

VI. РЕЦЕНЗИИ

УДК 378+519.6+004.021+004.42

НОВАЯ КНИГА ПО СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ: УДАЧНОЕ СОЧЕТАНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

(Рец. на кн.: Борзунов С. В. Практикум по параллельному программированию : учеб. пособие / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин, А. В. Флегель. – СПб. : БХВ, 2017. – 236 с. – (Учебная литература для вузов))

М. Э. Абрамян

Южный федеральный университет

Поступила в редакцию 12 апреля 2018 г.

Аннотация: в учебном пособии «Практикум по параллельному программированию» излагаются основные методы высокопроизводительных вычислений. Отмечается сочетание наглядности, доступности и строгости изложения, а также ориентированность книги на практическое применение знаний и на формирование компетенций в области решения реальных вычислительных задач.

Ключевые слова: суперкомпьютер, высокопроизводительные вычисления, методология обучения суперкомпьютерным технологиям, методическое обеспечение подготовки IT-специалистов.

Abstract: the textbook "Practical Parallel Programming" outlines the main methods of high-performance computing. There is a combination of visibility, accessibility and rigor of presentation, as well as the orientation of the book to the practical application of knowledge and the building of competences in the field of solving real computational problems.

Key words: supercomputer, high-performance computing, methodology of teaching supercomputer technologies, methodical support of training of IT specialists.

Проблема подготовки специалистов в области информационно-коммуникационных технологий в настоящее время особенно актуальна в связи с быстрым ростом количественных и качественных характеристик вычислительных систем, а также стремительным увеличением объема накопленных знаний в различных областях науки и техники. С информационно-коммуникационными технологиями связано одно из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. Решение современных задач физики, материаловедения, химии, биологических наук, расчеты для нужд экономики и финансового сектора, для нужд регионов и т. д. требуют привлечения суперкомпьютерных, или параллельных, технологий. Будущие специалисты в области ИТ-сферы должны иметь компетенции, связанные с применением суперкомпьютерных вычислений для решения практических задач. Наличие учеб-

но-методической литературы по параллельному программированию не в полной мере решает вопросы подготовки специалистов IT-направлений на уровне мировых стандартов, поскольку подавляющая часть книг по этой тематике посвящена описанию либо общих теоретических аспектов параллельных вычислений, либо отражает только частные, сугубо практические стороны работы. Учебное пособие «Практикум по параллельному программированию» помогает восполнить указанный пробел между теорией и практикой высокопроизводительных вычислений.

Книга «Практикум по параллельному программированию» является современным и методически продуманным введением в методы параллельного программирования.

Ориентированность на практическое применение знаний и на формирование компетенций в области решения реальных вычислительных задач – одна из важнейших положительных черт данного учебного пособия. Изложение материала

© Абрамян М. Э., 2018

ведется в рамках практико-ориентированного подхода.

Книга написана учеными Воронежского государственного университета (ВГУ) на основе многолетнего опыта преподавания курсов параллельного программирования для студентов как бакалавриата, так и магистратуры. Важно заметить, что этот опыт не является оторванным от практики, поскольку в ВГУ уже много лет успешно функционирует вычислительный кластер, входящий в состав Национальной Суперкомпьютерной Технологической Платформы (НСТП) и дающий возможность непосредственно применять методы параллельного программирования на современной вычислительной системе, на текущий момент стоящей в одном ряду с ведущими академическими суперкомпьютерными центрами нашей страны. Учебное пособие адресовано студентам, аспирантам и преподавателям университетов и технических вузов, в которых осуществляется подготовка специалистов в области информационных технологий.

Как известно, существуют два основных подхода к программированию современных вычислительных систем: распараллеливание на основе многопоточности в системах с общей памятью и применение технологий обмена сообщениями в распределенных системах. Оба эти подхода детально рассматриваются в учебном пособии. Тщательно отобранный и внутренне согласованный материал книги дает описание различных сторон высокопроизводительных вычислений.

