

И.Н. Молчанов, А.Н. Химич, В.И. Мова, А.А. Николайчук

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ, г. Киев
Украина, 03680, г. Киев -187, пр-т. Академика Глушкова 40

Государственное научно-производственное предприятие «Электронмарш»
Украина, 03180, г. Киев, Кольцевая дорога, 4

Гетерогенная интеллектуальная рабочая станция Инпаркома для решения научно-технических задач

I.N. Molchnov, A.N. Khmich, V.I Mova, A.A Nikolajchuk

*V.M Glushkov Institute of Cybernetics NAS of Ukraine, c. Kiev
Ukraine, 03680, c. Kiev -187, Glushkova 40*

*State Research and Development Enterprise "Elektronmarsh", c. Kiev
Ukraine, 03180, c. Kiev, Kilceva road 4*

Heterogeneous intelligent Inparkoma workstation for the solving and engineering problems

І.Н. Молчанов, А.Н. Хіміч, В.І. Мова, О.О. Ніколайчук

*Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, м. Київ
Україна, 03680, м. Київ-187, пр-т. Академіка Глушкова 40*

*Державне науково-виробниче підприємство «Електронмарш»
Україна, 03080, м. Київ, кільцева дорога, 4*

Гетерогенна інтелектуальна робоча станція Інпарком для розв'язання науково-технічних задач,

В статье изложены результаты создания гетерогенной параллельной рабочей станции, которая является средством автоматического исследования свойств решаемых задач и создания программ параллельных вычислений, а так же получения с оценкой их достоверности.

Ключевые слова: гетерогенная интеллектуальная рабочая станция, интеллектуальный компьютер, интеллектуальное программное обеспечение, достоверность компьютерных решений.

Results of the creation of heterogeneous parallel workstation are given which is a tool both for the automatic investigation of characteristics of problems being solved and for the creation of programs for parallel computations of computer solutions together with their reliability estimation.

Key work: heterogeneous intelligent workstation, intelligent computer, intelligent software, reliability of computer solutions.

У статті вкладено результати створення гетерогенної паралельної робочої станції, яка є засобом автоматичного дослідження властивостей задач, які розв'язують, і створення програм паралельних обчислень, а також отримання комп'ютерних розв'язків з оцінкою їх достовірності.

Ключові слова: гетерогенна інтелектуальна робоча станція, інтелектуальний комп'ютер, інтелектуальне програмне забезпечення, достовірність комп'ютерних розв'язків.

Вычислительная техника является основной научно-технического прогресса, и требования к росту производительности компьютеров непрерывно растут. В настоящее время оно удовлетворяется за счет распараллеливания вычислений. Постановка на компьютере новых задач инженерии и науки требует значительного времени и предварительных исследований (постановка прикладной задачи, создание физических, математических и дискретных моделей и их исследования, разработка алгоритмов, вычислительных схем, программ решения и отладки программ и т.д.). Так для разработки программ решения задач средней сложности требуется 2 – 3 года, а для сложных задач до 5 лет. Автоматизация процесса исследования задач и создания программ параллельных вычислений позволяет существенно сократить сроки создания необходимых программных средств.

В некоторых случаях при решении задач инженерии и науки компьютеры выдают решения, не имеющее физического смысла. Это выясняется в ходе сопоставления данных численного и натуральных экспериментов. Это может происходить из-за ряда причин, в том числе из-за погрешности в задании исходных данных, которые имеют место при решении прикладных задач, из-за погрешности вычисления и отличия аксиоматики машинной математики от аксиоматики математики [1-3]. Поэтому получение компьютерных решений с гарантией их достоверности является важнейшим требованием к современным компьютерам.

Требование автоматизации исследований при постановке задач науки и инженерии, автоматического создания алгоритмов и программ параллельных вычислений и гарантии достоверности компьютерных решений реализованные в созданных Институтом кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ и ГНПП «Электронмарш» интеллектуальных параллельных рабочих станций Инпарком, занимающих промежуточную нишу между персональными и суперкомпьютерами.

Инпарком – семейство интеллектуальных параллельных рабочих станций для исследования и достоверного решения научно-технических задач с приближенно заданными исходными данными, для моделирования в реальном времени сложных процессов разной природы, для виртуального проектирования объектов современной техники и строительства, для создания тренажеров обучения работе персонала управлению объектами современной техники.

Интеллектуальный компьютер – это знаниеориентированный компьютер, который в ходе решения инженерных и научных задач получает знания о свойствах компьютерной модели задач и в соответствии с этими свойствами автоматически строит алгоритм решения, формирует топологию их процессов MIMD – компьютера и создает код параллельных вычислений,

по окончании процессов вычислений оценивает достоверность полученных результатов [4-13]. Интеллектуальная рабочая станция Инпарком включает хост-систему и вычислительный блок.

