

Раздел V. Моделирование сложных систем

УДК 534.883.001.57:681.3.06

В.Ф. Гузик, В.Е. Золотовский, М.А. Аль-Ханани

СИСТЕМА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

На современном этапе развития аппаратных и программных средств вычислительной техники остро стоит проблема повышения эффективности вычислительного процесса не только за счет увеличения производительности аппаратуры и оптимизации программных средств, но и за счет использования принципиально новых подходов к организации вычислительного процесса вообще [2].

Одним из наиболее эффективных методов решения сложных вычислительных задач является использование параллельных вычислений на основе многомашинных комплексов, локальных сетей или суперкомпьютеров. Однако, в связи с ограниченными возможностями аппаратных и программных средств реализации параллельных вычислений, число решаемых ими классов задач было сильно ограничено. С появлением новых технологий параллельных вычислений на уровне программных и аппаратных средств, появляется возможность расширения класса задач и возможных новых приложений на основе перспективной теоретической и алгоритмической базы [1].

До настоящего времени, параллельные системы находили свое основное практическое применение как средство проведения сложнейших математических вычислений и решение задач распределенного моделирования.

Бурное развитие технологий НРС (High Performance Computing) привело к естественной экспансии параллельной архитектуры (в основном, кластерной) во все направления компьютерной отрасли: суперкомпьютеры, серверы, рабочие станции. Эта тенденция коснулась уже и самого массового звена средств вычислительной техники – персональных компьютеров. Как показал анализ тенденций развития компьютерных технологий появились и уже становятся привычными термины "персональный суперкомпьютинг", "персональные кластеры" и "персональные суперкомпьютеры", появляются уже и соответствующие программно-технические средства, адекватно соответствующие этим терминам.

Такие тенденции и такие достижения в области вычислительной техники дали возможность применить новые подходы к традиционным методам решения данных задач, вследствие чего появилась возможность решения таких задач с более высокой эффективностью и меньшими затратами [5].

Данная работа посвящена оценке и оптимизации процесса моделирования и вычислений в области распространения гидроакустических лучей с помощью параллельных вычислений. Целью работы является повышение эффективности выполнения такого класса задач за счет сокращения временных затрат в процессе обработки гидроакустических данных по сравнению с традиционными решениями на однопроцессорных системах.

Для решения поставленной задачи была проведена адаптация вычислительного алгоритма для нескольких процессов по следующей схеме. Главный процесс, который выполняется на главном компьютере, отвечает за управление и решает задачу предварительной подготовки и отправки данных для дочерних процессов. После этого, выполняется сбор результатов каждого процесса и формируется общий результат вычисления и отправляется к главному процессу.

Время выполнения программы – время, прошедшее с момента запуска первого процессора до момента завершения выполнения последнего (получения результата) [3].

$$T = f(N, P, U, \dots),$$

где N – размерность задачи, P – количество процессоров, U – количество задач параллельного алгоритма.

Во время выполнения каждый процессор может находиться в трёх состояниях: вычисление (*computation*), обмен данными (*communication*) и ожидание (*idle*). Соответственно, время нахождения процессора в каждом из указанных состояний определяется как

$$T_{comp}^i, T_{comm}^i, T_{idle}^i.$$

Следовательно, время выполнения T может быть определено следующим образом:

$$T = T_{comp}^i + T_{comm}^i + T_{idle}^i$$

или

$$T = \frac{1}{P} (T_{comp} + T_{comm} + T_{idle}) = \frac{1}{P} \left(\sum_{i=0}^{P-1} T_{comp}^i + T_{comm}^i + T_{idle}^i \right).$$

Время вычисления алгоритма T_{comp} может быть равным времени выполнения соответствующего не распараллеленного (последовательного) алгоритма и зависит от размерности N задачи. Если параллельный алгоритм вносит дополнительные вычисления, тогда время вычисления зависит также и от количества задач U и процессоров P .

Данная задача была реализована на однородном кластере, который состоит из четырех одинаковых компьютеров ($P=4$). Первый берет на себя задачу управления, пересылки и сбора данных. На этом же компьютере запускается нулевой процесс. Так как этот кластер однородный, то временные затраты на пересылки и ожидания и сбора результатов максимум минимизированы.

При движении кораблей происходит сканирование морской глубины лучами. Отражающие лучи принимаются датчиками, и эти данные, считываемые датчиками, записываются в файл на главном процессе (компьютере), после чего они подготавливаются и отправляются дочерним процессам (компьютерам).

Результаты обработки этих данных дочерними процессами отправляются главному процессу, который, в свой очередь, записывает результаты обработки в файл.

Программный комплекс для выполнения поставленных задач обработки данных и проведения серии экспериментов был разработан с использованием языка высокого уровня C++ в среде разработки Visual Studio 2005. Для параллельной

реализации вычислительных процессов была использована библиотека MPI. В качестве базовой аппаратной конфигурации был использован однородный кластер, состоящий из четырех ЭВМ с одинаковыми характеристиками, один из которых выполнял функции мониторинга, управления и вычислений, а три остальные выполняли хост-процессы.

Анализируя методы измерения временных характеристик параллельных программ в реальном времени видно, что метод рабочего профиля лучше, чем счетчики событий или совокупность времени и трассировка событий.

