

Разработка ПО для мониторинга состояния аккумуляторной батареи смартфона на операционной системе Android

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

За последние годы большую популярность получили мобильные устройства. Телекоммуникационные мобильные устройства (ТМУ), такие как смартфоны и планшеты, стали неотъемлемой частью жизни человечества. Повышение точности оценки емкости аккумуляторной батареи телекоммуникационного мобильного устройства без дополнительной подзарядки является важной задачей. Исследовав существующие методы оценки остаточной емкости можно на их основе разработать модель ПО для оценки энергопотребления.

Ключевые слова: мобильные устройства, смартфоны, планшеты, персональные компьютеры, аккумуляторные батареи, остаточная емкость аккумулятора.

Введение

Телекоммуникационные мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты, стали неотъемлемой частью жизни человечества. Многие мобильные устройства мощнее, чем стационарные персональные компьютеры (ПК), что ведет к вытеснению последних на рынке вычислительной техники. Уже сегодня количество продаваемых мобильных устройств больше, чем ПК.

1. Анализ современного представления проблемы

За последние годы большую популярность получили телекоммуникационные мобильные устройства (ТМУ), такие как смартфоны и планшеты, которые стали неотъемлемой частью жизни современного человека. Смартфоны - это портативные персональные ТМУ, широко распространенные как в развивающихся, так и в развитых странах. Во всем мире в 2014 году существовало около 6,8 млрд. мобильных подписчиков, среди которых преобладали пользователи смартфонов [1]. Смартфоны (мобильные компьютеры) содержат все больше датчиков, которые могут использоваться для сбора данных о состоянии устройства, процессах, использовании батареи, местоположении, движении, локальной среде, коммуникациях, а также социальных сетях и взаимодействиях пользователей.

Уже сегодня количество продаваемых ТМУ больше, чем ПК, а во многих развивающихся странах смартфон или планшет является единственным вычислительным устройством, доступным человеку. Согласно результатам исследований украинского рынка, выполненных маркетинговым агентством LEAD9 и Киевским международным институтом социологии [2], в Украине сейчас около 15 млн. пользователей смартфонов, при этом темпы прироста пользователей составили в 2016 году 22%. Что касается установленных на смартфонах операционных систем (ОС), то лидером по прежнему остается Android - 66%. ОС iOS для iPhone удерживает 13% барьер.

Android (Андроид) – портативная (сетевая) операционная система для коммуникаторов, планшетных компьютеров, электронных книжек, цифровых

проигрывателей, наручных часов, нетбуков и смартфонов, основанная на ядре Linux. Изначально разрабатывалась компанией Android Inc., которую затем купила компания Google. Впоследствии Google инициировала создание альянса Open Handset Alliance (ОНА), который сейчас поддерживает дальнейшее развитие платформы. Android позволяет создавать Java-приложения, управляющие устройством через разработанные Google библиотеки, а пакет Android Native Development Kit создает приложения, написанные на Си и других языках [3]. Плюсами Android является полная открытость, возможность получить доступ к системным функциям, а также возможность создавать пользовательские версии данной ОС. Минусы - это наличие вредоносных программ (архитектура позволяет писать низкоуровневые программы для инфицирования других устройств), отсутствие жесткого контроля приложений, распространяемых через стандартный Android магазин [4].

Основным ресурсом любого смартфона является аккумуляторная батарея: разряженная батарея делает устройство непригодным для использования. Идеальное ТМУ никогда не должно было бы подзаряжаться пользователем: оно должно автоматически перезаряжаться, либо воспроизводить необходимую ему энергию. Тем не менее, таких идеальных устройств не существует, а основными автономными источниками энергии ТМУ являются литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторные батареи.

По сей день все способы контроля состояния батареи – это информирование пользователя об оставшейся на устройстве емкости аккумулятора: полоска (bar), которая примерно показывает уровень оставшегося заряда аккумулятора, а также звуковой сигнал, предупреждающий о критическом разряде батареи. Эти два метода практически не изменились за последние десять лет, несмотря на то, что сами мобильные устройства сильно развились и позволяют использовать более сложные методы.

Интерфейс управления мощностью реализован в платформе Android на уровне Application Framework [5]. Приложения Android должны запрашивать ресурсы ЦП с блокировкой сна через инфраструктуру приложения и собственные библиотеки Linux. При отсутствии активизированных блокировок сна CPU и дисплей выключаются автоматически. Блокировка сна предотвращает переход системы в состояние ожидания или другие маломощные состояния: режим WAKE_LOCK_SUSPEND предотвращает полную приостановку системы, а режим WAKE_LOCK_IDLE – переход в состояние с низким уровнем мощности, которое характеризуется большими задержками прерываний.

