

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

THE POSSIBILITIES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR EQUIPMENT DIAGNOSTICS

A. Emelianov

Summary. The article presents a study of the possibilities of artificial intelligence for equipment diagnostics. The principles and disadvantages of existing diagnostic methods are considered. The existing technologies used in equipment diagnostics have been identified. The functional capabilities of an artificial neural network for use in solving a diagnostic problem are described. The existing practices of using artificial neural networks in various fields of human activity are presented and analyzed.

Keywords: artificial intelligence, artificial neural networks, diagnostics, classification task.

Емельянов Александр Дмитриевич

аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область
workoi310@gmail.com

Аннотация. В статье представлено исследование возможностей искусственного интеллекта для диагностики оборудования. Рассмотрены принципы и недостатки существующих методов диагностики. Определены существующие технологии применяемые при диагностике оборудования. Описаны функциональные возможности искусственной нейронной сети для использования при решении задачи диагностики. Представлены и проанализированы существующие практики применения искусственных нейронных сетей в различных областях человеческой деятельности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственные нейронные сети, диагностика, задача классификации.

Введение

Одной из основных причин стремительного развития различных сфер человеческой деятельности является повышение качества товаров, услуг и общего технического оснащения. Вследствие этого наблюдается как появление новых, так и усложнение существующих производственных процессов, требующих более проработанной технологии, большего количества контролируемых параметров, повышения точности измерений. Любые отклонения от технологии производства или ложные данные, характеризующие состояния систем могут привести к повышению количества брака, замедлению выявления дефектов оборудования, увеличению вероятности критических ситуаций, представляющих угрозу для работающего персонала.

Циркуляция в системе недостоверной информации является серьезной проблемой. Детальное изучение данной темы демонстрирует множество причин возникновения подобных ситуаций, среди которых особое внимание следует уделить неправильному функционированию активного и пассивного измерительного оборудования, являющегося основным источником информации о техническом состоянии элементов эксплуатируемых систем, которое, в совокупности, представляет собой измерительный канал (ИК)

В настоящее время, предприятия уже применяют различные средства и технологии диагностирования

ИК, от простейшего переносного оборудования для определения общего состояния элемента до специализированных аппаратно-программных комплексов для выявления неисправных узлов, но несмотря на возможность выполнять поставленную перед ними задачу, они не лишены недостатков, существенно влияющих на эффективность диагностики.

Учитывая актуальность данной темы, в рамках научного исследования рассматриваются проблемы существующих средств и технологий диагностики ИК и возможные пути их решения с помощью достижений современной науки, в частности, в области искусственного интеллекта.

Методы диагностики ИК

Совокупность приёмов использования принципов, технологий и средств, применяемых для выявления, некорректно работающего ИК составляет метод диагностики ИК. Среди наиболее распространённых методов диагностики ИК следует выделить субъективный, аппаратный и программный.

Субъективный метод основывается на личной оценке и опыте специалиста, приобретенным им во время работы. Одним из способов его же процесс его реализации можно представить в виде следующего алгоритма:

1. Специалист изучает информацию на визуальном контроле

2. Концентрирует внимание на параметре или группе параметров, выделяющихся нестандартным (аномальным) поведением.
3. Определяет то каким образом выражается отклонение от стандартного поведения: завышение или понижение значений параметра в пределах длительного промежутка времени, кратковременные скачки значений в большую или меньшую сторону (превышающие допустимую погрешность), полное несоответствие значений, отображаемых на средстве визуального контроля подаваемому сигналу
4. Производит регистрацию значений каналов, обладающих нестандартным поведением в течении определенного количества времени для произведения детального анализа сигнала
5. Определяет возможные причины выхода ИК из строя и прорабатывает дальнейший план действий

Аппаратный метод представляет собой применение специализированного оборудования, функции которого напрямую или косвенно могут повлиять на скорость определения неработоспособного ИК. Диагностическое оборудование может быть подразделено на:

По степени внедрения

- Внешнее, применяемое при выявлении неисправностей отдельных элементов или участков, входящих в состав ИК
- Внутреннее, являющееся одним из элементов ИК, для проведения операция по дополнительному контролю передаваемой информации

Разберем более детально работу с внешним и внутренним диагностическим оборудованием.

При применении внешнего оборудования процедура диагностики осуществляется путем прямого взаимодействия на определенных участках, зонах или объектах, выполняющих функции передачи или преобразования измерительной информации, что позволяет получить промежуточные результаты и произвести их сравнение со значениями в программах визуального контроля. Объем получаемой информации напрямую зависит от применяемого оборудования: базовые устройства (мультиметры, вольтметры, амперметры) используются для мгновенного получения измеренных значений; продвинутое (осциллографы, калибраторы) поддерживают более тонкую настройку, меняющуюся в зависимости от рассматриваемого случая и способны выдавать данные в формате экспресс-отчета; полноценные мобильные измерительные комплексы (MIC-200, MIC-355M) способны производить обработку, регистрацию и анализ измеряемых величин, вблизи или с минимальным расстоянием от диагностируемого элемента.

