

УДК 681.323

Молчанов И.Н., Мова В.И., Стрюченко В.А.

Государственное научно-производственное предприятие «Электронмаш». Украина, г. Киев.

СЕМЕЙСТВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
ИНПАРКОМ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Анотація

Викладені результати створення сімейства інтелектуальних паралельних комп'ютерів ІНПАРКОМ, які є базою для чисельного моделювання складних об'єктів.

Abstract

The results of creation of family of intellectual parallel computers of INPARCOM, which are the basis for numerical modeling of complex objects.

Вычислительная техника является основой научно-технического прогресса. Требования к производительности компьютеров удовлетворяются за счет создания многопроцессорных и многоядерных компьютеров [1].

Наряду с традиционными проблемами при постановке задач инженерии и науки на компьютерах возрастают затраты времени на исследование математических и дискретных задач, а также на создание алгоритмов с параллельной организацией вычислений, возникают проблемы создания программ параллельных вычислений, загружающих программы на ядра и минимизирующих при этом обмены, а также традиционные проблемы достоверности полученных компьютерных решений научно-технических задач.

Эти проблемы в значительной мере решают созданные сотрудниками Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины и ГНПП

«Электронмаш» Минпромполитики Украины интеллектуальные программно-технические комплексы, технические характеристики которых приведены в табл. 1 и 2.

Интеллектуальный компьютер — это знание, ориентированный компьютер, который в ходе решения инженерных и научных задач автоматически вырабатывает знания о свойствах компьютерной модели задачи и в соответствии с этими свойствами строит алгоритм решения, формирует топологию из процессоров MIMD-компьютера и создает код программы параллельных вычислений, по завершению процесса вычислений оценивает достоверность полученных результатов [2–7].

Таким образом, интеллектуальные компьютеры вырабатывают знания о свойствах компьютерных моделей задач и на базе этих знаний строят алгоритм и программу параллельных вычислений;

интеллектуальный компьютер исследует и решает задачи с приближено заданными исходными данными и гарантирует достоверность компьютерных решений;

сохраняется стиль работы пользователей, такой же, как и на традиционном однопроцессорном компьютере (не требует иметь навыки параллельного программирования).

Вместо традиционной схемы подготовки и решения задач (рис. 1) на компьютерах возникает новая схема (рис. 2) исследования с помощью компьютера задач и автоматического создания алгоритмов и программ решения.



Рис. 1. Схема исследования и решения задач на традиционных компьютерах

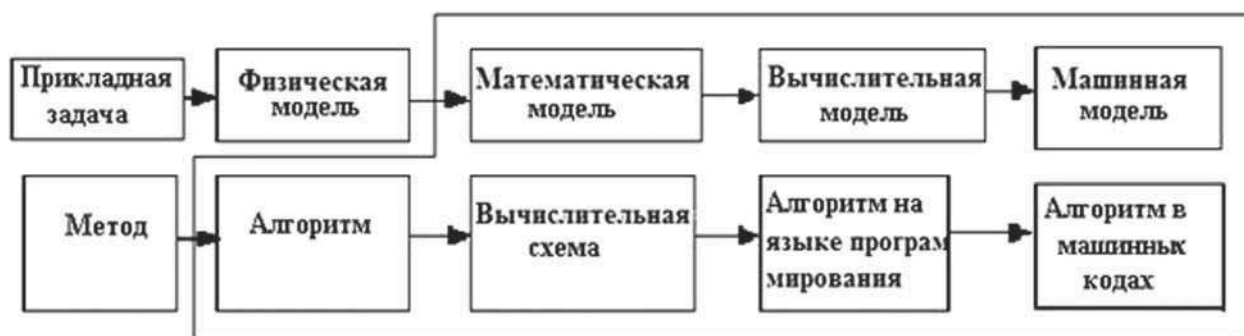


Рис. 2. Схема исследования и решения задач на интеллектуальном программно-техническом комплексе ИНПАРКОМ 256

Таблица 1

Характеристики интеллектуальных компьютеров

Название	ИНПАРКОМ 32	ИНПАРКОМ 64	ИНПАРКОМ 128	ИНПАРКОМ 256	ИНПАРКОМ 512
Процессоры	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core
Количество узлов / процессоров / ядер	4 / 8 / 32	8 / 16 / 64	16 / 32 / 128	16 / 64 / 256	64/256/512
Пиковая производительность, TFlops	0,2 – 0,3	0,4 – 0,77	0,8 – 1,5	1,6 – 3,0	3,2 – 6,0
Производительность на LINPACK, TFlops	0,15 – 0,29	0,3 – 0,58	0,6 – 1,13	1,2 – 2,2	2,4 – 4,4
Оперативная память, Gb	64	128	256	512	1024
Дисковая память, Tb	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0
Емкость дискового хранилища, Tb	-	от 1 Tb	от 2 Tb	от 4 Tb	от 8 Tb

Преимуществом интеллектуальных компьютеров является:

освобождение пользователя от исследования задачи, создания алгоритмов и программ, что сокращает время постановки и решения задач науки и инженерии не менее, чем в 100 раз;

постановка задачи пользователя с приближенно заданными исходными данными в компьютере на языке предметной области;

получение машинного решения с оценкой его достоверности, а также свойств машинной задачи с приближенно заданными входными данными;

сокращение времени машинного исследования и решения научно-технических задач, при сравне-

нии решения одной и той же задачи на MIMD-компьютере с тем же количеством процессоров и той же элементной базой, но с традиционной параллельной архитектурой;

промышленная технология, обеспечивающая необходимую надежность комплексов и качественное техническое обслуживание в Украине.

