

А.В. Ерпалов, В.В. Сеницин, О.Л. Ибряева, А.Л. Шестаков (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»)

Метод аугментации многомерных временных данных в задачах мониторинга состояния промышленного оборудования

В работе предложен метод декомпозиционной аугментации данных, который в отличие от существующих подходов рассматривает многомерные временные ряды и при аугментации сохраняет общую тенденцию и структуру многомерных данных с реальных датчиков оборудования. Основной идеей предложенного метода, наряду с традиционными методами аугментации, является применение многомерной вариационной модовой декомпозиции. Верификация предложенного метода выполнена для реальных многомерных временных рядов с разных по типу сенсоров: термодатчиков и тензодатчиков. Анализ полученных результатов аугментации проводился на основе критерия MAE и параметров плотности распределения случайных процессов.

Ключевые слова: диагностика оборудования, сигналы с датчиков, аугментация, многомерные данные, синтетические данные, вариационная модовая декомпозиция.

Ерпалов Алексей Викторович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Сеницин Владимир Владимирович – канд. техн. наук, зам. заведующего лабораторией,
Ибряева Ольга Леонидовна – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник,
Шестаков Александр Леонидович – д-р техн. наук, проф., президент ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

Список литературы

1. Bertsekas D.P. Constrained Optimization and Lagrange Multiplier Methods. Elsevier, 1982. – 395 p.
2. Dragomiretskiy K., Zosso D. Variational Mode Decomposition // IEEE Trans. Signal Process. – 2014. – Т. 62 – № 3 Pp. 531–544.
3. Esteban C., Hyland S. L., Rättsch G. Real-valued (Medical) Time Series Generation with Recurrent Conditional GANs. 2017.
4. Flores A. Data Augmentation for Short-Term Time Series Prediction with Deep Learning , 2021. – 492–506с.
5. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., and et. Generative adversarial networks // Commun. ACM – 2020. – Т. 63 – № 11 – Pp. 139–144.
6. Guennec A., Malinowski S., Tavenard R. Le Data Augmentation for Time Series Classification using Convolutional Neural Networks // ECML/PKDD Work. Adv. Anal. Learn. Temporal data – 2016. – 11-undefined с.
7. Iglesias G., Talavera E., González-Prieto Á., Mozo A., Gómez-Canaval S. Data Augmentation techniques in time series domain: a survey and taxonomy // Neural Comput. Appl. – 2023. – Т. 35 – № 14 – Pp.10123–10145.
8. Iwana B.K., Uchida S. An empirical survey of data augmentation for time series classification with neural networks. 2021. C. 1–32
9. Kingma D.P., Welling M. Auto-Encoding Variational Bayes // 2nd Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2014 - Conf. Track Proc. – 2013. – № MI – Pp.1–14.
10. Rehman N.U., Aftab H. Multivariate Variational Mode Decomposition // IEEE Trans. Signal Process. – 2019. – Т. 67 – № 23 – Pp. 6039–6052.

11. Shestakov A.L., Kachurin P. L., Sinitsin V. V. and et. Artificial Intelligence Methods in Diagnostics of Rolling Production Equipment. Diagnostics of Tension Leveler Bearings // SOFT Meas. Comput. – 2023. – T. 10/2 – № 71(2) – Pp. 76–91.
12. Um T.T. Data augmentation of wearable sensor data for parkinson’s disease monitoring using convolutional neural networks New York, NY, USA: ACM, 2017. – Pp. 216–220.
13. Yoon J., Jarrett D., M. van der Schaar. Time-series generative adversarial networks // Adv. Neural Inf. Process. Syst. – 2019. – T. 32 – № NeurIPS – Pp. 1–11.

Yerpalov A.V., Sinitsin V.V., Ibryaeva O.L., Shestakov A.L. A method for augmentation of multidimensional time series in equipment health monitoring tasks

The paper proposes a decomposing data augmentation method. As against the available ones, it handles multidimensional time series and during the augmentation retains the general trend and the structure of multidimensional data based on plant sensor readings. The gist of the method proposed is the application of multilevel variational mode decomposition coupled with conventional augmentation techniques. The method was verified using real-life multidimensional time series for thermocouples and load cells. The augmentation results were analyzed using MAE criterion as well as stochastic process PDF.

Keywords: *equipment state diagnosis, sensor readings, augmentation, multidimensional data, synthetic data, variational mode decomposition.*