Учебное пособие написано в соответствии с Государственными образовательными стандартами широкого спектра направлений подготовки в IT-сфере: бакалавров 09.03.02 – «Информационные системы и технологии», 09.03.03 – «Программная инженерия», 02.03.01 – «Математика и компьютерные науки», 02.03.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии», направления подготовки магистров 02.04.01 – «Математика и компьютерные науки», 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Содержание книги соответствует рабочим программам курсов «Параллельное программирование», «Параллельные алгоритмы обработки данных», «Технологии параллельных вычислений», «Параллельные и GRID-технологии».

Пособие состоит из введения, шести глав и приложений.

Начинается книга с краткого введения в методы высокопроизводительных вычислений. В первой главе представлен обзор основных средств параллельного программирования и рассматри-

вается классификация архитектур вычислительных систем.

Во второй главе проанализированы основные законы параллельных вычислений – закон Амдала, лемма Брента, теорема об эмуляции. Изучение строгих математических результатов, на которых базируются современные суперкомпьютерные технологии, безусловно, необходимо всем обучающимся, получающим образование в области IT-технологий. В рамках модели PRAM рассматриваются количественные характеристики эффективности параллельных алгоритмов. Вводится понятие графа «операции – операнды» и формулируются условия Бернштейна. Следует отметить, что такого рода детальное изложение фундаментальных законов параллельных вычислений в отечественной литературе встречается достаточно редко.

Следующие две главы содержат описание широко используемых технологий параллельного программирования.

В третьей главе рассматривается среда программирования вычислительных систем с общей памятью OpenMP и применяемая при работе с данной средой модель вычислений. На примере технологии OpenMP приводятся реализации базовых параллельных алгоритмов, среди них – алгоритм суммирования элементов массива, сортировки данных, основные матричные операции, метод статистических испытаний Монте-Карло. Дано описание основных директив OpenMP, функции и переменных окружения, способов синхронизации. Большое внимание уделено способам построения алгоритмов, их асимптотическому анализу и реализации в виде работоспособного кода программ.

Четвертая глава посвящена описанию технологии программирования систем с распределенной памятью MPI. Подробно рассматриваются процессы компиляции и запуска параллельной программы в среде MPI, важнейшие функции среды, операции попарного обмена сообщениями в блокирующем и неблокирующем вариантах, коллективные операции передачи данных, способы измерения времени работы параллельной программы для анализа ускорения и эффективности. Авторы ограничились подробным изложением основных возможностей стандарта MPI 1.1. Данный подход является вполне оправданным, поскольку на стандарте 1.1 основано большинство современных программных реализаций MPI. Кроме того, рассмотрение дополнительных средств интерфейса MPI привело бы к существенному увеличению объема книги. Для ознакомления с возможностями технологии MPI, появившимися в стандарте версии 2.0, заинтересованный читатель

может обратиться к другим учебникам и учебным пособиям (например, [1, 2]).

В пятой главе на основе представленных в данном пособии методов демонстрируется пример использования параллельных технологий для решения сложной физической задачи.

Шестая глава содержит ответы, указания и решения задач. Данная глава имеет достаточно большой объем, что связано с приведением во многих случаях подробных решений, в том числе с образцами кода программ, что решает методическую задачу формирования базовых навыков использования многопроцессорных вычислительных систем у студентов с небольшим опытом подготовки в области программирования.

В приложениях содержится справочная информация, включающая методы анализа алгоритмов, описание работы с командным интерпретатором операционной системы Linux, теоретические основы Фурье-анализа. Наличие в книге справочной информации позволяет уменьшить потребность в обращении к специализированной справочной литературе. Кроме того, с помощью приложений решается методическая задача формирования у обучающихся навыков работы с командной оболочкой, реализующей взаимодействие пользователя с суперкомпьютерной системой.

В результате работа с книгой практически не требует обращения к дополнительным источникам. Наличие обширных справочных материалов и рекомендаций по установке параллельных сред и запуску компьютерных программ на конкретных вычислительных системах позволяет получить навыки параллельного программирования при минимальной подготовке читателя в области информационно-коммуникационных технологий. Требуется только знание основных конструкций алгоритмического языка Си, с помощью которого реализованы представленные в книге алгоритмы и описаны решения задач. Выбор языка Си следует считать удачным, поскольку этот язык, с одной стороны, широко известен, а с другой стороны, является одним из основных языков для суперкомпьютерных вычислений.