Численное моделирование — один из самых мощных инструментов познания, анализа и проектирования, которым располагают специалисты, занимающиеся разработкой и контролем за функционированием объектов и процессов современных производств. Численное моделирование дает возможность экспериментировать с объектом или



Характеристики программно-технического комплекса ИНПАРКОМ 256

Технические средства			
Название	Вычислительный узел	Графическая станция	Дисковое хранилище
	Вычисление	Управление, ввод/вывод графической информации	Управление, хранение массивов данных
Процессор	2x2xIntel Xeon 53XX	2xIntel Xeon 51XX (53XX)	Intel Xeon 51XX
Количество ядер	2x8	4(8)	2
Объем оперативной памяти	2x16 GB DDR2-667	16(32) Gb DDR2-667	2 Гб DDR2-667
Дисковая память	HDD 2x2x250 Gb (2xRAID1)	HDD 2x250 Gb (RAID1), FDD, DVD±RW	HDD 10x250 Gb (2xRAID1, 8xRAID 0,5,10,50), FDD, DVD-ROM
Количество узлов	Шестнадцать вычислительных узлов; две графические станции (количество определяется заказчиком); два дисковых хранилища.		
Вычислительная сеть	InfiniBand (20 Gbit/s)		
Службная сеть	Gigabit Ethernet, Fast Ethernet (IPMI with KVM)		
Система бесперебойного питания	<ul style="list-style-type: none"> • ИБП 10000VA на блок вычислительный – 2 шт; • ИБП 1000VA на каждую рабочую станцию, On-line. 		
Конструкция	Вычислительный блок – шкаф 19" / 25U – 2шт, графическая станция – системный блок, монитор, клавиатура, мышь, ИБП, принтер, сканер.		
Системное программное обеспечение			
Операционная система	Linux на бази Red Hat EL 5, Linux или Windows на графической станции		
Параллельная среда	MPI (OpenFabrics Enterprise Distribution)		
Система управления	Программный системный монитор (управление заданиями, мониторинг заданий и аппаратуры комплекса)		
Интеллектуальное программное обеспечения			
Библиотеки	Библиотеки интеллектуальных программ решения задач вычислительной математики с оценками достоверности (Inparlib): <ul style="list-style-type: none"> ☉ системы линейных алгебраических уравнений; ☉ алгебраическая проблема собственных значений; ☉ системы нелинейных уравнений; ☉ системы обыкновенных дифференциальных уравнений. 		
Интерфейс	Диалоговая, планирующая и управляющая системы решения задач вычислительной математики (Inpartool)		
Прикладное ПО	Интеллектуальное прикладное программное обеспечения для исследования и решения задач анализа прочности конструкций (на базе фирмы LIRA-Soft Лира 9.4)		

процессом в тех случаях, когда делать это на реальных объектах практически невозможно или нецелесообразно. Сущность методологии численно моделирования состоит в замене исходного объекта или процесса его «образом» – математической моделью

и в дальнейшем изучение этой модели помощью реализованных на компьютере алгоритмов. Численный эксперимент как метод познания, конструирования, проектирования сочетает в себе достоинства как теории, так и эксперимента.

Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью дает возможность относительно безопасно и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых мыслимых ситуациях и в то же время численное моделирование объекта позволяет подробно и глубоко изучать объекты и процессы в достаточной полноте.

Численное моделирование есть процесс конструирования модели реального объекта или процесса и постановки численных экспериментов на этой модели с целью либо понять (исследовать) поведение этого объекта или процесса, либо оценить различные стратегии (алгоритмы), обеспечивающие функционирование этого объекта или процесса. Таким образом, процесс численного моделирования включает как конструирование модели, так и ее применение для решения поставленных задач: анализа, исследования, оптимизации объектов и процессов в различных режимах эксплуатации.

Численная модель должна удовлетворять двум условиям:

- должно существовать однозначное соответствие между элементом модели и элементом представленного объекта или процесса;
- должны быть сохранены соотношения между элементами исследуемого объекта.

