

Ю.И. Борисов, к.т.н., НТЦ «Модуль»
Б.М. Шабанов, к.т.н., МСЦ

Одно из направлений развития САПР для создания сложных технических систем

Введение

При создании современных технических систем достаточно часто необходимо решать задачи повышенной вычислительной сложности и использовать дорогостоящее уникальное программное обеспечение, в том числе лицензионное. К таким системам можно отнести: высокопроизводительные субмикронные процессоры, измерительные системы и средства с цифровой обработкой больших потоков сигнальной информации (видеосистемы, РЛС, навигационные системы, газоанализаторы), государственные эталоны единиц величин (в частности, времени и частоты, в области нанометрии), комплексные модели сложных управляемых систем. Одним из способов решения этой проблемы является организация высокоскоростного коллективного доступа к вычислительным ресурсам и суперкомпьютерным приложениям Межведомственного Суперкомпьютерного Центра (МСЦ) [1]. Было предложено объединение уникальных возможностей МСЦ и аппаратно-программных комплексов (АПК) организаций-разработчиков для создания Системы автоматизированного проектирования в высокоскоростной вычислительной и информационной среде (САПР-В), обеспечивающей при помощи высокоскоростных каналов связи совместное использование территориально распределенных высокопроизводительных вычислителей и суперкомпьютерных приложений коллективного пользования. В процессе исследований были определены состав САПР-В, решаемые задачи, основные требования, состав работ, была выполнена НИОКР по созданию экспериментального образца (фрагмента) САПР-В.

При создании фрагмента САПР-В МСЦ и АПК НТЦ «Модуль» [2] были объединены высокоскоростной мультисервисной сетью передачи информации (МСПИ) в единый виртуальный АПК с целью совместного использования вычислительных ресурсов и доработанного программного обеспечения для проведения демонстрационных экспериментов по проектированию двух сложных технических систем нового поколения:

- высокопроизводительных субмикронных процессоров, встраиваемых в перспективные измерительные средства;
- видеосистемы реального времени для обнаружения, сопровождения, распознавания и классификации транспортных средств.

Были намечены пути совершенствования и развития САПР-В, прежде всего ее программного обеспечения, от объединения вычислительных ресурсов и высокотехнологичных суперкомпьютерных приложений для проектирования и моделирования нового поколения функционально-законченных информационных и вычислительных средств и устройств до проектирования и виртуального моделирования высокотехнологичных территориально разнесенных сложных автоматизированных систем государственного значения. Было предложено поэтапное проектирование таких сложных систем проводить с использованием комплекса взаимосвязанных имитационных, экономических и инвестиционных моделей, реализуемых на САПР-В и сопровождающих указанные системы на всех стадиях их жизненного цикла.

Полученные результаты предполагается развивать и уточнять в процессе проведения дальнейших исследований и разработок.

1. Состав САПР-В

Исследования САПР-В проводились применительно к следующему составу:

- аппаратно-программный комплекс МСЦ;
- аппаратно-программные комплексы российских предприятий и организаций, НИИ, учебных заведений, испытательных лабораторий, центров и полигонов;
- база данных;
- высокоскоростная мультисервисная сеть передачи информации.

2. Решаемые задачи

Задачи САПР-В анализировались и формировались на разных стадиях жизненного цикла сложных технических систем с учетом необходимости создания условий, обеспечивающих эффективное функционирование и применение САПР-В.

Задачи САПР-В на разных стадиях жизненного цикла:

Поддержка и сопровождение *комплексных фундаментальных и прикладных исследований и экспериментов:*

- по широкому спектру проблемных и прикладных вопросов, определяющих возможность создания нового поколения сложных систем и их компонентов широкого спектра применения, включая прогнозирование среды функционирования и способов их применения;
- по определению облика систем, методов и алгоритмов управления, возможных характеристик при различных способах применения систем во внешней изменяющей среде;
- по методам и системам комплексного моделирования и автоматического проектирования с определением их облика и характеристик;
- по методам и способам испытаний, контроля характеристик, метрологического обеспечения;
- по разработке комплексных программ работ на всех стадиях жизненного цикла сложных систем нового поколения с оценкой необходимых финансовых, интеллектуальных и временных ресурсов.

Поддержка и сопровождение *проектирования нового поколения систем и их компонентов широкого спектра применения*, включая в частности:

- разработку комплексных моделей и определение с их помощью облика и основных характеристик систем;
- разработку прототипа системы управления;
- разработку (доработку или использование существующей) технологической и испытательной базы, включая требования метрологического обеспечения;
- создание прототипов систем и компонентов и проведение испытаний;
- разработку (уточнение) программы работ на последующие стадии жизненного цикла систем.

