

# Towards Verifying Android Apps for the Absence of No-Sleep Energy Bugs

Martín Carreiro - Pablo Rago - Juan Manuel Tastzian

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

21 de Mayo de 2014

## 1 Introducción

## 2 Manejo de energía en Android

- Planteo del paper

# Ventajas de los smartphones actuales

Muchas características al alcance de la mano:

# Ventajas de los smartphones actuales

Muchas características al alcance de la mano:

- Procesadores rápidos

# Ventajas de los smartphones actuales

Muchas características al alcance de la mano:

- Procesadores rápidos
- Pantallas grandes

# Ventajas de los smartphones actuales

Muchas características al alcance de la mano:

- Procesadores rápidos
- Pantallas grandes
- Cámara, GPS, 3G, Wifi...

# ¿Y antes?

Pero...

# ¿Y antes?

Pero...

...¿se acuerdan del pasado?



# ¡LEYENDA!



# ¿Cuánto les duraba la batería del Nokia 1100 y similares?

# ¿Cuánto les duraba la batería del Nokia 1100 y similares?

- ¿15 hs?

# ¿Cuánto les duraba la batería del Nokia 1100 y similares?

- ¿15 hs?
- ¿2 días?

# ¿Cuánto les duraba la batería del Nokia 1100 y similares?

- ¿15 hs?
- ¿2 días?
- Como 4 o 5, tranqui!

# Eso ya no pasa con los Smartphones

# Eso ya no pasa con los Smartphones

Lamentablemente, todas las ventajas mencionadas antes necesitan mucha energía para funcionar.

# Eso ya no pasa con los Smartphones

Lamentablemente, todas las ventajas mencionadas antes necesitan mucha energía para funcionar.

Y por eso, la batería de nuestros celulares de hoy dura entre 12 y 16 horas, promedio, siendo unas 18 o 20 horas una excelente duración de batería (ni hablar de más tiempo).



# Manejo de energía en Android

¿Cómo maneja la energía Android?

# Manejo de energía en Android

¿Cómo maneja la energía Android?

- ▶ De manera **agresiva**.

# Manejo de energía en Android

¿Cómo maneja la energía Android?

- ▶ De manera **agresiva**.

¿Le pega para que se porte bien?

# Manejo de energía en Android

¿Cómo maneja la energía Android?

- ▶ De manera **agresiva**.

¿Le pega para que se porte bien?

- ▶ No **tan** agresiva, pero le corta el chorro a todo en el momento **inmediato** en el que se deja de usar.

# Manejo de energía en Android

Pero, ¿y si, como desarrollador, quiero tener el procesador corriendo para recibir algún update o notificación?

# Manejo de energía en Android

Pero, ¿y si, como desarrollador, quiero tener el procesador corriendo para recibir algún update o notificación?

- ▶ Ahí es donde entra en juego la **Wakelock API**.

# Manejo de energía en Android

Lamentablemente, la complejidad del sistema operativo y los errores que pueden cometer los desarrolladores hacen que el uso inapropiado de Wakelocks se manifiesten como *no-sleep-bugs*.

# Manejo de energía en Android

Lamentablemente, la complejidad del sistema operativo y los errores que pueden cometer los desarrolladores hacen que el uso inapropiado de Wakelocks se manifiesten como *no-sleep-bugs*.

Los autores del paper decidieron intentar mitigar el problema implementando una herramienta que verifica la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de políticas específicas sobre los Wakelocks, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.



# Manejo de energía en Android

Lamentablemente, la complejidad del sistema operativo y los errores que pueden cometer los desarrolladores hacen que el uso inapropiado de Wakelocks se manifiesten como *no-sleep-bugs*.

Los autores del paper decidieron intentar mitigar el problema implementando una herramienta que verifica la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de políticas específicas sobre los Wakelocks, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.

Pero...

# Manejo de energía en Android

Lamentablemente, la complejidad del sistema operativo y los errores que pueden cometer los desarrolladores hacen que el uso inapropiado de Wakelocks se manifiesten como *no-sleep-bugs*.

Los autores del paper decidieron intentar mitigar el problema implementando una herramienta que verifica la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de políticas específicas sobre los Wakelocks, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.

Pero...

¿qué es la Wakelock API?

# Wakelock API

# Wakelock API

- Permite a los desarrolladores dar directivas específicas sobre los recursos al sistema operativo, ya que Android pone todo en sleep mode ni bien se ponen en estado idle (reposo).

# Wakelock API

- Permite a los desarrolladores dar directivas específicas sobre los recursos al sistema operativo, ya que Android pone todo en sleep mode ni bien se ponen en estado idle (reposo).
- Es una forma de decir “esto no me lo apagues” (GPS, pantalla, CPU, etc.).

