

Исследование энергопотребления модулей Wi-Fi и Bluetooth и их интеграция в Navitas Framework

Отчёт по учебной практике

Мирошников Владислав Игоревич

группа 19.Б11-мм

Научный руководитель: ст. преп. С. Ю. Сартасов

СПбГУ, кафедра Системного

Программирования

2021 год

Введение

- Наше время невозможно представить без мобильных устройств
- Wi-Fi и Bluetooth используются очень активно
- Вопрос об оценке и оптимизации энергопотребления является как никогда актуальным
- Хотим научиться оценивать энергопотребление Wi-Fi и Bluetooth на устройствах
- Navitas Framework - существующий проект по оценке энергопотребления различных модулей устройств на базе Android

Цели и задачи

Цель: добавить поддержку модулей Wi-Fi и Bluetooth в энергопрофилировщик Navitas Framework.

Задачи:

1. Провести обзор существующих энергопрофилировщиков и профилей питания Android.
2. Провести обзор методов получения информации об энергопотреблении и выбрать метод для внедрения в Navitas Framework.
3. Проанализировать результаты, полученные выбранным методом, и оценить их корректность.
4. Реализовать выбранный метод и интегрировать его в Navitas Framework.
5. Провести работу над улучшением существующей функциональности Navitas Framework, повышением стабильности и увеличением числа поддерживаемых устройств.

Обзор предметной области

Энергопрофилировщики:

- PowerTutor
- Energy Profiler
- Battery Historian

Профили питания платформы Android:

- wifi.on
- wifi.scan
- wifi.active
- bluetooth.on
- bluetooth.scan
- bluetooth.active

Методы получения информации об энергопотреблении

- При помощи внешнего измерительного устройства
- Через построение модели энергопотребления устройства с помощью устаревших системных вызовов
- Средствами Android Debug Bridge (adb)

Android Debug Bridge

- Наличие подходящих команд
- Исследования поведения в зависимости от влияния внешних факторов
- Наличие определённой точки, с которой начинается отсчет энергопотребления
- "Чистота" нулевого энергопотребления
- Тестирование на протяжении фиксированного временного промежутка с различной частотой дискретизации

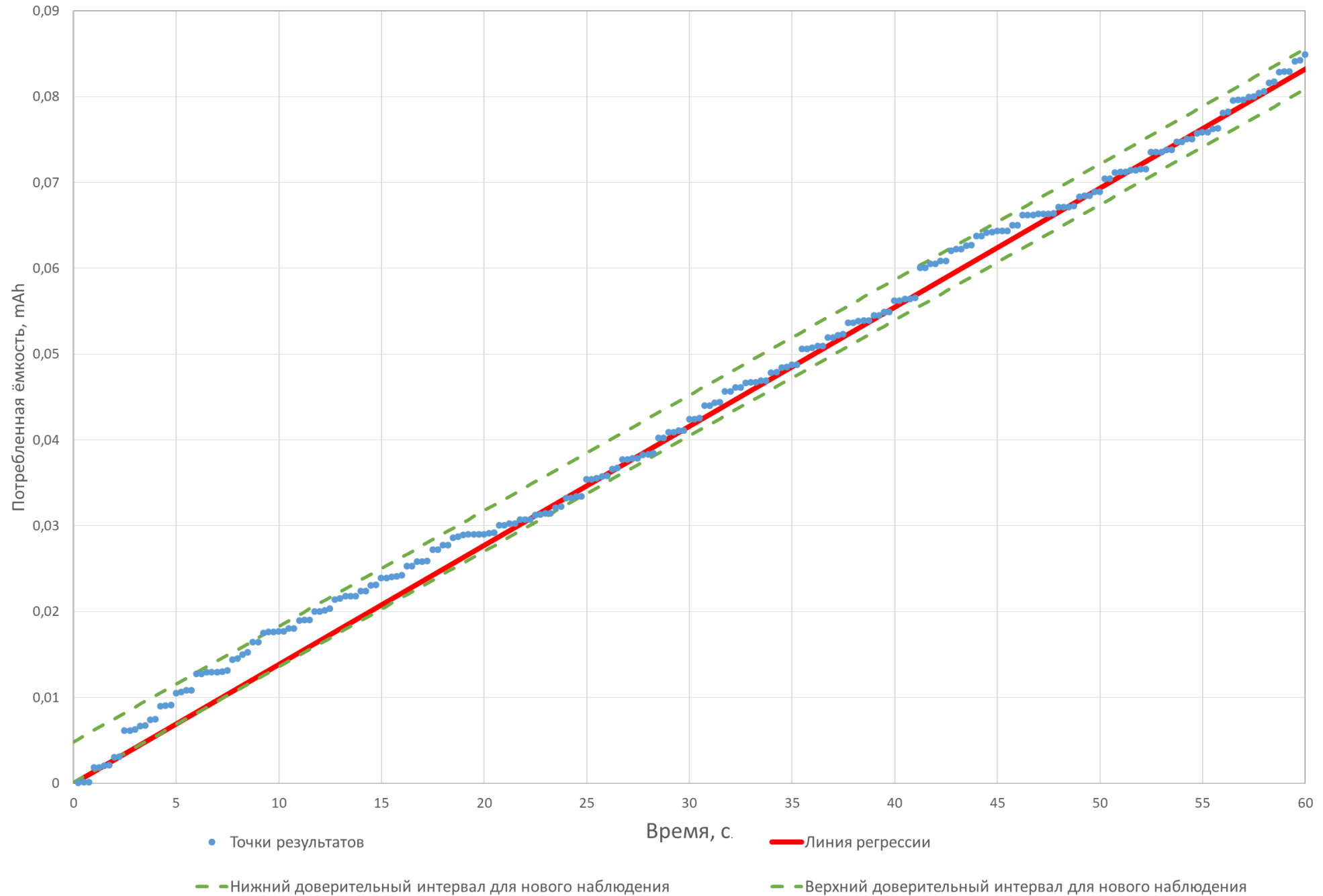
Получение информации об энергопотреблении