Поддержка и сопровождение *разработки и создания экспериментальных, опытных и серийных образцов нового поколения систем и компонентов широкого спектра применения*, включая в частности:

- разработку конструкторской документации;

- обработку образцов компонентов и систем, для отдельных видов систем – монтаж и настройку;
- разработку инструкций по эксплуатации в электронно-визуальном исполнении;
- проведение натурных испытаний и определение (уточнение) основных характеристик;
- разработка (уточнение) программы работ на последующие стадии жизненного цикла.

Поддержка и сопровождение эксплуатации нового поколения сложных систем и их компонентов широкого спектра применения, а также их модернизации и совершенствования.

Задачи САПР-В при создании условий функционирования:

Формирование и ведение распределенной базы данных, включая кадастры, каталоги, программы, протоколы, стандарты и т.д.

Оказание помощи организациям, предприятиям, НИИ (в том числе зарубежным), ведущим исследования, проектирование и создание нового поколения сложных систем и их компонентов. Организация (поддержка) электронной коммерции.

Организация и проведение работ по лицензированию, аккредитации и сертификации. Разработка и совершенствование нормативно-правового обеспечения работ. Оказание научно-методической помощи по разработке и внедрению систем менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов серии ИСО 9000.

Обеспечение процесса обучения в вузах, подготовки и переподготовки кадров в организациях, НИИ, испытательных лабораториях, центрах и полигонах методическими, программными и техническими средствами, а также проведение лекций, семинаров и практических занятий.

Обеспечение необходимой информацией федеральных и региональных органов законодательной и исполнительной власти.

Поддержка и сопровождение процесса проведения патентных исследований и разработок.

Поддержка и сопровождение процесса *формирования и реализации инвестиционной политики.*

Обеспечение *взаимодействия с национальными вычислительными сетями*, в том числе с национальной сетью компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы, а также с аналогичными зарубежными центрами (сетями).

3. Основные требования к САПР-В

В результате исследований сформулированы следующие предварительные требования к САПР-В и ее компонентам.

САПР-В должна представлять собой межотраслевую унифицированную территориально-распределенную систему высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютерных приложений коллективного пользования, которая действует в режиме удаленного доступа к этим ресурсам по высокоскоростным каналам связи и обеспечивает поддержку и сопровождение проектов нового поколения сложных систем и их компонентов для широкого спектра применений на всех стадиях жизненного цикла.

МСПИ должна обеспечивать функционирование САПР-В, конфиденциальность передачи информации и защиту от несанкционированного доступа к ней. Возможности сети обеспечат совместное использование вычислительных ресурсов и суперкомпьютерных приложений АПК САПР-В в реальном (или близком к реальному) масштабе времени. В МСПИ САПР-В должны быть заложены возможности дальнейшего развития и совершенствования.

В САПР-В должно быть обеспечено формирование и ведение распределенной базы данных, целостность и сохранность данных, санкционированный доступ к ним и оперативное предоставление информации АПК, входящих в состав САПР-В. В базе данных САПР-В должны быть заложены возможности дальнейшего развития и совершенствования.

База данных САПР-В должна включать в себя постоянно актуализируемые кадастры, каталоги, программы, протоколы, технические регламенты, стандарты, словари и т.д., в том числе:

- кадастры высоких технологий по различным направлениям деятельности;
- каталоги реализованных проектов нового поколения сложных систем и их компонентов широкого спектра применения;

- каталоги выпускаемой в России и за рубежом продукции по различным направлениям деятельности с указанием, по возможности, ее рейтинговых показателей;
- каталоги ведущихся ОКР по созданию нового поколения сложных систем и их компонентов широкого спектра применения;
- каталоги ведущихся функциональных и прикладных исследований по проблемным вопросам и возможности создания нового поколения сложных систем и компонентов широкого спектра применения;
- каталоги средств метрологического обеспечения и НИОКР по их созданию;
- технические регламенты, стандарты и правила (российские, международные и передовых стран) по различным направлениям деятельности;
- каталоги образцов общесистемного и профессионально ориентированного программного обеспечения;
- каталоги параллельных алгоритмов и прикладных программ;
- словари терминов и определений в различных видах деятельности.

В САПР-В должны быть разработаны и реализованы правила доступа к её ресурсам, получения информации определенного типа, пополнения (обновления) базы данных и т.д.

