

МАЛЫЕ ФОРМЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ: РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

Е. Антал, О. Граничин, В. Княев, С. Леви

Быстрое развитие вычислительной техники, появление суперкомпьютеров для решения сложнейших задач в области физики высоких энергий, климатологии, тектоники, геологии, в технических и промышленных сферах привели к необходимости разработки новой парадигмы и новых технологий вычислений. Многоядерные процессоры и мощные кластерные системы не давали большого выигрыша в производительности при решении указанных задач, если их запрограммировали классическим «линейным» способом. В настоящее время уже существуют хорошо разработанные методы параллельных вычислений, подкрепленные соответствующими инструментальными средствами программирования, которые позволяют изначально писать распараллеленный код и оценивать эффективность работы процессорных или кластерных систем.

Всё это потребовало разработки новых учебных курсов и пересмотра учебных программ в университетах для организации обучения в сфере высокопроизводительных вычислений. Ведущие университеты уже имеют в своем «инструментальном» активе мощные и супермощные компьютерные системы – достаточно вспомнить недавно запущенный в эксплуатацию в МГУ суперкомпьютер «Ломоносов» и суперкомпьютеры семейства СКИФ «Аврора» [1-3].

Понятно, что сама по себе эта мощная техника ничего не решит, если не будет специалистов, которые умели бы работать на ней и загружать её задачами соответствующей сложности. Однако разработка новых учебных курсов оказалось не простым делом, как могло показаться с первого взгляда, – не было требований к таким курсам, стандартов Министерства, очерченных подходов к их формированию и многое другое. Именно поэтому очень своевременно прозвучала идея образовать «Суперкомпьютерный консорциум университетов России», целью которого были разработка и выполнение комплекса мероприятий, направленных на эффективное использование потенциала Высшей школы для развития и внедрения суперкомпьютерных технологий в российское образование, науку и промышленное производство. Одной из форм реализации деятельности консорциума стало организация проекта «Интернет-университет суперкомпьютерных технологий». Инициатором, организатором научным руководителем проекта является член-корреспондент РАН Владимир Валентинович Воеводин.

Цель проекта – массовая подготовка специалистов в области суперкомпьютерных технологий с активным использованием возможностей глобальной сети Интернет. Для достижения поставленных целей были запланированы следующие задачи:

- разработка научно-методического обеспечения для проведения занятий в области суперкомпьютерных технологий;
- подготовка новых и адаптация существующих курсов лекций;
- создание организационных предпосылок для дистанционного обучения, в порядке эксперимента, группы из 50-100 человек;
- масштабирование проекта для одновременного дистанционного обучения группы из нескольких сотен слушателей.

Соисполнителями проекта стали научно-исследовательский вычислительный центр МГУ (НИВЦ МГУ), ННГУ им. Н.И. Лобачевского, СПбГУ, компания «ИНТУИТ.РУ», издательство «Открытые системы». Профессоры В.П.Гергель (ННГУ) и С.А.Немнюгин (СПбГУ) в осеннем семестре 2008 года провели первые чтения лекций в рамках проекта (www.hrcu.ru). Начальный образовательный комплекс состоял из 2-х курсов: «Теория и практика параллельных вычислений» (В.Гергель) и «Основы параллельного программирования с использованием MPI» (С.Немнюгин). Первый опыт оказался удачным, и комплекс получил дальнейшее развитие в виде совокупности других курсов по технологиям высокопроизводительных вычислений (НРС). Эти курсы читали С.А.Жуматий., В.А.Крюков, М.В.Якобовский, В.А.Бахтин.

В Санкт-Петербургском государственном университете проект успешно развивается на базе Межфакультетской учебно-исследовательской лаборатории СПРИНТ, созданной при поддержке корпорации Интел (координатор – заместитель директора НИИ Информационных технологий математико-механического факультета СПбГУ В.И.Княев). Корпорация заинтересовалась проектом и выделила средства для закупки необходимого оборудования для создания полноценной Интернет-студии. Благодаря этому существенно улучшились условия проведения занятий [4].

Отметим несомненную пользу такой формы проведения занятий и широкую популяризацию технологий суперкомпьютерных вычислений. В рамках деятельности Лаборатории СПРИНТ в течение ряда лет выполняются проекты с применением НРС – это, например, моделирование распространения заряженных частиц и жесткого электромагнитного излучения в различных средах, в том числе в биологических тканях; расчеты режимов облучения для модели человека с использованием геометрических объемных элементов

(voxel); балансировка работы в Grid-сетях различной конфигурации; распараллеливание для многоядерных процессоров Intel и создание коллекций программ для обучения технике распараллеливания вычислений [5].

Всё это можно отнести к «крупным» формам работы с технологиями высокопроизводительных вычислений. Однако в нашем докладе мы хотели бы привлечь внимание к так называемым «малым» формам НРС, когда реализация сложных задач происходит не на мощных суперкомпьютерах, а на мобильных пользовательских платформах. Одной из таких перспективных платформ в настоящее время является платформа на базе двухъядерного процессора Атом от корпорации Интел. На основе этого процессора можно реализовать множество задач, для которых необходимо заданное быстродействие в распределенных системах в режиме реального времени. Такие задачи являются хорошим «полигоном» для обучения студентов сложным технологиям высокопроизводительных вычислений. Положительным фактором здесь является то, что результат виден практически сразу.