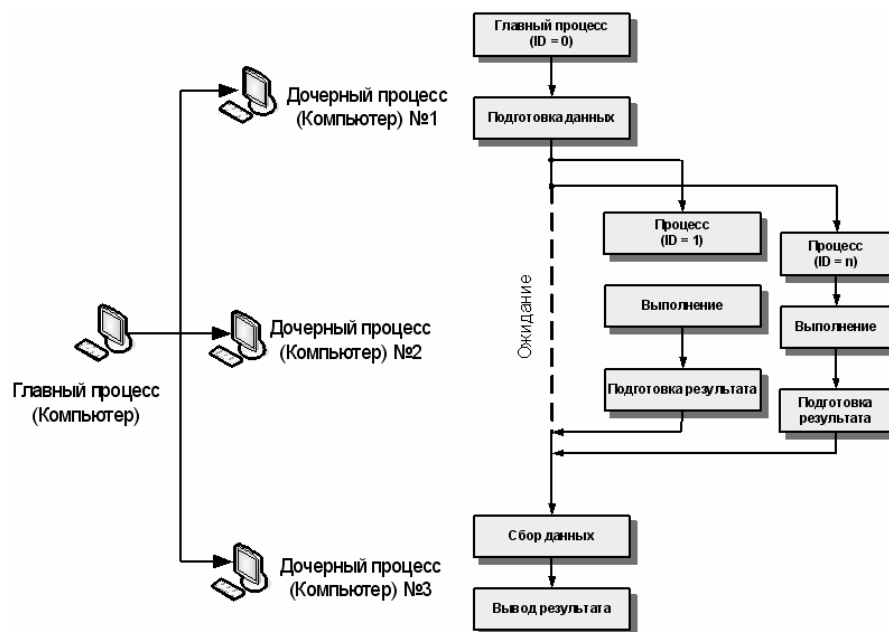


Рис. 1. Графическое представление алгоритма обработки данных

В основе этого метода формируется автоматически для каждого процессора рабочий профиль. При этом используется метод выборки данных через фиксированные промежутки времени, сумма этих промежутков и есть время выполнения данного алгоритма. По результатам можно построить гистограмму рабочих величин, например, определить задачу, которая забирает наибольшую часть вычислительного времени параллельного алгоритма на текущий момент и так как в нашем случае задача одна на всех процессорах, то этот метод самый подходящий.

В ходе экспериментов было достигнуто сокращение временных затрат параллельной схемы по сравнению с однопроцессорным вариантом, что позволяет сделать вывод о чрезвычайной эффективности предложенной методики для решения трудоемких задач распространения гидроакустических лучей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воеводин В.В., Капитонова А.П. Методы описания и классификации архитектур вычислительных систем. – М.: МГУ. 1994. – 79 с.
2. Золотовский В.Е., Поленов М.Ю. Программно-инструментальный комплекс оценки эффективности параллельных систем при разработке их архитектуры // Многопроцессорные вычислительные структуры. Вып.15.(XXIY). – Таганрог, 1995. – С. 4-7.
3. <http://parallel.rb.ru>.

4. *Ian Foster*, «Designing and Building Parallel Programs», 1995.
5. *Barton P. Miller and others*, «The Parady Parallel Performance Measurement Tools» Computer Sciences Department, University of Wisconsin-Madison.
6. <http://www.cs.wisc.edu/paradyn/>.
7. *Бертекас, Галлагер*. Сети передачи данных. – 1989.

УДК 658.512.2.011.57

В.Ф. Гузик, А.В. Дагаев, А.В. Тарасенко

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИК СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Введение. Системный анализ (СА) за последние десятилетия получил широкое развитие и утверждение как отдельной синтетической междисциплинарной научной дисциплины. В повседневной жизни человек постоянно реализует определенные этапы СА, так, например, элементарный анализ цен товаров относится к первому этапу системного анализа. Следует отметить, что СА нашел применение в экономических, информационных, технических, лингвистических, социальных и многих других типов задач. Любой тип системного анализа включает этап анализа системы, разработки модели системы, этап принятия решений и реализации анализа. В качестве системы может выступать явление, образ, набор объектов с определенными характеристиками, реальные устройства и т.д. Главным моментом при анализе системы является определение целей системного анализа, которые бывают трудно формализуемы и расплывчаты, и умение системного аналитика обозначить «контуры» системы и отделить ее от окружающей среды, что необходимо для четкого представления объектов, с которыми в дальнейшем придется работать [1, 2].

Методики проведения СА. Методики или другими словами этапы системного анализа могут быть реализованы поразному [3, 4], причем их состав и последовательность зависит от поставленной задачи. На сегодняшний день существует большое количество методик применения системного анализа, так, например, методики Квейда, Оптнера и Голубкова делают акцент на разработке и исследовании альтернатив принятия решений, т.е. на конечных этапах системного анализа. Черняк уделяет внимание агрегированию и структуризации целей, Янг – процессу реализации принятого решения, Антонов – моделированию и методам обработки информации [5].

Можно отметить, что в последнее время этапы анализа стали включать в себя разработку информационной системы (ИС), что позволяет улучшить качество и скорость выполнения системного анализа. Информационные системы позволяют автоматизировать ручной труд, выполнять сложные расчеты, накапливать и синтезировать данные, в ряде случаев проектировать и разрабатывать другие информационные системы. Хотя ИС имеют ряд неоспоримых достоинств, их разработка часто осложняется реализацией сложных математических, физических и других видов моделей, поэтому продолжительность разработки ИС может измеряться месяцами и годами.

Представим методику проведения СА, включающего разработку ИС:

1. Анализ системы.
2. Определение целей СА, этапов проведения СА.