САПР-В должна обеспечить поддержку и сопровождение проектов сложных систем нового поколения на всех стадиях жизненного цикла систем и их компонентов с реализацией требований российских и международных стандартов, регламентов и правил, в том числе CALS-стандартов, стандартов ИСО серии 9000 и 14000.

4. Мультисервисная сеть передачи информации фрагмента САПР-В

На 1-м этапе создания САПР-В МСПИ объединяет АПК МСЦ и АПК НТЦ «Модуль». Указанные центры были соединены оптоволоконными Fast Ethernet каналами, образуя сеть с оверлейной IP-структурой Интернет-провайдера ЭЛВИС-ТЕЛЕКОМ. Для предоставления качественного, защищенного мультисервисного доступа к этим ресурсам организаций-потребителей в сети была использована технология VPN MPLS. В состав МСПИ входит окончное оборудование

абонентских узлов, IP- маршрутизаторы, обеспечивающие обмен мультимедийной информацией, оконечные устройства для приема и передачи мультимедийной информации (компьютеры, телефоны, мини- или программные АТС, видео-оборудование).

Архитектура МСПИ и используемая в ней технология VPN MPLS позволяют поддерживать большое число новых сетевых структур (в том числе Интранет ВЧС, Экстранет ВЧС, доступ к Интернет и доступ к общим приложениям) и защищенных мультисервисных услуг.

В МСПИ были определены и реализованы оптимальные методы доставки необходимой при проектировании и моделировании мультимедийной информации (данные, голос, видео) с обеспечением заданных абонентами уровней сервиса.

На созданной мультисервисной QoS-сети МСПИ реализована технология обеспечения конфиденциальной передачи и защиты от несанкционированного доступа к корпоративной мультимедийной информации.

Для повышения безопасности была использована технология IPSec, которая предлагает дополнительную защиту поверх MPLS-сети. IPSec-технология обеспечивает защищенность, целостность и аутентичность при передаче конфиденциальной информации. Это ключевая технологическая компонента для обеспечения общего решения безопасной передачи IP-трафика, набор методов защиты IP-пакетов, включающих аутентификацию источника информации, проверку целостности передаваемой информации и др. Технология MPLS позволяет обеспечить управляемость, легкую наращиваемость, надежность и высокую готовность решений, необходимых для предоставления мультисервисного проектирования/ моделирования организациям и научным центрам, участвующим в САПР-В.

Построенная на базе современной инновационной технологии (MPLS VPN), МСПИ по определению является гибкой и масштабируемой, позволяющей предоставлять мультисервисный транспорт для ВЧС организаций - потребителей услуг САПР-В.

Предоставляемые в настоящее время в МСПИ услуги высокоскоростной передачи мультимедийной информации могут наращиваться как количественно (по числу потребителей услуг, по числу и типу обслуживаемых ВЧС, по числу общих

информационных и вычислительных центров), так и качественно посредством введения новых типов сервисов с добавленной ценностью.

Таким образом, МСПИ обеспечивает:

- отработку и внедрение технологий управления пропускной способностью сети и управления мультисервисным IP-трафиком;
- решение вопросов обеспечения гарантированного качества сервиса (QoS) передачи информации с характеристиками, необходимыми для САПР-В;
- реализацию технологии обеспечения конфиденциальной передачи информации;
- управляемость и высокую масштабируемость (наращиваемость) мультисервисных ВЧС.

5. Состав и структура виртуальной САПР высокопроизводительных процессоров

Проектирование СБИС высокопроизводительных процессоров, содержащих десятки миллионов транзисторов, является весьма трудоемкой задачей, оцениваемой сотнями человеко-лет. Создание высокопроизводительных субмикронных процессоров нового поколения за приемлемое время (2-3 года) возможно только благодаря применению самых современных средств проектирования и мощных вычислительных систем и, как следствие, очень больших финансовых затрат.

Целью проводимой работы по созданию фрагмента САПР-В являлось построение аппаратно-программной среды для демонстрации разработки новых поколений отечественных высокопроизводительных процессоров, не уступающих лучшим мировым образцам, с минимальными финансовыми затратами [2, 3].

На Рис. 1 представлена структурная схема организации межсетевого взаимодействия аппаратно-программных компонент САПР-В, имеющихся в распоряжении МСЦ и НТЦ «Модуль» [1, 2].

Аппаратные компоненты представляют собой многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью. Система с общей памятью - это четырехпроцессорная рабочая станция HP J-5000. Системы с распределенной памятью - это кластеры класса Беовульф, такие как МСЦ-2000 и МВС-1000.

