

Sistema de recolección de datos de uso en dispositivos Android para la detección de oportunidades de ahorro de batería.

Pablo Vena, Leopoldo Rudenick

Facultad de Ciencias Exactas – UNICEN – Tandil, Argentina

email: leopoldorudenick@gmail.com, pablo_vena@hotmail.com

Director: Prof. Dr. Alejandro Zunino

Co-Director: Dr. Juan Manuel Rodríguez

1. Introducción

En los últimos años los avances tecnológicos han puesto en el centro de la escena a los dispositivos móviles, los cuales pasaron de ser terminales con capacidades limitadas de almacenamiento y procesamiento, generalmente de propósito específico, como agendas electrónicas o teléfonos celulares, a ser pequeñas computadoras de propósito general con grandes capacidades de procesamiento y almacenamiento. Debido a estas capacidades los dispositivos móviles de hoy en día utilizan sistemas operativos similares a las computadoras personales, como por ejemplo Android (basado en Linux), Windows 8 o iOS (basado en MacOS). Por lo tanto, pueden ejecutar software similar al que hace unos años atrás solo se encontraba en computadoras personales, como suites de ofimática, juegos 3D y navegadores Web con soporte completo para HTML y JavaScript [5, 4, 10]. Esto ha hecho que los dispositivos móviles dejaran de ser instrumentos de comunicación, transformándose en verdaderas computadoras personales y herramientas casi imprescindibles en la vida moderna de las personas. Esto se evidencia en el hecho de que en el año 2011 existían más de dos mil millones de dispositivos móviles activos en el mundo y que en los países desarrollados las personas generalmente poseían dos o más de este tipo de dispositivos [13].

A pesar de compartir características con las computadoras tradicionales, la utilización de dispositivos móviles introduce nuevos desafíos. Al aumentar la capacidad de procesamiento de los celulares, permitiendo ejecutar diversas aplicaciones, también aumentó el tiempo de uso que se le da a estos dispositivos, lo

cual se traduce directamente en un mayor consumo de batería. Adicionalmente, a pesar de que las capacidades computacionales de los dispositivos móviles parecen crecer de forma exponencial, la capacidad de las baterías solo lo hizo de manera lineal [10]. Por estas razones, uno de los grandes retos a los que se enfrentan los fabricantes de dispositivos móviles, y desarrolladores de aplicaciones [3] y sistemas operativos para estos dispositivos, es encontrar alguna forma para prolongar la duración de la carga de la batería por el mayor tiempo posible.

Las prestaciones de los dispositivos móviles de la actualidad no solo dependen de su capacidad computacional, sino de su capacidad para comunicarse con otros dispositivos. Para esto, existen diferentes tecnologías con propósitos variados, pero todas dependen del uso de ondas de radio para mantener la movilidad. Por ejemplo, la tecnología WiFi es usada para conectar los dispositivos a redes locales y acceder a internet a través de estas. Otra tecnología que permite el acceso a Internet son las redes 3G. A diferencia de las redes WiFi, las redes 3G poseen mayor alcance, sin embargo suelen proveer un acceso más lento y costoso. En contraste, la tecnología Bluetooth tiene como propósito la comunicación de dispositivos cercanos, algunas de las utilidades de estas redes son transferir archivos, implementar auriculares y teclados inalámbricos. Finalmente, la tecnología GPS también utiliza ondas de radio, sin embargo el objetivo es conectarse con satélites para determinar la ubicación del dispositivo.

La utilización de estas tecnologías, basadas en ondas de radio, conlleva una descarga de batería significativa con relación a otras características del dispositivo, así es que la optimización de ellas supone una mejora en el rendimiento general del aparato [12, 13]. Varias soluciones se han propuesto para mejorar el rendimiento de la CPU y para gestionar el disco y la pantalla de una manera inteligente para reducir el consumo de energía. Sin embargo, estas soluciones requieren cambios en la arquitectura de los dispositivos móviles, o requieren de un nuevo hardware que se traduce en un aumento de los costos, dejando de ser viable en los dispositivos móviles. Técnicas de computación *offloading* han sido propuestas con el objetivo de migrar grandes volúmenes de procesamiento de estos dispositivos, con recursos limitados, a máquinas ricas en recursos. Esto evita tomar largos lapsos de tiempo de ejecución de aplicaciones en los dispositivos móviles, que da lugar a un alto consumo de energía, desgastándola en poco tiempo [1, 2]. Existen resultados que demuestran que la ejecución remota de la aplicación puede ahorrar energía de manera significativa [7, 9, 11].

Teniendo en cuenta lo antes dicho y basándonos en el hecho de que Android es uno de los sistemas operativos más difundidos para dispositivos móviles, es que se plantea utilizarlo como base de estudio para aprender sobre el consumo personalizado de batería, mediante el desarrollo de un software de recolección de información sobre el uso del teléfono, de manera eficiente. Los datos recolectados se utilizarán para construir modelos de uso de cada uno de los dispositivos, tratando de identificar patrones de comportamiento que conlleven al consumo innecesario de batería, como puede ser el caso, muy común, de tener encendida la antena WiFi durante la mayor parte del día, aún en zonas sin conexión. El objetivo es, en un futuro, poder utilizar estos modelos en una aplicación que automáticamente active o desactive características del dispositivo, para reducir

el consumo de batería.

