

ПОТОКОВЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО ЯДРА ARM CORTEX-M4

Шепелевич М.М., Маскалик Д.Д.

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

Ролич О.Ч. - канд.техн.наук, доцент

Развитие сферы информационных технологий позволяет находить более деликатные и оптимальные решения задач потоковой обработки и анализа данных. Так, задача распознавания движения и идентификации его характера в масштабе реального времени решается посредством применения статистических методов потоковой обработки данных акселерометра на базе доступных недорогих микроконтроллеров.

Идентификация типа движения актуальна в навигационных системах, электронике, промышленном производстве, медицине. Основанное на базе современного микроконтроллерного ядра ARM Cortex-M, устройство с датчиком-акселерометром представляет собой модель недорогого и производительного прибора [1]. Решение же задачи идентификации движения на основе микроконтроллерной архитектуры ARM Cortex-M4 позволяет быстро и точно обрабатывать цифровые сигналы и оценивать характер движения в масштабе реального времени. Это связано с преимуществом ARM Cortex-M4, а именно, с наличием в ядре процессора дополнительного математического сопроцессора и цифрового сигнального процессора, которые увеличивают оперативность работы с потоковыми данными (оцифрованными сигналами) в режиме реального времени.

Алгоритм потокового статистического анализа данных акселерометра строится на следующих этапах. Бинарные данные в большом объёме поступают на акселерометр по трём осям, после чего следует квантование. Данные уменьшаются в объёме и подвергаются фильтрации или корректировке, так как в измерениях неизбежно присутствуют шумы. Для сглаживания данных и более точного определения реакций на сильные колебания используется несколько способов. Самый распространённый из них – метод средних значений: на каждом шаге k значение вычисляется как среднее из n предыдущих значений акселерометра. Фильтрация происходит с помощью умножения сигналов на корректировочный коэффициент. Он может быть определён константным значением, как в приёме фильтра нижних частот:

$$O_n = O_{n-1} + \alpha \cdot (I_n - O_{n-1}), \quad (1)$$

где O – выходное (отфильтрованное) значение сигнала, I_n – входные (нефильтрованные) значения, α – коэффициент фильтрации, принадлежащий диапазону от 0 до 1.

Корректировочный коэффициент может вычисляться на основании оценённого интервала времени между предшествующими первым и вторым сигналами [2]. На этапе фильтрации определяются абсолютные значения сигналов, после чего они визуализируются на графиках.

Статистический анализ предполагает нахождение зависимостей графических данных от рассматриваемых событий. Это может быть сравнение нормального состояния объекта (в медицине, технике) с различными отклонениями. Данные акселерометра предварительно сегментируются на основе базовых явлений. Таким образом, при анализе картины колебаний определяются желательные и нежелательные результаты.

В контексте данной темы авторами обработаны полученные с акселерометра LIS3DSH выборки в состоянии относительного покоя датчика. Вычислены гистограммы, оценены статистические моменты, построен график изменения первого момента (рис.1, рис.2, рис.3, рис.4)