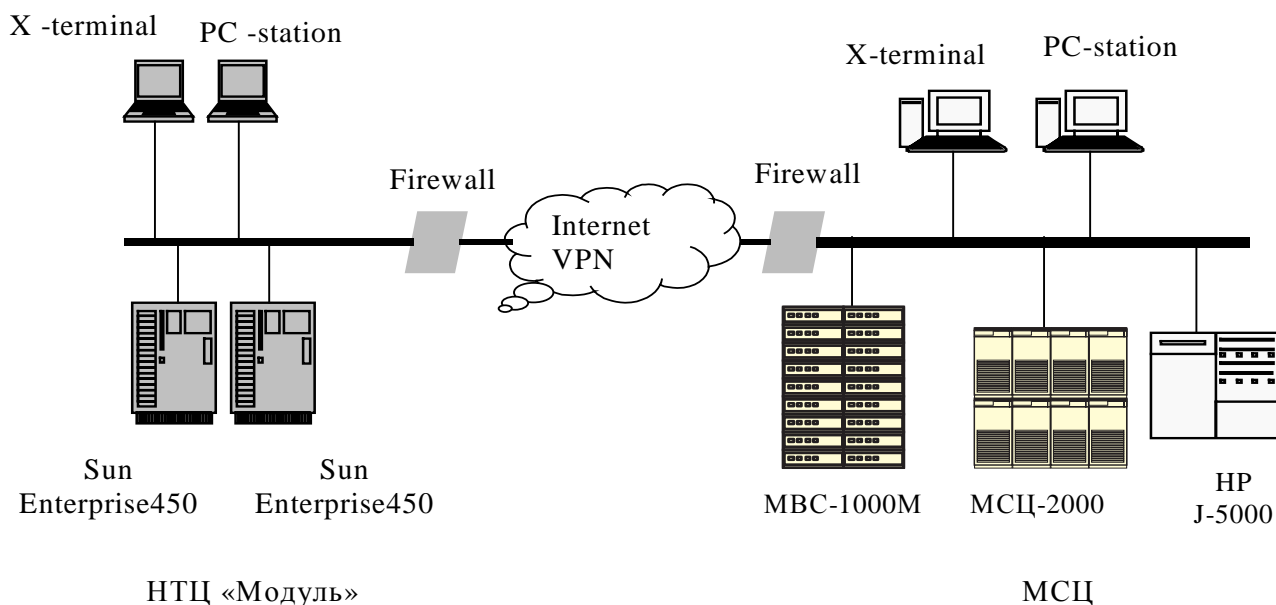


Рис.1. Структурная схема организации межсетевое взаимодействия аппаратно-программных компонент САПР-В

Кластеры класса Беовульф строятся как сети рабочих станций и отличаются от них несколькими мелкими, но существенными характеристиками. Во-первых, узлы кластера относятся только непосредственно к кластеру. Это помогает упростить проблему эффективного распределения вычислений, потому что производительность отдельных узлов не зависит от внешних факторов. Также, так как коммуникационная сеть, связывающая узлы, изолирована от внешней сети, нагрузка сети определяется только приложением, выполняющимся на кластере. Это снимает проблемы, связанные с непредсказуемой латентностью в сети рабочих станций. Все узлы кластера администрируются только в составе кластера. Например, коммуникационная сеть кластера не видна извне, таким образом, единственная аутентификация, требуемая при межпроцессорных коммуникациях, связана с целостностью системы. В сети рабочих станций необходимо заботиться о безопасности сети. Другим примером является математическое обеспечение, обеспечивающее глобальный идентификатор процесса. Это позволяет процессу с одного узла посылать сигналы на другой узел, все в пределах пользовательского домена. Этого нет в сети рабочих станций. Наконец, параметры операционной системы могут быть настроены для улучшения производительности. Например, рабочая станция может быть настроена для лучшего интерактивного взаимодействия (моментальные ответы, короткие буферы), но узлы в кластере могут быть настроены

для обеспечения лучшей пропускной способности между задачами, так как они непосредственно не взаимодействуют с пользователями.

Кластер МСЦ-2000 состоит из 16 процессоров Intel Pentium III-550, установленных на двухпроцессорных материнских платах. Система содержит 16 Гбайт оперативной памяти, по 512 Мбайт на системный блок. Корневой блок содержит НЖМД 19 Гбайт. Остальные блоки содержат НЖМД 4 Гбайт. Сетевые соединения осуществляются с помощью удвоенного интерфейса (channel bonding) Fast Ethernet. Для соединений используются 2 сетевых коммутатора 3com Superstack II Switch 3300 с максимальной суммарной пропускной способностью 3.2 Гбит/с.

