

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА УРО РАН

М.Л. Гольдштейн, А.В. Созыкин, Д.А. Усталов

Введение. Разработка программ для параллельных вычислительных систем (ПВС) является сложной задачей. Одним из вариантов упрощения этой задачи является применение предметно-ориентированных пакетов прикладных программ (ППП) со встроенной поддержкой параллельных вычислений. Однако такие пакеты сложны в установке и администрировании, пользователи ПВС, как правило, не могут установить, настроить и поддерживать работоспособность этих пакетов самостоятельно. Дополнительную сложность представляет перенос программы, подготовленной в таком пакете, с персонального компьютера пользователя на ПВС и запуск программы в параллельном режиме.

Облачные технологии позволяют решить перечисленные выше проблемы с использованием ППП. Вместо установки на персональные компьютеры пользователей, ППП устанавливаются в облачной платформе, пользователи работают с ними по модели SaaS. При этом установка ППП выполняется квалифицированными администраторами облачной платформы, а пользователи сразу получают доступ к установленным и настроенным пакетам.

Актуальной является задача создания облачной платформы, обеспечивающей возможность предоставления пользователям ППП для параллельных вычислений, интегрированных с ПВС по модели SaaS. Под интеграцией понимается возможность запуска задач на счет на ПВС из графического интерфейса ППП и обрабатывать результаты расчетов также с использованием графического интерфейса.

В статье представлен подход к созданию такой облачной платформы, применяемый в УрО РАН.

Обзор существующих подходов к созданию облачных платформ для вычислений. В настоящее время в России развивается несколько проектов по созданию облачных платформ для высокопроизводительных вычислений. Можно отметить следующие платформы:

- NanoCloud [1], создаваемую для нужд Национальной нанотехнологической сети под руководством «Курчатовского института».
- «Персональный виртуальный компьютер» [2] Южно-Уральского государственного университета.
- CLAVIRE [3], создаваемую Институтом информационных технологии механики и оптики, совместно с компанией Ай-Ги.
- Unihub — технологическую платформу программы «Университетский кластер» [4].

В рамках данных облачных платформ предоставляются сервисы разных типов по моделям SaaS, PaaS, IaaS и DaaS. В качестве инфраструктуры используются открытые облачные платформы [1, 4] (OpenStack, OpenNebula), платформа виртуализации от Microsoft [2], платформа научного взаимодействия hubzero [4, 5] или собственные разработки [3].

В качестве прототипа вычислительной облачной платформы (ВОП) УрО РАН выбрана платформа Unihub проекта «Университетский кластер», т. к. ее возможности наиболее близки к требуемым. На платформе Unihub предоставляются ППП, в том числе с поддержкой параллельных вычислений. Примером является Web-лаборатория механики сплошных сред на основе открытых пакетов SALOME, OpenFOAM, ParaView и др. Доступ к ППП осуществляется через Web с использованием платформы научного взаимодействия Hubzero.

Вычислительная облачная платформа УрО РАН. Схема ВОП УрО РАН представлена на рис. 1. Основным компонентом является платформа научного взаимодействия Hubzero. Данная платформа состоит из двух частей:

- Web-сервер, обеспечивающий доступ пользователей к платформе.
- Серверы виртуализации, предназначенные для запуска виртуальных машин с ППП.

Пользователи с помощью браузера подключаются к portalу научного взаимодействия, который содержит:

- Сервисы, обеспечивающие доступ к ППП.
- Инструментальные средства для разработки параллельных программ.
- Учебные курсы по работе с ППП.
- Социальные функции, такие как группы, форумы, блоги и т. п.

Основным сервисом является «Workspace» - технология платформы Hubzero, обеспечивающая возможность доступа пользователя через Web-интерфейс к виртуальной машине на основе Linux. Виртуальные машины создаются на серверах виртуализации с использованием контейнеров OpenVZ. ППП устанавливаются в шаблон контейнера OpenVZ и доступны пользователям через сервис «Workspace».

