

Модуль спектрального анализа

Назначение модуля

Модуль предназначен для обработки данных акселерометров или других датчиков за определенные интервалы времени для построения спектра колебаний и нахождения в полуавтоматическом режиме основных форм колебания и вычисления их параметров их пиков. Различает одиночные и двойные пики.

Технические требования

Операционная система: Ubuntu 20/22, Linux OS 64 битная. PHP версии 7.3, модуль работы с PostgreSQL и ClickHouse.

Требования к вычислительным ресурсам

1 ядро поддерживающее 64 битные вычисления, 500 Мбайт на жестком диске для временных данных.

Описание работы

Структурно работу модуля можно поделить на две части: сбор, подготовку данных и отправку готовых данных, которую выполняет PHP скрипт «index.php». Обработка данных, формирование спектров и поиск основных форм колебаний выполняет программа RealTimeSpectrum. Модуль может быть вызван или из системы или из консоли в контейнере docker «php». Для запуска работы модуля запускается PHP скрипт «index.php». Блок-схема работы модуля представлена на рисунке.



Вначале работы скрипта «index.php» загружаются конфигурационные данные модуля из файла «config.php», содержащего данные к подключению к базам данных, он находится на директории выше модуля и файл конфигурации модуля «config.php», лежащего в директории модуля. Далее выбираются шины типа «an-d3» и «com-an-d3», шины для подключения акселерометров. В выбранных шинах выбираются устройства типа «and_3». Далее просматриваются выбранные устройства и создается массив каналов этих устройств, у которых код равен «0.x» — ось X, «0.y» — ось Y, «0.z» — ось Z, «0.a» — модуль ускорения, обозначается через A.

serif;;#000000;;inherit>После формирования массива, обрабатываем оси. Проверяем, или есть настройка для каждого канала в конфигурационном файле модуля «config.php». Если данных настройки нет, по обработка данной оси пропускается. Если канал сконфигурирован, то запрашивается данные по этому каналу в интервале «\$time_interval» до времени запрошенного в начале запуска скрипта, переменная «\$timestamp». Далее проверяется и создаются папки для выходных файлов программы RealTimeSpectrum «/var/www/html/public/Spectr». Данные программой RealTimeSpectrum обрабатываются в двух вариантах. Первый — для полноценной спектральной мощности, данные записываются в директорию «/data», второй — для цветовой спектрограммы, данные записываются в директорию «/data_partial». Для спектрограммы спектральная мощность строится с меньшим частотным разрешением для увеличения быстродействия. Далее данные записываются в директории с именем равным id устройства, далее id канала, после год, и последняя директория месяц. Для примера формирования пути, если id устройства 67, id канала 433, 2022 год и месяц сентябрь 9-й месяц, тогда путь будет выглядеть для первого случая «/var/www/html/public/Spectr/data/67/433/2022/09», для второго случая «/var/www/html/public/Spectr/data_partial/67/433/2022/09». Далее формируются конфигурационные файлы «ofs_options.ini» и «Config.path» для работы программы RealTimeSpectrum и записываются полученные данные в бинарном виде для обработки. Далее данные обрабатываются программой RealTimeSpectrum и полученные данные размещаются как указано выше, и полученные данные по пикам основных форм колебаний отправляются в базу данных. Обработка, формирование файлов и отправка данных выполняются для двух случаев подряд, так как для них используются одни и те же данные и должны использоваться одни и те же данные, что бы результаты были одинаковыми. Рисунок. Блок-схема модуля. Основные файлы модуля - config.php - файл настроек программы обработки спектров, должен быть в gitignore. config_example.php - пример файла настроек программы обработки спектров - Config.path - динамический файл настроек датчиков для работы программы обработки спектров RealTimeSpectrum, формируется в процессе работы модуля, должен быть в gitignore. - ofs_options.ini - динамический файл общих настроек работы программы обработки спектров RealTimeSpectrum, формируется в процессе работы модуля, должен быть в gitignore. - .gitignore - содержит список файлов и директорий, которые должны игнорироваться и не попадать в индексы git - RealTimeSpectrum - программа для обработки данных датчиков и формирования спектров и поиска пиков

основных форм колебания.

```
<font 14px/Arial,Helvetica,sans-serif;;#000000;;inherit>-</font> <font inherit/inherit;;#000000;;inherit>index.php - PHP скрипт вызываемый для обработки спектров. Непосредственно в нем берутся данные из базы данных, подготавливаются для обработки и вызывается программа RealTimeSpectrum. Скрипт формируют пути, куда записывается спектр сформированный RealTimeSpectrum и отправляет результаты определения частот и декрементов колебаний в базу данных.</font> <font 14px/Arial,Helvetica,sans-serif;;#000000;;inherit>- data_processing.sh - bash скрипт для запуска модуля через cron в контейнере.</font> <font 14px/Arial,Helvetica,sans-serif;;#000000;;inherit>-</font> <font inherit/inherit;;#000000;;inherit>source - директория с временными рабочими файлами модуля</font> <font 14px/Arial,Helvetica,sans-serif;;#000000;;inherit>-</font> <font inherit/inherit;;#000000;;inherit>index_check.php - вспомогательный PHP скрипт, позволяет проверить сколько в системе установлено устройств типа АНД-3</font> <font 14px/Arial,Helvetica,sans-serif;;#000000;;inherit>- data_processing_test.sh - вспомогательный bash скрипт для запуска index_check.php в контейнере</font>
```

RealTimeSpectrum

Программа RealTimeSpectrum обрабатывает данные сформированные акселерометрами и строит спектры колебания. Физический принцип, на котором основана работа программы, состоит в получении исходных данных ускорений с акселерометров от сборщика данных. Далее с помощью преобразования Фурье формируется спектральная мощность колебаний. Метод определения основных форм колебаний и их декрементов является полуавтоматическим. Для его работы необходимо задать интервал частот, в котором необходимо искать пик колебаний, и так же указать ищется ли одинарный или двойной пик. Далее специальным методом с помощью метода наименьших квадратов аппроксимируется пик или два пика в зависимости от настроек, и по данным аппроксимации вычисляются частота максимума пика и по ширине на полувысоте аппроксимированного пика — декремент колебаний.