Заключительную часть пособия составляет библиографический список, в который включены современные источники информации (в том числе и электронные) по программированию многопроцессорных вычислительных систем, а также указатель имен и предметный указатель. Наличие тщательно подготовленного справочного аппарата издания делает более удобной работу с книгой как для обучающегося, так и для преподавателя или специалиста.

Остановимся подробнее на способах подачи учебного материала. Каждая глава начинается с теоретической части, где задается используемая терминология и приведены основные положения и методы параллельного программирования. В тексте, наряду с базовыми определениями, теоретическими положениями и моделями вычислений, содержатся указания по их использованию при разработке параллельных программ. Далее проводится подробный разбор нескольких типовых задач. Завершается глава списком контрольных вопросов, служащих для проверки и закрепления теоретической части материала, затем даются задачи для решения в аудитории или в компьютерном классе. Их можно использовать и для самостоятельной работы.

Книга рассчитана на широкий уровень подготовки читателей – от студентов младших курсов, только начинающих знакомиться с предметом, до магистрантов, аспирантов, научных сотрудников и специалистов. Изложение ведется на достаточно строгом математическом уровне, все утверждения (леммы, теоремы) приводятся с доказательством, либо даются ссылки на специализированную литературу по изучаемой теме. Наличие учебного материала, охватывающего построение и анализ параллельных алгоритмов, отличает данную книгу от многих руководств по высокопроизводительным вычислениям, имеющих на русском языке.

Заметим, что в предлагаемых примерах и задачах большое внимание уделяется проблеме обеспечения необходимой точности вычислений. Во всех случаях строго оговариваются требуемые от компьютерной программы границы погрешностей вычислений. Тексты программ, представляющих решение как типовых, так и наиболее сложных задач, приводятся обычно целиком, без сокращений, что особенно важно при первоначальном знакомстве с материалом книги.

Тексты программ, использованные для иллюстрации рассматриваемых методов, написаны качественно и с большим количеством поясняющих комментариев. Авторы пособия провели тщательную проверку программного кода в Суперкомпьютерном центре Воронежского государственного университета, использующегося в настоящее время не только для учебных целей, но и для решения реальных научно-практических задач в различных областях естествознания. В связи с этим можно утверждать, что книга является полезной для студентов старших курсов бакалавриата, магистрантов и аспирантов. Даже опытные специалисты в области параллельных технологий найдут интересный и важный материал по анализу точности вычислений.

Изложение ведется методически грамотно, в последовательности от относительно простого материала к более сложному. Психолого-педагогические требования к содержанию соблюдены. Наличие иллюстраций (около 30 рисунков и схем) помогает заострить внимание читателя на принципиальных деталях изучаемых методов.

Подводя итог, можно отметить, что учебное пособие С. В. Борзунова, С. Д. Кургалина и А. В. Флегеля «Практикум по параллельному программированию» дает возможность обучающимся, а также преподавателям, научным сотрудникам и специалистам в области IT-сферы приобрести и закрепить знания, умения и практические навыки в решении задач с применением современных суперкомпьютерных технологий. Наличие в пособии теоретических материалов, подробно разобранных примеров решения вычислительных задач, а также присутствие заданий для самостоятельной работы делает его полезным как для преподавания в вузах курсов, связанных с параллельным программированием, так и для использования

исследователями и программистами для проведения расчетов на параллельных компьютерных системах.

На наш взгляд, рецензируемая книга окажется особенно полезной для самостоятельного обучения и для использования в системе повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Сочетание наглядности, доступности и строгости изложения позволяет поместить рецензируемую книгу «Практикум по параллельному программированию» в один ряд с признанными учебниками по высокопроизводительным вычислениям. Книга, безусловно, будет полезна и интересна самому широкому кругу специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP / А. С. Антонов. – М. : Изд-во МГУ, 2012. – 344 с.

2. Абрамян М. Э. Параллельное программирование на основе технологии MPI 2.0 / М. Э. Абрамян. – Ростов н/Д. ; Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2018. – 358 с.

Южный федеральный университет

Абрамян М. Э., кандидат физико-математических наук, доцент, кафедры алгебры и дискретной математики

E-mail: mabr@sfedu.ru

Southern Federal University

Abramyan M. E., PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Algebra and Discrete Mathematics Department

E-mail: mabr@sfedu.ru