

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА КАК ОСНОВА КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Пярнпуу А.А.

Московский государственный авиационный институт
(технический университет), г. Москва

*Работа выполнена в рамках ФЦП «Интеграция» (проект № В 0002)
при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных
исследований (грант № 00-01-00635)*

Эффективное использование многопроцессорной высокопроизводительной вычислительной техники предполагает внедрение современных информационных технологий, в частности, методов параллельных вычислений. Таким образом, создание компьютерной инфраструктуры любой учебно-научной организации связано как с построением высокопроизводительной интегрированной среды, так и с организацией параллельных вычислений.

Создаваемая в Московском государственном авиационном институте (техническом университете) (МАИ) компьютерная инфраструктура ориентируется, в первую очередь, на организацию процессов ведения совместных учебно-исследовательских проектов авиационно-космической направленности как при подготовке специалистов, обладающих передовыми знаниями и навыками разработки и применения современных инструментальных средств для создания авиационно-космических систем, так и при выполнении научно-технических разработок, проводимых специалистами МАИ в тесном контакте с отечественными и зарубежными академическими и промышленными организациями.

В течение последних двух лет в МАИ созданы высокопроизводительная интегрированная среда (кластер) МАИ806 на базе архитектурных и программных решений платформ Intel и Alpha, высокопроизводительный комплекс параллельных вычислений - Linux-кластер, учебно-инженерный центр коллективного пользования на базе компьютеров SGI, существенно усовершенствована информационно-вычислительная сеть института, получили дальнейшее развитие Internet-сеть в институте и обеспечение информационной безопасности ее использования, реконструирована распределенная вычислительная сеть, объединяющая высокопроизводительные компьютеры различных подразделений института в единую вычислительную систему.

В институте реализован первый этап создания распределенной системы высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютеринга с

целью предоставления современных технических средств для решения фундаментальных научных проблем и подготовки высококвалифицированных специалистов в области авиации и космонавтики, суперкомпьютинга и параллельных вычислений

Высокопроизводительная интегрированная вычислительная среда (кластер) МАИ806 включена в общую сеть института, локальные сегменты которой соответствуют основным подразделениям (факультетам) и подключаются к центральному маршрутизатору оптоволоконными линиями высокой пропускной способности. Локальные сегменты обеспечивают скорость передачи данных 100 Мбит/с. Коллизионные области локальных сегментов ограничены либо маршрутизаторами (ПЭВМ с несколькими сетевыми картами), либо автоматическими Switch-Hub, поддерживающими режим Full Duplex. Сетевые контроллеры ЭВМ Alpha также поддерживают режим Full Duplex, поэтому скорость обмена в клиент-серверной высокопроизводительной среде может достигать 200 Мбит/с. Клиентами высокопроизводительного кластера являются персональные ЭВМ традиционной Intel-архитектуры, объединенные в рамках точечного сегмента вычислительной сети.

Высокопроизводительный комплекс параллельных вычислений опирается на операционную систему Linux и объединяет собственно Linux-кластер, построенный на базе стандартных процессорных блоков персональных компьютеров и высокопроизводительных компьютеров (Alpha, SGI) ряда подразделений института. При создании системы реконструирована Intranet-сеть института, объединяющая высокопроизводительные компьютеры различных подразделений института в единую вычислительную систему, и частично решены вопросы обеспечения информационной безопасности ее использования.

Вычислительная среда учебно-инженерного центра коллективного пользования структурируется на следующие информационные уровни: узел коллективного доступа, сектор инженерного проектирования и моделирования, сектор видеообработки, информационный сервер.

Программное обеспечение интегрированной среды допускает подключение пользователей с разными операционными системами. В настоящее время, помимо UNIX-клиентов и стандартных ftp и telnet протоколов, возможен интерфейс с рабочими местами Windows 9x/NT/2000 посредством Samba, Sharity и др.

Основным инструментарием распараллеливания пользовательских процессов в высокопроизводительном

вычислительном кластере МАИ является библиотека Message-Passing Interface/Environments (MPI/MPE).