Во всех новых подходах к энергетически эффективному управлению ТМУ по-прежнему остаются следующие недостатки: в пренебрежение общностью проблемы задача решается на уровне отдельных подсистем, алгоритмы характеризуются высокой вычислительной нагрузкой, возникают риски нарушения конфиденциальности пользователя. В статье [6] представлено решение для управления питанием ТМУ на основе полумарковской модели, которое балансирует качество интерфейса пользователя и энергопотребление за счет управления частотой дискретизации GPS и яркости дисплея. Предлагаемое решение требует меньше времени вычисления, а результаты моделирования показывают, что в результате можно продлить время использования и общее удовлетворение пользователя более чем на 50 % по сравнению с общей фиксированной политикой.

Необходимость увеличения времени работы аккумуляторной батареи (АБ) стимулирует научно-исследовательские работы и инженерные проекты в направлении повышения эффективности обмена информацией. Например, новая спецификация HTML5 Battery Status API позволяет веб-сайтам получать доступ к состоянию батареи мобильного устройства или ноутбука. Используя API, веб-сайты могут проверять уровень заряда батареи устройства и использовать эту информацию для переключения между энергосберегающими или высокопроизводительными режимами. Вся информация, предоставленная API состояния батареи, доступна без разрешения пользователя или осведомленности [7].

В работе [8] приведены результаты оценки энергетической эффективности системы под управлением Android, использующей динамическое сжатие данных GZip. Показано, что количество энергии при этом снижается примерно на 65 % при опросе данных и на 30% при использовании технологии проталкивания (Push).

Вместе с тем, предлагаемые подходы создают новые проблемы безопасности и обеспечения конфиденциальности, поскольку существует возможность злоупотребления появившимися возможностями для идентификации пользователя и его отслеживания. Сложный и важный характер новых веб-API и их более глубокая интеграция с устройствами затрудняют защиту от таких угроз, поэтому по-прежнему актуальными являются способы управления энергетической эффективностью, основанные на оценке текущего состояния батареи и выбора режимов работы ТМУ.

Таким образом, целью является разработка прототипа ПО, обеспечивающего измерение данных о текущем состоянии батареи, с последующей записью результатов измерений, дополненных отметками времени. К таким данным относятся уровень заряда батареи, измеренный в процентах, мгновенные значения тока, мощности и температуры батареи.

2. Проектирование прототипа ПО, обеспечивающего измерение и запись данных о состоянии батареи

Прототип ПО разработан для ОС Android с минимальной версией SDK 15. При разработке прототипа были использованы функции `intent.getIntExtra`, которые реализованы в API Android [9]. Функция определения мгновенного тока доступна, начиная с версии Android 21, в остальных случаях она возвращает признак ошибки (табл. 1).

Таблица 1.

Использование API Android для измерения уровня заряженности, мгновенных значений тока, мощности и температуры батареи

Назначение	Синтаксис функции
Определение уровня заряженности	<code>level = intent.getIntExtra(BatteryManager.EXTRA_LEVEL, -1)</code>
Определение температуры	<code>intent.getIntExtra(BatteryManager.EXTRA_TEMPERATURE, -1)</code>
Определение напряжения	<code>intent.getIntExtra(BatteryManager.EXTRA_VOLTAGE, -1)</code>

Определение тока	<pre> if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.LOLLIPOP) { BatteryManager batteryManager = (BatteryManager) context.getSystemService(Context.BATTERY_SERVICE); current = getSpecialValue(batteryManager, BatteryManager.BATTERY_PROPERTY_CURRENT_N OW); } </pre>
------------------	---

Интерфейс пользователя прототипа предназначен для информирования пользователя о текущем состоянии батареи, установки частоты опроса данных о текущем состоянии батареи, командной кнопки для записи результатов измерений (рис. 1).

Процедуры вызываются в основном потоке программы. Там же происходит запуск широкопередаточного объекта Broadcast receiver, который отслеживает изменения состояния батареи, а именно температуры, тока, напряжения, уровня заряда, и обновляет данные в поле вывода. При каждом изменении состояния батареи происходит запись данных в локальную базу данных. Данные записываются с пометкой времени. При нажатии на кнопку вызывается функция экспорта базы данных из памяти приложения, в котором она храниться, на карту памяти телефона. В дальнейшем можно будет производить экспорт в любое место, например, отправлять на сервер.

