты параллельных процессов, относятся билогические графы (БГ) [9,10], которые использовались для расчета характеристик и планирования работы мультипроцессорных вычислительных систем. При их применении в качестве ДМ РТС удовлетворяется большинство требований, перечисленных выше. К числу вопросов, требующих специального рассмотрения при разработке ДМ на основе БГ, относятся: определение отношений между схемами алгоритмов и БГ (вопросы интерпретации); свойства БГ, общие и отличные по сравнению с моделями параллельных вычислений; соотношения между дефектами в РТС и дефектами, задаваемыми на данной ДМ (обнаруживающие свойства модели).

Пусть задана технология (алгоритм) преобразования материально-информационного базиса в виде упорядоченной совокупности операторов (преобразователей и распознавателей) с указанием кортежей их входных и выходных переменных, т.е. операторная схема программы (рис. 3, а). Тогда ИЛСП назовем тройку $S=(A, L, F)$, в которой:

- множество $A = \{A_i\}$, $i = \{0, 1, \dots, k\}$ состоит из операторов алгоритма, причем для

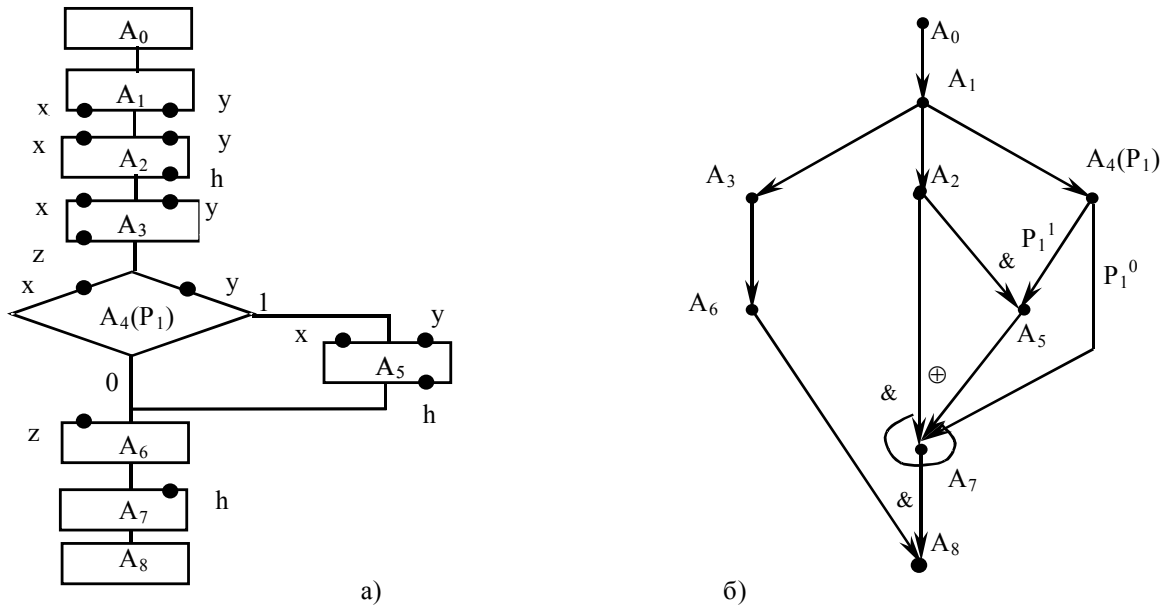


Рис.3. К определению ИЛСП:
 а - схема программы; б - ИЛСП в виде биологического графа

распознавателей в скобках указывается проверяемое условие из множества проверяемых ЛУ алгоритма $P = \{P_j, j = \{1, 2, \dots, l\}\}$, например $A_i(P_j)$;

- множество предикатов $L = PUQ$ включает множество ЛУ алгоритма P и множество дополнительных предикатов Q , характеризующих историю выполнения алгоритма;

- множество $F = \{F_i(A, L)\}$ представляет совокупность логических функций в базе алгебры Жегалкина (И, Исключающее ИЛИ, 1), означающих событие выполнения операторов-предшественников из A для оператора A_i при заданных значениях предикатов L .

Строковая форма записи ИЛСП есть список условий правильного запуска операторов (операторных УПФ) вида $A_i \leftarrow F_i(A, L)$, где функции И и Исключающее ИЛИ обозначаются символами $\&$ и \oplus : $A_1 \leftarrow A_0$; $A_2 \leftarrow A_1$; $A_3 \leftarrow A_1$; $A_4 \leftarrow A_1$; $A_5 \leftarrow A_4(P_1^1) \& A_2$; $A_6 \leftarrow A_3$; $A_7 \leftarrow (A_2 \& A_4(P_1^0)) \oplus A_5$; $A_8 \leftarrow A_6 \& A_7$. Например, для A_7 запуск считается верным, если выполнились A_2 и A_4 (со значением $P_1 = 0$), или выполнились A_5 и A_4 (со значением $P_1 = 1$).