Хост-система осуществляет:

- управление использованием многопроцессорного вычислительного ресурса;
- общесистемный мониторинг;
- общение с терминальными сетями пользователей;
- визуализацию той части процесса вычислений задач и обработки данных, которая не распараллеливается (плохо распараллеливается).

Вычислительный блок осуществляет решение задачи с параллельной организацией вычислений, является однородной масштабированной структурой, которая складывается из множества высокопродуктивных процессоров (с собственной оперативной и дисковой памятью), объединенных коммуникационной средой межпроцессорного взаимодействия.

Опытный образец, разработка которого профинансирована Государственным агентством по вопросам науки, инноваций и информатизации Украины, имеет следующие технические характеристики:

- 4 вычислительные узлы (процессоры Xeon 5606 (2.13ГГц), 2 графических процессора Tesla M2090, 24 Гб оперативной памяти, 2 дисковых накопителя по 1Тб), пиковая теоретическая производительность 1.33 Tflops на узел, общая теоретическая производительность 5.32 Tflops;
- дисковое хранилище (4 дисковых накопителя по 2Тб с возможностью расширения до 16 шт., RAID 0,5,6,50,60,10);
- коммуникационная среда InfiniBand 40Гбит / с (с поддержкой GPUDirect), Gigabit Ethernet;
- система бесперебойного питания.

Программное обеспечение предусматривает три уровня:

- оперативная среда, поддерживающая интеллектуальное программное обеспечение;
- интеллектуальное прикладное программное обеспечение, например, для исследования и решения задач прочности конструкций.
- интеллектуальное численное программное обеспечение для исследования и решения задач вычислительной математики с приближенно заданными исходными данными.

В основу операционной среды интеллектуального компьютера положены бесплатные стандартные решения (GNU/Linux). Однако пользователь имеет возможность выбора одного из трех вариантов предустановленной операционной системы: Linux, Windows или Linux + Windows. В последнем варианте операционная среда хоста по путем перезагрузки узлов. Предустановленная версия Linux на основе CentOS оптимизирована под архитектуру Inparcom.

Ядро параллельного компьютера – система передачи сообщений реализует стандарт MPI. В Linux установлены MVARICH, оптимизированного числа приложений сторонних разработчиков настроена и другая распространенная система передачи сообщений – PVM (параллельная виртуальная машина).

Бесплатный компилятор GCC в составе Linux поддерживает Си, C++, ФОТРАН и несколько других языков программирования. Операционная среда включает Интер-сервер Arach с поддержкой приложений на языке PHP, СУБД MySQL стандартные математические библиотеки (в т.ч. ScaLAPACK), тесты (Linpack, Scali), распределенную файловую систему.

Операционная среда обеспечивает:

- формирование задания и запуск параллельной задачи на выбранных вычислительных узлах;
- мониторинг интеллектуального компьютера и выполнения заданий;
- сохранение и визуализацию протоколов параллельных расчетов;
- запуск приложения (исполняемого кода программы) на хост-компьютере;
- разработку через локальную сеть и/или Internet (удаленный доступ);
- администрирование доступных пользователю частей распределенной файловой системы.

Программная реализация интеллектуального программного обеспечения осуществлялась на основе концепции знаний. Апробация интеллектуального программного обеспечения осуществлялась в рамках проекта ISPRA [14] и ISKON [15] для Немецкого центра по авиакосмическим полетам DLR и получила высокую оценку немецких специалистов. Разработка интеллектуального программного обеспечения основана на синтезе основных достижений в области модульного программирования, без данных, без знаний и опирается на развитые методы работы со знаниями: их представлением, хранением, обработкой, получением новых заданий и т.д. На основе знаний о предметной области по каждому классу задач, о модели пользователя и модели общения, а также знаний о машинной модели задачи и погрешности в задании исходных данных интеллектуальное программное обеспечение вырабатывает знания о свойствах машинной модели задач, принимает решения об оптимальном количестве процессоров и эффективной топологии компьютера. С учетом этой информации автоматически выбирается алгоритм решения и синтезирует программа, реализующая алгоритм. Решение задачи осуществляется с анализом получаемых компьютерных результатов.

Составные части интеллектуального программного средства по каждому классу: диалоговая система, библиотека функциональных модулей, планирующий/управляющий блок, блок объяснений.

С помощью диалоговой системы осуществляется взаимодействие с пользователем, а именно: постановка задачи в языке предметной области, процесс решения задачи, просмотр-анализ результатов решения, обучение пользователя работе с программным средством, предоставление

пользователю всей необходимой информации, доступ к глоссарию терминов по каждому классу задач, оказание помощи пользователю на каждом этапе работы.