Система работает под управлением операционной системы Red Hat Linux 6.2. Каждый модуль имеет свою копию операционной системы на жестком диске, что упрощает загрузку и повышает живучесть кластера. Для параллельного программирования кластера используется среда LAM-MPI, MPICH, PVM, система автоматического распараллеливания BERT-77 и компиляторы GNU с языков программирования Си (gcc), Си++ (g++) и Фортран 77. Жесткий диск, установленный на корневом модуле имеет большую емкость. Пользовательские каталоги находятся на нем и доступны со всех модулей при помощи NFS.

В настоящее время кластер МСЦ-2000 заменен на 32-процессорный кластер на базе процессоров Intel P4 Хеон и коммуникационной сети Myrinet.

Кластер МВС-1000М состоит из 384 вычислительных модулей (768 процессоров) и обеспечивает пиковую производительность 1 Тфлопс. По состоянию на март 2003 года система занимала по производительности 74 место в мире.

Вычислительный модуль содержит 2 процессора Alpha 21264А с тактовой частотой 667 МГц, ОЗУ объемом 2 Гбайт, жесткий диск объемом 20 Гбайт. Каждый модуль подключен к коммутатору Myrinet.

При помощи коммутаторов Myrinet вычислительные модули объединяются в логическую решетку. Для прочих сетевых сервисов используется сеть Fast Ethernet, что позволяет не замедлять передачу данных при параллельной работе выполнением системных сетевых сервисов.

В качестве консоли используется рабочая станция, также построенная на процессоре Alpha 21264.

Система работает под управлением операционной системы Red Hat Linux 6.2. Для параллельного программирования кластера используется среда GM MPI, адаптированная под Muginet. Языки программирования – Си и Фортран 90 фирмы Compaq, а также свободно распространяемые компиляторы GNU с языков программирования Си (gcc), Си++ (g++) и Фортран 77 (g77).

Программное обеспечение виртуального центра проектирования СБИС включает в себя:

1. Модуль лицензионного менеджера предназначен для контроля доступа к лицензированному программному обеспечению (при необходимости). Устанавливается на сервере Sun Enterprise450 в НТЦ «Модуль».
2. Система логического проектирования и верификации предназначена для ввода и функционально-логического моделирования цифровых схем и моделирования анализа неисправностей в них. Устанавливается на сервере Sun Enterprise450 в НТЦ «Модуль» и сервере HP V2600 в МСЦ.
3. Система ведения проектов принципиальных схем и утилиты работы с языками Verilog и EDIF. Графический редактор в составе системы предназначен для ввода принципиальных схем и ведения проектов СБИС. Устанавливается на сервере Sun Enterprise450 в НТЦ «Модуль».
4. Система проектирования компоновки/размещения СБИС предназначена для проведения начальных этапов физического проектирования полузаказных СБИС. Система устанавливается на сервере Sun Enterprise450 в НТЦ «Модуль».
5. Система проектирования электронных устройств предназначена для проектирования широкого спектра устройств на печатных платах. Система устанавливается на сервере Sun Enterprise450 в НТЦ «Модуль».

Взаимодействие подсистем проектирования СБИС на САПР-В представлено на Рис.2.

Организация работы по проектированию

Пользователи системы должны иметь возможность работать с любого рабочего места (PC-station и X-terminal) комплекса. Информационная безопасность обеспечивается комплексом аппаратных, программных и административных мер. Так объединение локальных сетей выполнено с помощью технологии создания виртуальных частных сетей на основе общедоступных сетей передачи данных.

Ограничение доступа к информации в каждой подсети выполняется средствами управления полномочиями операционной системы HP-UX и SUN Solaris.

При этом задачи проектирования, связанные с интерактивной работой и характеризующиеся прежде всего быстрой передачей видеоинформации, решаются на компьютерах относительно невысокой производительности, расположенных в пределах одной локальной вычислительной сети. К таким задачам были отнесены ввод принципиальных схем, планировка кристалла, визуализация результатов выполнения этапов проектирования. Визуализация результатов выполнения этапов логического моделирования СБИС, разработки топологии печатных плат производится в основном на аппаратных средствах НТЦ «Модуль».