ИЛСП описывает совокупность операторов-предшественников в информационном и логическом смысле для каждого из операторов и содержит единственное и конечное правильное условие его запуска в зависимости от хода процесса при произвольном асин-

хронном параллельном порядке запуска операторов. В этом отношении принципиальным отличием ИЛСП от схем управления (при любом методе управления – от алгоритмического до максимально параллельного) является описание допустимого, а не необходимого порядка запуска операторов, т.е. отсутствие детерминизма.

ИЛСП представляется биологическим орграфом $G = (A, B, L, \&, \oplus)$, достаточным для полного описания строковой формы, где A - множество вершин; B - множество дуг, интерпретирующих отношения логического и информационного предшествования между операторами, такое, что $B_{i,k} = 1$ для вершин A_i и A_k , если A_i входит аргументом в F_k ; каждая вершина A_i размечена входной логикой F_i с помощью связок $\&$ и \oplus между входящими дугами; каждая вершина, соответствующая оператору-распознавателю $A_i(P_j)$, размечена выходной логикой с помощью связки \oplus между альтернативными выходящими дугами, нагруженными различными значениями P_j (P_j^1 или P_j^0), и связкой $\&$ между дугами, нагруженными одинаковыми значениями P_j .

На рис. 4 приняты допущения: по умолчанию действует логика И, символ которой при разметке может опускаться; связка по логическим функциям между дугами может уточняться вспомогательной соединительной линией.

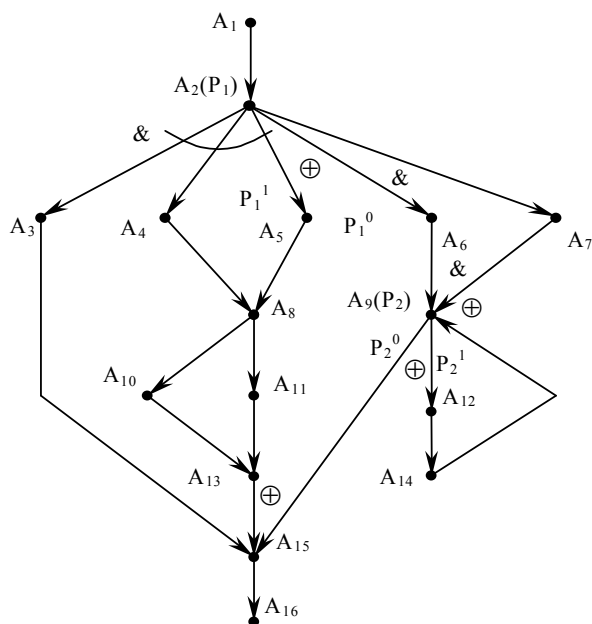


Рис. 4. ИЛСП фрагмента процесса планирования поргрузки

Согласно [9] ИЛСП в общем случае является простым непланарным слабосвязанным правильным управляющим графом со специальной разметкой вершин и дуг, семантика которого служит целям потокового анализа систем. Динамика ИЛСП может быть описана как процесс, состоящий из событий “включение” вершин и “зажигание” дуг [10]:

- процесс начинается включением начальной вершины и заканчивается выключением конечной;
- включение вершин означает готовность к выполнению соответствующего оператора;
- выполнение операторов задается внешним по отношению к ИЛСП потоком управления (в том числе с дефектами);
- после выполнения оператора, соответствующего включенной вершине, зажигаются ее выходные дуги с истинными значениями предикатов, а вершина выключается;
- вершина включается, если входные дуги зажжены соответственно входной логике, причем после ее включения они гасятся;
- в процессе выполнения до момента выключения конечной вершины множество включенных вершин и зажженных дуг не пусто.

Важнейшим свойством ИЛСП является естественная возможность моделирования конвейерных процессов, для чего достаточ-

но разрешить включение вершин и выполнение операторов вновь, не дожидаясь включения конечной вершины.

В зависимости от представления алгоритма, технологии или процесса работы РТС на неформальном или формальном языке, задача построения ИЛСП сводится к формализации или к трансляции (интерпретации), аналогично задаче построения операторных схем алгоритмов. Рассмотрение вопросов синтеза и интерпретации ИЛСП позволяет сделать важный вывод о том, что построение ИЛСП базируется на схемной интерпретации дискретных процессов и является составной частью задачи распараллеливания, поэтому для этого могут быть использованы известные приемы и средства, в частности, автоматизированные десеквенторы алгоритмов и программ [5].