Esta propuesta se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se discuten las motivaciones del trabajo final propuesto. En la Sección 3 se describe como se encarará el problema y que resultados se esperan obtener al finalizar el trabajo. Finalmente, la Sección 4 propone un cronograma de trabajo estimativo.

2. Motivación

La batería de los móviles sigue siendo un rompecabezas que no ha sido resuelto por ningún fabricante. Es verdad que cada vez duran más, pero porque las hacen más grandes, por lo que pareciera que la única manera de lidiar con este problema, es gastando menos. La amplia gama de interfaces y sensores inalámbricos, y la creciente popularidad de las aplicaciones que demandan energía, como las redes sociales, pueden reducir la duración de la batería de los dispositivos móviles a tan solo algunas horas de funcionamiento. La comunidad de investigadores y fabricantes de sistemas operativos y hardware, han encontrado optimizaciones y técnicas interesantes para extender la vida de la batería de los dispositivos móviles. Sin embargo, las últimas investigaciones sobre baterías de litio indican claramente que la eficiencia energética debe lograrse tanto a nivel de hardware, como de software [14].

Se han estudiado diversas maneras de atacar el problema, como sistemas operativos de bajo consumo energético, la gestión eficiente de los recursos, el impacto de los patrones de interacción de los usuarios con los dispositivos móviles y sus aplicaciones, administración de las diferentes interfaces inalámbricas y sensores, y finalmente los beneficios de la integración de los dispositivos móviles con servicios en “la nube”, esto último conocido como Cloud Computing [14].

Actualmente existen numerosas aplicaciones destinadas a la gestión de recursos en los dispositivos móviles, con la principal función de tratar de reducir el consumo energético, pero todas requieren de la intervención del usuario. Ninguna toma decisiones automáticas y personalizadas basándose en el uso que cada usuario le da a su dispositivo, aprendiendo a su vez de esto [15][6].

Nos encontramos, además, con el inconveniente de que en el proceso monitorear y gestionar diferentes recursos, se malgasta la energía, al punto tal que se termina produciendo un incremento en el consumo y el remedio termina siendo peor que la enfermedad.

Por esta razón, y debido a la falta de administración de parte de los usuarios, se plantea la posibilidad de desarrollar una aplicación encargada de analizar, de forma eficiente, el consumo energético personalizado de cada dispositivo, monitoreando la utilización de las características más significativas de estos, con la restricción de mantener un bajo nivel de procesamiento, creando modelos de uso para cada dispositivo, que nos permitan identificar patrones de comportamiento estrictamente relacionados con un consumo significativo de batería.

3. Objetivo

Dadas las condiciones tecnológicas explicadas anteriormente, nos planteamos una posible solución desde la perspectiva del software. El objetivo en este trabajo, consiste en desarrollar un sistema de monitoreo del uso del dispositivo móvil. Este monitoreo tendrá la restricción de consumir la menor cantidad de batería posible, con el fin de no perjudicar el desempeño del aparato. Para lograr este cometido se utilizarán las estrategias de diseño de software adecuadas a la problemática descrita, como por ejemplo un procesamiento *offloading* para el análisis de los datos recolectados, delegando la mayor carga de procesamiento a un servidor dedicado y liberando al dispositivo de esta carga de trabajo, ya que podría consumir demasiada energía [14].

Una vez almacenada la información correspondiente a diferentes usuarios, se plantea la posibilidad de estudiar, mediante minería de datos, posibles situaciones en las cuales los usuarios estén malgastando su recurso energético. Dicha investigación se basará en el uso de conocidas técnicas de minería de datos [8], como Apriori, Predictive Apriori, y la aplicación de filtros a los datos recolectados. Esta investigación se centrará en analizar el uso de las características de los dispositivos, como son los módulos WIFI, Bluetooth, GPS o 3G, que son ampliamente utilizadas por los usuarios y las que consumen mayor cantidad de energía. Para el análisis se tendrán en cuenta datos del entorno, como ubicación aproximada, horarios, actividad realizada por el usuario (Caminar, Conducir, Estático), día de la semana, fines de semana, rangos de carga de baterías (alto, medio, bajo), debido a que proveen información extra acerca del comportamiento del usuario. El objetivo final es detectar patrones de uso del dispositivo móvil como: El usuario tiene el módulo WIFI encendido los lunes, pero se encuentra en un sector donde no existe señal; El usuario utiliza el módulo Bluetooth y luego lo deja habilitado consumiendo batería innecesariamente; El usuario se encuentra conectado a una red WiFi y también mantiene el módulo 3G habilitado, los fines de semana. Estos patrones serán analizados con el fin de detectar comportamientos que desperdician energía, por ejemplo “el WiFi está activo en un lugar sin red WiFi”.