- *adb shell dumpsys wifi*
- *adb shell dumpsys bluetooth_manager*
- *adb shell dumpsys batterystats*
- *adb shell dumpsys batterystats > [path/]batterystats.txt*
- Точка отсчёта энергопотребления – с момента зарядки устройства до 100%, либо *adb shell dumpsys batterystats –reset*.

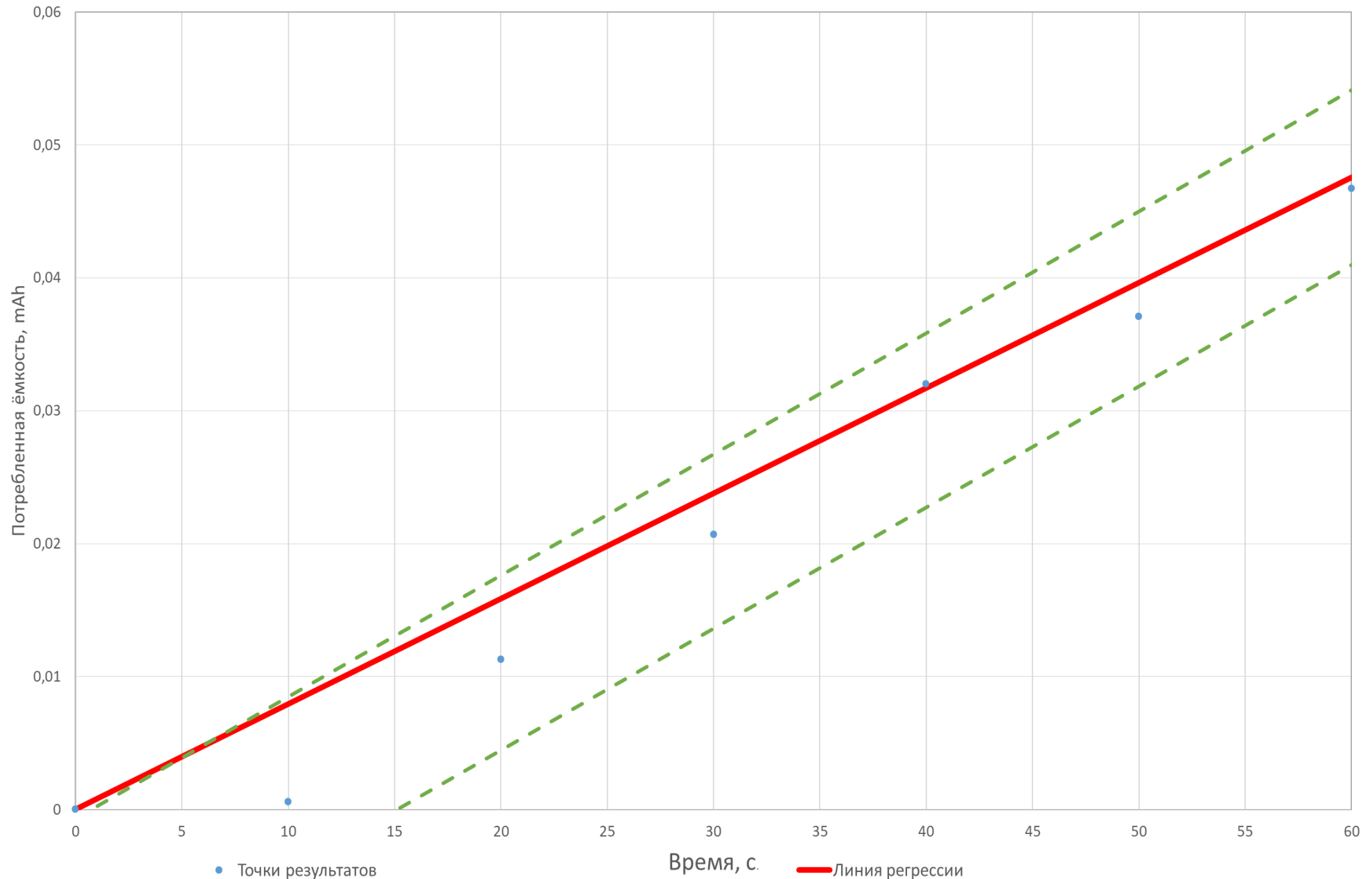
Анализ данных энергопотребления Wi-Fi и Bluetooth