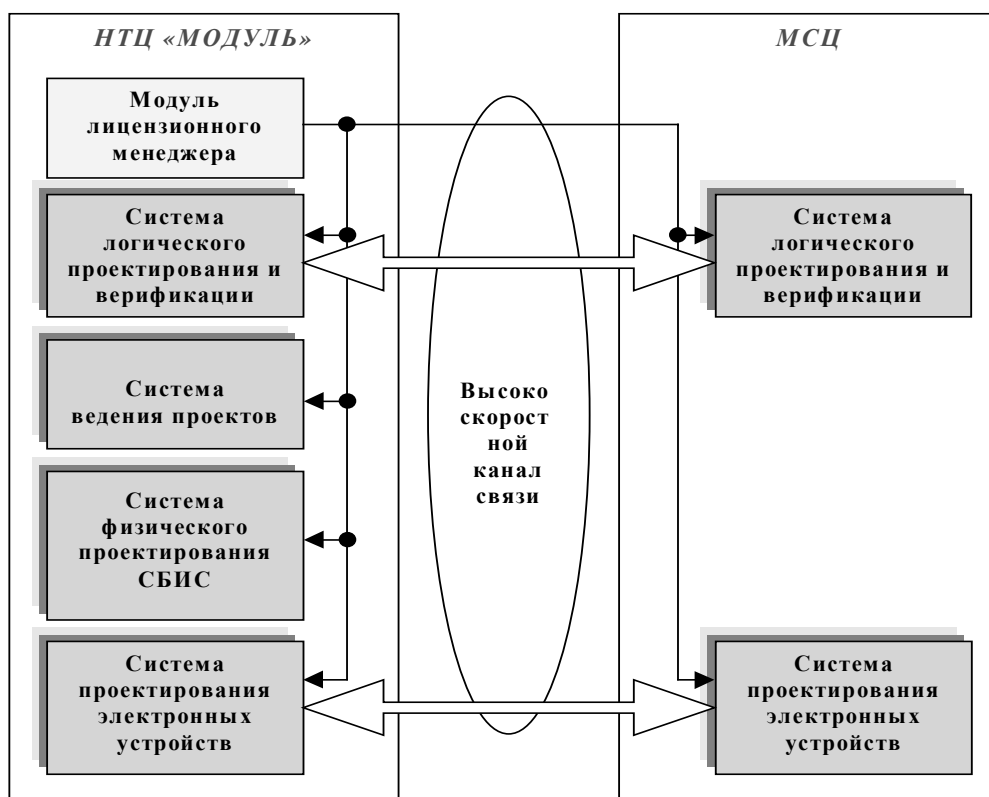


Рис.2. Взаимодействие подсистем проектирования СБИС

Задачи, требующие большого объема оперативной памяти (не менее 1 Гбайт) и имеющие большую вычислительную сложность, решаются на наиболее мощных серверах МВС-1000М, МСЦ-2000 и HP J-5000 в МСЦ. К таким задачам были отнесены функционально-логическое моделирование и топологическое проектирование печатных плат. Наиболее эффективно использовать систему моделирования неисправностей, обладающую средствами мультипроцессорной обработки.

6. Состав и структура виртуальной САПР видеосистем

Видеосистема определения характеристик дорожно-транспортной обстановки является представителем нового поколения измерительных систем, т.н. представителем интеллектуальных транспортных систем [2, 4].

Видеосистема определения характеристик ДТО предназначена для анализа в реальном времени ДТО и измерения характеристик транспортного потока в зоне ее ответственности. Она представляет собой высокопроизводительное вычислительное устройство на базе отечественного субмикронного процессора, ориентированного на эффективную обработку изображений, совмещённое с видеокамерой, со стандартным внешним интерфейсом передачи данных RS232/485, позволяющее вести обработку видео в реальном масштабе времени с частотой 25 кадров в секунду (PAL) или 30 кадров в секунду (NTSC). Основной компонент видеосистемы — объединенный модуль, включающий вычислительную плату, мезонинную плату захвата (оцифровки) изображения.

На этапе моделирования было произведено распределение вычислительной нагрузки между мощностями, доступными в НТЦ “Модуль”, и ресурсами МСЦ. Целесообразно, с учетом пропускной способности канала, разместить на АПК МСЦ алгоритмы первичной обработки видео изображений, что составляет основной объем вычислений и является наиболее трудоемкой частью задачи. Сюда входят такие алгоритмы, как фильтрация при помощи широкого набора фильтров для повышения соотношения сигнал/шум, накопление фона, проективное преобразование изображения, фильтры выделения границ, фильтры движения и т.д. Помимо этого, ресурсы АПК МСЦ задействованы для выполнения задач по выделению основных областей интереса и сегментации изображений.

