

ОТЗЫВ

Научного руководителя на диссертационную работу И.В. Афанасьева
«Исследование и разработка методов эффективной реализации
графовых алгоритмов для современных векторных архитектур»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Необходимость быстрого решения все новых и новых классов задач приводит к постоянному совершенствованию архитектуры вычислительных систем, что идёт, в основном, по двум направлениям: увеличение степени параллелизма и совершенствование подсистем работы с памятью. Оба направления имеют хороший потенциал, но на практике они реализуются через самые разные особенности, что, в итоге, сегодня привело к значительному усложнению архитектуры процессоров. Как следствие, написать программу, которая могла бы использовать весь заложенный в архитектуре потенциал, стало очень сложно. Возникло понятие суперкомпьютерного кодизайна в решении задач, предполагающего аккуратное согласование свойств всех звеньев цепочки: метод, алгоритм, технология программирования, реализация и далее вплоть до архитектуры целевой вычислительной системы: чем выше степень согласованности, тем эффективнее будет решаться задача на вычислительной системе. А на практике, если отходить от этого принципа, эффективность может упасть не в разы, а на порядки, вызывая аналогичный рост времени решения задач. Для разных классов задач данный процесс согласования проходит проще или сложнее, что определяется, прежде всего, свойствами алгоритмических подходов их решения. С этой точки зрения, задачи на графах, безусловно, относятся

к одной из самых сложных категорий, что, в совокупности с высокой востребованностью этих задач на практике, делает разработку и реализацию эффективных методов их решения актуальным направлением исследований. Именно этой теме и посвящена настоящая диссертационная работа, что определяет ее актуальность.

Диссертационная работа Афанасьева И.В. направлена на поиск, разработку и реализацию эффективных методов решения графовых задач на современных вычислительных платформах. Поскольку слово «эффективный» расплывчатое, то, чтобы не было бы сомнений в качестве предложенных подходов, был взят курс на разработку таких методов, которые позволят снизить время решения задач “в разы” по сравнению с существующими широко используемыми реализациями.

Логика диссертационной работы следующая. Основное свойство графовых алгоритмов – это их крайне низкая вычислительная мощность, все они предполагают интенсивное взаимодействие с памятью. Раз так, то нужно искать вычислительные системы, имеющие самые высокие показатели пропускной способности канала между процессором и памятью. Сегодня в этот класс попадают системы на основе графических процессоров, системы на основе ARM, компьютеры на основе процессоров NEC SX-Aurora TSUBASA. Легко видеть, что архитектура всех этих систем имеет механизмы для векторной обработки данных, поэтому для достижения высокой эффективности и графовые алгоритмы должны быть векторизованы. Вместе с этим, векторная обработка и графовые алгоритмы имеют принципиально разные свойства: векторизация требует регулярности, а графовые алгоритмы нерегулярны абсолютно во всём!

В ходе выполнения работы, на основе анализа информационной структуры большого числа графовых алгоритмов И.В.Афанасьеву удалось выделить 4 типовые алгоритмические структуры, через которые можно выразить все рассмотренные графовые алгоритмы. Кроме этого, все эти типовые алгоритмические структуры обладают ключевыми свойствами рассматриваемого класса вычислительных систем, обеспечивающими высокую эффективность реализаций. Далее, для предложенных типовых алгоритмических структур, И.В.Афанасьевым были предложены 2 абстракции данных, которые могут быть использованы во всех выделенных типовых алгоритмических структурах. Более того, эти абстракции данных опять-таки отражают ключевые свойства рассматриваемого класса вычислительных систем, что опять определяет высокую эффективность будущих реализаций и направлено на достижение поставленной в работе цели. Проведенный И.В.Афанасьевым анализ графовых алгоритмов, выделение компактного набора типовых алгоритмических структур и абстракций данных, обоснование возможности выразить все рассмотренные графовые алгоритмы в терминах лишь этого набора – это легло в основу предложенного им метода создания эффективных реализаций графовых алгоритмов, и это определяет научную новизну диссертационной работы.

Выделенный компактный набор алгоритмических структур и абстракций данных лег в основу фреймворка (среды разработки), с помощью которого можно создавать реализации графовых алгоритмов для конкретных вычислительных платформ. Поскольку при формировании набора учитывались свойства архитектур, то это и определило эффективность. Компактность набора позволяет легко

переносить фреймворк между платформами, а возможность выразить графовые алгоритмы через предложенные абстракции делает процесс создания реализаций не сложным. В результате, на основе предложенного в диссертационной работе подхода, И.В.Афанасьеву удалось совместить три свойства, принципиально важных при разработке программного обеспечения: высокую производительность, переносимость и продуктивность программирования. Созданный автором фреймворк в совокупности с эффективностью работы созданных им реализаций, превосходящих существующие мировые аналоги, как правило, в разы, говорят о высокой практической значимости результатов работы.

В процессе работы Афанасьев И.В. показал отличную способность к проведению серьезных самостоятельных научных исследований, требующих аккуратного, тщательного сопоставления знаний и фактов из множества смежных областей. Стоит отметить и такие качества Афанасьева И.В., как настойчивость, восприимчивость к новому, желание двигаться вперед, критичность, умение быстро осваивать новые области – всё это качества, присущие зрелому, квалифицированному, ответственному и трудолюбивому специалисту, добивающемуся поставленных целей.

Считаю, что диссертационная работа «Исследование и разработка методов эффективной реализации графовых алгоритмов для современных векторных архитектур» представляет собой завершённое научное исследование, дающее решение задачи построения эффективных реализаций графовых алгоритмов, важной для области параллельных и высокопроизводительных вычислений. Работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым в МГУ к

кандидатским диссертациям по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей. Рекомендую присудить автору искомую степень.

Воеводин Владимир Валентинович
Научный руководитель,
доктор физико-математических наук, профессор
директор НИВЦ МГУ имени М.В.Ломоносова,
член-корреспондент РАН,

Вл.В. Воеводин

05.11.2020

119991, РФ, г. Москва, Ленинские горы, д. 1,
стр. 4, НИВЦ МГУ
Телефон: +7(495)939-54-24
email:-vovodina@parallel.ru

Подпись Вл.В.Воеводина заверяю
Ученый секретарь НИВЦ МГУ
к.ф.-м.н.



В.В. Суворов