

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Сартасова Станислава Юрьевича на тему: «Управление энергопотреблением процессора на основе стохастической оптимизации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Диссертация С.Ю. Сартасова фокусируется на разработке инновационных стратегий управления частотой центрального процессора, направленных на повышение энергоэффективности используя рандомизированные методы и алгоритмы стохастической оптимизации. Рассматривается задача регулирования текущих частот ядер процессора в условиях, когда предварительная нагрузка на ядра известна. Критерии оптимальности управления включают производительность вычислительного устройства, его энергопотребление, среднюю температуру за определенный период времени и другие составляющие. Решение рассматриваемой задачи управления может быть обеспечено применением эвристических подходов, базирующихся на квази-оптимальных стратегиях, а также методов машинного обучения, классифицирующих текущую нагрузку в зависимости от требуемых вычислительных ресурсов. Однако известной проблемой таких подходов является невозможность гарантированного предсказания будущей вычислительной нагрузки на основе истории наблюдений. Новый подход к решению задачи управления частотой заключается в использовании рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации. Эти алгоритмы, являющиеся разновидностями градиентного спуска, позволяют перемещаться в направлении оптимального управления с учетом производительности и энергопотребления что особенно актуально в ситуациях, когда точка оптимума непрерывно изменяется со временем из-за колебаний текущей вычислительной нагрузки. В рамках этой методологии формулируется эмпирический функционал качества решения задачи, значения которого используются для определения управляющего воздействия. Значительным достижением является возможность движения в направлении оптимума не на каждой итерации алгоритма, а усредненно на протяжении нескольких итераций. Этот результат представляет особый интерес, учитывая динамическую природу изменений в вычислительной нагрузке со временем.

В свете вышеизложенного, тема диссертации, состоящая в разработке с помощью рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации новых методов управления рабочей частотой процессора с акцентом на энергосбережение, представляется весьма актуальной и перспективной.

Основные достижения, представленные в диссертации, можно сформулировать следующим образом:

1. Построение новой модели оценки энергопотребления центрального процессора, которая включает в себя возможность создания процессора с гетерогенной архитектурой и учитывает периоды простоя, и как следствие, предоставляет более точные и обоснованные оценки энергетических затрат.
2. Предложены и исследованы целевые функции для рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации в задаче оптимизации энергопотребления процессора.
3. Разработаны программные модули, реализующие вышеуказанные стратегии регулирования. Эти модули были протестированы в широком диапазоне вычислительных нагрузок с подтверждением их эффективности и применимости в широком спектре потенциальных приложений.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается непротиворечивостью исходных предположений и полученных выводов, адекватностью рассматриваемых математических моделей, корректностью формальных утверждений и наглядностью тестовых результатов. Основные результаты диссертации опубликованы в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus, а

также представлены на научных конференциях и семинарах. Исследования по теме диссертации были поддержаны грантом Санкт-Петербургского Государственного Университета.

Полученные в диссертации результаты представляют интерес с теоретической точки зрения рассмотрения рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации как метода формализации технических задач оптимизации энергопотребления процессора. Проведенное исследование вносит значительный вклад в обоснование применимости указанных алгоритмов в инженерной практике, в том числе для решения актуальных практических задач. Полученные результаты имеют прикладное значение, в особенности в контексте разработки новых версий мобильных операционных систем.

Следует, однако, отметить, что диссертация не свободна от недостатков:

1. Для алгоритмов, использующих SPSA с двумя измерениями, не вполне понятно, производилось ли ожидание переключения процессора на финальном шаге SPSA или на всех текущих шагах?
2. В таблице 3.7 показано, что для одноядерного режима SPSA₂₃ и SPSA₂₂ показывают меньшую производительность, чем стандартные алгоритмы. Насколько критичным является подобный недостаток?
3. В тексте работы имеется ряд опечаток и неточностей.
 - a На с. 34 вместо «детальной» написано «детальнойц».
 - b На с. 42:
 - «где $F(x, w) : \mathbb{R}^q \times \mathbb{R}^p \rightarrow \mathbb{R}$ — дифференцируемая по первому аргументу» — надо добавить, и измерима по второму;
 - «Если помехи v — центрированные и независимые, то вектор w может быть расширен дополнительной компонентой v » — подобное расширение всегда возможно;
 - c На с. 43:
 - «Иначе говоря, последовательность оценок $\{\hat{\theta}_n\}$ неизвестного вектора θ , минимизирует функцию» — функция фактически та же, что и ранее. Разница только в семантике обозначений;
 - «Хотя согласно доказательству А.Т. Вахитова и О.Н. Граничина [101] можно сформулировать и более слабые ограничения, из которых следуют вышеуказанные, для целей этого исследования их будет достаточно» — эта фраза вообще мало понятна и плохо сформулирована;
4. Уравнение
$$E\{g(x, \beta, \Delta)\} = \nabla f(x) + O(\beta)$$
выглядит достаточно странно. Видимо, имеет место опечатка $\nabla f(x)$?
5. Непонятно зачем говорить о «последовательности одинаково симметрично распределённых независимых случайных векторов Δ_n » и тут же вводить их корреляционную матрицу для определения дисперсий. После этого немедленно следует переопределение последовательности Δ_n , сделанное ранее. Это, своего рода, несогласованное описание.
6. Какая разница между v_n^+ и v_n^- ? Опечатка?
7. «...где \mathcal{F}_{t-1} — σ -алгебра всех вероятностных событий, произошедших вплоть до момента времени t ». Наверное, должно быть «порождённая событиями, произошедшими вплоть до момента времени t ».
8. Цитирование результатов работы О.Н. Граничина и Н.О. Амелиной [49] на странице 52 приводится в форме совершенно непонятной читателю.
9. « P — проектор во множество Freq ». Какой именно?

10. Я не привожу других примеров подобных малопонятных и формально некорректных фраз, достаточно часто встречающихся в тексте. Претендент довольно вольно и часто отклоняется от принятого формального стиля изложения в диссертационных работах.

Все указанные замечания, однако, не влияют на общее понимание и не снижают общей высокой положительной оценки диссертации.

В целом диссертация Сартасова С. Ю. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной соискателем самостоятельно. Она содержит решения научных проблем, имеющих важное значение для разработки новых алгоритмов управления энергопотреблением автономных устройств.

Диссертация Сартасова Станислава Юрьевича на тему: «Управление энергопотреблением процессора на основе стохастической оптимизации» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Сартасов Станислав Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Ph. D. Full Prof. Zeev (Vladimir) Volkovich

The Head of the M. SC. Program at Braude College, Department of Software Engineering P.O. Box: 78,
Karmiel, 21982, Israel

Tuesday, February 6, 2024



Prof. Volkovich Zeev (Vladimir)