

ОБЗОР АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Цурко А.В., Борисенко С.Ю., Васюкевич С.Ю.

Давыдов И. Г. – канд. техн. наук

Аннотация – В докладе рассматриваются современные методы классификации дефектов изделий машиностроения. Вводится понятие адаптивных алгоритмов в вибрационной диагностике. На основе обзора литературы выделяются наиболее эффективные методы и алгоритмы для дальнейших исследований.

Промышленное оборудование содержит много подвижных узлов и деталей. Некоторые из них, например, подшипники качения, находятся под большой нагрузкой, быстро изнашиваются и выходят из строя. В процессе работы подвижные части оборудования создают вибрационный шум. Так как шум нормального и неисправного оборудования отличается, он используется в вибрационной диагностике для обнаружения неисправностей и оценки состояния оборудования. Оценка состояния, в свою очередь, позволяет своевременно проводить обслуживание и замену оборудования.

Процесс вибрационной диагностики можно разделить на пять последовательных этапов: разработка теоретической модели, снятие опытных данных, выделение диагностических признаков, классификация неисправных состояний, прогнозирование развития неисправностей и принятие решений. Первый этап включает разработку кинематических моделей и математическую оценку возможных неисправностей вращающихся узлов и их признаков. Второй этап состоит из снятия исходных данных, их накопления и предобработки с помощью соответствующих датчиков, например акселерометров, и компьютеров. Третий этап подразумевает преобразование исходных данных в существенную информацию о состоянии системы. Четвертый этап заключается в машинном определении текущего состояния. Пятый этап наиболее прагматичен но наименее изучен, и предполагает автоматическую оценку срока службы и планирования обслуживания.

Природа наблюдаемых сигналов и процессов, множество комбинаций дефектов различной степени и их непрерывное развитие требуют высокой адаптивности от диагностических методов. Адаптивность означает способность аппаратных или программных средств приспосабливаться к неизвестным априори исходным данным и особенностям рабочего процесса. Такие методы объединяются понятием адаптивных алгоритмов.

В современной вибрационной диагностике адаптация в основном представлена методами классификации на четвертом этапе диагностики. Наиболее распространённым и эффективным методом классификации является нейронная сеть на базе многослойного перцептрона с алгоритмом обратного распространения ошибки [1 - 5], что позволяет достичь 90% – 100% точности классификации. Другим, не менее эффективным, но менее распространённым методом является машина на опорных векторах [6]. Кроме того, интересные возможности предоставляются нечеткими нейронными сетями [3, 7], последовательными [7] и комбинированными [1] системами. Стоит отметить, что лучшие результаты достигаются не только за счет классификаторов, но и благодаря эффективным методам выделения диагностических признаков. Однако последние в большинстве своем не являются адаптивными, кроме новых разрабатываемых методов, таких как эмпирическая декомпозиция мод и адаптивное вейвлет-преобразование.

Таким образом, вибрационная диагностика широко применяет адаптивные алгоритмы, такие как методы машинного обучения, для решения проблем классификации неисправностей. Дальнейшие практические успехи могут быть достигнуты путём комбинации этих методов. Кроме того, существует тенденция к разработке адаптивных методов выделения признаков с хорошей эффективностью. В заключение, такой важный вопрос как автоматическое прогнозирование срока службы и планирование обслуживания может быть решен с помощью адаптивных алгоритмов, но он не освещён в достаточной мере и еще ждет своих исследователей.

Список использованных источников:

3. Sulochana Wadhvani. Fault Classification for rolling element bearing in electric machines / Sulochana Wadhvani, S. P. Gupta, Vinod Kumar // IETE journal of research. – 2008. – vol. 51, issue 4. – P. 262 – 273.
4. Manish Yadav. Automatic fault classification of rolling element bearing using wavelet packet decomposition and artificial neural network / Manish Yadav, Sulochana Wadhvani // International journal of engineering and technology. – 2011. – vol. 3, issue 4. – P. 270 – 276.
5. Khalid F. Al-Raheem. Rolling bearing fault diagnostics using artificial neural networks based on Laplace wavelet analysis / Khalid F. Al-Raheem, Waleed Abdul-Karem // International Journal of Engineering, Science and Technology. – 2010. – vol. 2, issue 6. – P. 278 – 290.
6. D.H. Pandya. ANN Based Fault Diagnosis Of Rolling Element Bearing Using Time-Frequency Domain Feature / D.H. Pandya, S.H. Upadhyay, S.P. Harsha // International Journal of Engineering Science and Technology. – 2012. – vol. 4, issue 6. – P. 2878 – 2886.
7. Kalyan M. Bhavaraju. A Comparative Study on Bearings Faults Classification by Artificial Neural Networks and Self-Organizing Maps using Wavelets / Kalyan M. Bhavaraju, ; P. K. Kankar ; Satish C. Sharma ; S. P. Harsha // International Journal of Engineering Science and Technology. – 2010. – vol. 2, issue 5. – P. 1001 – 1008.
8. Shuen-De Wu. Multi-Scale Analysis Based Ball Bearing Defect Diagnostics Using Mahalanobis Distance and Support Vector Machine / Shuen-De Wu, Chiu-Wen Wu, Tian-Yau Wu, Chun-Chieh Wang // Entropy. – 2013. – vol. 15, issue 2. – P. 416 – 433.
9. Ke Li. An intelligent method for rotating machinery using least squares mapping and fuzzy neural network / Ke Li, Peng Chen, Shiming Wang // Sensors journal. – 2012. – vol. 12, issue 5. – P. 5919 – 5939.