Настройка модуля

```
<font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>Настройка модуля производится в файле</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>config.php</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>, все параметры подробно описаны в</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>config_example.php</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>, его содержание приведено ниже</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>$</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>api</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>_</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>token</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>=</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>A</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>8</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>WQ</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>0</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>N</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>4</font>
```

`zYPQvxbBMvPVz 2 ZnhGGyfgjhbh ' api токен для доступа по rest api $ time_interval =40960; Интервал в секундах от текущего времени, за который запрашиваются данные с clickhouse $ length_zap_full =8192; Длина одной реализации для построения я одного спектра $ length_zap_spectrograms =1024; Длина одной реализации для построения цветовой спектрограммы, так как вопрос ещё в производительности то длина уменьшена для быстрого рендера картинки $ number_records_full =2; Количество реализаций, п о которым происходит усреднение для построения одного спектра $ number_records_spectrograms =16; Количество реализаций, по которым происходит усреднение для построения цветовой спектрограммы $ basic_waveforms =5; Количество основных форм колебания, котор ые обрабатываются скриптом PHP и отправляются в базу данных если данных на i-ю форму нет после работы программы построения спектра, то она заполняется нулями Настройка каналов для обработки В массив $ device_code добавляется код устройства, к котор ому принадлежит канал в $min_frequency_all и в $max_frequency_all с ключем <font`

14pt/inherit;;#000000;;inherit>ал 1 0.3-0.35; интервал 2 0.6-0.8; интервал 3 1.3-1.6; И количесвто пиков, которые необходимо искать \$ double_frequency_all ['433']='1 1 1'; Здесь указаны три интервала, в них искать по одному пику. Варианты значений 1 либо 2. Файл для работы пр ограммы обработки спектров, общие настройки \$ file_options =' number_records = '\$ number_records .' Количество реализаций, по которым будет строится аппроксимация спекра и находится параметры колебаний сооружения length_zap ='.\$ length_zap .' Длина одной реализации в количестве отсчетов, должно быть кратно 2^n , 2 в степени n, где n целое число number_of_records = 30 C колько в одном файле реализаций sampling_time = 0.1 Время дискретизации датчиков в секундах time = «22_01_10_23_59_43_021» Время, с к оторого считывать данные, данные до этой временной ометки будут игнорироваться ,е сли указать 00_00_00_00_00_00_00, то будут обрабатываться все данные time_start = «2022_02_12_07_21_00_729» Время, с которого считывать данные, данные до этой временной ометки будут игнорироваться ,е сли

указать 00_00_00_00_00_000, то будут обрабатываться все данные time_end = «'.»\$year«.»_«.»\$month«.»_«.»\$day«.»_«.»\$hour«.»_«.»\$minute«.»_«.»\$second«.'_000» big_files = 0 Параметр, отвечающий за то, что мы берем больши е файлы данных за сутки. 1 - мы берем, другое значение, не берем debug_mode = 0 Режим отладки, выводятся промежуточные данные обработки, по умолчанию отключено proces_all_files = 0 Обработка всех файлов сразу, по умолчанию обрабатывается начиная с с амого последнего rusian = 1 Включение русского языка, по умолчанию включен file_size_for_processing = 1 У станавливаем ограничение обработки файлов за один запуск time_shift =0.245733333333333 Сдвиг по времени в секундах Пропуск времени между cose дними спектрами при обработке всех файлов сразу, величина в секундах. detector _ option _ file = « Config . path » Имя файла с настройками для датчиков. fast_processing = 0 file_format=4 Формат файлов данных monitoring_horizont =1'; Файл для работы програ ммы обработки спектров, настройка датчиков \$file_options_conf='{ limitation_standart_deviation=0 Среднеквадратичное отклонение limitation_ejection =50 Выброс в процентах от диапазона measuring_range=3600 <font

```
14pt/inherit;;#000000;;inherit>Тип</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>датчика</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>(</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>диапазон</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>)
AN3600, AN7200</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>axis</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>='. $</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>detector_name.</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>Номер датчика и его оси</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>namefile</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>=«.</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>dirname</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>(FILE).</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>source</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>/>
Относительный путь к данным</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>savadata</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>=«.</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>dir</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font>
Относительный путь, куда сохранять результаты моделирования</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>datatemperature</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>=«.</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font>
Относительный путь, откуда читать дан</font>
<font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>ные по температуре</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>min_frequency ='. $min_frequency.</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit> Минимальная частота интервалов, в которых ищутся
пики, в</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>Гц</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>, пример 0.4 0.8 2.3</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>max_frequency</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>='. $</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>max_frequency</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font>
Максимальная частота интервалов, в которых ищутся
пики, в</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>Гц</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>. Пример 0.6 1.1</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>2.5</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>double_frequency</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>='. $</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>double_frequency</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>.</font>
Количество пиков в интервале, допустимые значения 1 -
</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>один</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>пик, 2 - два пика в интервале</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>signal_level</font> <font
14pt/inherit;;#000000;;inherit>=0;</font> <font 14pt/inherit;;#000000;;inherit>}</font>
```