

Визуализация NFS-активности суперкомпьютера

А.С. Берсенев, П.А. Васёв, А.С. Игумнов, Д.В. Манаков, А.А. Попель, С.В. Шарф
ИММ УрО РАН им. Н.Н. Красовского
vasev@imm.uran.ru

Среди аспектов работы суперкомпьютера УрО РАН отдельный интерес представляет активность при работе с файловым хранилищем. Задачи пользователей во время выполнения читают и записывают файлы – что приводит к обращениям к файловому хранилищу по протоколу NFS и влечет нагрузку на него. При превышении некоторых пределов такой нагрузки хранилище становится перегруженным и работает медленно. Эта ситуация нежелательна для работы суперкомпьютера и её необходимо избегать.

В целом задача анализа работы суперкомпьютерных систем — не новая, но по-прежнему актуальная [1,2]. Текущие решения широко применяют средства визуальной аналитики [3,4], цель которой – повысить качество анализа за счёт совместного использования человеческой и компьютерной обработки данных. Поэтому было решено представить картину изучаемой ситуации визуально.

Система запуска суперкомпьютера предоставляет информацию о запускавшихся задачах, включая время запуска и задействованные узлы. Кроме того, накоплена информация о нагрузке, создаваемой узлами суперкомпьютера: про каждый узел известно, сколько он делал обращений к файловому хранилищу и какой трафик при этом порождал (с шагом 30 секунд за 2018 год). Таким образом можно вычислить, какая задача какого пользователя какую сетевую файловую активность проявляла за интересующее время.

