

Пользовательский интерфейс для кластера СКИФ

Буза М.К.; Кондратьева О.М.; Шукело В.О.

Кафедра многопроцессорных систем и сетей

Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

e-mail: bouza@bsu.by, kondratjeva@bsu.by, vi0oss@gmail.com

Аннотация—Предлагается графический интерфейс для управления прохождением задач на суперкомпьютере СКИФ. Интерфейс автоматизирует основные операции, выполняемые пользователями суперкомпьютера.

Ключевые слова: суперкомпьютер СКИФ; графический пользовательский интерфейс

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время доступ к вычислительным ресурсам кластера предъявляет достаточно высокие требования к квалификации пользователей. Им необходимо знать много дополнительных деталей чисто технического характера: копирование файлов на суперкомпьютер и обратно, получение доступа к командной строке кластера, умение работать с командной строкой.

В данной работе предлагается графический интерфейс, который автоматизирует основные операции, выполняемые пользователями кластера, и используется на суперкомпьютере СКИФ БГУ.

II. СУПЕРКОМПЬЮТЕР СКИФ БГУ

В феврале 2010 года был открыт суперкомпьютерный центр "СКИФ-БГУ", в котором установлен кластер "СКИФ К-1000-05". Установка суперкомпьютера в БГУ позволяет научным сотрудникам решать сложные исследовательские задачи, а студентам – осваивать суперкомпьютерные технологии.

Доступ к суперкомпьютеру СКИФ БГУ осуществляется с любого компьютера локальной сети БГУ. Вход осуществляется по протоколу SSH. На СКИФе используется дистрибутив GNU/Linux «Fedora Core». Операционная система обеспечивает основу для выполнения всех остальных программ. Для того чтобы запустить задачу на кластере, необходимо использовать систему управления заданиями Torque PBS.

Для работы на кластере с персонального компьютера пользователю необходимо установить программы, которые обеспечат удаленный доступ к командной строке сервера для запуска задач и возможность обмена файлами между компьютером и сервером.

Пользователь с операционной системой Windows на локальной машине может подключиться к командному интерфейсу кластера, используя SSH-клиент PUTTY, который является лучшей из бесплатных программ [1].

Для обмена файлами между компьютером и сервером можно использовать программы с

графическим интерфейсом. Например, для пользователей, у которых на локальной машине установлена система Windows, программы WinSCP [2] и FileZilla [3] поддерживают передачу файлов и не требуют работы с командной строкой.

А дальше пользователь с неадминистративным уровнем полномочий, работа которого с кластером заключается в выполнении на нем своих вычислительных задач, осуществляет традиционные операции через интерфейс командной строки: компиляция и запуск приложений, просмотр результатов, слежение за процессом выполнения.

Существуют некоторые решения для управления кластером средствами графического интерфейса. Например, веб-портал для системы управления кластером компании Мелкон, который предоставляет пользователям возможность управлять прохождением своих задач [4]. Операционная система Clustrx, установленная на вычислительном кластерном комплексе МГУ «Ломоносов» (Т500), также имеет графический веб-интерфейс управления задачами, работающий в интернет-браузере [5]. По ряду причин было принято решение о разработке собственного графического интерфейса.

III. ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Суперкомпьютер СКИФ БГУ представляет собой однородный SMP-кластер. Кластер состоит из множества отдельных компьютеров (узлов), связанных между собой единой коммуникационной системой. В SMP-кластере в качестве узлов используются мультипроцессоры (мультипроцессорные компьютеры с общей памятью). Узлы имеют одну и ту же архитектуру и производительность, поэтому имеем однородный вычислительный кластер.

Параллельную программу можно написать, используя или разделяемые переменные, или обмен сообщениями. Обычно выбор диктуется типом архитектуры вычислителя, на котором будет выполняться программа. В параллельной программе, выполняемой на мультипроцессоре с общей памятью, обычно используются разделяемые переменные, а в программе для мультикомпьютера или сети машин – обмен сообщениями. Архитектура кластера СКИФ БГУ позволяет использовать как общую память, так и обмен сообщениями.

К наиболее важным инструментам для написания научных параллельных вычислительных программ относятся:

– технологии, предназначенные для многопроцессорных вычислительных систем с общей памятью – библиотека многопоточного

программирования POSIX Threads и директивы OpenMP;

– стандартная технология на основе модели передачи сообщений – библиотека MPI.