Построение ациклических ИЛСП по схеме программы осуществляется согласно методике статического распараллеливания программ, где ИЛСП является промежуточным результатом распараллеливания. На первом этапе строится граф зависимостей между операторами схемы программы на основании перебора возможных выполнений схемы и анализа информационных и логических связей между операторами. На втором осуществляется нагружение дуг графа значениями ЛУ, формирование условий запуска операторов (строчной формы ИЛСП) и их минимизация (путем обнаружения и исключения транзитивных зависимостей). На заключительном этапе по строчной форме ИЛСП строится БГ с проверкой на корректность с использованием конъюнктивных графов. Для циклических схем программ построение ИЛСП обладает особенностями формирования условий запуска операторов, исходя из условий статического или динамического распараллеливания циклов.

Оценка и классификация ИЛСП целесообразна на основе методов анализа схем программ и орграфов с учетом специфики использования ИЛСП как ДМРТС. Анализ РТС в сфере железнодорожного транспорта и классификация ИЛСП по типам информационно-логических структур позволяет определить такие типичные примеры, как И-дер-

вья (сборка-разборка агрегатов, аналитические задачи), чередующиеся узлы с конъюнктивной и дизъюнктивной логикой (диагностика и ремонт подвижного состава), регулярные слабосвязанные маршруты (оперативное управление перевозками) и т.д. Количественные параметры ИЛСП по размерности, логической обусловленности и связности позволяют сравнивать ИЛСП с точки зрения приспособленности для реализации того или другого способа обнаружения дефектов при ФД РТС [1].

Правильный процесс в ИЛСП характеризуется тем, что в каждый момент времени t множество запущенных операторов A_i^3 есть непустое подмножество множества “готовых” операторов A_i^r , у которых выполнены условия запуска (единичны функции F_i) [7]:

$$(\forall t A_i^3 \subset A_i^r) \wedge (|A_i^3| > 0) = 1.$$

Нарушение данного условия представляется следующими признаками дефектов:

$$(\exists t \exists A_{i,t} \not\subset A_i^r) \vee (|A_i^3| = 0) = 1,$$

т.е. базовый список дефектов на ИЛСП включает два – “ложный запуск” и “отсутствие запуска”. Совокупность конкретной ИЛСП и данных соотношений является ДМ на основе ИЛСП.

Определим отношения вычислимости между множеством параллельных граф-схем алгоритмов (ПГСА) с произвольной степенью распараллеливания и соответствующей ИЛСП, а затем покрываемость дефектов на ПГСА дефектами на ИЛСП. ПГСА есть упорядочение над множеством операторов в ходе реализации схемы, под которой понимается процесс формирования потока операторов схемы для заданных значений ЛУ. Аналогичное справедливо для ИЛСП, с той разницей, что в ИЛСП нет директивного указания на запуск операторов. При определении отношений между ИЛСП и множеством ПГСА, различающихся степенью распараллеливания, примем, что процессу запуска операторов ПГСА однозначно соответствует запуск операторов-преобразователей и распознавателей в ИСА. Для определения диагностических свойств примем следующий ряд утверждений.

1. Перестановки операторов схемы программы, независимых по условию Бернштейна – Рассела - Нариньяни, сохраняют эквивалентность по информационно-му графу и функциональную эквивалентность.

2. Статическое распараллеливание схем программ не изменяет отношения информационного и логического предшествования между операторами при произвольных реализациях.

3. Переход от А-схемы к ее производной есть дополнительное упорядочение условий запуска операторов и сохраняет функциональную эквивалентность при произвольных реализациях схем.

4. При правильном выполнении ПГСА соблюдаются условия запуска операторов ИЛСП.

5. Для множества эквивалентных ПГСА, определенных на совпадающих множествах операторов-преобразователей и распознавателей и различающихся степенью распараллеливания, ИСА является инвариантом при произвольной правильной реализации любой ПГСА;

6. Дефекты “замена” и “ложный запуск” на ПГСА необходимо проявляются как дефект “ложный запуск” на ИЛСП, причем это происходит в том же такте при условии принадлежности заменяемого или ложно запускаемого оператора множеству “готовых” операторов, либо в следующих тактах при условии принадлежности данному множеству.

7. Дефект “пропадание” оператора на ПГСА необходимо проявляется в текущем такте как дефект “отсутствие запуска” на ИЛСП, если больше не запускается ни один оператор, либо как дефект “ложный запуск” на ИЛСП в следующих тактах в остальных случаях.