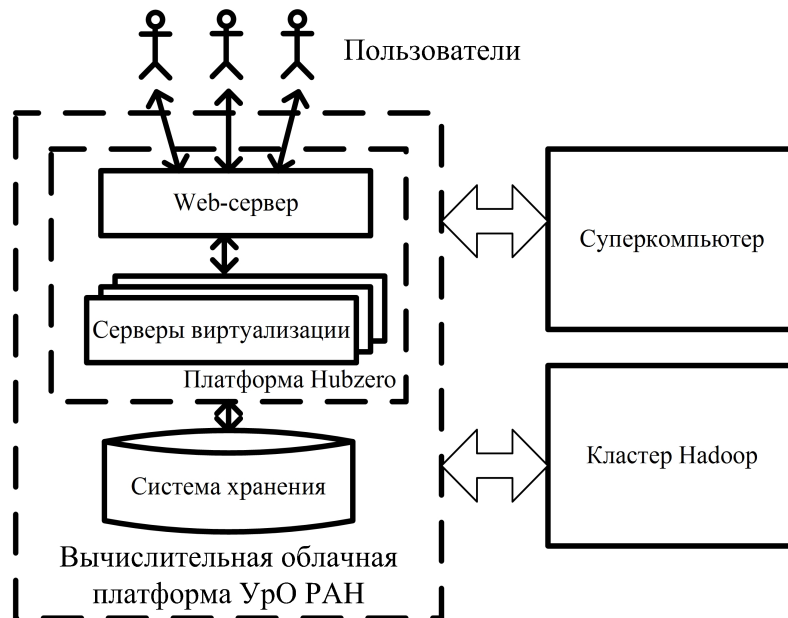


Рис. 1. Схема вычислительной облачной платформы УрО РАН

ППП могут использоваться для проведения небольших расчетов на виртуальной машине (которая может включать несколько ядер), а также для отправки задач на ПВС с использованием систем запуска задач. ВОП УрО РАН включает суперкомпьютер (СК) «УРАН» для решения вычислительно-интенсивных задач, а также кластер Nadoop для задач обработки больших объемов данных.

Практическая реализация. В настоящее время выполнена практическая реализация ВОП в суперкомпьютерном центре Института математики и механики УрО РАН, находящаяся в тестовой эксплуатации. Текущая реализация включает четыре сервера Fujitsu-Siemens RX330 в каждом по 2 процессора AMD Opteron 2220, 8 ГБ памяти, жесткий диск 250 ГБ, сеть Gigabit Ethernet. В качестве системы хранения используется EMC Celerra NS-480. Один сервер служит для работы Web-интерфейса платформы Hubzero, а также для запуска виртуальных машин OpenVZ, остальные три – только для запуска виртуальных машин.