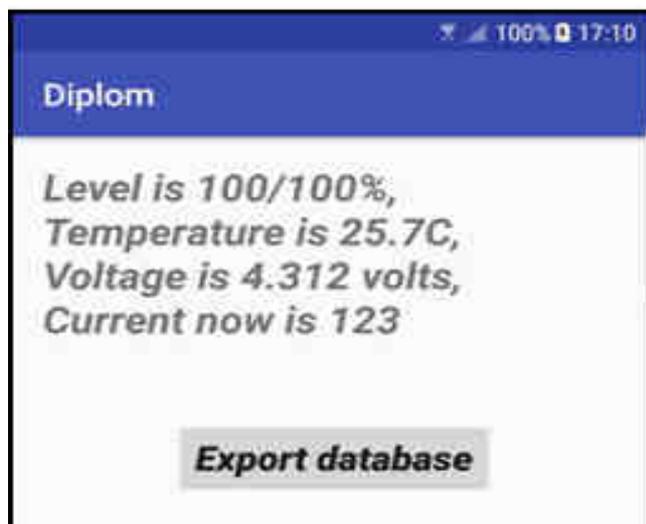


Рис. 1. Главный экран программы

2. Результаты измерений

Графики зависимостей уровня заряженности, тока, температуры и напряжения на батарее от времени (рис. 2, 3) являются примером результатов измерений, продолжительностью около 3.5 часа.

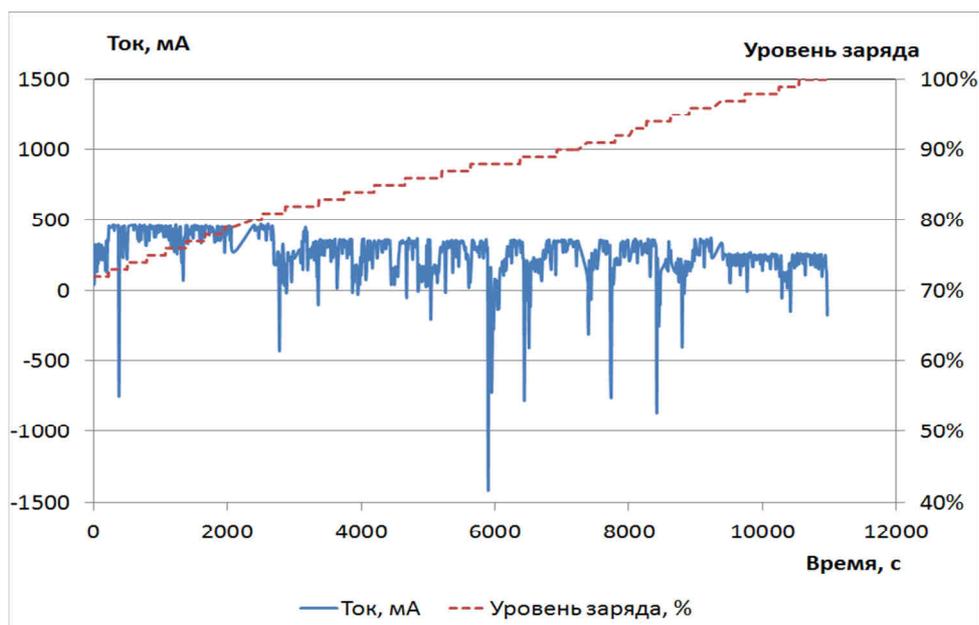


Рис. 2. Зависимости уровня заряженности батареи и тока от времени

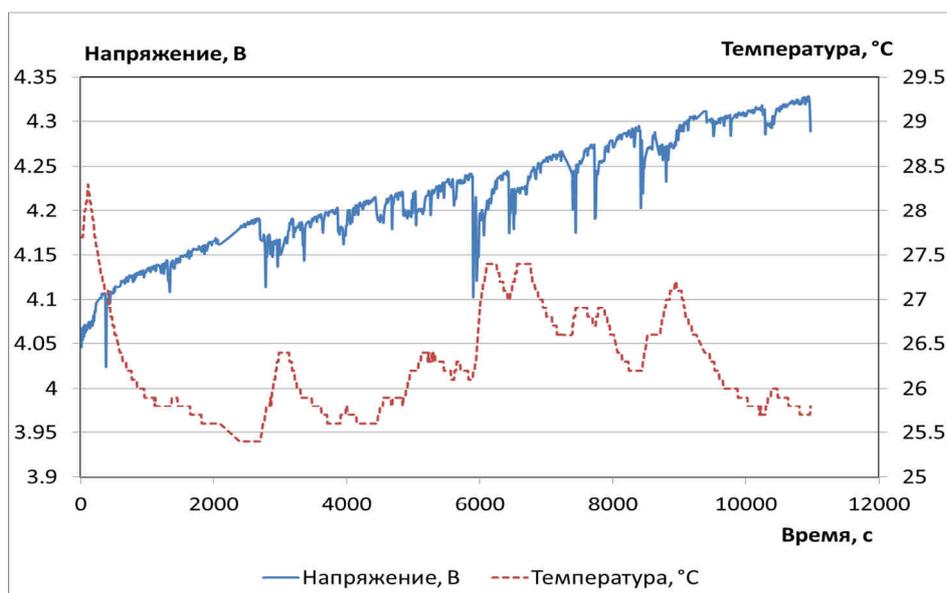


Рис. 3. Зависимости температуры и напряжения на батарее от времени

На протяжении этого времени происходил заряд батареи от сети, уровень заряженности батареи достиг 100 %, напряжение выросло до 4.32 В. На графике (рис. 2) заметен результат применения технологии заряда «падающим» током, когда при приближении к верхнему уровню заряженности снижается величина зарядного тока.