IV. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Разработанный графический интерфейс ориентирован на пользователей с неадминистративным уровнем полномочий, работа которых с кластером заключается в выполнении на нем своих вычислительных задач. Для таких пользователей интерфейс упрощает подготовку и управление заданиями. Пользователь может разрабатывать и отлаживать свою программу на локальном компьютере. А запустить правильно написанную параллельную программу на кластере можно через графический интерфейс, просто заполнив поля формы.

Интерфейс использует протокол SSH для подключения к серверу, закачивает и скачивает файлы, выполняет команды для запуска задач. Интерфейс поддерживает реализации на языке C/C++ на основе технологий POSIX Threads, OpenMP, MPI.

К числу основных операций, которые выполняет пользователь при запуске своих программ на кластере и которые поддерживаются интерфейсом, относятся:

- копирование исходных текстов программ и входных данных с локального компьютера на сервер;
- копирование выходных данных с сервера на локальный компьютер;
- запуск приложения на кластере;
- наблюдение за работой приложения;
- измерение времени выполнения приложения;
- удаление ненужных файлов с сервера.

Задача является основным объектом, с которым работает интерфейс. Задача выполняется на сервере и представляет программу с её входными данными и параметрами для обработки. К параметрам задачи относятся:

- имя задачи;
- состояние задачи;
- идентификатор задачи, присваиваемый системой при создании задачи;
- тип задачи; определяется используемой технологией (POSIX Threads, OpenMP, MPI);
- путь к файлу или директории с исходным текстом задачи на локальном компьютере;
- путь к файлу или директории с входными данными для задачи на локальном компьютере;
- путь к файлу или директории для выходных данных на локальном компьютере;
- количество или список узлов, запрашиваемых пользователем;
- время, которое отводится на выполнение задачи;
- параметры командной строки;
- время выполнения задачи;
- дата и время завершения задачи.

Значения одних параметров задаются пользователем, других – определяются и используются интерфейсом.

Физически задача может представлять собой:

– запись в базе данных, которая хранится на сервере;

– директория на сервере, в которой находится исходный текст, данные и результат работы программы;

– запись в системе управления заданиями о необходимости выполнения программы;

– набор данных в памяти.

Во время своего жизненного цикла задача может находиться в одном из следующих состояний:

- созданная задача;
- задача с ошибками компиляции;
- успешно скомпилированная задача;
- задача, добавленная в очередь на выполнение;
- выполняемая в данный момент задача;
- нормально завершившаяся задача;
- задача, которая завершилась неудачно или отменена;
- удаленная с сервера задача.

Таким образом, пользователь после нормального завершения задачи получит выходные данные на локальном компьютере и время, которое его задача выполнялась на суперкомпьютере.

Также интерфейс позволяет запустить задачу в режиме мониторинга. В этом режиме интерфейс сохраняет данные по загрузке вычислительных узлов, на которых работает приложение пользователя. Результаты мониторинга можно просмотреть в текстовом и графическом видах и использовать их для анализа производительности приложения.

Разработанный интерфейс предоставляет пользователю возможность запустить свое приложение как под управлением PBS, так и без него. Во втором случае программист должен перечислить узлы, на которых он хочет запустить задачу. Используя различные варианты запусков, можно получить реальные данные о влиянии конфигурации компьютера на программу.

Разработанный графический интерфейс интуитивно понятен и позволяет сосредоточиться пользователю кластера на сути выполняемых действий, а не на способе их выполнения. Фактически пользователь, нуждающийся для запуска своих приложений в суперкомпьютере, работает в привычном окружении на локальном компьютере, а на кластере «работает» интерфейс.

[1] PuTTY: Бесплатный Telnet/SSH Клиент [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://putty.org.ru/>.

[2] Guides to Using WinSCP [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://winscp.net/eng/docs/guides>.

[3] Документация – FileZilla – бесплатный FTP-клиент [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://filezilla.ru/documentation/>.

[4] Система управления кластером – Веб-интерфейс управления кластером – Компания Мелкон [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://melkon.com.ua/ru/8/sistema-upravleniya-klasterom.html>.

[5] Кластерный комплекс МГУ "Ломоносов". Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://parallel.ru/sites/default/files/cluster/T500_user_guide-3.pdf.