

Методы построения диагностических экспериментов в многопроцессорных сетях с реконфигурируемыми структурами

В статье рассмотрены методы построения диагностических экспериментов в многопроцессорных сетях с реконфигурируемыми структурами и подходы для реализации сигнатурного мониторинга в однородных сетях на основе функционального диагностирования. Представлены структурно-логические схемы и процедуры построения диагностических экспериментов для обнаружения неисправных функциональных модулей в одномерных сетях с различной размерностью ячейки и их функциональными характеристиками, которые определяют класс модулей сигнатурного мониторинга, входящих в состав встроенных средств диагностической инфраструктуры одномерной сети: счетчиковые и регистровые структуры.

Ключевые слова: диагностические процессоры, однородная сеть, функциональное диагностирование, многопроцессорная компьютеризированная система управления.

Введение

Развитие и внедрение нанoeлектронных технологий в процесс создания современных информационно-управляющих и компьютерных систем, широкое использование ПЛИС, сигнальных процессоров, микроконтроллеров, сетей и систем на одном кристалле (NOC и SOC), модулей с интеллектуальными свойствами (IP-core), появление на рынке электронных услуг смарт-устройств, ноутбуков, мобильных устройств и мониторов открывают перспективы развития инновационных подходов к созданию систем, обладающих принципиально новыми архитектурными и функциональными свойствами, такими, как самоорганизация, реконфигурация, искусственный интеллект.

С развитием IT- и IP-технологий многие ведущие зарубежные фирмы вкладывают огромные средства в создание соответствующего инструментария интеллектуальной обработки данных, текстовой, речевой и графической информации. На применении интеллектуальных технологий обработки данных базируются перспективные концепции управления процессами и средствами в недетерминированной обстановке, на основе их активного использования предполагается поддерживать рациональные решения, строятся биометрические системы идентификации и верификации для решения задач обеспечения безопасности.

Интеллектуализация обработки данных, в связи с бурным развитием IP-технологий, начинает приобретать все большее значение для эффективного решения двух основополагающих проблем. С одной стороны - это получение в реальном масштабе времени многоаспектной и объективной информации из всех

доступных информационных источников о состоянии, направлении развития тех или иных процессов. Поэтому синтез знаний, осуществленный на основе систем их интеллектуальной обработки, дает абсолютно новое интегративное качество, позволяющее прогнозировать негативное развитие тех или иных процессов и явлений. С другой стороны, применение интеллектуальных технологий дает возможность повысить безопасность функционирования различных компьютеризированных систем, в том числе связанных с принятием стратегических решений. Свойства безопасности, надежности и отказоустойчивости в корпоративных компьютерных сетях и компьютеризированных системах управления транспортными системами, информационно-управляющих системах химическим производством и технологическим оборудованием, ядерными реакторами, средствами космической техники и др. обеспечиваются средствами защиты, исключающими катастрофические последствия с большими материальными потерями и человеческими жертвами.

В статье рассмотрены методы построения диагностических экспериментов в многопроцессорных сетях с реконфигурируемыми структурами. Известно, что наиболее вероятными дефектами в таких сетях являются неустойчивые перемежающиеся неисправности и сбои [1 - 7]. В настоящее время для реализации сигнатурного мониторинга в многопроцессорных сетях широко используются охранные или диагностические процессоры (ДП), «watchdog» таймеры, исключающие зависание ФМ в процессе функционирования [4 - 8].

Підходи для реалізації сигнатурного моніторингу в однородних мережах на основі функціонального діагностування

Ізвестні два основних підходи для реалізації сигнатурного моніторингу в однородних мережах (ОС) на основі функціонального діагностування (ФМ), які відрізняються способом вирахування еталонних сигнатур. В першому підході використовуються різні блокові коди, що виявляють помилки в потоках команд процесора і даних. На етапі компіляції керуючих програм для кожного сегмента вираховуються контрольні сумми, які є еталонними сигнатурами сегментів. Во другому - контролюється правильність переходів і гілок програмних сегментів з допомогою блокових кодів і часу виконання програмних сегментів [4].

