

УТВЕРЖДАЮ:

заместитель директора ИППИ РАН
по научным вопросам

В.И. Венец

"18" октября 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича
Российской академии наук (ИППИ РАН) по кандидатской диссертации
«Математические модели временных рядов с трендом в задачах обнаружения
разладки», выполненной Артемовым Алексеем Валерьевичем в лаборатории
№10 Интеллектуального анализа данных и предсказательного моделирования
ИППИ РАН

В 2012 г. Артемов А.А. окончил физический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова по специальности «Физика». В 2015 г. Артемов А.А. окончил очную аспирантуру физического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова по научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2015 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова.

Диссертационная работа Артемова А.В. выполнена в лаборатории №10 Интеллектуального анализа данных и предсказательного моделирования ИППИ РАН во время работы Артемова А.В. в должности младшего научного сотрудника. Научный руководитель Артемова А.В. — кандидат физико-математических наук, доцент Бурнаев Евгений Владимирович, заведующий лабораторией №10 Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук.

Мотивацией проведенных научных исследований, результаты которой стали основой рассматриваемой диссертационной работы, было решение практических задач анализа данных, возникших в компании ООО «Яндекс», в которой соискатель работал в должности аналитика.

По итогам обсуждения экспертной комиссией диссертационной работы, в котором в том числе приняли участие Вьюгин В.В. (зав. лаб. № 1 ИППИ РАН), Гитис В.Г. (зав. сектора № 3.1 ИППИ РАН), Пирогов С.А. (зав. главн. научн. сотр. сектора № 3.1 ИППИ РАН), Дерендяев А.Б. (м.н.с. сектора № 3.1

ИППИ РАН), Трунов В.Г. (в.н.с. лаборатории № 1 ИППИ РАН), было принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Работа посвящена актуальной задаче обнаружения отказов программных систем по данным измерений их нагрузки, выполняемым в режиме реального времени. В диссертационной работе

- рассмотрены математические модели временных рядов с трендом, шумовая компонента в которых имеют длинную память. Для моделирования шумовой компоненты с длинной памятью использовалось фрактальное броуновское движение;
- решены научные задачи оптимальной оценки тренда в шуме с длинной памятью, а также построен оптимальный момент остановки наблюдений, который позволяет при заданной стоимости наблюдений получать минимально возможную ошибку оценки тренда в рамках рассматриваемой полиномиальной модели сигнала;
- разработаны численные методы оценки тренда на основе полученных теоретически оптимальных оценок;
- разработаны алгоритмы и численные методы обнаружения разладки на фоне тренда, выделенного из наблюдаемого временного ряда;
- разработаны комплексы программ, которые позволяют эффективно моделировать временные ряды с трендом и обнаруживать в них разладки.

В работе предлагаются следующие основные научные результаты:

- новая методология решения задачи моделирования трендов (в т.ч. квазипериодических) во временных рядах с длинной памятью и обнаружения разладок на их фоне;
- приводится теоретическое обоснование эффективности методологии;
- предлагается вычислительно эффективная реализация методологии;
- разработан комплекс программ, состоящий из 5 пакетов модулей и ряда вспомогательных процедур;
- проведены вычислительные эксперименты, результаты которых демонстрируют высокое качество разработанных моделей временных рядов и эффективность алгоритмов обнаружения разладок.

Личный вклад автора

Основные результаты работы были получены автором самостоятельно, изложены вместе с доказательствами (для теоретических утверждений) и экспериментальными результатами в тексте диссертации, а также были представлены на ряде семинаров и международных конференций. Одна из четырех основных работ написана соискателем без соавторов. В трех совместных работах соискателю принадлежат теоретические расчеты

структуры оптимальных оценок, программная реализация алгоритмов, а также проведение всех вычислительных экспериментов. Научный руководитель был ответственен за постановки решаемых задач и общее руководство исследованиями.

Достоверность полученных результатов

Достоверность изложенных в работе результатов обеспечивается использованием строгих доказательств, основанных на хорошо изученных методах стохастического анализа и теории оптимизации; совпадением с известными результатами в частных случаях линейных задач; описаниями проведенных вычислительных экспериментов, допускающими их воспроизводимость; успешным использованием результатов исследования в реальных задачах обнаружения отказов программных систем.

Научная новизна

Впервые поставлены и решены задачи оценивания параметра сноса, представляемого в виде разложения по заданному словарю функций, по данным его регистрации во фрактальном шуме и при различных типах дополнительной информации о сигнале. Впервые предложен алгоритм обнаружения разладки временного ряда, основанный на одновременном использовании множества статистик, относящихся к классическим процедурам. Предложены новые математические модели временных рядов с квазипериодическим трендом и алгоритмы оценивания тренда.