Выводы

Статья решает задачу разработки программного обеспечения для измерения данных о текущем состоянии батареи смартфона под управлением операционной системы Android. К таким данным относятся уровень заряженности батареи, измеренный в процентах, мгновенные значения тока, мощности и

температуры батареи. Отличительной особенностью программы от аналогов является возможность записи результатов измерений, дополненных отметками времени, для последующего статистического анализа.

Планируется несколько направлений использования разработанного программного обеспечения в дальнейшем. Основным из этих направлений является оценка энергетической эффективности применения таких современных технологий как Hyper-Threading и многоядерные процессоры в прикладном программном обеспечении, аналогично работе [9]. К исследовательским направлениям относится оценка возможности применения метода параметрической идентификации модели литий-ионного аккумулятора на основе фильтрации Калмана, что позволит повысить точность определения остаточной емкости батареи и времени работы устройства в автономном режиме.

Список литературы

1. Battery Patterns and Forecasting in a Large-scale Smartphone-based Travel Survey / [R. Ball, K. Nawarathne, R. Baltazar та ин.]. // Proceedings of the 10th International Conference on Transport Survey Methods. – 2014. Pp 1-18.
2. Статистика популярности смартфонов в Украине и почему это важно [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://uip.me/2016/07/smartphones-in-ukraine/>.
3. Android (operating system) [Электронный ресурс] / Wikipedia – Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)) – 30.11.2014 г.
4. Голощапов А.Л. Google Android: программирование для мобильных устройств. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 448 с.
5. Datta S. Android Power Management: Current and Future Trends / S. Datta, C. Bonnet, N. Nikaiein. // Enabling Technologies for Smartphone and Internet of Things (ETSIoT), 2012 First IEEE Workshop on. – 2012.
6. Mengxi Z. A semi-Markov decision process based dynamic power management for mobile devices / Z. Mengxi, L. Yanjie, C. Haoyao. // Proceedings of the IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (RCAR). – 2016.
7. The leaking battery A privacy analysis of the HTML5 Battery Status API [Электронный ресурс] / L.Olejnik, G. Acar, C. Castelluccia, C. Diaz. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://eprint.iacr.org/2015/616.pdf>.
8. Sirapat B. Reducing battery consumption of data polling and pushing techniques on Android using GZip / B. Sirapat, C. Pham. // Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE),. – 2015.
9. Коматинени С. Android 4 для профессионалов. Создание приложений для планшетных компьютеров и смартфонов / С. Коматинени, Д. Маклин. – Москва: ООО И.Д. Вильямс, 2012. – 861 с.
10. Travers M. CPU Power Consumption Experiments and Results Analysis of Intel i7-4820K [Электронный ресурс] / Matthew Travers. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://async.org.uk/tech-reports/NCL-EEE-MICRO-TR-2015-197.pdf>.

Поступила в редакцию 24.11.2017

Розробка програмного забезпечення для моніторингу стану акумуляторної батареї смартфона на операційній системі Android

За останні роки велику популярність отримали мобільні пристрої. Телекомунікаційні мобільні пристрої (ТМУ), такі як смартфони та планшети, стали невід'ємною частиною життя людства. Підвищення точності оцінки ємності акумуляторної батареї телекомунікаційного мобільного пристрою без додаткової підзарядки є важливим завданням. Дослідивши існуючі методи оцінки залишкової ємності можна на їх основі розробити модель ПО для оцінки енергоспоживання.

Ключові слова: мобільні пристрої, смартфони, планшети, персональні комп'ютери, акумуляторні батареї, залишкова ємність акумулятора.

Software Development for the Status Monitoring of the Smartphone Battery on the Android Operating System

Recently, mobile devices have become very popular. Telecommunication mobile devices (TMD), such as smartphones and tablets, have become an integral part of human life. Increasing the accuracy of estimating the capacity of the battery pack of a telecommunication mobile device without additional recharging is an important task. Having studied the existing methods of estimating the residual capacity, it is possible to develop a model of software for estimating energy consumption.

Keywords: mobile devices, smartphones, tablets, pcs, batteries, residual capacity of the battery.

Сведения об авторах:

Туркин Игорь Борисович – д-р техн. наук професор, зав. каф. 603 «Инженерии программного обеспечения», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Нарожная Екатерина Витальевна – студентка группы 667ипз, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.