Так как численное моделирование применяется для исследования, оптимизации и проектирования реальных объектов или процессов, то можно выделить следующие этапы этого процесса:

- определение объекта (постановка прикладной задачи), задание границ и условий, в которых объект или процесс будет работать, отбор данных для построения и условий работы объекта или процесса;
- построение физической модели, переход от реального объекта к некоторой логической схеме, учитывающей наиболее характерные черты исследуемого объекта или процесса;
- создание математической модели объекта, т.е. описание физических моделей математическими формулами и исследование математической модели (существование решения, его единственность, устойчивость);
- разработка и теоретическое обоснование дискретной модели объекта, осуществляемое методом конечных элементов или методом конечных разностей;
- создание и отладка алгоритма и программы параллельных вычислений для решения дискретной модели задачи;
- решение уравнений дискретной модели задачи для случая, когда известно или решение этой задачи, или имеются данные натурных экспериментов для этого случая. В случае если ком-

пьютерное решение не будет коррелироваться с имеющимся известным решением, необходимо внести исправления в физическую и математическую модели задачи и снова организовать счет по исправленной модели задачи. Эту работу нужно повторять до тех пор, пока данные численных и натурных экспериментов не будут коррелироваться между собой;

- экспериментирование — осуществление расчета с различными исходными данными для получения желаемых результатов, т.е. данных о поведении объекта или процесса в разных условиях функционирования;
- интерпретация — построение выводов по данным, полученным в численных экспериментах;
- планирование натурных экспериментов по результатам данных численного эксперимента;
- сопоставление данных численного и натурального экспериментов;
- документирование — регистрация хода осуществления численного эксперимента и его результатов, а также документирование процесса создания и использования моделей.

Для проведения численного эксперимента целесообразно использовать интеллектуальные комплексы ИНПАРКОМ.

После создания на основе прикладной задачи физической, математической дискретной модели, возникает проблема разработки алгоритмов и программ параллельных вычислений, которые позволяют оптимальным путем (максимальная загрузка процессоров и минимизация обменов) решить сформированную в компьютере дискретную задачу. И на этом этапе интеллектуальные комплексы ИНПАРКОМ имеют существенное превосходство перед традиционными компьютерами, так как самостоятельно в автоматическом режиме исследуют свойства компьютерной модели задачи (свойства компьютерной и дискретной модели могут различаться), строят параллельный алгоритм в соответствии с выявленными свойствами, создают на этот алгоритм конфигурацию (линейка, кольцо, решетка, ветвления дерева и т.д.) из процессоров компьютера и синтезируют под эту конфигурацию программу параллельных вычислений.

Существенным преимуществом интеллектуальных комплексов ИНПАРКОМ перед традиционными компьютерами является достоверность полученных решений компьютерных моделей задач. При использовании традиционных компьютеров для решения задач науки и инженерии в некоторых случаях получают компьютерное решение не являющееся решением физической модели задачи. Дело в том, что все научно-технические задачи имеют приближенный характер исходных данных, аксиоматика математики, в том числе и



вычислительной математики, отличается от аксиоматики машинной математики, перевод исходных данных из десятичной системы счисления в машинную может исказить свойства дискретной модели задачи и т.д. и все это в некоторых ситуациях приводит к компьютерным решениям не имеющим физического смысла. Влияние всех этих погрешностей на достоверность полученного решения зависит от свойств, оператора компьютерной модели задачи. А эти свойства в автоматическом режиме исследуются интеллектуальными комплексами ИНПАРКОМ и учитываются в оценках достоверности компьютерных решений. Компьютеры с традиционным программным обеспечением таких оценок давать не могут. Поэтому использование семейства комплексов ИНПАРКОМ делает их незаменимыми в численных экспериментах.

В заключение отметим преимущества численного эксперимента как средства инженерного и научно-технического исследования:

- численный эксперимент позволяет выявить роль и значение различных параметров и факторов в исследуемом объекте и выбрать оптимальную, с точки зрения пользователя, версию объекта или процесса;

- численный эксперимент позволяет планировать натурный эксперимент, что существенно сокращает время и средства на разработку объектов новой техники;

- численное моделирование позволяет предсказать поведение исследуемых объектов в условиях,

когда натурный эксперимент очень дорог или вообще невозможен.

Литература

1. <http://www.top500.org>
2. Молчанов И.Н. Интеллектуальные компьютеры — средство исследования и решения научно-технических задач. — Кибернетика и системный анализ. — 2004. — № 1. — С. 175–179.
3. Молчанов И.Н., Мова В.И., Стрюченко В.А. Интеллектуальные компьютеры для исследования и решения научно-технических задач — новое направление в развитии вычислительной техники. — Журнал «Зв'язок». — 2005. — № 7. — С. 45–46.
4. Молчанов И.Н., Мова В.И., Стрюченко В.А. Интеллектуализация компьютеров — проблемы и возможности. — Ж. «Искусственный интеллект». — ІІІІ і НАН України «Наука і освіта». — 2006. — № 3. — С. 15–20.
5. Молчанов И.Н., Перевозчикова О.Л., Химич А.Н. Inpracom — 16 — интеллектуальная рабочая станция. — Кибернетика и системный анализ. — 2007. — № 3. — С. 151–155.
6. Молчанов И.Н., Перевозчикова О.Л., Химич А.Н. Опыт разработки семейства кластерных компьютеров Инпарком. — Кибернетика и системный анализ. — 2009. — № 6. — С. 88–96.
7. Молчанов И.Н. Машинная математика — проблемы и перспективы. — Кибернетика и системный анализ. — 2004. — № 6. — С. 65–72.