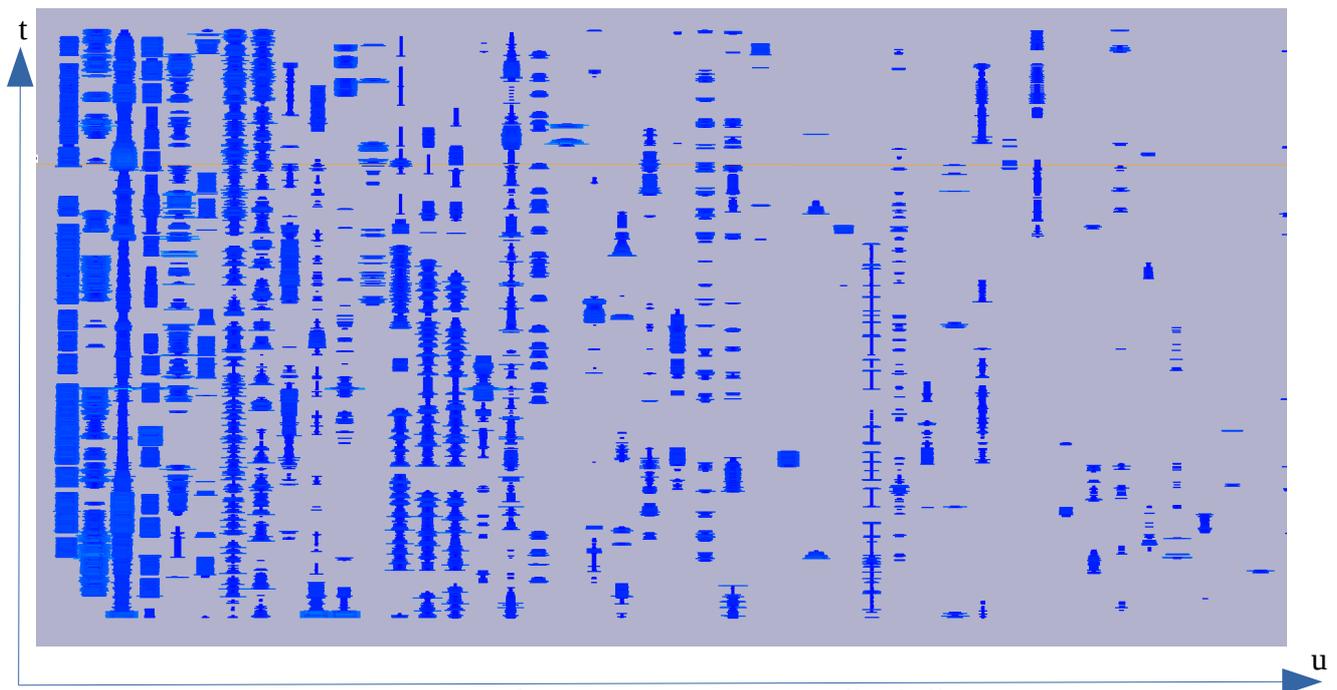


Рисунок 1. Интенсивность работы задач пользователей с файловым хранилищем за 2 недели декабря 2018 года.

С целью отображения общей картины разработан специальный вид отображения, пример работы которого представлен на рис. 1. Его алгоритм следующий:

1. Строится функция $f(u,t)$ где u – пользователь суперкомпьютера, t – время. Функция вычисляет количество обращений к файловому хранилищу, которые суммарно формируют все задачи данного пользователя в данный момент времени.

2. Функция визуализируется: для каждого пользователя рисуется свой “столбик” по оси времени, ширина которого есть значение функции f .

Столбцы пользователей отсортированы по формируемой нагрузке на файловое хранилище: сначала показывается самый активный пользователь, затем следующий, и так далее. Это позволяет быстро увидеть основных участников формирования нагрузки.

Наблюдения показали, что в основном пользователи суперкомпьютера запускают одну и ту же вычислительную программу. Поэтому “агрегированный” вид отображения, суммарно по задачам каждого пользователя, достаточно информативно характеризует картину использования файлового хранилища.

Дополнительно отображается ряд характеристик суперкомпьютера (слева на рис. 2):

1. Время, затрачиваемое на создание пустого файла и его удаление. Найдено, что эта мера является информативным показателем “отзывчивости” файлового хранилища (используется предположение, что при перегруженности хранилища время создания файла возрастает). На рисунке — график `file_time`.

2. Суммарное число запросов к файловому хранилищу от всех узлов суперкомпьютера (`sum_nfs`).

3. Количество процессоров, вычисляющих задачи пользователей (`sum_cpu`).

4. Количество задач пользователей, считающихся на суперкомпьютере (`sum_tasks`).

Для визуализации использована трехмерная графика. Было решено использовать наличие третьей оси (z) и показать на ней перечисленные характеристики. Этот подход позволяет наглядно отличать их от отображаемых данных по пользователям.