Алгебраїчними інваріантами, які широко використовуються в практиці сигнатурного моніторингу, є: час виконання лінійних частин керуючих програм і коди сегментів.

Для виявлення нестійких несправностей в ДП необхідно вирішити три задачі:

- 1) розбиття керуючих програм мікроконтролера на сегменти і знаходження оптимального числа контрольних точок програм для виявлення несправностей;
- 2) вирахування еталонних сигнатур для кожної контрольної точки і визначення мінімального обсягу інформації для повторної "прокрутки" програмного сегмента;
- 3) відновлення работоспособності багатопроцесорних комп'ютеризованих систем управління (МКСУ) з допомогою простих апаратних засобів, які здійснюються ДП [2, 5, 8].

Контроль правильності виконання програми по часу її виконання дозволяє виявити закликання програм. Цей контроль здійснюється в час функціонування ФМ без зміни його структури. Для здійснення такого контролю необхідно побудувати граф переходів контролюваної програми.

Приклад побудови графа переходів наведено на рис. 1, де 12, 16, 19, 21 - позначки сегментів. В даному випадку перехід від сегмента 16 до сегмента 12 є дозволеним, а від 16 до 18 - забороненим.

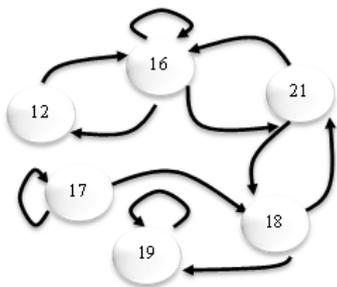


Рис. 1. Граф переходов програмних сегментов

Вершинами графа є позначки сегментів, а дугами - переходи між сегментами. Переходи всередині сегмента кодуються петлями, дозволеними є переходи тільки між сусідніми вершинами графа.

Структурна схема ДП, що здійснює контроль правильності виконання програм ФМ шляхом аналізу розглянутих вище алгебраїчних інваріантів, наведено на рис. 2 [6].

Використання ДП дозволяє здійснити сигнатурний моніторинг правильності виконання програм ФМ і виявити сегмент програми, виконаний з помилкою.

При наявності тимчасової надлишковості ДП повертає основний процесор до виконання програми в певну контрольну точку. Таким чином, поєднання ДП і методу повторної «прокрутки» сегментів програми дозволяє підвищити стійкість МКСУ до класу перемикаючих несправностей і збоїв. Якщо дефект є стійким, то ДП видає команду на вимкнення несправного ФМ і запуск процедури реконфігурації ОС.

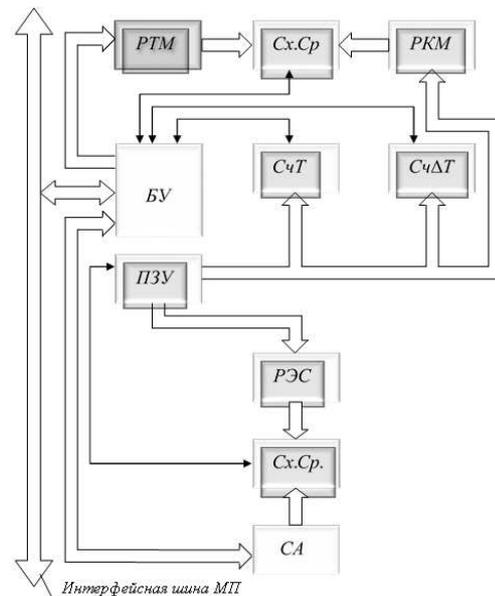


Рис. 2. Структурна схема ДП: РТМ – реєстр поточної позначки; Сх.Ср. – схема порівняння; РКМ – реєстр контрольної позначки; БУ – блок управління; ПЗУ – програмоване пам'ятне пристрій; СчТ – лічильник часу ТАТ; РЭС – реєстр еталонних сигнатур; СА – сигнатурний аналізатор

Висновки

Представлені вище структурно-логічні схеми і процедури побудови ДП для виявлення несправних ФМ в ОС з різною розмірністю комірки

и их функциональными характеристиками определяют класс модулей сигнатурного мониторинга, входящих в состав встроенных средств диагностической инфраструктуры ОС: счетчиковые структуры (генераторы состояний ячейки, таймеры, счетчики программных переходов, повторов программных сегментов, генераторы эталонных сигнатур); регистровые структуры (сдвиговые регистры с линейными и нелинейными обратными связями для генерации проверяющих детерминированных, псевдоисчерпывающих и псевдослучайных тестов; циклические сдвиговые регистры для генерации бегущих отличительных и характеристических символов в проверяющих последовательностях).

