

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Якунин Алексей Григорьевич, Хуссейн Шиабат Аль Хамд Могахед Хуссейн
ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Якунин Алексей Григорьевич
yakunin@agtu.secnf.ru

В последнее время непрерывный оперативный контроль с возможностью автоматического выявления нештатных ситуаций получает все большую востребованность при решении многих задач технического и природного мониторинга [1,2], однако, существующие решения по выявлению таких ситуаций имеют очень ограниченные возможности [3,4]. Кроме того, с удешевлением устройств первичного сбора данных резко возрос объем измерительной информации, что привело к проблеме ее своевременной потоковой обработки, передачи, хранения и обеспечения к ней оперативного доступа. В этой связи становится актуальной разработка программно-технических средств и алгоритмических решений, способных эффективно выявлять аномалии и нарушения закономерностей в контролируемых процессах с учетом их особенностей.

Как одним из возможных вариантов уменьшения вычислительной сложности алгоритмов выявления нештатных ситуаций, проявляющихся в виде нарушений регулярности протекания контролируемых процессов, является применение методов средних скоростей, представляющих собой модификации и дальнейшее развитие статистических методов обнаружения аномалий и идентификации [5-9].

Их суть основана на сравнении средних скоростей на смежных, равно протяженных и содержащих по n отсчетов временных интервалах, на которые разбиваются результаты измерений информативного сигнала $x(t)$. Для реализации метода сначала для каждого из этих интервалов вычисляется среднее значение контролируемой величины:

$$x_k = \frac{1}{n} \sum_{i=(k-1) \cdot n+1}^{k \cdot n} x(t_i); \quad (1)$$

Затем по этим значениям по двухточечной схеме находится усредненная производная сигнала $x(t)$, то есть фактически средняя скорость изменения контролируемого параметра по времени:

$$v_k = (x_k - x_{k-1}) / n. \quad (2)$$

Далее по найденным значениям v_k вычисляется средняя разность v_{av} для N интервалах, предшествующих текущему интервалу:

$$v_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=k-N+1}^k |v_i|. \quad (3)$$

На следующем шаге находится отклонение текущей средней скорости от ее среднего значения:

$$\Delta v_k = v_k - v_{av} \cdot \text{sign}(v_k) \quad (4)$$

Порог допустимых отклонений значения скорости δ вычисляется как модифицированное стандартное отклонение скоростей на отдельных интервалах:

$$\delta = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=k-N+1}^k \Delta v_k^2} \quad (2)$$

В зависимости от соотношения значения порога допустимых отклонений и значения отклонения текущей скорости изменения сигнала от ее среднего значения выполняется классификация анализируемой временной зоны на нормальную, критическую зоны или зону перепада:

$$|\Delta v_k| < \delta - \text{нормальная зона}; \quad |\Delta v_k| < k_e \cdot \delta - \text{критическая зона}; \quad |\Delta v_k| < k_e \cdot \delta - \text{аномальный перепад}, \quad (2)$$

где k_e – коэффициент для задания порога допустимых отклонений. Для его выбора был проведен вычислительный эксперимент, показавший, что при $k_e=2$ минимизируется вероятность суммарной ошибки идентификации, складывающейся из ошибок 1 и 2 рода, что иллюстрируется рисунком 1а.

Для оценки влияния величины шума на вероятность появления ошибок идентификации перепада как первого, так и второго рода и для его выбора оптимального значений был проведен вычислительный эксперимент. k_e был проведен вычислительный эксперимент, показавший, что при $k_e=2$ минимизируется вероятность суммарной ошибки идентификации, что иллюстрируется рисунком 1а. На рисунке 1 б для сравнения показаны зависимости ошибки обнаружения перепадов от величины шума для байесовского метода, часто применяемого для аналогичных целей [10]. Из него видно, что байесовский метод более чувствителен к шуму, чем предлагаемый метод средних скоростей.