В основе сетевого объединения лежит опорная оптоволоконная сеть института, проложенная между всеми корпусами института, позволяющая производить обмен информацией со скоростью передачи 100 Мбит/с (с возможностью увеличения пропускной способности до 1 Гбит/с). Опорная сеть построена на принципах архитектуры звезда.

Доступ к вычислительной среде открыт для всех учебных и научных подразделений института и осуществляется по протоколам Ethernet и TCP/IP.

Представленная вычислительная система и ее реализация демонстрируют возможность создания высокопроизводительного вычислительного комплекса на базе стандартных компьютеров с небольшими материальными затратами.

Вычислительная система используется как для обучения методам высокопроизводительных параллельных вычислений, так и для решения многомерных задач динамики летательных и космических аппаратов, задач аэроакустики оболочек и аэроупругости, для разработки новых высокотехнологичных радиолокационных систем, исследования и расчета характеристик силовых приводов гидравлических систем летательных аппаратов и пневматических амортизаторов, моделирования процессов газовой динамики и гемодинамики, динамики разреженного многокомпонентного газа, экологии верхней атмосферы, построения численных стохастических моделей межзвездной среды, горячих корон и т.д.

Высокопроизводительная интегрированная среда (кластер) МАИ806 состоит из двух однопроцессорных и одной двухпроцессорной ЭВМ, базирующихся на архитектурных решениях от Alpha Processor Inc. (API) Samsung Electronics Co. Центральное звено кластера - двухпроцессорная ЭВМ UP2000.

Высокопроизводительный комплекс параллельных вычислений построен на базе стандартных процессорных блоков персональных компьютеров. Для управления используется отдельный компьютер с расширенными функциональными возможностями, такими, например, как отображение графической информации, хранение управляющей информации и др.

Задача пользователя выполняется на четырех процессорах независимо от их загруженности другими процессами. В случае низкой загруженности процессоров наблюдается практически линейное увеличение быстродействия. При увеличении загрузки процессоров

необходимо вносить поправочный коэффициент понижения производительности.

Высокопроизводительный кластер МАИ806 функционирует в непрерывном режиме. Время работы пользователей не ограничено. В настоящее время выходы пользователей на Alpha-кластер крайне неравномерны. Иногда загрузка кластера достигает 80%, однако в определенные периоды она составляет лишь 10–15%. Загрузка инфраструктуры кластера (клиентских рабочих мест со специализированным программным обеспечением обработки и визуализации результатов) более равномерная и составляет в среднем 70–80%. Таким образом, время на анализ полученных результатов ресурсоемких расчетов превышает время самих расчетов.

Проведены эксперименты по анализу каналов связи с внешними абонентами, имеющими комплексы МВС (Санкт-Петербург и ИПМ РАН, Москва). Получены результаты, показывающие возможность работы с такими удаленными вычислительными комплексами, например, время установления соединения с Санкт-Петербургом около 16 мс, скорость обмена информацией до 50 Кбит/с.

В рамках федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки» целесообразно дальнейшее развитие материально-технической и информационной базы созданного центра высокопроизводительных вычислений в МАИ в следующих основных направлениях:

1. Развитие высокопроизводительного вычислительного Alpha-кластера МАИ806.
2. Применение в реальных ресурсоемких приложениях технологий пассивного и активного распараллеливания вычислительных алгоритмов с использованием стандартных средств распараллеливания программ MPI(MPE) для разных языков программирования.
3. Оснащение высокопроизводительного комплекса параллельных вычислений на базе Linux-кластера соответствующим программно-информационным обеспечением
4. Создание информационного Internet-портала МАИ с N-уровневой архитектурой серверов подразделений (факультетов) и обеспечением доступа к имеющимся и создаваемым высокопроизводительным внешним вычислительным ресурсам.
5. Создание материально-технической базы для организации и проведения Internet-телеконференций по обмену опытом и внедрению новых высокопроизводительных технологий в науку, промышленность и образование.