

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Смагина Алексея Аркадьевича на диссертационную работу Александра Юрьевича Мухопода на тему «Анализ и синтез устройств управления проблемно-ориентированными средствами вычислительной техники и сложными техническими системами», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Диссертационные исследования Александра Юрьевича Мухопода изложены на 244 страницах, включая текст на 167 страницах, 105 рисунков, 50 таблиц, список литературы из 223 наименований, список публикаций автора. В приложении включены акты о внедрении и краткое описание патентов, листинги программ.

1. Актуальность темы исследований.

Для обеспечения высокой скорости функционирования сложных технических систем, работающих в режиме реального времени, используются аппаратные средства обработки данных. Эти средства могут при соответствующей организации и реализации на современной технологической образуют класс специализированных процессоров, работающих в узких областях применений. Архитектура таких процессоров подстраивается при проектировании под поставленную задачу и не может быть изменена в случае рассмотрения возможностей под новые применения. В настоящее время нет общей идеологии их проектирования, имеются отдельные проекты под небольшие классы однородных или близких к однородным задачам.

Составной и важной частью спецпроцессоров (СП) являются устройства управления, от скорости работы которых зависит и сама реакция на входные данные. Традиционно СП строятся на применении теории классических автоматов Мура и Мили, существенным недостатком которых является сложность комбинационных схем и, особенно, это проявляется при возрастании числа логических переменных и числа состояний. Возрастающую сложность комбинационных схем не всегда удается снизить до приемлемого уровня, используя известные методы минимизации.

Диссертационные исследования А.Ю.Мухопода нацелены на создание основ построения управляющих автоматов с новой структурной организацией, позволяющих создавать не только эффективные с точки зрения аппаратных затрат и быстродействия устройства, но и давать возможность применять их для решения достаточно широкого круга задач.

2. Содержание работы.

Во введении обосновывается актуальность исследований диссертационной работы, определяются области для приложения результатов, формулируются цель и задачи исследований.

В первой главе рассматриваются вопросы эффективности применения спецпроцессоров и устройств управления для решения сложных научно-технических задач, важность их построения на современной технологической базе при использовании развитых систем проектирования. При этом делается вывод о необходимости разработки новых подходов к созданию проблемно-ориентированных средств вычислительной техники так как традиционные методы не удовлетворяют растущим требованиям.

Предлагается акцентировать внимание на структурные особенности и организацию проектирования таких средств вплоть до создания процедур синтеза.

Подвергается критическому и сравнительному анализу существующие методики построения спецпроцессоров и управляющих автоматов и в основном их структурная организация. По мнению автора основным недостатком классических схем (двухблочная модель В.М.Глушкова) является сложность реализации комбинационных схем автоматов при необходимости решения задач с большими массивами входных данных и сложных алгоритмов управления.

Приведены основные работы в этой области, выполненные как отечественными учеными так и зарубежными авторами. Показано что структурная организация автоматов управления за все годы исследований до настоящего времени оставалась неизменной (автоматы Мура, Мили и их комбинации). Также рассмотрена пятикомпонентная модель – ФИЛАУ, как возможность ее использования для более четкой формулировки основной задачи синтеза технических систем.

Вторая глава посвящена вопросам синтеза управляющих автоматов.

Основное внимание здесь уделяется методам структурного синтеза автоматов для управления сложными техническими системами. Проведен сравнительный анализ известных приемов структурного синтеза автоматов, раскрывается задача необходимости снижения аппаратных затрат, приходящихся в основном на комбинационные схемы, причем решение задачи усложняется в случае увеличения числа логических условий больше 20 единиц и числа состояний автомата более 100. Приведены оценки аппаратных затрат.

Для устранения найденных недостатков в существующих системах синтеза УУ автор диссертационной работы предлагает новый метод синтеза управляющих автоматов. В основу метода положен ряд идей, которые создают определенную научную новизну в проектировании УУ. К ним относятся

1). Модификация граф-схемы алгоритма (ГСА) за счет введения пустых операторов, вводимых перед единственным логическим условием. Это позволяет группировать операторы действий в последовательности операторов, между которыми отсутствует необходимость проверки логических условий, что улучшает общие оценки по быстродействию.

При этом ввод пустых операторов не нарушает причинно-следственных и логических связей операторов, но позволяет на каждом такте работы автомата проверять значение только одного логического условия.

2) Предлагается группировать логические условия, имеющиеся в ГСА, и представлять их единым двоичным кодом-вектором, в котором каждый бит отвечает за исход одного из множества всех условий.

3) Образование конкатенаций кода вектора-условий и кода текущего состояния автомата.