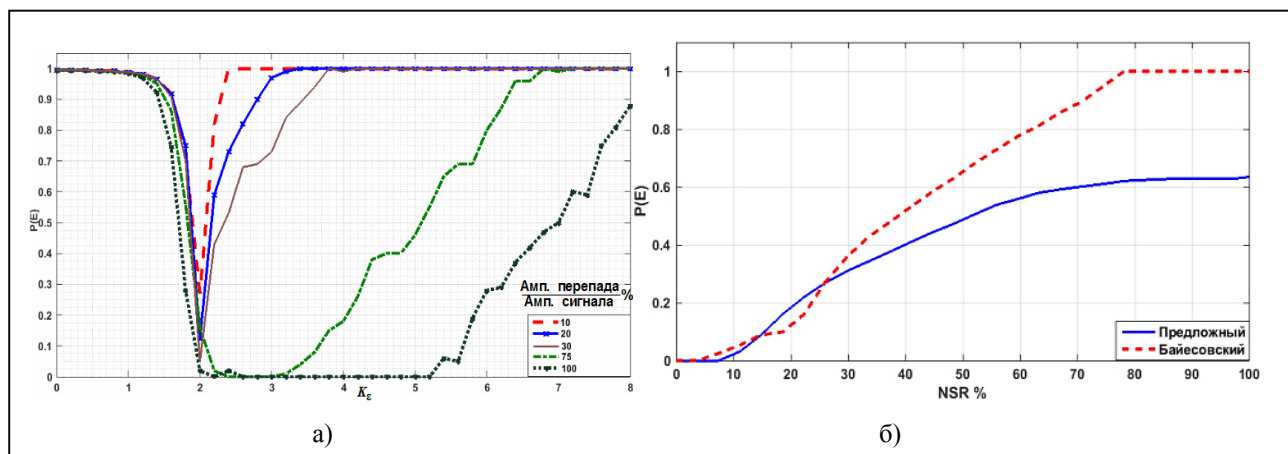


Рис.1. Зависимости вероятности ошибки идентификации перепада от K_ϵ для разных значений амплитуд перепадов (а) и вероятности ошибки от отношения шума к сигналу (NSR) для предложенного и байесовского методов (б)

Список литературы:

- [1] Brock F. V. *Meteorological Measurement Systems* / F. V. Brock, J. R. Scott // Oxford University Press, 2001. 304 p.
- [2] Хуссейн Х.М. Проектирование и внедрение систем для климатического и технологического мониторинга / Х. М. Хуссейн, Р. В. Кунц, Л. И. Сучкова, А. Г. Якунин // Известия АГУ. 2013. №. 1/1/2013. С. 210–214.
- [3] Xiuyao S. Conditional anomaly detection / S. Xiuyao, W. Mingxi, C. Jermaine, S. Ranka // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2007. Vol. 19. No.5. pp. 631–644.
- [4] Chatzigiannakis V. Hierarchical anomaly detection in distributed large-scale sensor networks / V. Chatzigiannakis, S. Papavassiliou, M. Grammatikou, B. Maglaris // Proceedings - International Symposium on Computers and Communications. 2006. pp. 761–766.
- [5] Матвеев В. И. // ЖЭТФ. 2003. Т. 124. № 5(11). С. 1023.
- [6] Есеев М. К., Матвеев В. И. // Физический вестник Поморского университета. Архангельск: Изд-во Поморского ун-та. 2006. № 4. С. 35.
- [7] Scott A.J. A Cluster Analysis Method for Grouping Means in the Analysis of Variance / A. J. Scott, M. Knott // Biometrics. 1974. Vol. 30. No.3. pp. 507–512.
- [8] Fryzlewicz P. Wild binary segmentation for multiple change-point detection / P. Fryzlewicz // Annals of Statistics. 2014. Vol. 42. No. 6. pp. 2243–2281.
- [9] Исхаков С.Ю. Методическое обеспечение процесса выявления инцидентов в работе комплексных сетей систем безопасности / С. Ю. Исхаков 2015.
- [10] Ruggieri E. A Bayesian approach to detecting change points in climatic records / E. Ruggieri // International Journal of Climatology. 2013. Vol. 33. No.2. pp. 520–528.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ПАТТЕРНОВ ПОВЕДЕНИЯ

Стариков Егор Сергеевич, Сучкова Лариса Иннокентьевна

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова

Сучкова Лариса Иннокентьевна, д.т.н.

yegor.inc@live.ru

В связи с ростом промышленного производства и использования природных ресурсов предъявляются дополнительные требования к уровню безопасности техногенных систем. Часть промышленных потенциально-опасных объектов не соответствует современным требованиям промышленной безопасности и устойчивости при возникновении чрезвычайных ситуаций, так как создана по устаревшим технологиям. Как правило, проектирование и строительство промышленных объектов производится в непосредственной близости от потребителей, по этой причине в крупных городах появляется все больше потенциально-опасных объектов [1,2]. В этой связи особую актуальность приобретает вопрос оценки безопасности природных и техногенных потенциально-опасных объектов, а Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» устанавливает требования о необходимости анализа риска опасных производственных объектов.

Для оперативного контроля безопасности техногенных объектов предлагается использовать интеллектуальную систему, основанную на гибридных паттернах поведения и сочетающую в себе