Внутреннее же оборудование имеет больше стационарный характер и предназначены для решения узкоспециализированных задач. В качестве примера подобного решения можно рассмотреть системы контроля технического состояния пьезоэлектрических датчиков. Устройство подключается к датчику, установленному на объекте контроля, и отслеживает напряжение реакции. Результат контроля работоспособности датчика («Исправен» или «Неисправен») отображаются на ЖК дисплее и в виде световой индикации. [1]

Программный метод реализуется с помощью специализированного программного обеспечения (ПО), которое в режиме реального производит сбор, обработку и анализ поступающей информации по заданным алгоритмам, сложность и объем которых определяется разработчиком. В некоторых случаях пользователю предоставляется возможность разработки и внедрение собственных алгоритмов в виде дополнительных модулей для расширения функционала (плагинов) или доступ к программным библиотекам, используемых разработчиком для создания независимого ПО. Реализацию подобных подходов можно наблюдать в ПО FlexLogger от компании National Instruments, DeweSoftX от DeweSoft и QtРегистратор от Информтест [2,3,4]

Выделим недостатки и проблемы вышеописанных методов:

Субъективный метод:

- Малый объем специалист обладающих подобным опытом, и низкая скорость их подготовки в связи с хаотичным характером проявления подобных ситуаций
- Вероятность пропуска момента перехода из стабильного в нестабильное вследствие человеческого фактора
- Усложнения процесса диагностика и анализа силами специалиста по причине увеличения количества контролируемых параметров и общего потока данных

Аппаратный метод:

- Финансовые расходы на приобретение оборудования, дополнительных аксессуаров и программных средств производителя. Средняя стоимость наиболее распространенных типов оборудования продемонстрировано в таблице 1
- Затраты на ремонт, поверку, другие услуги по техническому обслуживанию
- Сложности в обучении персонала: тем сложнее техника, тем выше трудозатраты на объяснения, как с ней работать
- Невозможность установки диагностического оборудования в связи с конструктивными особенностями производственного или испытательного помещения.

Таблица 1.
Средняя стоимость диагностического оборудования

Тип оборудования	Производитель			
	АКИП	FLUKE	Keysight Technologies	Ronde and Schwarz
Мультиметр	86203	130254	951961	225494
Калибратор	14044	115330989	–	–
Осциллограф	299539	533667	683323	481670

Программный метод:

- Сложности в определении какой диапазон является «нормой» для установки в алгоритм работы программы
- Постоянные доработки ПО из-за динамически меняющихся условий, приводящие к финансовым издержкам.

Одним из возможных решений способных компенсировать недостатки и помочь в решение данных проблем является применений технологий искусственного интеллекта, в частности искусственных нейронных сетей (ИНС).

Диагностика ИК с помощью ИНС

Как было сказано ранее, основной задачей диагностики ИК является определение его работоспособности, то есть отнесение к определенному классу: работоспособный и неработоспособный. Процесс отнесения, наблюдаемого ИК происходит на основании наличия или отсутствия у него, в той или иной степени, определенных признаков. Таким образом процесс диагностики ИК, можно интерпретировать как задачу классификации.

Причинами рассмотрения ИНС как возможного способа решения задачи классификации являются результаты исследований демонстрирующее эффективность применения ИНС в задачах подобного рода. В особенности активно используемая технология компьютерного зрения, процесс работы которой также представляет собой классификацию.

Список функциональных возможностей ИНС весьма обширен, но выделим наиболее актуальными для процедуры диагностики являются:

- Возможность обучения на данных, предоставленных пользователем
- Классификация по заданным признакам
- Возможность обработки больших объемов данных

Более детально рассмотрим, как вышеперечисленные функциональные возможности могут быть применимы при диагностике ИК.

1. Возможность ИНС обучаться на данных позволяет специалистам подготовить обучающие массивы и научить ИНС определять состояние ИК
2. Определения состояния ИК происходит по определенным признакам что является одной из основных задач ИНС
3. ИНС могут быть использованы для создания автономных систем, способных принимать решение и действовать без явного программирования
4. ИНС могут обрабатывать и анализировать большие объемы данных более эффективно, чем стандартное программное обеспечение благодаря параллельной обработке и распределенным вычислениям

Примеры систем диагностики с применением ИНС

Сама практика применения ИНС в диагностике уже существует и используется для решения определенных задач. Произведем анализ существующих примеров применения ИНС с целью определения их структуры, функциональных возможностей и эффективности.

1. Система автоматической интеллектуальной диагностики САИД

САИД подключается к изучаемому объекту (турбогенератор, питательный насос, дутьевой вентилятор) и начинает процесс съема данных в режиме 24/7. Входным сигналом служит питающее напряжение, несущая (сетевая) частота которого модулируется работой самого объекта и формирует выходной сигнал в виде спектра гармоник потребляемого тока. На основе получаемых спектрограмм происходит процесс обучения и выявление пороговых значений. По окончании обучения система переходит в режим мониторинга и в случае выявления проблем в работе оборудования автоматически посылает оповещения.