4) В структурную реализацию модифицированного ГСА закладывается прием выборки только одного логического условия из всего множества и его проверки, что приводит к устранению обработки последовательности условий.

Этот прием хорошо реализуется использованием мультиплексора, позволяющего по коду состояния автомата, подаваемого на управляющие входы мультиплексора, выделять из вектора условий бит (вектор условий подается на информационные входы мультиплексора), который соответствует логическому переходу на ГСА и который вместе с входными данными формирует адрес следующего состояния автомата. Введение ПЗУ для хранения кодов состояний позволяет обеспечивать быстрые переходы в автомате и выработку кодов исполняемых команд.

Структурная организация этого подхода образует новую модель управляющего автомата.

В этой же главе работы рассматривается несколько вариантов структурной организации для практической реализации УА нового типа. Автор успешно решает проблему снижения быстродействия за счет увеличения числа состояний при вводе пустых операторов.

Произведены сравнительные оценки сложности реализации предложенных структур автоматов для способов их построения на разной технологической базе и разбитых по собственной классификации.. Показана эффективность предложенного подхода к построению структур УА на базе новой предложенной модели УА.

В третьей главе рассматривается синтез комплексных автоматов.

На основании анализа принципов структурной организации иерархических, декомпозируемых и взаимодействующих автоматов показано, что в известных структурах снижение сложности УА достигается в основном за счет использования выделения минимального числа подграфов в графе переходов, при этом эффективность этих методов ограничена.

В третьей главе диссертации предложены модификации основного предложенного во второй главе метода синтеза автоматов для случая взаимодействующих автоматов. Наиболее интересным решением является вариант УА, в котором в качестве памяти состояний используются счетчик и комбинационная схема формирования переходов, которая разделена на две схемы по значению логических условий, принимающих бинарные значения нуля и единицы. Последнее позволяет снижать аппаратную нагрузку на реализацию автомата.

Для синтеза многопрограммных и взаимодействующих автоматов автор отказывается от традиционного подхода, основанного на коммутации логических условий и состояний УА и на основе своей основной модели автомата предлагает построение единого сложного автомата с суммарным числом состояний равных сумме состояний взаимодействующих автоматов. Здесь также показывается преимущество в аппаратных затратах.

В этой же главе автор решает задачу повышения эффективности методов программной реализации управляющих алгоритмов и автоматов.

Предложен новый метод создания программной версии УА, который назван структурно-автоматным программированием.

Суть структурно-автоматного метода программирования состоит в переключении зон памяти ПЗУ схемы переходов по коду программы, а также позволяет производить выбор соответствующей схемы формирования адреса мультиплексора и опрашивать различные зоны памяти ПЗУ схемы переходов.

Представлена последовательность действий для построения программного кода, который базируется на трех таблицах: 1) таблица адресации мультиплексора; 2) таблица автоматных переходов; 3) таблица формирования команд.

Отмечается, что при этом имеется необходимость предварительного абстрактного синтеза управляющего автомата по предложенной новой модели. Достоинством подхода при замене алгоритма является то, что меняется только содержимое трех зон программной памяти и то, что программная версия отличается простотой и высоким быстродействием.

В четвертой главе рассматриваются методы динамического контроля автоматов. Соискателем предложен новый тип контролирующего кода с фиксированным числом единиц, который позволяет контролировать комбинационные схемы автоматов как на входе, так и на выходе. Предложены также новые оригинальные методы дублирования и диагностики автоматов. В том числе новый способ контроля с преобразованием графов переходов с разделением кодов состояний на группы младших и старших разрядов и проверкой по коду Грея.

В пятой главе рассмотрены вопросы синтеза спецпроцессоров управляющих подсистем с использованием новой методологии структурного синтеза управляющих автоматов. Рассмотрены задачи наведения, опознавания типа подстилающей поверхности по радиолокационным сигналам, управление разворотом изделий реактивным пневмоприводом, управление медицинским прибором, системой очистки сред с помощью горячей струи воздуха и ультразвука, управление ж.д.переездом и др.

3. Новизна исследований и полученные результаты.

Создана новая методология синтеза управляющих автоматов и новая структурная модель автомата, которые позволяют создавать новый класс эффективных устройств управления с малыми аппаратными затратами, высоким быстродействием и которые имеют широкую область технических приложений. Новизна обеспечивается не только оригинальностью самой структурной организацией управляющего автомата и методологией синтеза, и но патентной поддержкой структур, апробацией в виде публикаций в рецензируемых журналах и монографиях.