Оцифрованный поток видео изображений (25 кадров/сек.) передается в МСЦ по каналу пропускной способностью 100 Мбит/сек. На АПК МСЦ происходит первичная обработка данных, в последовательности, приведенной на Рис. 3. Результаты обработки, а именно координаты объектов на экране, возвращаются по тому же каналу на АПК НТЦ “Модуль”, где и происходит вторичная обработка, включающая сопровождение и классификацию транспортных средств, а также отображение результатов обработки. В демонстрационном режиме вторичная обработка данных и отображение результатов может производиться и на АПК МСЦ

с передачей или без передачи данных на АПК НТЦ “Модуль” (см. опциональный блок).

Приведенный выше подход к распределению вычислительных мощностей МСЦ и НТЦ “Модуль” обеспечивает в более сжатые сроки проведение моделирования процесса обработки данных, нахождение наилучшей комбинации фильтров и масок, анализ различных подходов к обработке данных в зависимости от погодных условий и времени суток. Кроме того, моделирование на АПК МСЦ первичной обработки позволяет скомбинировать вычислительные блоки, оценить общую требуемую производительность встраиваемой системы и выдать рекомендации разработчикам аппаратуры по возможной архитектуре окончательного вычислительного устройства.

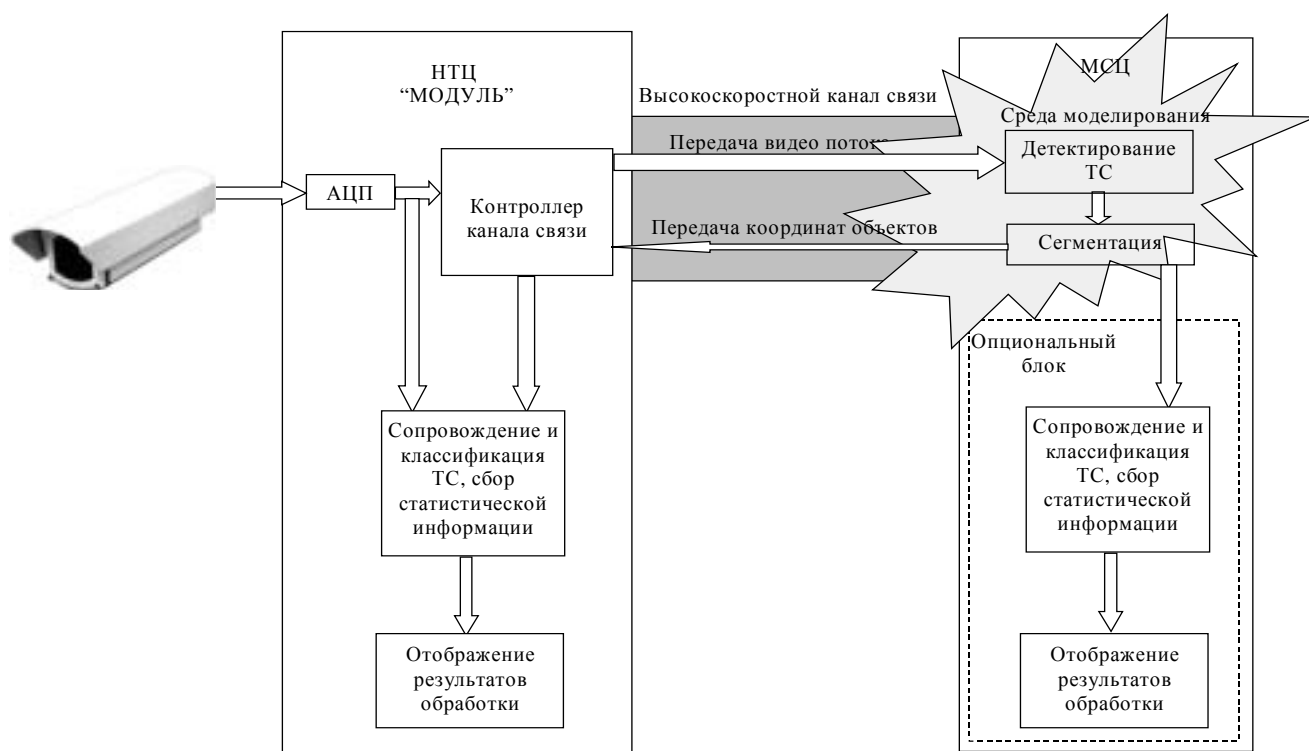


Рис.3. Схема распределенных вычислений при моделировании задачи определения характеристик дорожно-транспортной обстановки