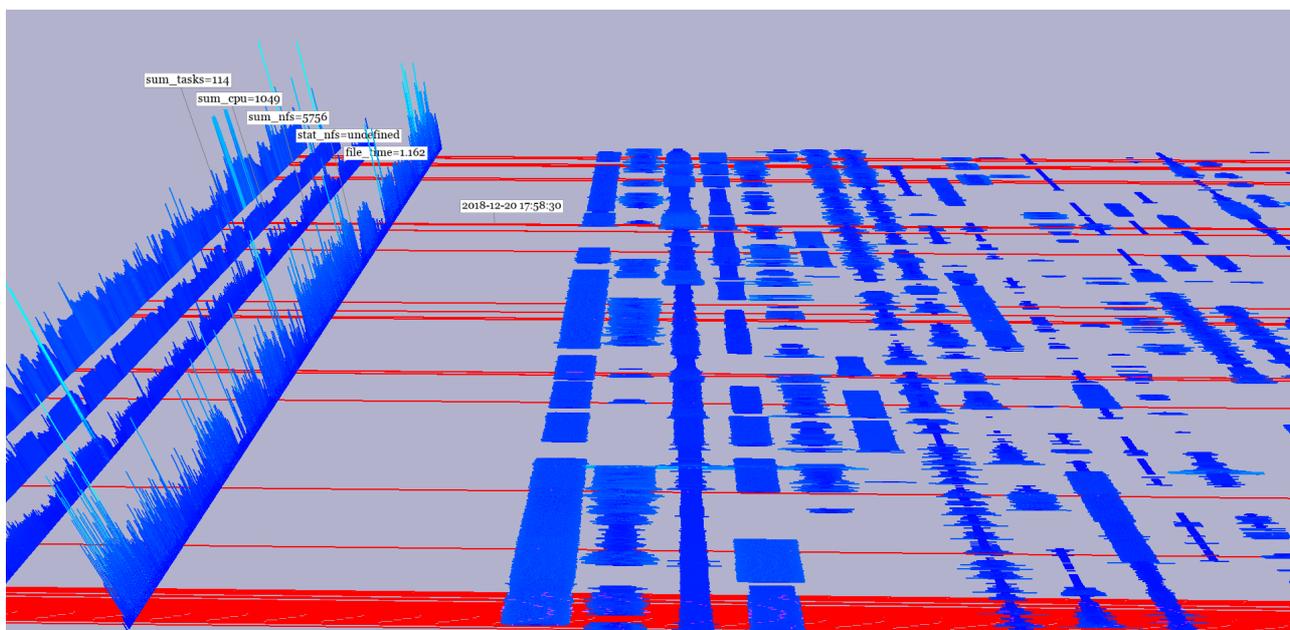


Рисунок 2. Выбор интересующих моментов времени.

В программу добавлена возможность поиска моментов времени по условию. Так, на рис. 2 горизонтальными (красными) линиями показаны такие моменты, когда время создания пустого файла превышало 0.5 секунд в течение 2 минут подряд.

Программа визуализации написана для среды веб и работает в современных браузерах с поддержкой WebGL. Для создания программы использована разрабатываемая высокоуровневая библиотека трехмерной графики `viewlang` (которая в свою очередь работает на `threejs`). Данные заготавливаются с помощью скриптов на языках питон и руби, запускаемых в несколько стадий. С целью упрощения программы визуализации данные отображаются за период времени 1 месяц (по выбору).

Среди перспектив исследования наблюдаются следующие:

1. Визуализация NFS-активности узлов, распределения задач по ним.

2. Визуализация задач подмножества пользователей за период времени (с файловой активностью или без неё).

3. Изучение корреляций между наблюдаемыми значениями по узлам, пользователям, и суммарными характеристиками по суперкомпьютеру.

4. Прогноз файловой активности задачи на основе предыдущих запусков.

5. Модификация планировщика Slurm с учетом текущего состояния суперкомпьютера и прогноза активности новых задач.

Дополнительная информация по проекту размещается в среде Интернет на странице <http://visumt.viewlang.ru>.

Литература

1. А.С. Игумнов, П.А. Небова. Анализ потока задач кластера "Уран" // Параллельные вычислительные технологии (ПАВТ'2016): труды междунар. науч. Конф. (28 марта - 1 апреля 2016; Архангельск). Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2016. С. 779.
2. Т. П. Галкин, М. А. Григорьева, А. А. Климентов, Т. А. Корчуганова, И. Е. Мильман, С. В. Падольский, В. В. Пилюгин, Д. Д. Попов, М. А. Титов. Новый подход к мониторингу системы управления потоками заданий ProdSys2/PanDA эксперимента ATLAS на Большом адронном коллайдере с использованием средств и методов визуальной аналитики // Научная визуализация 2018. Кв. 1. Том 10. N: 1. Стр. 77-88.
3. Keim, Daniel A., Gennady Andrienko, Jean-Daniel Fekete, Carsten GÖRG, Jörn Kohlhammer, Guy Melançon, 2008. Visual Analytics : Definition, Process, and Challenges. In: Kerren, A., Stasko, JT, Fekete, J-D, and North, C (Eds). Information Visualization - Human-Centered Issues and Perspectives, Vol. 4950, LNCS State-of-the-Art Survey. Springer: Berlin, 2008. Pp. 154-175
4. Д. В. Манаков, В. Л. Авербух, П. А. Васёв. Визуальный текст как истинностное подмножество универсального пространства // Научная визуализация 2016. Кв.4. Том 8. N: 4. Стр. 38 - 49.