

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАКОМПЬЮТИНГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРОБЛЕМ

Е.В. Макаренко, С.А. Семериков

г. Кривой Рог, Криворожский государственный педагогический университет

В последние десятилетия наблюдается бурное развитие средств вычислительной техники. Широко используются сетевые средства для создания вычислительных комплексов, обладающих большой мощностью.

Вместе с развитием высокоскоростной сетевой инфраструктуры в начале 90-х годов возник термин “метакомпьютинг”. **Метакомпьютер** – множество компьютеров, вплоть до нескольких миллионов, которые параллельно, то есть одновременно решают одну и ту же проблему. Компонентами метакомпьютера могут быть как простейшие ПК, так и мощные массивно-параллельные системы. Нельзя путать понятия “метакомпьютер” и “суперкомпьютер”. **Суперкомпьютер** – множество компьютерных блоков, связанных не просто сетью, а высокоскоростной сетью. Самое главное и самое дорогое в суперкомпьютере – сверхбыстрая связь между блоками. Метакомпьютер, в отличие от суперкомпьютера, – это объединенные низкоскоростной сетью компьютеры, решающие одну задачу. Таким образом, метакомпьютер – частный случай суперкомпьютера. Однако, суперкомпьютер имеет свою область применения, а метакомпьютер – свою.

Выделяют следующие формы метакомпьютинга:

1. *Настольный суперкомпьютер.* Пользователь получает возможность запускать свои задачи на удаленных вычислительных установках с таким объемом вычислительных ресурсов, которые необходимы для успешного счета. При этом от пользователя не требуется искать подходящие не занятые мощности: распределять задачи в сети в соответствии с их запросами – функция метакомпьютера. В рамках метакомпьютинга разрабатываются схемы глобальных прав доступа, дающие возможность пользователю вступать во временное владение найденными ресурсами без персональной регистрации на исполнительной установке и одновременно гарантирующие надежную защиту. Пере-

ход к работе в режиме настольного суперкомпьютинга достаточно безболезнен как для пользователей, так и для программистов – фактически они работают со штатными ОС исполнительных установок.

2. *Интеллектуальный инструментальный комплекс.* Практический опыт из многих прикладных областей показывает, что быстро считать недостаточно: часто необходимо в реальном времени собирать большие объемы данных, поступающих с датчиков, производить анализ текущей ситуации, вырабатывать решения и выдавать управляющие воздействия. Все это требует тесной интеграции управления, обработки данных разного вида, моделирования процессов, визуализации в реальном времени. Вычислительные комплексы такого рода получили название интеллектуальных инструментов. Этот вариант метакomпьютера характеризуется распределением обработки по сети, а, следовательно, требует высокопроизводительных линий связи. Кроме того, создание таких приложений требует разработки специальных средств для реализации взаимодействия программных компонентов, выполняющихся на разнесенных вычислительных системах.

3. *Сетевой суперкомпьютер.* При таком подходе идея метакomпьютинга доводится до логической завершенности, а именно: масштабирование всех возможных вычислительных ресурсов путем прозрачного бесшовного объединения посредством сети отдельных вычислительных установок разной мощности. Составляющими элементами такой конструкции могут быть суперкомпьютеры, серверы, рабочие станции и даже персональные компьютеры. Отличительной особенностью этой формы является то, что суммарные ресурсы агрегированной архитектуры могут быть использованы в рамках одной задачи.

Наилучшим образом для решения на метакomпьютерах подходят так называемые задачи поискового и переборного характера. При этом вычислительные узлы практически не взаимодействуют во время счета и основную часть работы производят независимо друг от друга.

Классическим примером задач поискового и переборного типа являются задачи теории чисел. Современные вычислительные сети, объединяющие персональные компьютеры и рабочие

станции, в силу относительно медленного обмена данными между элементами сети, наилучшим образом подходят для решения теоретико-числовых задач.

Наиболее популярной теоретико-числовой проблемой стало нахождение в распределенных вычислениях новых простых чисел. По мнению специалистов, это одна из самых занимательных задач теории чисел. Всегда привлекала и очаровывала математиков проблема распределения простых чисел в бесконечном ряду натуральных. Чем дальше двигаться по натуральному ряду, тем меньше можно встретить простые числа.

Другой проект из области теории чисел – нахождение чисел Мерсенна. Эти числа получаются, если двойку возвести в степень какого-нибудь простого числа, а потом отнять единицу. Распределенный поиск этих чисел идет с 90-х годов, в нем участвуют тысячи математиков-энтузиастов, но до сих пор известно лишь 39 таких чисел.

Не так давно 20-летним канадским студентом Майклом Камероном было найдено самое большое из открытых до сих пор простых чисел. И это не только простое число, а число Мерсенна. Это число содержит 4053946 знаков. Майкл Камерон совершил свое открытие в рамках международного проекта GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search) – проект по поиску простых чисел Мерсенна. Данный проект построен на разделении труда между подключенными к Интернету персональными компьютерами.

При всей, казалось бы, практической бесполезности, решение громоздких задач из области теории чисел позволило коренным образом усовершенствовать и отладить схему распределённых вычислений. Любопытно, что это лишний раз доказало тезис Леонарда Эйлера о полезности изучения простых чисел. Он писал в 18 веке: «Из всех проблем, рассматриваемых в математике, нет таких, которые считались бы в настоящее время более бесплодными и лишенными приложений, чем проблемы, касающиеся природы чисел и их делителей. <...> В этом отношении нынешние математики отличаются от древних, придававших гораздо большее значение исследованиям такого рода. <...> Кроме того, что отыскание истины само по себе казалось им похвальным и достойным человеческого познания, древние хорошо чув-

ствовавали, что при этом замечательным образом развивается изобретательность, и перед человеческим разумом раскрываются новые возможности решать сложные задачи. Математика, вероятно, никогда не достигла бы такой высокой степени совершенства, если бы древние ученые не приложили столько усилий для изучения вопросов, касающихся природы чисел и их делителей».

Как показали наши исследования, решение теоретико-числовых проблем средствами метакомпьютинга обладает высоким обучающим потенциалом и может быть использовано для иллюстрации таких тем школьного курса математики, как история возникновения понятия числа, системы счисления и их историческое развитие, делимость чисел по модулю, признаки делимости для отдельных чисел, алгоритм Эвклида для нахождения НОД, природа простых и «интересных» чисел, способы поиска простых чисел и т.п. Такой подход был воплощен в факультативном курсе для учащихся 9-11 классов «Живые числа», основной задачей которого является раскрыть притягательные стороны математики и приподнять завесу, определяющую элементарную (школьную) математику от высшей.

Литература:

1. Коваленко В., Корягин Д. Вычислительная инфраструктура будущего. // Открытые системы. – 1999. – № 11-12.
2. Коваленко В., Коваленко Е., Корягин Д., Любимский Э., Хухлаев Е. Управление заданиями в распределенной вычислительной среде. // Открытые системы. – 2001. – № 5-6.
3. Коваленко В., Коваленко Е. Пакетная обработка заданий в компьютерных сетях. // Открытые системы. – 2000. – № 7-8.
4. Коваленко В. Проблемы сетевых файловых систем. // Открытые системы. – 1999. – № 3.
5. Буряк В.К., Макаренко Е.В. Факультатив «Живые числа». // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Вип. 3. – Т. 2. – Кривий Ріг, 2003.