7. Подготовка и проведение демонстрационных экспериментов по проектированию процессоров и видеосистем нового поколения

При подготовке демонстрационных экспериментов на САПР-В были проведены:

- анализ систем проектирования процессоров и взаимодействия функциональных алгоритмов видеосистем;
- предварительная оценка необходимых вычислительных ресурсов для реализации отдельных систем проектирования и алгоритмов;
- определение группы задач для реализации на АПК МСЦ: задачи логического моделирования и трассировки межсоединений (процессор) и задачи первичной обработки (видеосистемы);
- разработка протокола обмена данными между АПК НТЦ «Модуль» и АПК МСЦ и механизма визуализации получаемой информации;
- предварительная оценка сокращения времени при решении задач логического моделирования, трассировки межсоединений и обработки данных на АПК МСЦ.

Были выполнены следующие работы:

1. Разработана структура и определен комплект аппаратных и программных средств для организации проектирования высокопроизводительных процессоров и видеосистем нового поколения.
2. Выполнена инсталляция и настройка программных средств САПР-В.
3. Проведена настройка и системное администрирование вычислительного комплекса со стороны НТЦ «Модуль» и МСЦ.
4. Проведены демонстрационные эксперименты по выполнению процедур проектирования в аппаратно-программной среде САПР-В.

8. Результаты

Результаты демонстрационных экспериментов показали устойчивое взаимодействие компонентов САПР-В, объединенных в единый виртуальный аппаратно-программный комплекс, позволяющий проводить проектирование сложных систем нового поколения:

- высокопроизводительных процессоров, встраиваемых в перспективные измерительные средства;
- видеосистемы реального времени для обнаружения, сопровождения, распознавания и классификации транспортных средств.

Благодаря использованию высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютерных приложений может быть реализована программа создания и

отработки этих систем с сокращением времени решения задач:

- логического моделирования и трассировки межсоединений процессоров (приблизительно в 2-5 раз), что обеспечит реализацию задачи разработки СБИС, содержащих 10^7 и более транзисторов, и сократит количество итераций при проектировании;
- первичной обработки изображений при проектировании видео и радиолокационных систем реального времени, что приведет к сокращению общего времени моделирования (по предварительным оценкам с 3-4 месяцев до полутора).

9. Заключение

На основе выполненных предварительных исследований и работ по САПР-В предложен системный инструментарий, создание аппаратно-программного обеспечения которого позволит, используя уникальные возможности МСЦ:

- объединить интеллектуальные, аппаратно-программные и финансовые ресурсы отечественных предприятий-разработчиков и НИИ на единой концептуальной, научно-технической и технологической основе, опирающейся на высокопроизводительные вычисления и суперкомпьютерные приложения мирового уровня;
- заказчикам (заинтересованным министерствам и ведомствам) и исполнителям (предприятиям-разработчикам, НИИ промышленности и РАН) проводить проектирование измерительных, вычислительных и связанных систем и средств и разрабатывать модели, сопровождающие их на всех стадиях их жизненного цикла.

В частности, предлагается использовать уникальные возможности МСЦ для существенного сокращения затрат российских фирм-производителей нового поколения микропроцессоров путем организации коллективного доступа к размещенному на МСЦ дорогостоящему программному обеспечению, реализующее в том числе наиболее вычислительноемкие процедуры моделирования и проектирования.

Исследования и разработка САПР-В при их продолжении и развитии позволят оказывать помощь организациям, предприятиям и НИИ в снижении затрат (зачастую, довольно существенных) на проведение исследований, проектирования и создания нового поколения сложных систем и их компонентам, а также поднять на

качественно новый уровень обучение студентов и специалистов современным методам проектирования нового поколения средств и сложных технических систем широкого спектра применения с использованием высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютерных приложений коллективного пользования.

Авторы выражают благодарность академику Г.И. Савину и д.т.н. профессору С.А. Подлепе за участие в обсуждении постановки задачи и результатов демонстрационных экспериментов, а также к.т.н. А.П. Панфилову, В.А. Кашкарову и В.М. Опалеву - за определение комплекта аппаратных и программных средств САПР-В, инсталляцию программ и проведение демонстрационных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.module.ru
2. www.jscc.ru
3. Опыт лидера. Электроника: Наука. Технология. Бизнес. № 5. 2002 г.
4. Борисов Ю.И. Разработка вычислительного комплекса цифровой обработки информации в реальном времени на базе субмикронного нейропроцессора. Цифровая обработка информации (в печати).