

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Пакшина Павла Владимировича 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»

Актуальность работы. Мобильные системы и различные автономные устройства являются основой происходящей в настоящее время новой промышленной революции, движущей силой которой являются киберфизические системы. Повышение времени автономной работы каждого устройства хотя бы на единицы процентов приводит к существенной экономической выгоде само по себе, а при накоплении критической массы таких отдельных нововведений в отрасли, производстве или хотя бы в операционной деятельности компании может произойти переход на качественно новый уровень. Тема диссертации Сартасова С.Ю., направленная на выработку качественно новых энергосберегающих стратегий для современных мобильных процессоров, таким образом, следует указанной тенденции. Дополнительную актуальность ей добавляет поставленная автором цель построить такую стратегию регулирования частоты, которая бы была применима в широком диапазоне сценариев работы с устройством.

Характеристика основных результатов. Разработанные автором алгоритмы основаны на рандомизированных алгоритмах стохастической оптимизации – известном подходе из области стохастического программирования. Сам автор отмечает во введении, что идея работы вдохновлена статьёй его предшественника от 2008 года, и следует отметить, что диссертационная работа представляет не просто развитие, но существенный пересмотр основных положений в рассматриваемой области, вызванный в первую очередь развитием аппаратной базы и операционных систем за прошедшее время.

В первой главе работы рассматривается проблема оптимизации энергопотребления мобильных устройств. Осуществляется обзор различных подходов, применяемых для решения этой задачи в области аппаратного и программного обеспечения. Отмечается, что для сравнения различных стратегий необходим способ измерения или оценки энергопотребления, и делается детальный обзор существующих подходов в этой области. Далее автор предлагает свою модель оценки энергопотребления, учитывающую большее количество факторов работы современных процессоров, и при этом уделяет отдельное внимание практическим аспектам её использования.

Вторая глава начинается с обзора рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации как способа решения проблемы отслеживания точки минимума или максимума нестационарного функционала. Затем рассматривается вопрос об

использовании этих алгоритмов для решения задачи оптимизации энергопотребления процессора путём задания целевых функций для алгоритмов одновременно возмущаемой стохастической аппроксимации с одним и двумя наблюдениями.

В третьей главе представлена практическая реализация стратегий регулирования частоты, которые были рассмотрены ранее. Эти стратегии внедрены в соответствующие модули операционной системы. Важным аспектом реализации является учет времени, необходимого для переключения процессора на новую частоту. Для оценки качества предложенных стратегий были проведены эксперименты согласно детально описанной методологии с использованием реализованных модулей регулирования частоты.

Научная новизна работы подтверждается тем, что основные результаты прошли рецензирование экспертами высокого уровня будучи опубликованы в ведущих журналах по системам управления («Информатика и автоматизация») или доложены на ведущих мировых конференциях по соответствующему профилю (60th IEEE Conference on Decision and Control).

Теоретическая ценность работы состоит в применении рандомизированных алгоритмов стохастической оптимизации для энергосберегающего управления частотой процессора. Дополнительный интерес представляет авторский анализ обобщённой стоимости исполнения программы, расширяющий представление о классах стратегий, применимых для решения указанной задачи.

Практическая значимость результатов обусловлена доведением предложенных алгоритмов не просто до стадии численных экспериментов, а до полноценных модулей операционной системы, которые могут быть встроены не только в указанные версии ОС Android, но и другие операционные системы, основанные на ядре ОС Linux. Эксперименты, подтверждающие энергосберегающие свойства разработанных алгоритмов, сопровождаются качественным описанием методологии.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на ведущих российских и международных конференциях, таких как

- 60th IEEE Conference on Decision and Control, где диссертант также выступал в качестве сопредседателя секции;
- IEEE 7th International Conference on Event-based Control, Communication, and Signal Processing;
- Четвёртая конференция по программной инженерии и организации информации (SEIM'20);
- Пятая конференция по программной инженерии и организации информации (SEIM'21).

Замечания по работе:

1. Перечень литературных источников, посвящённых моделям времени работы, представляется довольно большим для единственного класса моделей. Нельзя ли в нём выделить какие-либо подклассы?

2. Немонотонность функции $GCoE(f)$ показана на одном примере. Насколько эта ситуация характерна для других процессоров или ядер?
3. В тексте было замечено несколько опечаток.

Приведённые замечания не ставят под сомнение ни один из выносимых на защиту результатов диссертации.

Заключение. Диссертация Сартасова Станислава Юрьевича на тему: «Управление энергопотреблением процессора на основе стохастической оптимизации» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от № 11181/1 от 19.11.2021 «О порядке присуждения учёных степеней в Санкт-Петербургском государственном университете». 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,
доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики Арзамасского политехнического института (филиала) Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексева

Пакшин Павел Владимирович

07.02 2024 г.

Подпись Пакшина Павла Владимировича заверяю
Директор Арзамасского политехнического института
(филиала) НГТУ



Глеров Владимир Владимирович