Литература

1. Диагностические модели многопроцессорных систем управления / Л.В. Дербунович, В.С. Суздаль, М.А. Бережная [та ін.] // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №6 (50). – С. 33 – 37.
2. Диагностические модели реактивных многопроцессорных систем управления / Л.В. Дербунович, В.С. Суздаль, А.В. Соболев, [та ін.] // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №4, 5 (48,49). – С. 108 – 109.
3. Синтез проверяющих тестов для сетей клеточных автоматов с наблюдаемыми выходами / Я.Ю. Королева, М.А. Бережная, Замирец О.Н. [та ін.] // Технология приборостроения. – 2008. – №2. – С. 20-25.
4. Sridhar I., Hayes J.P. A functional approach to testing bit-sliced microprocessors / Sridhar I., Hayes J.P. //IEEE Trans. Comput. – 1981. – №8. – P.565 – 571.
5. Lu D.J. Watchdog Processors and structural integrity checking / D.J. Lu // IEEE Trans. On Computer. – 1982. – Vol. C – 31. – №7. – P. 681 – 685.
6. Синтез дискретных устройств методом последовательной декомпозиции автоматных моделей / Я.Ю. Королева, Л.В. Дербунович, М.А. Бережная, [та ін.] // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ „ХПІ”. – 2007. – № 36. – С. 16-25.
7. Тестовое диагностирование одномерных однородных структур / Я.Ю. Королева, Л.В. Дербунович, М.А. Бережная, [та ін.] // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ „ХПІ”. – 2008. – № 31. – С. 49 – 57.
8. Тарасенко В.П. Модель сети передачи данных, функционирующей в условиях информационного противоборства при наличии одиночных угроз в канале передачи данных / В.П. Тарасенко, С.М. Коваль // Электронное моделирование. – 2001. – №3. – С. 33 – 39.

КОРОЛЬОВА Я.Ю. Методи побудови діагностичних експериментів в багатопроцесорних мережах з реконфігуруємими структурами. У статті розглянуті методи побудови діагностичних експериментів в багатопроцесорних мережах з реконфігуруємими структурами і підходи для реалізації сигнатурного моніторингу в однорідних мережах на основі функціонального діагностування. Представлені структурно-логічні схеми і процедури побудови діагностичних експериментів для виявлення несправних функціональних модулів в одновимірних мережах з різною розмірністю комірок та їх функціональними характеристиками, які визначають клас модулів сигнатурного моніторингу, що входять до складу вбудованих засобів діагностичної інфраструктури одновимірної мережі: лічильникові і реєстрові структури.
Ключові слова: діагностичні процесори, однорідна мережа, функціональне діагностування, багатопроцесорна комп'ютеризована система управління.

KOROLYOVA Y.U. Methods of constructing diagnostic experiments in multiprocessor networks with reconfigurable structures. Methods of constructing diagnostic experiments in multiprocessor networks with reconfigurable structures and approaches to the implementation of signature monitoring in homogeneous networks on the basis of functional diagnosis have been considered in the article. Structural logical schemes and the procedures of the construction of diagnostic experiments to determine faulty functional units in one-dimensional networks with different cell dimensionality and their performance specifications have been presented. The above mentioned performance specifications determine the class of signature monitoring modules, being a part of built-in means of diagnostic infrastructure of one-dimensional network: counter and register structures.
Key words: diagnostic processors, homogeneous network, functional diagnostics, multiprocessor computerized control system.

Рецензент Можаяев А.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры МИТС (НТУ "ХПИ")

Поступила 24.11.2014г.