

Баканов В.М.

## **Использование системы добровольных распределенных вычислений для оптимизации ярусно-параллельной формы информационных графов алгоритмов**

*Научно-Исследовательский Университет  
Высшая Школа Экономики (НИУ ВШЭ),  
Москва, Россия*

Современные вычислительные системы широко используют технологии многопроцессорности и параллелизации вычислений. Однако разработка программ для таких систем сложнее, чем привычное последовательное программирование - параллелизм в алгоритмах обычно бывает скрытым и непросто выявляемым. Строгим способом выявления скрытого параллелизма является анализ графового представления алгоритма [1].

Информационный граф алгоритма (ИГА, *вычислительная модель "операторы - операнды"*) является наиболее простым представлением конкретного алгоритма в графовом виде. ИГ описывает исключительно *информационные зависимости алгоритма*. Представление графа в Ярусно-Параллельной Форме (ЯПФ, *SPF – Stacked Parallel Form*) - одно из наиболее мощных средств выявления *скрытого параллелизма* в алгоритме.

Формально ЯПФ строится на основе ИГА с помощью несложного алгоритма трудоёмкостью порядка  $O(N^2)$ . Высота ЯПФ (определяемая через число ярусов ЯПФ) даёт *общее время выполнения алгоритма*, ширина ЯПФ – *число задействованных отдельных (параллельно работающих) вычислителей* (напр., ядер процессора) многопроцессорной вычислительной системы (МВС).

Реальные ЯПФ информационных графов обладают большой *неравномерностью распределения числа операторов по ярусам*, при этом использование ресурсов МВС очень нерационально - максимум эффективности использования ресурсов достигается при равномерном (или близком к равномерному) распределении операторов по ярусам.

При этом практически в любом ЯПФ имеется возможность перемещения вершин графа (операторов) между ярусами (величина этого перемещения ограничивается информационными зависимостями операторов в графе); эта особенность ЯПФ даёт возможность *оптимизации ЯПФ* (напр., в смысле балансировки - достижения наибольшей равномерности распределения операторов по ярусам, при этом наилучшее использование ресурсов МВС).

Достижение поставленной цели возможно с помощью *различных стратегий перестановки операторов по ярусам*; выбор оптимальной (*рациональной*) стратегии для ЯПФ различной сложности – интересная научно-практическая

задача, имеющая прямое отношение к проблеме эффективного распараллеливания алгоритмов.

Т.к. поставленная задача является вычислительно-трудоемкой (для ИГА большого размера), решать её предлагается посредством технологии распределённых вычислений на основе проекта VCSC (*Virtual Campus Supercomputer Center, Виртуальный Суперкомпьютерный Центр Университетского Кампуса*). Для реализации VSCS выбрана известная платформа BOINC (*Berkeley Open Infrastructure for Network Computing*); являющаяся открытой программной системой университета Беркли для GRID-вычислений. Рабочее название проекта – SPF@home, размещение планируется на сервере ВУЗ'а (с начала весны 2015 локальная версия системы будет доступна на WEB-сайте автора проекта, страница <http://vbakanov.ru/spf@home/spf@home.htm>).

Для реализации задачи разработана специализированное программное обеспечение, API включает необходимый набор функций для манипулирования вершинами ЯПФ графа при соблюдении исходных информационных зависимостей.

В данной работе планируется добиться минимизации вычислительных ресурсов, необходимых для реализации заданного алгоритма, поэтому оптимизация ЯПФ графа проводится исходя из принципа получения наибольшей равномерности распределения операторов по ярусам ЯПФ графа.

Конечная цель проекта – определение наиболее эффективной стратегии балансировки ярусно-параллельной формы (ЯПФ) информационных графов алгоритмов (ИГА) различной сложности (под балансировкой понимается равномерность распределения операторов по ярусам ЯПФ). Генерация исходного ИГА со специальными параметрами осуществляется разработанной программой, эффективность предложенного клиентом решения характеризуется числом перестановок операторов с яруса на ярус для получения результата.

На стороне клиента используется встраиваемый интерпретатор скриптового языка Lua [2], на котором добровольный исследователь разрабатывает сценарий преобразования ЯПФ графа, реализует его и отправляет результаты на BOINC-сервер для анализа эффективности конкретно-предложенной стратегии.

Данная разработка представляет как исследовательский интерес, так и планируется как часть учебного процесса в НИУ ВШЭ.

Список литературы:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. -608 с.
2. Иерусалимски Роберту. Программирование на языке Lua. — М.: ДМК Пресс, 2014. -382 с.