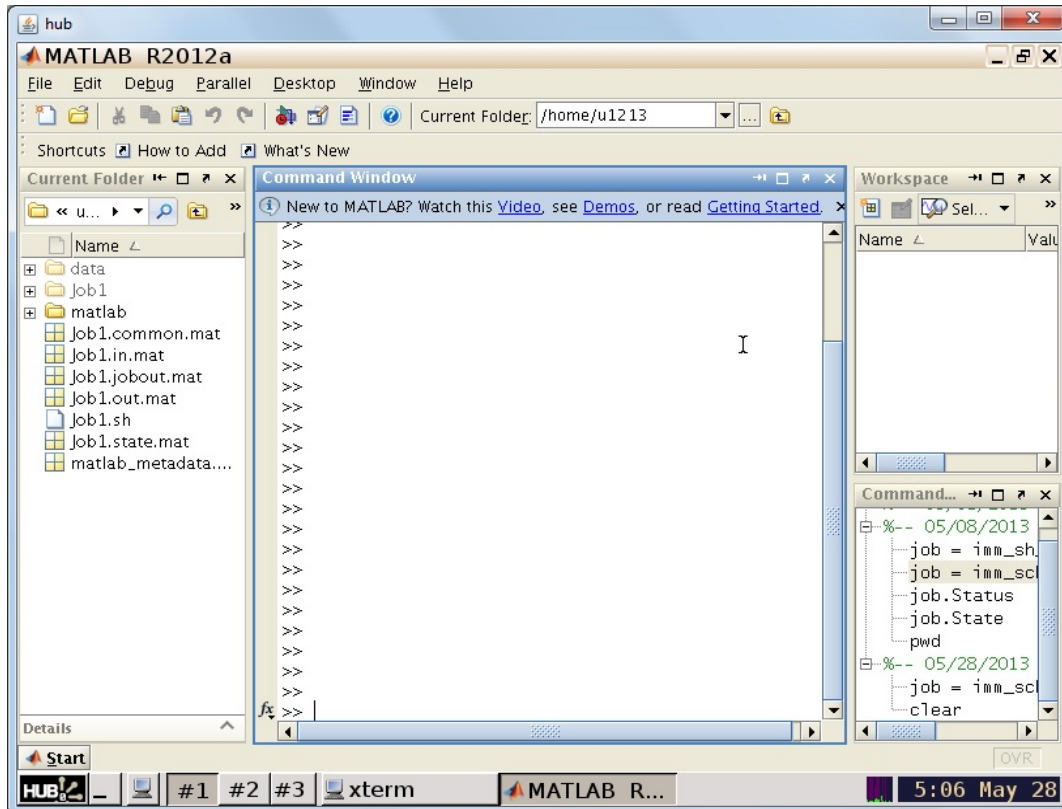


Рис. 2. Пример работы пакета Matlab в среде Hubzero

В качестве ППП в ВОП установлен Matlab с Parallel Computing Toolbox. Пример работы Matlab в среде hubzero показан на рис. 2. Parallel Computing Toolbox позволяет проводить параллельные вычисления в Matlab

прямо на виртуальной машине OpenVZ в случае, если ей доступно несколько вычислительных ядер, и ставить задачи в очередь на СК «УРАН» с помощью планировщика SLURM [6]. Parallel Computing Toolbox не включает встроенную поддержку работы со SLURM, поэтому был использован Generic Scheduler Interface, для которого разработаны Client Submit и Decode функции с поддержкой SLURM.

Кроме готовых ППП ВОП также включает среду разработки Eclipse с модулями CDT и PTP. Eclipse позволяет разрабатывать параллельные программы на С и/или Fortran и использованием MPI или OpenMP и запускать их на СК «УРАН» с использованием SLURM проху, входящей в состав Eclipse. Также Eclipse позволяет разрабатывать программы на Java, использующие модель MapReduce и запускать их на кластере Apache Hadoop.

Заключение. В статье представлен подход к созданию ВОП УрО РАН, обеспечивающей возможность предоставления пользователям по модели SaaS ППП для параллельных вычислений. Отличительной особенностью платформы является интеграция ППП с ПВС, т. е. возможность запускать задачи на счет на ПВС и обрабатывать результаты вычислений с использованием графического интерфейса ППП. Текущая реализация облачной платформы содержит Matlab и Eclipse, интегрированных с СК «УРАН» с использованием планировщика задач SLURM.

Работа поддержана грантами УрО РАН № 12-С-1-1001/3, РЦП-13-И5, 13-1-ИП-348. При проведении работ был использован суперкомпьютер «Уран» ИММ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. NanoCloud – Вычислительные сервисы для нанотехнологий [Электронный ресурс]. – URL <http://www.nanocloud.su> (дата обращения 28.05.2013)
2. П.С. Костенецкий, А.И. Семенов, Л.Б. Соколинский «Создание образовательной платформы «Персональный виртуальный компьютер» на базе облачных вычислений» // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (19–24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 374–377.
3. А.В. Бухановский, В.Н. Васильев, В.Н. Виноградов, Д.К. Смирнов, С.А. Сухоруков, Т.Г. Яппаров. «CLAVIRE: перспективная технология облачных вычислений второго поколения» // Известия вузов. Приборостроение, № 10 - 2011 - С 7-13.
4. М.В. Крапошин, О.И. Самоваров, С.В. Стрижак «Особенности реализации Web-лаборатории механики сплошной среды на базе технологической платформы «Университетский кластер» // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (19–24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 473–475.
5. M. McLennan, R. Kennell, "HUBzero: A Platform for Dissemination and Collaboration in Computational Science and Engineering," Computing in Science and Engineering, 12(2), pp. 48-52, March/April, 2010.
6. SLURM: Simple Linux Utility for Resource Management, A. Yoo, M. Jette, and M. Grondona, Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, volume 2862 of Lecture Notes in Computer Science, pages 44-60, Springer-Verlag, 2003.