В рамках деятельности лаборатории СПРИНТ было организовано несколько студенческих проектов, посвященных исследованию наиболее перспективных направлений в разработке программного обеспечения для быстродействующих локальных вычислительных систем. При формировании тем для студенческих работ особое внимание уделялось разработке мобильных приложений и программного обеспечения для встроенных систем на базе процессора Атом, работающих в заданных режимах реального времени. Именно поэтому в качестве основных направлений были выбраны, например, проекты по формированию и функционированию мультиагентной системы для управления автономной группой беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и по адаптации операционной системы Moblin для использования в бортовом компьютере автомобиля.

В рамках первого направления было предложено краткое изучение систем легкого БПЛА, выполняющего автономный полет, рассмотрены наиболее популярные открытые системы автоматического управления бортом. Вниманию студентов был представлен запатентованный программно-аппаратный комплекс, разработанный на математико-механическом факультете СПбГУ. Основным преимуществом данного решения является наличие программной и аппаратной составляющей для мультиагентного решения различных задач группой БПЛА. В качестве основного задания для проекта была выбрана реализация стратегии для оптимизации энергопотребления аппаратов, летящих в группе, за счет использования энергии восходящих воздушных потоков. Подробное описание взаимодействия БПЛА и результаты моделирования, показывающие ее эффективность, представлены в работах [6-7].

В рамках работы над этим проектом студенты подробно ознакомились с программной средой JADE (Java Agent Development Framework), которая использовалась для разработки мультиагентного поведения. Основной целью ставилась разработка полноценного программного комплекса для бортового микрокомпьютера летательного аппарата, на который устанавливается легкая версия дистрибутива ОС Linux и JVM (Java Virtual Machine). Бортовой микрокомпьютер отвечает за реализацию сложных стратегий для БПЛА, обмен сообщениями с другими БПЛА группы и с базовой станцией. При этом программное обеспечение, запускаемое на нем написанное на языке Java, выполняется как легковесный процесс.

Второй проект был посвящен адаптации операционной системы Моблин для CarPC – бортовых компьютеров устанавливаемых (чаще всего – владельцами) в автомобилях. Проект отличается охватом широкого диапазона технологий и возможностью прямого внедрения на рынок аналогичных устройств. В качестве первого шага была выбрана разработка приложения, реализующего Bluetooth Hands-Free profile, иными словами различные функции Bluetooth-устройства. В проекте были представлены задачи разной специфики и сложности, начиная с создания пользовательского интерфейса и до разработки драйверов ядра, что позволило собрать студентов различных профилей и продемонстрировать на небольшом проекте (по достаточно сложной задаче) работу группы разработчиков.

Результаты, которые уже получены в рамках работы над проектами, вселяют оптимизм. Главное, чего удалось достичь в течение нескольких месяцев, – это отладка процесса разработки, регламента поведения участников проекта и повышения эффективности их взаимодействия. Студентами был освоен ряд достаточно сложных технологий, в том числе и в сфере НРС, которые будут необходимы ему как для работы по проекту, так и в дальнейшей работе. Описанные проекты находятся на сегодняшний день в стадии активной разработки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воеводин Вл.В. «11-я редакция списка Top50 самых мощных компьютеров СНГ – интрига ожидания...» // Доклад на Всероссийской суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность», Абрау-Дюрсо, 21 – 26 сентября 2009 г.
2. Абрамов С.М., Анищенко В.В., Криштофик А.М., Парамонов Н.Н. «Первые технические решения суперкомпьютерного направления «СКИФ» ряда 4» // Доклад на Всероссийской суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность», Абрау-Дюрсо, 21 – 26 сентября 2009 г.
3. Кияев В.И., Немнюгин С.А. Нужны ли России суперкомпьютеры и технологии суперкомпьютерных вычислений: вопрос, который часто звучит – Прикладная информатика, № 4, 2009 г.
4. Баркалов К.А., Гергель В.П., Кияев В.И., Немнюгин С.А. Образовательный проект «Интернет-университет суперкомпьютерных технологий» в Нижегородском и Санкт-Петербургском университетах. //

Сборник докладов Восьмой открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации», Петрозав. гос. ун-т, Петрозаводск, 2010, с. 114-118

5. Вахитов А.Т., Граничин О.Н., Кияев В.И., С.А.Немногин Об опыте деятельности лаборатории СПРИНТ СПбГУ по подготовке ИТ-специалистов в области высокопроизводительных вычислений // Доклад на Всероссийской суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность», Абрау-Дюрсо, 21 – 26 сентября 2009 г.
6. Амелин К.С., Антал Е.И., Васильев В.И., Граничина Н.О. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов // Стохастическая оптимизация в информатике, СПбГУ, 2009, с. 157–166.
7. Antal C, Granichin O., Levi S. Adaptive Autonomous Soaring of Multiple UAVs Using SPSA (представлена на конференцию CDC 2010)