

ОТЗЫВ

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

В диссертации Сартасова С.Ю. рассмотрена задача оптимизации энергопотребления многоядерного центрального процессора путём регулирования его рабочей частоты. Рассматривается постановка задачи, при которой процессор имеет гетерогенную архитектуру, то есть разные ядра процессора работают на разных наборах частот. В работе рассматривается дополнительное условие к постановке задачи, согласно которому ядра процессора переключается на новую частоту не мгновенно, а за некоторое ненулевое время. Предложены алгоритмы регулирования частоты, основанные на рандомизированных алгоритмах стохастической оптимизации. Существенное внимание в работе уделяется вопросам оценки энергопотребления в условиях, когда его прямое измерение невозможно или существенно затруднено.

Актуальность темы работы определяется тем, что она направлена на развитие методов управления энергопотреблением процессоров современных мобильных устройств при различных повседневных вариантах работы.

Научная новизна работы заключается в рассмотрении постановки задачи, при которой процессор переключается на новую частоту за некоторое ненулевое время, и в использовании для её решения рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации. Такой подход является альтернативным к наиболее распространённому в настоящее время детерминированному подходу на основе эвристик, не всегда напрямую увязывающих частоту и энергопотребление. Применение рандомизированного подхода обосновывается возможностью с его помощью реагировать на изменения рабочей нагрузки, которые трудно предсказать по её истории.

Теоретическая значимость работы состоит в формализации задачи управления частотой в терминах рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации. В работе предложены свои целевые функции для различных вариантов алгоритмов. Помимо этого предложена и обоснована детализированная модель энергопотребления центрального процессора, обладающего гетерогенной архитектурой.

Практическая значимость работы определяется тем, что для рассматриваемых стратегий регулирования предложены реализации в виде модулей операционной системы. Качество работы рандомизированных стратегий регулирования были подтверждены на экспериментах с предложенной реализацией регуляторов частоты на наборе тестовых приложений.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. Объём диссертации составляет 97 страниц. Наиболее важные результаты диссертационной работы состоят в следующем.

В главе 1 формулируется постановка задачи об оптимизации энергопотребления мобильных устройств и делается обзор мер, которые применяются для решения этой задачи в областях как аппаратного, так и программного обеспечения. Делается замечание, что для разработки нового метода решения этой задачи необходим механизм измерения или оценки энергопотребления при тестировании различных стратегий и разъясняется разница между этими двумя концепциями. Рассматриваются различные подходы в рамках концепций измерения и оценки энергопотребления. В конце главы предлагается и обосновывается авторская модель оценки энергопотребления для процессоров гетерогенной архитектуры, логично вырастающая из уже существующих.

В главе 2 приведён обзор рандомизированных методов стохастической оптимизации, и даётся ряд теоретических оценок их характеристик. Далее описывается применимость этих алгоритмов для

深圳北理莫斯科大学计算数学与控制系

Факультет вычислительной математики и кибернетики Университета МГУ-ППИ в Шэньчжэне

решения задачи оптимизации энергопотребления процессора, и формулируются целевые функции для алгоритмов одновременно возмущаемой стохастической аппроксимации с одним и двумя наблюдениями. Вводятся понятия стоимости исполнения и обобщённой стоимости исполнения и показывается целесообразность их использования в стратегиях регулирования частоты, оптимизирующих энергопотребление процессора.

В главе 3 предложена реализация рассмотренных ранее стратегий регулирования частоты в соответствующих модулях операционной системы. На уровне практической реализации предлагается стратегия, учитывающая ненулевое время переключения процессора на новую частоту. С реализованными модулями регулирования частоты были проведены эксперименты, подтверждающие качество предлагаемых стратегий.

Несмотря на достоинства работы, по материалам диссертации имеются следующие замечания.

1. В работе упоминается, что помимо вариантов регулирования частоты, изложенных в научной литературе, в сети Интернет можно найти и другие готовые модули регулирования частоты, разработанные независимыми программистами. Почему этим разработкам не уделено большее внимание в работе?
2. Хотя выбор сценариев тестирования предложенных алгоритмов представляется достаточно релевантным, чем был обусловлен выбор конкретных приложений?
3. В русском варианте текста диссертации содержится несколько опечаток.

Однако наличие указанных недостатков не снижает общего хорошего впечатления о диссертационной работе С.Ю. Сартасова. В связи с этим считаю, что диссертация Сартасова Станислава Юрьевича на тему «Управление энергопотреблением процессора на основе стохастической оптимизации» соответствует критериям, установленным приказом от № 11181/1 от 19.11.2021 «О порядке присуждения учёных степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а её соискатель Сартасов Станислав Юрьевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей». Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета Мельников Борис Феликсович,
доктор физико-математических наук (диссертация защищена
в 1997 г. по специальности 05.13.11), профессор,
профессор факультета Вычислительной математики
и кибернетики Совместного университета
МГУ – ППИ в Шэньчжэне (Шэньчжень, Китай),
главный научный сотрудник

Центра информационных технологий и систем
органов исполнительной власти (Москва);
e-mail: bormel@smbu.edu.cn, bormel@mail.ru;

тел. +86 135 1037 1669, +7 916 722 97 56

30 января 2024 г.

