

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ, МОНИТОРИНГА, ДИАГНОСТИКИ

Е. Н. Базылев, П. Ю. Бранцевич, С. Ф. Костюк

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: Yauheni.Bazyleu@bsuir.by, branc@bsuir.edu.by

Рассмотрены вопросы организации систем вибрационного контроля, мониторинга, диагностики, построенных с применением мобильных технологий. Представлены разработки лаборатории вибродиагностических систем БГУИР, решающие данные задачи. Предложена организация системы распределенного сбора и централизованной или распределенной обработки вибрационных данных на базе мобильных технологий. Ключевые слова: вибрация, мониторинг, технология, планшет, Android

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающая конкуренция на потребительских рынках требует от производителей продукции и поставщиков услуг повышения эффективности производства и производительности труда, снижения эксплуатационных издержек. При этом, в ряде случаев, это приводит к тому, что повышается интенсивность эксплуатации машин и оборудования, увеличиваются нагрузочные режимы их работы, а это, в свою очередь приводит к их скорейшему износу и повышению вероятности возникновения отказов и аварийных ситуаций.

В таких условиях важнейшей задачей является разработка эффективных средств контроля параметров технического состояния эксплуатируемых оборудования, устройств, машин и агрегатов. Для контроля целесообразно выбирать те параметры процессов, которые достаточно хорошо отражают функциональное состояние объектов и не требуют слишком больших затрат на их измерение. В этом плане, для механизмов с вращательным движением (турбины, генераторы, двигатели, редукторы, насосы, компрессоры, вентиляторы и т.д.), которые считаются наиболее изнашиваемыми, такими являются параметры вибрации [1-4].

При простейшем, но применяемом в большинстве случаев, контроле интенсивности вибрации используется её среднее квадратическое значение (СКЗ) в частотной полосе 10-1000 Гц в единицах виброскорости [5]. Однако оценка СКЗ виброскорости является достаточно общей и применяется при решении задач защиты оборудования от серьезных аварий, а реализация систем оценки технического состояния и диагностики требует разработки других способов исследования вибрационных сигналов.

1. СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО СБОРА ИНФОРМАЦИИ

Одним из подходов к решению задачи периодического мониторинга является создание системы распределенного сбора информации с по-

мощью малогабаритных автономных переносных приборов, для эксплуатации которых не требуется высокая квалификация персонала, и централизованных компьютерных мест ее накопления, систематизации и обработки, предназначенных для специалистов-аналитиков.

Помимо алгоритмических и аналитических задач, специфичных только для сферы вибродиагностики и цифровой обработки сигналов, такая система должна соответствовать ряду общесистемных требований:

- независимость от какой-либо аппаратно-программной архитектуры;
- поддержка распределенной обработки;
- наличие ряда мобильных клиентов, а также возможность сравнительно легкого добавления новых мобильных клиентов;
- система должна содержать алгоритмическое ядро, способное к переносу на каждый распределенный компонент системы, вне зависимости от его программно-аппаратной реализации, и при этом обеспечивать согласованность в работе со всеми остальными компонентами системы;
- горизонтальная масштабируемость;
- предоставление своего функционала сторонним пользователям как услугу;
- наличие аналитического функционала для определения степени собственного использования, наиболее и наименее популярных компонентов для корректировки и развития функциональных возможностей системы в процессе поддержки и для планирования новых версий системы;
- наличие функционала аудита и протоколирования наиболее существенных действий пользователя для отслеживания истории изменения состояния исследуемых объектов и результатов их исследования;
- запрет доступа пользователей одних организаций к данным пользователей других организаций, а также поддержка ряда мер, исключающих доступ к секретным (или скрытым) сведениям чужих пользователей;

- мобильные компоненты системы, а так же компоненты стационарных компьютеров и ноутбуков должны содержать функционал интеграции собственного программного обеспечения с аппаратно-программными комплексами сбора и оцифровки вибрационных сигналов и данных.

II. РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ

Разработан прототип подобной системы. Обработка длинных реализаций вибрационных осуществляется программным средством, написанном на языке Java, которое может выполняться на мобильной платформе Android, что позволяет выполнять достаточно сложные цифровые преобразования и анализ данных в любом месте, где имеется мобильная связь.

Программа выполняет следующие основные действия по обработке вибросигналов [6-7]:

- удаление постоянной составляющей и низкочастотного дрейфа из исходного сигнала;
- интегрирование сигнала и переход от представления сигнала в единицах виброускорения к представлению в единицах виброскорости;
- двойное интегрирование сигнала и переход от представления сигнала в единицах виброускорения к представлению в единицах виброперемещения;
- вычисление амплитудного спектра вибросигнала;
- вычисление полосового амплитудного спектра сигнала, когда частотный диапазон исследуемого вибросигнала разбивается на полосы и определяется интенсивность вибрации в каждой из полос;
- цифровая низкочастотная и высокочастотная фильтрация методом частотных выборок с возможностью задания произвольных частот среза фильтров;
- вейвлет анализ вибросигнала с возможностью выбора типа вейвлета (из набора гауссовых вейвлетов 1-4 порядков и вейвлета Морле) и задания его центральной частоты;
- анализ распределения сигнала по амплитудным уровням, с возможностью задания диапазона изменения сигнала и количества амплитудных квантилей;

- разложение сигнала на периодическую и шумоподобную составляющие, с возможностью задания значений частот гармоник, которые входят в периодическую составляющую;
- выделение огибающей сигнала (преобразование Гильберта).

Предусмотрена возможность формирования последовательностей операций по преобразованию данных. Отображение графиков временных реализаций и спектров производится в скользящем режиме, когда временное окно наблюдения накладывается на определенный отрезок длинной реализации вибросигнала и определяются параметры сигнала для этого временного окна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание мобильных приложений, ориентированных на проведение исследований различных цифровых вибрационных сигналов, позволит создавать системы сбора и обработки полученных данных.

1. Ширман, А.Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования / А.Р. Ширман, А.Б. Соловьев. – Москва, 1996. – 276 с.
2. Bently, D.E. Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics / D.E. Bently, C.N. Hatch, B. Grissom. – Canada.: Bently pressurized bearing company, 2002. – 726 pp.
3. Гольдин, А.С. Вибрация роторных машин / А.С. Гольдин. М.: Машиностроение, 1999. – 344 с.
4. Барков, А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев. – СПб. : Изд. центр СПбГМТУ, 2000. – 169 с.
5. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 1-5.
6. Бранцевич, П.Ю. Аппаратные и программные средства для решения задач вибрационного контроля и диагностики / П.Ю. Бранцевич, С.Ф. Костюк, Е.Н. Базылев, В.Э. Базаревский // Приборостроение-2014. Материалы 7-й Международной научно-технической конференции, Минск, 19-21 ноября 2014 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: О. К. Гусев (председатель) [и др.] – Минск: БНТУ, 2014, с. 39-40.
7. Бранцевич, П.Ю. Решение задач вибрационного контроля, мониторинга, оценки технического состояния механизмов и турбоагрегатов с помощью компьютерных комплексов / П.Ю. Бранцевич, С.Ф. Костюк, Е.Н. Базылев // Доклады БГУИР. – 2015. – № 2. – с. 148-152.