- «Чистота» нулевого энергопотребления
- Тестирование с различной частотой дискретизации
 - Изоляция эксперимента

Энергопотребление модуля Wi-Fi в режиме wifi.active при частоте 4 Гц



Энергопотребление модуля Wi-Fi в режиме wifi.active при частоте 0.1 Гц



• Точки результатов

Время, с.

— Линия регрессии

— Нижний доверительный интервал для нового наблюдения

— Верхний доверительный интервал для нового наблюдения

Интеграция модулей Wi-Fi и Bluetooth в Navitas Framework

- NaviProf
- Navitas Plugin
- NaviTests

Визуализация результатов тестов

Navitas Profiler

← NaN indicates absence of energy consumption or information unavailability for the component

| Test | CPU (mAh) | Wi-Fi (mAh) | Bluetooth (mAh) |
|---------------------------------|-----------|-------------|-----------------|
| BluetoothTest.startBluetoot... | 0.0 | 0.0275 | 0.0142 |
| MultithreadingTest.startWith... | 5.15 | 0.00607 | NaN |
| MultithreadingTest.startWith... | 2.52 | 0.00686 | NaN |
| WifiTest.startWifiActivity | 17.800001 | 0.0284 | NaN |

Детальная визуализация результатов тестов

```
Navitas Profiler
← Process/thread IDs: All
  com.example.navi_test.MainActivity.onCreate 1.85 mAh
  ▶ com.example.navi_test.MainActivity$onCreate$1.run 0.67 mAh
  com.example.navi_test.MainActivity.onCreate 2.15 mAh
  ▶ com.example.navi_test.MainActivity$onCreate$1.run 0.48 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity.onCreate 2.57 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity.onInitializationSuccess 1.18 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity$playbackEventListener$1.onStopped 0.97 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity$playerStateChangeListener$1.onVideoStarted 1.42 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity$playbackEventListener$1.onPlaying 2.33 mAh
  com.example.navi_test.YoutubeActivity$playbackEventListener$1.onPaused 4.18 mAh

Wi-Fi:
  common: 0.0371 mAh
  cpu: 0.0087 mAh
Bluetooth:
  common: 0.0127 mAh
  cpu: 0.0127 mAh
```

Другие улучшения

- Набор тестовых сценариев для статьи к SEIM-2021
- Увеличение количества поддерживаемых устройств
- Улучшено распределение процессоров по кластерам

Результаты

1. Проведен обзор энергопрофилировщиков и профилей питания Android.
2. Проведен обзор методов получения информации об энергопотреблении, а также выбран метод для исследования и последующего внедрения в Navitas Framework.
3. Проведен анализ результатов, получаемых выбранным методом.
4. Внедрен метод получения информации об энергопотреблении средствами **adb** в Navitas Framework.
5. Проведена работа над улучшением существующей функциональности Navitas Framework, повышением стабильности и увеличением числа поддерживаемых устройств.