К достоинствам предложенной новой модели УА и методологии синтеза следует отнести: возможность эффективного снижения аппаратных затрат на создание УА, повышение уровня его надежности за счет уменьшения объема комбинационных схем, упрощения процедуры контроля и уменьшения сложности схемных затрат, а также упрощение процедур преобразования ГСА и моделирования УА..

А. Ю. Мухопад разработал новый способ программной реализации управляющих алгоритмов, названный структурно-автоматным программированием, отличающийся простотой и высоким быстродействием и позволяющий достаточно просто менять

функциональную ориентацию УА за счет зонного изменения данных в памяти управляющей программы.

4. Степень обоснованности и достоверности подтверждается корректным использованием существующих методов анализа и синтеза, патентной, а также практической проверкой в различных организациях, принявших результаты исследований к внедрению.

5. Значимость исследований для науки и практики. Научная ценность диссертации состоит в создании принципиально новой методологии анализа и синтеза управляющих автоматов, методик контроля и диагностики, способов моделирования и создания программ для микроконтроллеров на основе новой модели управляющего автомата. Диссертационные исследования позволяют создавать высоконадежные информационно-управляющие системы для средств автоматизации сложных технических систем, технологических процессов, новых типов интегральной схемотехники, систем передачи информации, транспортных систем и др.

6. Полнота опубликованных результатов работы.

Основные научные результаты обсуждены на международных и всероссийских конференциях и опубликованы почти в 60 работах, из которых 14 в изданиях ВАК, 12 патентов на изобретения, полезные модели и программы, 18 работ в едином авторстве. Несколько докладов на значимых конференциях, организованных институтом проблем управления РАН. Результаты исследований обобщены в монографии А.Ю. Мухопида «Теория управляющих автоматов технических систем реального времени».- Новосибирск: Наука, 2015. – 176с.

7. Оценка содержания и оформления диссертации.

Диссертация является законченным научным исследованием, выполненным автором на высоком научном уровне, отличается внутренним единством и глубиной системного анализа, написана ясно и относится к числу работ научной и практической значимости.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

8. Дискуссионные положения и замечания.

1. Изложение основных положений методологии синтеза и построения новой модели УА в диссертации ведется в основном на примере одной задачи реализации - управление интерфейсом. Является ли этот вариант доказательства достаточным и убедительным, чтобы вывести обобщение для некоторого целого класса специальных задач, который также хотелось увидеть в заключении диссертации.

2. Нет ясности в пункте 2 предложенной методологии синтеза управляющих спецпроцессоров (стр.33), в котором указывается о необходимости «произвести правильную группировку базовых процедур обработки информации и управления на независимые проблемно-ориентированные задачи».

3. Для структуры новой модели УА (стр. 54) приводятся приблизительные оценки сложности вводимых блоков, при этом указывается, что верхняя оценка получена на основе многих практических реализаций. Неясно почему не получены аналитические зависимости, по которым можно судить об эффективности УА на предварительной стадии проектирования.

4. На стр.141 при указании преимущества УА с использованием новой методологии сообщается, что повышенный уровень надежности обеспечивается только за счет уменьшения объема комбинационной схемы переходов. Однако реально требуется учет надежности и других составных блоков автомата, и, в частности, сравнительного анализа появления новых связей в оптимизированной и исходной схемах.

5. Имеются замечания по тексту диссертации такие как например:

- выводы по второй главе в оглавлении указаны на с.71 - на самом деле они находятся на стр 75;

- здесь же автор говорит о методике синтеза УА, а в работе используются понятия метод или подход (стр.44);.

- не достаточно комментариев и объяснений к некоторым приводимым структурам и схемам;.

- некоторые параграфы такие как 2.8, имеют очень малый размер (всего 1 страница), наверное его можно было бы присоединить к другому параграфу.

Указанные недостатки не снижают в целом положительного отношения к диссертации, выполненной на высоком научном уровне и к высокой научной квалификации автора, к его научным и практическим результатам, которые соответствуют направлениям исследований паспорта по защищаемой специальности.

9. Направление дальнейших исследований и внедрения.

Целесообразно рассмотреть применение результатов работы при проектировании микроэлектронных БИС и специальных применений оборонного комплекса. А также продолжить развитие предложенной методологии для функционального и электрического синтеза управляющих автоматов в интегральной схемотехнике, пневмо- и гидроавтоматике.

Заключение.

По актуальности, научной новизне, практической значимости, степени апробации диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к работам на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. Александр Юрьевич Мухопад достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.


30.09.2016

Смагин Алексей Аркадьевич, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой телекоммуникационных технологий и систем
Ульяновского государственного университета.

УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Подпись  А.А.Смагина

Ученый
секретарь УлГУ  О.А.Литвинко