Применение САИД позволяет добиться следующих результатов:

Экономия электроэнергии — от 2 % до 5 %: достигается за счет того, что использование САИД не допускает развитие критических дефектов в электрическом оборудовании, а значит можно быть уверенным в том, что не будут возникать утечки электроэнергии и короткие замыкания, оборудование не будет потреблять лишнюю электроэнергию.

Увеличение средней производительности оборудования — на 5 %. Благодаря интеллектуальной системе оборудование всегда находится в нормальном состоянии, не допускается ухудшение его характеристик, то есть поддерживается высокий КПД.

Снижение объема планово-предупредительных работ — до 30 %. Такой эффект достигается благодаря переходу к ремонтам по состоянию. В результате реализации такой стратегии компания перестает выполнять лишние планово-предупредительные ремонты, то есть начинает ремонтировать только то, что необходимо.

Снижение эксплуатационных расходов — на 10 %. С помощью САИД, компании не надо постоянно направлять обходчиков к оборудованию, она не тратится на дополнительные замеры, а просто спокойно контролирует состояние механизмов и электрической части. [5]

2. Средства измерения показателей качества электроэнергии (СИ ПКЭ) со встроенной ИНС

СИ ПКЭ со встроенной ИНС была использована в рамках опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ) на объекте Карельского филиала ПАО «Россети Северо-Запад». Устройство подключалось в шести пунктах контроля, доступ к которым осуществлялся посредством WEB-браузера. Процесс обучения ИНС производился на данных, получаемых с пунктов контроля. Задачей обучения ИНС было определение событий «земля в сети» (замыкание фазы на землю) и оповещение об этом диспетчера при помощи приложения Telegram.

По результатам ОПЭ, полученная ИНС не только выполняла поставленную задачу, но и предоставляла прогнозы событий за несколько суток до возникновения, позволяя персоналу заранее скоординировать свои действия, что, в свою очередь, способствует увеличению эффективности упреждающего реагирования. [6]

3. Система на основе компьютерного зрения в добывающей промышленности для холдинга УЗТМ-КАРТЭК

Еще одним примером демонстрации способности ИНС к оценке состояния оборудования является проект реализованной компанией ООО «Норд Клан» и АО «Союзтехноком». В результате совместной работы была получена система компьютерного зрения (СКЗ), оценивающая в режиме реального времени состояние зубьев ковша экскаватора и сигнализирующая машинисту в случае их критического износа или потери. Благодаря способности СКЗ производить оценку и в дневное, и в ночное время машинист может лучше концентрироваться на работе, не снижая эффективность экскавации. Сама структура СКЗ включает в себя камеру машинного зрения, устанавливаемую на стрелу экскаватора, системный блок с развернутой ИНС для обработки видео и сенсорный монитор для визуального и голосового оповещения. [7,8]

Заключение

В рамках данного исследования показаны существующие методы диагностики измерительных каналов и недостатки, влияющие на их эффективность. Рассмотрены возможности применения технологий искусственного интеллекта (искусственных нейронных сетей), как способа решения упомянутых проблем. Показаны современные примеры применения искусственной нейронной сети для диагностики оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Анатолий Аркадьевич, Цыпин Борис Вульфович, Бастрыгин Кирилл Игоревич, Кикот Виктор Викторович Система контроля состояния пьезоэлектрических датчиков давления // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2014. №4 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kontrolya-sostoyaniya-piezoelektricheskikh-datchikov-davleniya> (дата обращения: 24.02.2024).
2. FlexLogger: сайт. — URL: <https://www.ni.com/en/shop/data-acquisition-and-control/flexlogger.html> (дата обращения: 24.02.2024)
3. DewesoftX: сайт. — URL: <https://dewesoft.com/ru/products/dewesoftx> (дата обращения: 28.02.2024)
4. Информтест QtРегистратор: сайт. — URL: https://www.informtest.ru/catalog/Software/informtest_qtregistrator (дата обращения: 24.02.2024)
5. Интеллектуальная диагностика: как и зачем предприятиям переходить к ремонтам по состоянию // Tadviser: сайт. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интеллектуальная_диагностика:_как_и_зачем_предприятиям_переходить_к_ремонтам_по_состоянию (дата обращения: 24.02.2024)
6. Пешнин, С.Е. Прорывные технологии прогноза в электроэнергетике анализаторами качества электроэнергии с искусственной нейронной сетью / С.Е. Пешнин // 22 НОЯБРЯ 2021 Спецвыпуск «Россети» : электронный журнал. — URL: <https://eepir.ru/release/specvypusk-rosseti-4-23-dekabr-2021/> (дата обращения: 24.02.2024).
7. uralmash-kartex: сайт. — URL: <https://uralmash-kartex.ru/uztm-karteks-osnastil-ekskavatoryi-novoj-onlajn-sistemoj> (дата обращения: 24.02.2024)
8. mlsense.nordclan: сайт. — URL: <https://mlsense.nordclan.com/case-control-frontalny-pogruzchik> (дата обращения: 24.02.2024)

© Емельянов Александр Дмитриевич (workoi310@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»