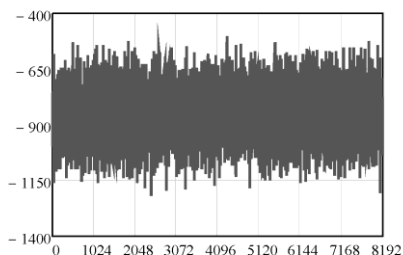


Рисунок 1 – x-сигнал акселерометра в состоянии относительного покоя

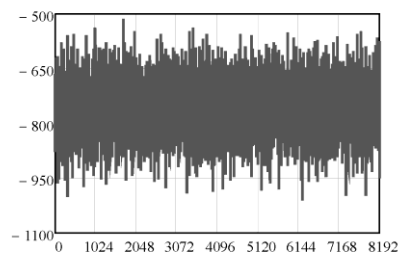


Рисунок 2 – y-сигнал акселерометра в состоянии относительного покоя

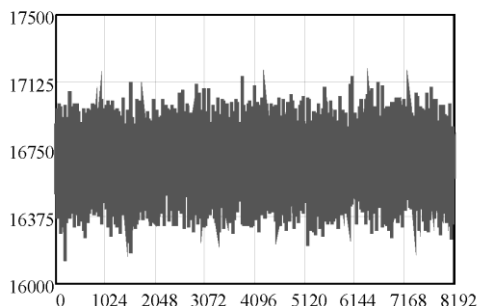


Рисунок 3 – z-сигнал акселерометра в состоянии относительного покоя

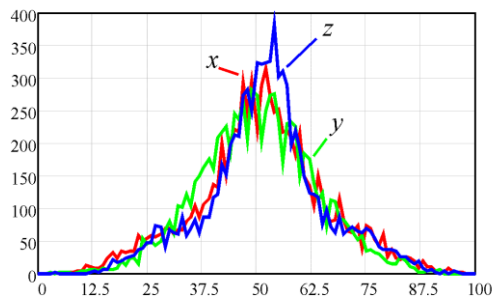


Рисунок 4 – Гистограммы распределения x, y и z значений акселерометра в состоянии относительного покоя

Получены также сигналы периодических резких торможений объекта с установленным на нём акселерометром (рис.5, рис.6, рис.7, рис.8).

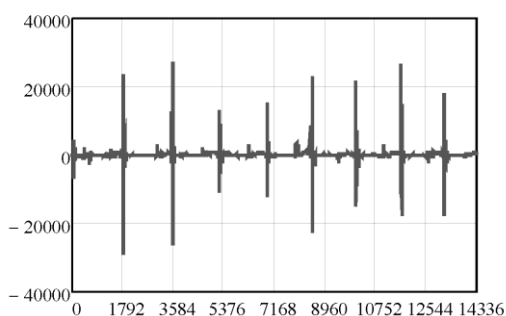


Рисунок 5 – x-сигнал акселерометра периодических резких торможений объекта

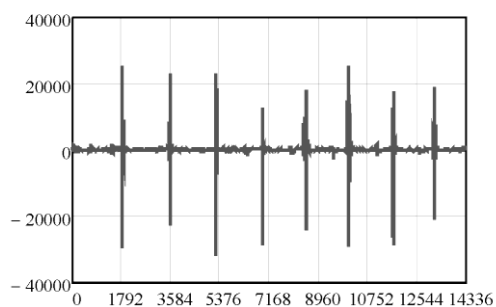


Рисунок 6 – y-сигнал акселерометра периодических резких торможений объекта

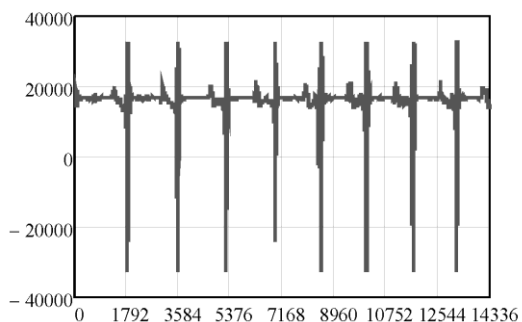


Рисунок 7 – z-сигнал акселерометра периодических резких торможений объекта

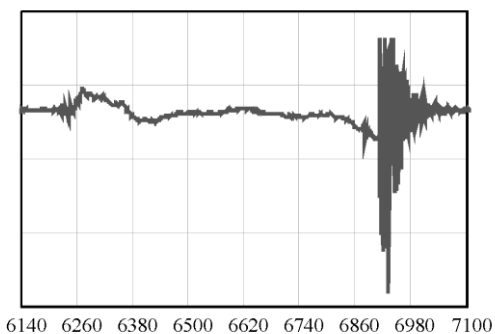


Рисунок 8 – детализация z-сигнала акселерометра периодических резких торможений объекта

Из представленных последних зависимостей очевидна инерционность датчика-акселерометра вследствие его физической структуры и принципа действия. Исследовав частотные характеристики датчика, в совокупности со спектральной обработкой, выявленную инерционность можно учесть и минимизировать её отклик.

Список использованных источников:

1. Д. Козлов-Кононов. Процессорные ядра семейства Cortex. Сочетание высокой производительности и низкого энергопотребления / Д. Козлов-Кононов
2. [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/135>.
3. Пат. 2712844 Российская Федерация, МПК7 А61В 5/024, А61В 5/11. Обработывающее устройство, система и способ обработки сигналов акселерометра для использования при мониторинге жизненных показателей субъекта / Деркс Р.М.М., Эмрих Т. Г., Вильм Б.Г.В.; заявитель и патентообладатель - Конинклейке Филипс; заявл. 04.02.16; опубл. 26.03.19, Бюл. № 9. – 35 с.