

АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Абдулин Д.М.

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

Леванцевич В.А. – старший преподаватель

Проведен анализ проблемы сжатия вибрационных сигналов в системах контроля вибросостояния технических объектов. Рассмотрен алгоритм сжатия, основанный на разделении исходного сигнала на периодическую и шумоподобную компоненты. Описаны особенности его программной реализации.

Системы непрерывного мониторинга вибросостояния технических объектов, как правило, выполняют регистрацию и первичную обработку вибрационных сигналов. Однако, для детального анализа трендов информационно значимых параметров вибросигналов и принятия решения о техническом состоянии объекта, их необходимо передавать на удаленные вычислительные системы или облачные хранилища [1]. Так как объем передаваемых данных велик, то актуальной является задача их сжатия.

Анализ формы вибрационных сигналов, механизмов вращательного типа, и их амплитудных спектров, показал, что в большинстве случаев такие вибрационные сигналы содержат периодическую компоненту, состоящую из гармоник, кратных основной частоте вращения, и некоторую шумоподобную составляющую [2-3]. В общем виде такие сигналы можно представить по формуле:

$$x(nt_d) = p(nt_d) + s(nt_d) = \sum_{m=1}^L A_m \cos(2\pi k_m f_0 nt_d - \phi_m) + s(nt_d)$$

где $p(nt_d)$ – периодическая составляющая вибрационного сигнала;

$s(nt_d)$ – шумоподобная составляющая вибрационного сигнала;

f_0 – частота вращения (оборотная частота);

A_m, ϕ_m – амплитуда, начальная фаза m -й гармоники;

В общем случае, используя формулу (1) алгоритм сжатия состоит из трех основных этапов: преобразование исходного сигнала из временной области в частотную, выделение гармонической и шумоподобной составляющих, упаковка полученных частей в файл для передачи и хранения

Перед сжатием необходимо определить базовую частоту вращения объекта, которая будет использоваться для получения гармонической составляющей. Точность определения базовой частоты будет влиять на эффективность всего алгоритма.

Для конвертирования оцифрованного вибрационного сигнала из временной области в частотную используется быстрое преобразование Фурье, которое позволяет найти амплитуды частоты и начальные фазы гармонических компонент сигнала, т.е. получить спектр. Для того, чтобы применить БПФ к исходному сигналу надо разделить его на пакеты равного размера, являющегося степенью двойки.

Получив спектр сигнала, по формуле первого слагаемого в выражении (1) определяется периодическая компонента, которая состоит из суммы гармоник с частотами, кратными базовой. Шумоподобная составляющая определяется как разница значений исходного сигнала и периодической составляющей

При сжатии сигнала в файл упаковываются не значения исходного сигнала, а амплитуды, частоты и начальные фазы гармонических составляющих и значения шумоподобной составляющей, представленные в целочисленном виде уменьшенной разрядности.

Для восстановления сжатого сигнала из амплитуд, частот и начальных фаз гармоник формируется периодическая составляющая, значения которой затем суммируются с значениями шумоподобной компоненты.

Применение рассмотренного алгоритма позволяет уменьшить объём передаваемых данных и увеличить эффективность их передачи.

Список использованных источников:

1. Ширман, А.Р. *Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования* / А.Р. Ширман, А.Б. Соловьев. – Москва, 2018. – 276 с.
2. Азовцев, Ю.А. *Вибрационная диагностика роторных машин: учебное пособие* / Ю.А. Азовцев, Н.А. Баркова, А.А. Гаузе. СПб.: СПбГУРП, 2014. – 127 с.
3. Бранцевич, П. Ю. *Оценка технического состояния механизмов вращательным движением на основе анализа вибрационных характеристик пусков и выбегов* / П. Ю. Бранцевич. – Минск : Четыре четверти, 2021. – 236 с.