По отношению к другим (нестатическим) методам управления диагностические свойства ИЛСП могли быть установлены с помощью понятия инварианта, под которым в теории схем программ и теории параллельного программирования понимается объект, относительно которого рассматриваемые схемы или их реализации эквивалентны по результату или истории процесса. Инвариантом может быть информационный граф, относи-

тельно которого распознается эквивалентность цепочек операторов в реализации схемы и тем самым эквивалентность самих схем программ. Вместе с тем для возможных диаграмм процесса запуска операторов производной А-схемы Котова-Нариньяни эквивалентность по информационному графу не соблюдается. Сказанное ставит задачу определения отношений эквивалентности на множестве реконфигурируемых потоков операторов, различающихся методом и степенью распараллеливания, и установления возможности использования ИЛСП в качестве их инварианта, однако она является алгоритмически неразрешимой [5]. Приведем ряд утверждений о правильных процессах, реконфигурации, ИЛСП и обнаружении дефектов для ограниченного класса РС, в котором не применяется принцип “расклейки” операторов и функция упреждения.

1. Для транспортной технологии, имеющей внутренний параллелизм, существует множество эквивалентных потоков операций, различающихся конфигурацией, под которой понимается структурно-временное распределение операций согласно применяемого метода управления (программирования, диспетчеризации) и стратегии жизнедеятельности ТС.

2. Любая конфигурация потока операций (в том числе классическая алгоритмизация и статическое распараллеливание) есть дополнительное структурно-временное упорядочение максимально параллельного потока операций.

3. Перестановка независимых операций, переход от одной степени распараллеливания потока к другой или динамическое распараллеливание операций приводит к его реконфигурации, т.е. к структурно-временному перераспределению операций в системе.

4. Для каждой технологии в РТС существует максимально параллельный (асинхронный) поток операций, соответствующий управлению по спусковым функциям и совпадающий с ИЛСП, являющейся инвариантом к множеству (пространству) конфигураций РТС.

5. Обнаружение дефектов по ИЛСП применимо для любой конфигурации потока операций и ИЛСП является диагностическим инвариантом РТС.

6. При использовании ФД РТС по ИЛСП решается задача оперативного обнаружения дефектов в потоке операций, существенных по отношению к искажению материально-информационного базиса.

7. Оперативность обнаружения дефектов, понимаемая как задержка от момента появления дефекта до его проявления на ИЛСП, тем выше, чем больше степень распараллеливания обработки.

Принципы и способы реализации метода

Принципы ФД РТС включают [11]:

1) диагностической моделью РТС является ИЛСП на уровне базовых операций технологии;

2) ИЛСП интерпретируется счётчиковой сетью для реализации алгоритмов и средств обнаружения дефектов;

3) при работе РТС производится регистрация событий в потоке операций, обработка диагностических признаков и выдача средствами ФД признаков дефектов;

4) для решения проблемы размерности и повышения эффективности ФД над графом ИЛСП могут быть выполнены процедуры разбиения на части и изоморфные фрагменты, вертикальной (траекторной) и горизонтальной (ярусной) декомпозиции, сжатия и разметки дополнительными параметрами процесса.

Практический переход от ИЛСП к созданию средств ФД базируется на использовании контролирующих счётчиковых сетей (КСС), где каждому элементу ИЛСП ставится в соответствие ячейка - счётчик со схемой формирования признака дефекта. Каждое событие, происходящее в РТС на уровне операций, отражается в КСС, которая распознает его правильность или ошибочность в зависимости от своего состояния и хода процесса [7]. Реализация КСС проста в аппаратуре (однородные среды, спецпроцессоры) и на программном уровне (модули в составе АСУ, диагностические процессоры в электронных таблицах, СУБД). За счет того, что “скелетом” КСС является ИЛСП, могут контролироваться процессы с различной (в том числе максимальной) степенью параллелиз-

