

0.1. Никулин В.С., Пестунов А.И. Оценка характеристик эксплуатационной надёжности вычислительных комплексов адаптированным методом Парзена — Розенблатта

Выявление причин отказов для уменьшения их влияния на надёжность и эффективность вычислительных комплексов, а также прогнозирование отказов оборудования с целью планирования организационно-технических мероприятий по поддержанию работоспособности являются основными задачами организации наблюдений за эксплуатационной надёжностью [1]. Решению этой задачи в наибольшей степени отвечает статистическое точечное оценивание, заключающееся в нахождении плотности или функции распределения времени до отказа для выбранных объектов анализа [2]. Применение непараметрических методов для оценки характеристик эксплуатационной надёжности вычислительных комплексов связано с отсутствием априорной информации о реальном законе распределения отказов [3, 4].

В настоящей работе решается задача выбора управляющих параметров непараметрического метода Парзена — Розенблатта: ядра функции и параметра локальности [5]. Обоснован выбор функции Гаусса с зеркальным отображением в качестве ядра для компенсации смещения исходных данных и косинусной меры в качестве параметра локальности. Показано, что такое сочетание управляющих параметров позволяет повысить точность и сократить время на обучение по сравнению с альтернативными вариантами [6].

Метод зеркального отображения исходных данных необходим для замены симметричного ядра

$$\frac{K(t-x)}{d}$$

(в нашем случае — гауссовского ядра) свернутым (отраженным) нормальным ядром с установлением в ноль нижней границы области определения функции распределения [2]. В этом случае для единичной наработки функция распределения $F(t)$ имеет вид

$$F(t) = \left[\frac{K(t-x)}{d} + \frac{K(t+x)}{d} - 1 \right].$$

Эксперимент по оценке точности адаптированного метода проведен на наборе данных, полученных в процессе эксплуатации вычислительных комплексов в период с 12.10.2017 по 29.12.2019 [7]. На сформированном наборе данных произведен сравнительный анализ традиционного непараметрического метода с адаптированным непараметрическим методом Парзена — Розенблатта. При реализации методов, был использован пакет scikit-learn в Python 3.7. Функцией оценки качества является точность (Accuracy или Mean Consequential Error),

означающая долю объектов, на которых алгоритм выдал правильные ответы:

$$MSE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [y_i = x_i]. \quad (1)$$

Результаты эксперимента показывают, что средняя точность оценки оптимизированного метода достигает 92.54%, что эффективнее традиционного алгоритма. Полученная плотность и функция распределения предоставляют наибольшую информацию для анализа надёжности оборудования и на их основе могут быть получены основные показатели безотказности, такие как комплексный критерий готовности и наработка на отказ.

Список литературы

- [1] Скрипник В.М. Анализ надёжности технических систем по цензурированным выборкам. М.: Радио и связь, 1988. 184 с.
- [2] Бостанджиян В.А. Пособие по статистическим распределениям. Черноголовка: Редакционно-издательский отдел ИПХФ РАН, 2013. 1060 с.
- [3] Антонов А.В., Никулин М.С. Статистические модели в теории надёжности. М.: Абрис, 2012. 390 с.
- [4] Деврой Л., Дьёрфи Л. Непараметрическое оценивание плотности. L1-подход, М.: Мир, 1988. 408 с.
- [5] PARZEN E. On estimation of a probability density function and mode. 33rd ed. // Annals of Mathematical Statistics. 1962. P. 1065–1076.
- [6] ЗАХАРОВ Д.Н., НИКУЛИН В.С. Анализ методов статистической оценки эксплуатационной надёжности вычислительных комплексов // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2020. Т. 12. № 1. С. 64–69.
- [7] Никулин В.С. Методика подготовки данных для интеллектуального анализа надёжности вычислительных комплексов // Вестник СИБГУТИ. 2020. № 3. С. 26–37.