# Wakelock API

- Permite a los desarrolladores dar directivas específicas sobre los recursos al sistema operativo, ya que Android pone todo en sleep mode ni bien se ponen en estado idle (reposo).
- Es una forma de decir “esto no me lo apagues” (GPS, pantalla, CPU, etc.).
- Entonces si necesito que algo en particular esté encendido en un momento crítico, pido un Wakelock sobre el mismo para que no se apague, lo uso, y cuando termino, lo libero.

# Wakelock API

- Permite a los desarrolladores dar directivas específicas sobre los recursos al sistema operativo, ya que Android pone todo en sleep mode ni bien se ponen en estado idle (reposo).
- Es una forma de decir “esto no me lo apagues” (GPS, pantalla, CPU, etc.).
- Entonces si necesito que algo en particular esté encendido en un momento crítico, pido un Wakelock sobre el mismo para que no se apague, lo uso, y cuando termino, lo libero.
- Genial! Pero ¿qué pasa si me olvido de liberarlo?

# Wakelock API

- Permite a los desarrolladores dar directivas específicas sobre los recursos al sistema operativo, ya que Android pone todo en sleep mode ni bien se ponen en estado idle (reposo).
- Es una forma de decir “esto no me lo apagues” (GPS, pantalla, CPU, etc.).
- Entonces si necesito que algo en particular esté encendido en un momento crítico, pido un Wakelock sobre el mismo para que no se apague, lo uso, y cuando termino, lo libero.
- Genial! Pero ¿qué pasa si me olvido de liberarlo?
- Buena pregunta... ¿cuánto se acuerdan de Orga 2?



# Repaso de Orga 2

# Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un free por cada malloc...

# Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un free por cada malloc...
  - ▶ ...sino me pegaban.

# Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un free por cada malloc...
  - ▶ ...sino me pegaban.
- Hablando en serio: si no liberan el Wakelock, pasa lo que esperan.

# Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un free por cada malloc...
  - ▶ ...sino me pegaban.
- Hablando en serio: si no liberan el Wakelock, pasa lo que esperan.
- El recurso no se libera, queda activo, y se **gasta batería** innecesariamente.

# Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un `free` por cada `malloc`...
  - ▶ ...sino me pegaban.
- Hablando en serio: si no liberan el `Wakelock`, pasa lo que esperan.
- El recurso no se libera, queda activo, y se **gasta batería** innecesariamente.
- Esto es a lo que en el paper se lo llama *no-sleep bug*.

## Repaso de Orga 2

- En Orga 2 me enseñaron que debo hacer un free por cada malloc...
  - ▶ ...sino me pegaban.
- Hablando en serio: si no liberan el Wakelock, pasa lo que esperan.
- El recurso no se libera, queda activo, y se **gasta batería** innecesariamente.
- Esto es a lo que en el paper se lo llama *no-sleep bug*.
- Vendría a ser la versión de “power management” de los “memory leaks”.

# Planteo del paper



# Planteo del paper

Los autores del paper desarrollaron una herramienta que permite verificar la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de **políticas específicas sobre los Wakelocks**, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.

# Planteo del paper

Los autores del paper desarrollaron una herramienta que permite verificar la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de **políticas específicas sobre los Wakelocks**, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.

Lo peor de todo esto, es que estos bugs son muy difíciles de detectar, ya que no hace que la app funcione mal o crashee, sino que te reduce la duración de batería del equipo, pasando casi desapercibida como causante de dicho problema.

# Planteo del paper

Los autores del paper desarrollaron una herramienta que permite verificar la ausencia de estos bugs con respecto a una serie de **políticas específicas sobre los Wakelocks**, utilizando un framework de flujo de datos para analizar las aplicaciones.

Lo peor de todo esto, es que estos bugs son muy difíciles de detectar, ya que no hace que la app funcione mal o crashee, sino que te reduce la duración de batería del equipo, pasando casi desapercibida como causante de dicho problema.

Pero para entender todo esto, primero hay que entender un poco como funciona el sistema operativo Android por detrás.

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación



# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services
  - ★ BroadcastReceivers

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services
  - ★ BroadcastReceivers
  - ★ ContentProviders

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services
  - ★ BroadcastReceivers
  - ★ ContentProviders
- ▶ Están ligados entre sí mediante un *lifecycle* o ciclo de vida (visto en clase).

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services
  - ★ BroadcastReceivers
  - ★ ContentProviders
- ▶ Están ligados entre sí mediante un *lifecycle* o ciclo de vida (visto en clase).
- ▶ El desarrollador especifica las acciones a tomar en cada paso del ciclo, implementando un conjunto de **callbacks**.

# Un poco de contexto

## Manejo de energía

- ▶ Creación, adquisición y liberación de objetos **Wakelock**.
- ▶ Asociados a un recurso particular (CPU, pantalla, GPS, etc.).
- ▶ En manos del desarrollador.

## Componentes de aplicación

- ▶ Una aplicación de Android se construye con diversos componentes. Hay 4 tipos principales.
  - ★ Activities
  - ★ Services
  - ★ BroadcastReceivers
  - ★ ContentProviders
- ▶ Están ligados entre sí mediante un *lifecycle* o ciclo de vida (visto en clase).
- ▶ El desarrollador especifica las acciones a tomar en cada paso del ciclo, implementando un conjunto de **callbacks**.
- ▶ Veamos que hace cada componente.