Таблица 1. Сведения по применению метода

Наименование РТС	Контролируемый процесс	Основные причины реконфигурации	Исходное описание ТП	Уровень и размерность ИЛСП	Тип средства контроля	Базовое ПО
Навигационный модуль	Обработка данных дислокации	Деградация процессоров	Микропрограммы	Блоки микропрограмм, 30	Аппаратные в СБИС	Micro-Logic
Аналитическая система	Конвейерная сборка таблиц	Асинхронность АРМов, изменения ресурсов и форм	Схема сбора справок и отчетов	Ступени конвейера, 20	Диагностический процессор в Excel и VBA	Excel
Локомотивное депо	Плановый ремонт локомотивов	Производственно-экономические стратегии, изменения ресурсов, диспетчеризация	Техническая документация, инструкции, график ТО	Базовые операции ТП, 30	Электронная версия мнемосхемы	MS Office
Сетевой ПТО	Обслуживание средств диагностики			Базовые операции ТП, 50	Программный модуль в АСУ ПТО	Oracle Delphi
Система контроля за дислокацией цистерн	Обслуживание и взаиморасчеты с собственниками цистерн	Стратегии собственников и дороги	Техническая документация в ЕДЦУ и ИВЦ	Базовые операции ТП, 500	Программный модуль в АРМ диспетчера по наливу нефтепродуктов	DB2, SQL, Delphi
Комплекс для сменнo-суточного планирования погрузки	Выполнение планов по приоритетным заявкам грузоотправителей	Стратегии дороги по повышению эффективности обслуживания грузоотправителей и использования вагонного парка	Техническая документация в ДЦФТО и ИВЦ	Базовые операции ТП, 100	Программные модули в АСУ ССП	DB2, SQL, Oracle Delphi

ма. Настройка сети на контроль конкретного процесса производится коммутацией (адресацией) ячеек по заданной операторной схеме.

Для контроля правильного чередования фаз операции разрядность счётчика увеличивается, ячейка оснащается логикой обнаружения дополнительных дефектов, а состояние счётчика может использоваться как потенциал контролирующей нейронной сети.

Дальнейшим развитием являются КСС с контролем временных, функциональных и других параметров операций, применение которых в ФД РТС расширяет базовый список дефектов на ИЛСП.

Использование метода и инженерные проблемы

Преимущества метода обусловлены диагностическими свойствами ИЛСП, универсальностью модели, проработанностью теоретических вопросов, наличием программ по распараллеливанию. К основным проблемам

практического применения относятся экспертиза описаний ТП, контролепригодность РТС, трудоемкость инженерных задач (интерпретация, визуализация, моделирование правильной и дефектной работы РТС совместно со средствами контроля, наличие средств поддержки), организационно-техническая реализация, способы отработки дефектных ситуаций, снижения потерь и обеспечения работоспособности [2, 11].

В табл. 1 приведены сведения по применению метода в РТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никищенков С.А., Смышляев В.А., Юшков С.А. Диагностическая информационно-логическая модель реконфигурируемых транспортных систем на макроуровне // Труды междунар. науч.-прак. конф. "Безопасность и логистика транспортных систем". Самара: СамГАПС. 2004.

2. *Никищенко С.А.* Функциональное диагностирование реконфигурируемых информационно-управляющих систем на макроуровне // ВКСС. 2002. № 6.
3. *Игнатущенко В.В.* Организация структур управляющих многопроцессорных вычислительных систем. М.: Энергоатомиздат. 1984.
4. Structures and Relations in Knowledge Organization: Proceedings 5th Int. ISKO-Conference, Lille, 25—29 August 1998 / Ed. By Widad Mustafa el Hadi, Jacques Maniez, Stephen A. Pollitt. Berlin: ERGON Verlag. 1998.
5. *Бунич А.Л. и др.* Параллельные вычисления и задачи управления (аналитический обзор) // Автоматика и телемеханика. 2002. №12.
6. *Никищенко С.А.* Методология описания и анализа реконфигурируемых технологических систем. М.: ВНИИЦ. 2003. №73200300238.
7. *Никищенко С.А.* Применение моделей параллельных процессов в задачах оперативного контроля механо-сборочных производств // Известия Самарского научного центра РАН. 2003. №2.
8. *Котов В.Е., Нариньяни А.С.* Асинхронные вычислительные процессы над памятью // Кибернетика. 1966. №3.
9. *Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А.* Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. СПб.: БХВ – Петербург. 2003.
10. *Головкин Б.А.* Расчет характеристик и планирования параллельных вычислительных процессов. М: Радио и связь. 1983.
11. *Никищенко С.А.* Принципы функционального диагностирования управляющих систем по информационно-логическим схемам процессов. М.: ВНИИЦ. 2001 г. №73200100204.

FUNCTIONAL DIAGNOSING OF TRANSPORT SYSTEMS UNDER INFORMATION AND LOGICAL SCHEMES OF PROCESSES

© 2004 S.A. Nikishchenkov

Samara State Railwai Academy

The methodology of research reconfigurational transport systems as objects of functional diagnosing and the approach to detection of defects is considered on the basis of operational models of parallel processes. Information and logical schemes of processes are offered as effective diagnostic model. Principles of the organization and examples of realization of means of diagnosing are submitted.