Функциональные модули реализуют логические законченные части алгоритмов решения задач, и процедуры, осуществляющие обмен информацией и данными между процессорами.

Главная задача планирующего/управляющего блока есть нахождение наиболее оптимального пути решения поставленной задачи при использовании информации от пользователя и соответствующих функциональных модулей.

В блоке объяснений накапливается информация о задаче в ходе вычислительного процесса для последующей выдачи ее пользователю. В случае отказа в решении пользователь получает подробное объяснение его причины и рекомендации по дальнейшим действиям пользователя.

Семейство интеллектуальных рабочих станций Инпарком оснащено: комплексом интеллектуальных программ, позволяющих на языке предметной области сформировать задачу, автоматически исследовать свойства машинной модели задачи, определить необходимое количество процессоров, построить алгоритм решения, сформировать конфигурацию компьютера, синтезировать программу параллельных вычислений, решить задачу, оценить достоверность решения и визуализировать результаты на языке предметной области.

Основным преимуществом интеллектуального параллельного компьютера являются: освобождение пользователей от работы по исследованию задач, созданию параллельных алгоритмов и программ, что сокращает время постановки и решения задач науки и инженерии.

Использование графических процессоров для решения научно-технических задач позволяет существенно уменьшить время решения задач, обеспечить уменьшение стоимости компьютера и наилучшее соотношение времени решения задач к его стоимости, за счет использования графических процессоров уменьшить количество процессоров компьютера, не уменьшая его производительность, обеспечить относительно невысокое энергопотребление.

Таким образом, отличие интеллектуальных компьютеров от традиционных компьютеров состоит в следующем:

- автоматическое исследование свойств решаемых задач вычислительной математики;
- на основе этих исследований автоматическое создание алгоритмов и программ параллельных вычислений;
- выбор необходимого для эффективного решения задач числа процессоров и создание необходимой топологии из процессоров интеллектуального компьютера;
- решения задач с приближенно заданными исходными данными;
- оценка достоверности полученных компьютерных результатов.

Преимущество интеллектуальных параллельных компьютеров:

- постановка задачи пользователя компьютера на языке предметной области с приближенно заданными исходными данными;
- освобождение пользователя от работы по исследованию задачи, сознанию алгоритмов, написания и отладки параллельных программ, что сокращает время постановки и решения задач науки и инженерии ни менее чем в 100 раз;
- исследование и решения задач инженерии и науки с приближенно заданными исходными данными;
- получение машинного решения с оценкой его достоверности, а так же по желанию все свойства решаемой машинной модели задачи с приближенно заданными исходными данными;
- существенное сокращение времени машинного исследования и решения научно-технических задач по сравнению с традиционной технологией решения той же задачи на MIMD-компьютере с тем же числом процессоров и той же элементной базой, но с традиционной параллельной архитектурой.

Области использования интеллектуальных параллельных компьютеров:

- численное моделирование сложных процессов, явлений, объектов и систем для организации на этой основе натуральных экспериментов;
- создание тренажеров управления сложными объектами современной техники в том числе АЭС;
- решение сложных научно-технических задач с приближенно заданными исходными данными;
- подготовка параллельных программ для суперкомпьютеров.

Литература

1. Молчанов И.Н. Интеллектуальные компьютеры-компьютеры XXI века/ И.Н. Молчанов // Матеріали Міжнар. Наук. Конфер. присвяч. 100-річчю з дня народження акад.. С.О. Лебедева. – Київ, 2002. – С. 94-100.
2. Молчанов И.Н. Интеллектуальные компьютеры – средство исследования и решения научно технических задач/ И.Н. Молчанов // Кибернетика и системный анализ. – 2004. - № 1. – С. 175-179.
3. Молчанов И.Н. интеллектуальные компьютеры для исследования и решения научно-технических задач – новое направление в развитии вычислительной техники / И.Н. Молчанов, В.И. Мова, В.А. Стрюченко // Зв'язок. - № 7. – С. 45-46.
4. Молчанов И.Н. Интеллектуальные MIMD-компьютеры Инпаркома – база для организации численных экспериментов в инженерии и науке/ И.Н. Молчанов, В.И. Мова, В.А. Стрюченко // Науч.-техн. журнал «Технологические системы». – 2007. – № 4 (40). – С. 12-15.
5. Численное программное обеспечение интеллектуального MIMD-компьютера Инпаркома/ Химич А.Н., Молчанов И.Н., Мова В.И. и др. – Киев: Наукова думка, 2007. – 221 с.