

Метод онлайн-визуализации параллельных программ

П. А. Васёв¹

¹Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г. Екатеринбург

Онлайн-визуализация параллельных программ подразумевает: 1) возможность наблюдения за ходом вычисления, и 2) возможность влияния на ход вычисления. Такая визуализация несёт существенные выгоды [1], но сопряжена с определёнными техническими сложностями:

а) в параллельном программировании до сих пор не предложено стандартных средств формирования визуальных образов для визуализации по ходу вычисления;

б) при больших вычислениях рендеринг визуальных образов необходимо осуществлять на узлах, где происходит вычисление [2], что обычно требует особых компетенций.

Осмысление пункта (а) приводит к наблюдению, что в то же время в параллельных программах доступен оператор `print`, который крайне удобен и успешно выводит информацию в лог-файл программы или файлы. Но лог-записи и файлы медленны, и по своей природе не визуальны. В то же время существует подход *CinemaScience* [3], который частично решает задачу онлайн-визуализации и использует `print`-подобный подход. Возникает закономерный вопрос, почему `print` удобен и доступен, и ему до сих пор не найдено достойных альтернатив?

В настоящей работе предлагается следующий подход. Пусть параллельная программа это клиент графической среды *Grafix* [4], по аналогии с клиентом среды *Gradio*, используемой при обучении нейросетей. Параллельная программа при запуске соединяется с заданным веб-сервером, который отвечает за визуализацию интерфейса программы. В ответ от веб-сервера программа получает веб-ссылку, по которой сервер будет готов отобразить визуализацию и управляющий интерфейс программы. Параллельная программа печатает эту ссылку в выходной поток, и далее производит вычисления как обычно.

При необходимости пользователь открывает поданную ему в потоке ссылку, и параллельная программа получает от веб-сервера сигнал *gui_attached*. В ответ на этот сигнал программа формирует графический интерфейс (в формате json, см. [4]) и отправляет его веб-серверу. Далее программа наполняет интерфейс актуальными данными о своём состоянии.

Пользователь наблюдает эти данные, и при необходимости формирует управляющие воздействия, которые определяются графическим интерфейсом программы. Сигналы об этих воздействиях поступают в параллельную программу, и она имеет возможность реагировать на них согласно своему устройству.

Следует отметить, что среда *Grafix* интегрирована со средой *Parallel Programming Kit* [5], но не требует её использования. Любая параллельная программа может зарегистрироваться по заданным протоколам и представить своё состояние и варианты взаимодействия в предлагаемом веб-интерфейсе.

Литература

1. Pavel Vasev, [Analyzing an Ideas Used in Modern HPC Computation Steering](#) // 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), Yekaterinburg, Russia, 2020, pp. 1-4, doi: [10.1109/USBREIT48449.2020.9117685](#).
2. Moreland K., “[The tensions of in situ visualization](#)”, in IEEE Computer Graphics & Applications, March/April 2016, pp. 5–9, doi: [10.1109/MCG.2016.35](#)
3. James Ahrens et al, [An image-based approach to extreme scale in situ visualization and analysis](#). In Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC ‘14). IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 424-434, 2014. DOI:[10.1109/SC.2014.40](#)
4. П. А. Васёв, [Сетевая технология программирования визуальных интерфейсов](#) // GraphiCon 2024 : Материалы 34-й Международной конференции по компьютерной графике и машинному зрению, Омск, 17–19 сентября 2024 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2024. – С. 354-360. – DOI [10.25206/978-5-8149-3873-2-2024-354-360](#).
5. Васёв П. А., [Среда параллельного программирования Parallel Programming Kit](#) // Тезисы докладов Национального суперкомпьютерного форума (НСКФ-2024), 26-29 ноября 2024, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, г. Переславль-Залесский.RR-9450, Inria Bordeaux - Sud Ouest. 2022, pp.30. Hal-03547334.