

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Битнера Вильгельма Александровича «Исследование и реализация модели статического анализа нахождения состояния гонки в многопоточных алгоритмах с использованием линеаризованного графа потока управления», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность работы. В диссертации В.А. Битнера была исследована математическая модель статического анализа многопоточных программ на основе графа совместного исполнения потоков с точки зрения ее реализации на промежуточном представлении программы. Развитие и адаптация методов анализа многопоточных алгоритмов на наличие Race Conditions является исключительно важной задачей при разработке современного программного обеспечения, так как на раннем этапе разработки помогает детектировать крайне сложные ошибки проектирования и реализации многопоточного ПО. Поэтому актуальность данной работы несомненна.

Цель диссертации В.А. Битнера является исследование математической модели статического анализа на основе графа совместного исполнения потоков на промежуточном представлении программы, теоретическое обоснование методов сокращения анализируемого контекста программы, программная разработка модели поиска состояний гонок в многопоточных ПО.

Научная новизна работы состоит в использовании промежуточного представления программы, построенного оптимизирующим компилятором, и линеаризация графа потока управления.

Несмотря на очевидность практической пользы от проделанной диссертантом работы, необходимо сделать ряд критических замечаний.

Согласно автореферату, в первой главе рассматриваются оптимизирующие компиляторы от компаний Intel, Sun Microsystems, Transmeta, Microsoft, IBM, HP, Elbrus. По факту, все рассмотрение сводится к их перечислению. Что такое компилятор от Transmeta – непонятно: более 10 лет назад компания предлагала процессоры, совместимость которых с архитектурой x86 осуществлялась за счет системы бинарной трансляции. О нативном языковом компиляторе от этой компании ничего не известно. Разработчик архитектуры Elbrus не распространяет на коммерческой или иной основе компилятор для этой архитектуры.

Автореферат утверждает также, что в диссертации «делается обоснованный выбор оптимизирующего компилятора» для дальнейшего использования в работе. Выбор это делается в пользу Clang, но обоснований этому нет. Аргументами в пользу GCC могли бы являться, например, более представительный набор компиляторов переднего плана (оригинальный Clang не поддерживает даже FORTRAN, лишь через dragonegg позволяет использовать front-end от GCC), а также большее число архитектур, поддерживаемых кодогенератором. Все это потенциально увеличило бы применимость разработки на базе GCC. Доводов в пользу компилятора на основе LLVM тоже можно привести немало. Но с точки зрения аналитического и оптимизационного инструментария компиляторы вполне эквивалентны. Если это не так, то надо это показывать. Интегрированность же SSA непосредственно в LLVM IR не следует считать существенным: вся та же аналитическая информация о потоке данных может быть получена и в GCC.

На рисунке 5 «Структура компиляции с помощью CLANG» в качестве одной из архитектур, код которой может быть сгенерирован, указана Alpha. Поддержка этой архитектуры была удалена из LLVM довольно давно.

Диссертант справедливо указывает на то, что почти любой статический анализ требует результатов анализа алиасов. Однако в предложенной схеме место для использования этих результатов совсем не очевидно.

В работе используется термин внешнепроцедурного анализа, хотя *interprocedural* уместнее переводить как межпроцедурный. Такой термин используется, например, в [9]. Во фразе «чувствительный к потокам анализ Стрингарда» непонятно, о каких потоках идет речь – потоках управления или потоках исполнения. Второе – непонятно, так как такого термина не вводилось, а первое – неверно: анализ Стинсгора строит транзитивное замыкание отношения «указывать на» без учета потока управления. Отсюда и колоссальная скорость анализа, результаты которого, кстати, так грубы, что ценность от его использования на практике сомнительна.

Описывая существующие решения, диссертант указывает на тяжеловесность такого инструмента, как VivaMP, а также приводит оценку сложности алгоритма, используемого утилитой SLAM. Тем самым совершенно справедливо подчеркивается значимость сложности алгоритма. Отсутствие в работе оценки сложности изучаемого метода – серьезное упущение.

При наличии такого количества существующих решений для статического анализа, отсутствие в работе сравнения результатов их работы с результатами предлагаемого метода – удивительно. Наконец, следует отметить определенную нестрогость изложения и невычитанность текста.

Отмеченные недостатки, впрочем, не меняют положительной оценки диссертационной работы. Достоверность результатов подтверждены работающим прототипом и актом о внедрения.

По результатам исследований диссертантом было опубликовано 9 печатных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работ докладывались автором на научных конференциях и семинарах.

Диссертация В.А. Битнера является научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение задачи по адаптации математической модели статического анализа на основе графа совместного исполнения потоков под использование промежуточного представления

оптимизирующего компилятора, разработке методов, алгоритмов и комплексов программ по нахождению состояний гонок в многопоточных алгоритмах, имеющее существенное значение в верификации промышленных параллельных программ. Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», а ее автор – Битнер Вильгельм Александрович – заслуживает искомой ученой степени.

Открытое акционерное общество

«Институт Точной Механики и Вычислительной
техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук»,

119991, Москва, Ленинский проспект, 51

тел.: +7 (495) 649 1270

e-mail: ajudrozdov@ipmce.ru

Руководитель отдела

Оптимизирующие компиляторы,

д.т.н.

 /А.Ю. Дроздов/

Подпись удостоверяю

Заместитель директора

Открытое акционерное общество

«Институт точной механики и вычислительной
техники имени С. А. Лебедева

Российской академии наук»

к.т.н.



 /В.М. Улановский/