En conclusión, en este trabajo se espera definir un sistema de monitoreo para dispositivos móviles, de bajo costo, desde el punto de vista energético. Así mismo se espera determinar que métodos son eficientes para la detección de patrones de comportamiento. El objetivo final es proveer un análisis que permita, en un futuro, la implementación de un sistema de recomendación inteligente, capaz de detectar patrones de uso energéticamente ineficientes y tomar acciones correctivas para disminuir el consumo de batería, sin afectar las prestaciones del dispositivo móvil.

4. Cronograma de actividades

A continuación se describe como se organizará el plan de trabajo, es importante notar que algunas de estas actividades pueden solaparse en el tiempo:

- Relevamiento bibliográfico sobre las diferentes técnicas de Data Mining que resulten adecuadas para el contexto del problema. Tiempo estimado: 1 mes.
- Desarrollar un sistema de monitoreo de dispositivos móviles que almacene la mayor cantidad de información acerca de cómo y en qué contexto estos son usados. Tiempo estimado: 1 mes.
- Desarrollar un sistema de procesamiento de la información referente al uso del dispositivo. Tiempo estimado: 1 mes
- Obtener datos de usuarios reales y analizar los distintos logs de uso. Básicamente durante esta etapa se espera comprender mejor que información se obtuvo, verificar si se observan los patrones que se esperan, y cómo puede ser utilizada para detectar situaciones en las cuales es conveniente activar o desactivar las características de los dispositivos móviles. Tiempo estimado: 2 meses
- Analizar y realizar experimentos con distintas técnicas de inteligencia artificial para, a partir de los datos obtenidos en la etapa anterior, aprender modelos de uso que puedan ser utilizados para automáticamente activar o desactivar las características anteriormente mencionadas. Se planean técnicas variadas, como selección de características, análisis estadísticos, redes neuronales y Support Vector Machines, para el aprendizaje de dichos modelos. Tiempo estimado 1 mes.
- Redacción de un informe del trabajo realizado. Tiempo estimado: 3 meses.

5. Bibliografía

- [1] *Energy efficiency of mobile clients in cloud computing*, 2010.
- [2] M. Ettus A. Smailagic. System design and power optimization for mobile computers. *IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI*, pages 10–14, 2002.
- [3] Alejandro Zunino Ana Rodriguez, Cristian Mateos. Mobile devices-aware refactorings for scientific computational kernels. In *Proceedings of 13th Argentine Symposium on Technology, 41th JAIIO*, 2012.
- [4] Alejandro Zunino Juan Manuel Rodriguez, Cristian Mateos. Are smartphones really useful for scientific computing? *Lecture Notes In Computer Science*, 7547:38–47, 2012.
- [5] Marcelo Campo Juan Manuel Rodriguez, Alejandro Zunino. Introducing mobile devices into grid systems: a survey. *International Journal of Web and Grid Services 2011*, 7:1–40, 2011.

- [6] A.R. ; Kitey S. Karmore, S.P. ; Mahajan. Battery monitoring and analysis for android based system. *Advanced Computing Technologies (ICACT), 2013 15th International Conference on*, pages 1 – 6, 2013.
- [7] Yung-Hsiang Lu Karthik Kumar. Cloud computing for mobile users: can offloading computation save energy? *Computer*, 43:51–56, 2010.
- [8] Geoffrey Holmes Bernhard Pfahringer Peter Reutemann Ian H. Witten Mark Hall, Eibe Frank. The weka data mining software: An update. *SIGKDD Explorations*, 11, 2009.
- [9] Wenny Rahayu Niroshinie Fernando, Seng W. Loke. Mobile cloud computing: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 29:84–106, 2013.
- [10] Joseph A. Paradiso and Thad Starner. Energy scavenging for mobile and wireless electronics. *IEEE Pervasive Computing, IEEE Computer Society*, 4:18–27, 2005.
- [11] J. Parkkila, J. ; Porras. Improving battery life and performance of mobile devices with cyber foraging. *Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2011 IEEE 22nd International Symposium on*, pages 91–95, 2011.
- [12] F.H.P. ; Sasso G. ; Kellerer W. ; Widmer J. Perrucci, G.P. ; Fitzek. On the impact of 2g and 3g network usage for mobile phones’ battery life. *Wireless Conference, 2009. EW 2009. European*, pages 255–259, 2009.
- [13] Andrew Rice and Simon Hay. Measuring mobile phone energy consumption for 802.11 wireless networking. *Pervasive and Mobile Computing*, 6:593–606, 2010.
- [14] J. Vallina-Rodriguez, N. ; Crowcroft. Energy management techniques in modern mobile handsets. *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, 15:179–198, 2013.
- [15] M.A. ; Nassr R. Zahid, I. ; Ali. Android smartphone: Battery saving service. *Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2011 International Conference on*, pages 1–4, 2011.