Практическая значимость

Предложенная в работе методология востребована в прикладных задачах обеспечения эксплуатации программных комплексов высокой сложности, таких как интернет-системы, системы цифровой связи и платформы электронной торговли. Востребованность разработанных в диссертации подходов подтверждается справкой о внедрении от ООО «Яндекс».

Теоретическая ценность

Получен ряд теоретических результатов о структуре оптимальных оценок параметра сноса фрактального броуновского движения при различных типах дополнительной информации, а также о структуре моментов остановки измерений, обеспечивающих их оптимальную цену.

Апробация работы

В процессе выполнения работы ее промежуточные результаты неоднократно докладывались и обсуждались на постоянно действующих внутренних научных семинарах ИППИ РАН.

Результаты диссертации докладывались на следующих российских и международных конференциях: The 8th International Conference on Machine

Vision (2015, Испания); XXII международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2015» (Москва, Россия); 58-я научная конференция МФТИ (2015, Долгопрудный, Россия); Deep Machine Intelligence Workshop, Skolkovo Institute of Science and Technology (2016, Сколково, Россия); Международная конференция по стохастическим методам (2016, г. Новороссийск, Россия); Международная конференция по алгебре, анализу и геометрии (2016, г. Казань, Россия).

Кроме того, полученные в работе результаты докладывались и обсуждались на постоянно действующих научных семинарах в ведущих научных организациях г. Москвы по тематике диссертации:

- семинар «Математические методы в естественных науках» физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (2015),
- семинар «Математические модели информационных технологий» департамента анализа данных и искусственного интеллекта Высшей школы экономики (2015),
- семинар «Случайные процессы и стохастический анализ» кафедры теории вероятностей механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (2015),
- общемосковском постоянном научном семинара «Теория автоматического управления и оптимизации» ИПУ РАН им. В. А. Трапезникова (2015),
- научном семинаре отдела Интеллектуальных систем ВЦ РАН (2015),
- семинаре «Структурные модели и глубинное обучение» ИППИ РАН им. А. А. Харкевича (2016).

Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

Основные результаты работы полностью изложены в 7 публикациях, 1 из которых опубликована в журнале из списка ВАК, 3 в изданиях, индексируемых международными базами данных Web of Science и Scopus, 3 в трудах конференций.

Работы, опубликованные автором в изданиях из перечня ведущих рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК, и в изданиях, индексируемых международными базами данных WoS и SCOPUS:

1. Артёмов А. В., Бурнаев Е. В. Оптимальное оценивание сигнала, наблюдаемого во фрактальном гауссовском шуме // Теория вероятностей и ее применения. — 2015. — Т. 60. — №1. — С. 163-171.
2. Artemov A. V. Effective signal extraction via local polynomial approximation under long-range dependency conditions // Принято к публикации в Lobachevskii Journal of Mathematics. — 2016. — Vol. 37. — Issue 1.

3. Artemov A. V., Burnaev E. V. Ensembles of Detectors for Online Detection of Transient Changes // Proceedings of The 8th International Conference on Machine Vision (ICMV 2015). — 2015. — P. 98751Z–98751Z-5.
4. Artemov A. V., Burnaev E. V. Nonparametric Decomposition of Quasi-periodic Time Series for Change-point Detection // Proceedings of The 8th International Conference on Machine Vision (ICMV 2015). — 2015. — P. 987520–987520-5.

В других изданиях:

5. Артёмов А. В., Бурнаев Е. В. Исследование процедуры обнаружения разладки временного ряда на основе взвешенного голосования // Материалы XXII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов». Москва, 2015. С. 34–35.
6. Артёмов А. В. Масштабируемая архитектура оценивания сигналов для мониторинга крупных квазипериодических систем // Труды 58-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». — Москва–Долгопрудный: ФУПМ, 2015. — С. 11–14.
7. Бурнаев Е. В., Артемов А. В. О выделении тренда из шума с длинной памятью и обнаружении разладок на его фоне // Труды Международная конференция по стохастическим методам (27 мая–03 июня 2016 г., г. Новороссийск).

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают его основные положения.

Заключение

Диссертационная работа Артемова Алексея Валерьевича «Математические модели временных рядов с трендом в задачах обнаружения разладки» - это законченная научная работа, которая соответствует требованиям пп. 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, Паспорту научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», физико-математические науки, в пунктах 1, 2, 3, 4 паспорта.

Диссертация «Математические модели временных рядов с трендом в задачах обнаружения разладки» Артемова Алексея Валерьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заключение о диссертационной работе принято на заседании экспертной комиссией. Присутствовало на заседании: 24 чел. Результаты голосования:

"за" - 24 чел., "против" - 0 чел., "воздержалось" - 0 чел., протокол № 10 от "18" октября 2016 г.



Вьюгин Владимир Вячеславович,
доктор физ.-мат. наук, профессор,
зав. лаб. № 1 ИППИ РАН,
председатель экспертной комиссии