# Activities

- Proveen la UI de la app.

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped:** La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped:** La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

## Callbacks

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped:** La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

## Callbacks

- ▶ **onPause** y **onResume**: entra y sale del estado *running*.

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped:** La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

## Callbacks

- ▶ **onPause** y **onResume:** entra y sale del estado *running*.
- ▶ **onStart** y **onStop:** entra y sale del estado *paused*.



# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running**: La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused**: La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped**: La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

## Callbacks

- ▶ **onPause** y **onResume**: entra y sale del estado *running*.
- ▶ **onStart** y **onStop**: entra y sale del estado *paused*.
- ▶ **onCreate** y **onDestroy**: arranca y termina el *lifecycle*.

# Activities

- Proveen la UI de la app.
- Forman un stack, formado de la siguiente manera:
  - ▶ **Running:** La aplicación en *foreground* (visible, activa).
  - ▶ **Paused:** La aplicación no está en *foreground*, pero está visible (inactiva).
  - ▶ **Stopped:** La aplicación está en *background* (no visible e inactiva).

## Callbacks

- ▶ **onPause** y **onResume**: entra y sale del estado *running*.
- ▶ **onStart** y **onStop**: entra y sale del estado *paused*.
- ▶ **onCreate** y **onDestroy**: arranca y termina el *lifecycle*.
- ▶ **onRestart**: reinicia una actividad previamente detenida.

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.
- Se ejecuta **onStartCommand** cuando un servicio es iniciado por otro componente

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.
- Se ejecuta **onStartCommand** cuando un servicio es iniciado por otro componente
- Se ejecuta **onBind** cuando el primer cliente del servicio se liga

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.
- Se ejecuta **onStartCommand** cuando un servicio es iniciado por otro componente
- Se ejecuta **onBind** cuando el primer cliente del servicio se liga
- Se ejecuta **onUnbind** cuando el último cliente del servicio se desliga.



# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.
- Se ejecuta **onStartCommand** cuando un servicio es iniciado por otro componente
- Se ejecuta **onBind** cuando el primer cliente del servicio se liga
- Se ejecuta **onUnbind** cuando el último cliente del servicio se desliga.
- Se utiliza **IntentService** para manejar pedidos asincrónicos bajo demanda.

# Services

- Realizan operaciones de duración prolongada sin interacción del usuario.
- Se inician con **startService** y permiten ligarse a ellos con **bindService**.
- Se configuran durante el **onCreate**.
- Se ejecuta **onStartCommand** cuando un servicio es iniciado por otro componente
- Se ejecuta **onBind** cuando el primer cliente del servicio se liga
- Se ejecuta **onUnbind** cuando el último cliente del servicio se desliga.
- Se utiliza **IntentService** para manejar pedidos asincrónicos bajo demanda.
- Al finalizar los callbacks **onStartCommand**, **onUnbind** y **onHandleIntent**, la tarea asociada debería haber terminado, por lo que no debería mantenerse ningún Wakelock.

# BroadcastReceivers

- Responden a anuncios que tienen como alcance a todo el sistema.

# BroadcastReceivers

- Responden a anuncios que tienen como alcance a todo el sistema.
  - ▶ Producidos por el mismo sistema (por ejemplo, batería baja)

# BroadcastReceivers

- Responden a anuncios que tienen como alcance a todo el sistema.
  - ▶ Producidos por el mismo sistema (por ejemplo, batería baja)
  - ▶ Desde otras aplicaciones (alertar que ocurrió un evento, por ejemplo)

# BroadcastReceivers

- Responden a anuncios que tienen como alcance a todo el sistema.
  - ▶ Producidos por el mismo sistema (por ejemplo, batería baja)
  - ▶ Desde otras aplicaciones (alertar que ocurrió un evento, por ejemplo)
- Empiezan y terminan su trabajo dentro del llamado del callback **onReceive**, por lo que tampoco debería mantenerse ningún Wakelock al terminar.

# ContentProviders

- Dan una forma de encapsular un set de datos estructurado.

# ContentProviders

- Dan una forma de encapsular un set de datos estructurado.
- Cada callback es típicamente una unidad de trabajo, por lo que todos los locks deben ser liberados al finalizar el llamado.



## Bonus: Intent-based Component Communication

- Los componentes se pueden comunicar via mensajes asincrónicos llamdos **Intents**, que ofrecen una conexión entre componentes de la misma o de distintas aplicaciones.

## Bonus: Intent-based Component Communication

- Los componentes se pueden comunicar via mensajes asincrónicos llamados **Intents**, que ofrecen una conexión entre componentes de la misma o de distintas aplicaciones.
- Pueden ser explícitos (apuntando a un componente por su nombre) o implícitos (apuntando a una acción a realizar).

## Bonus: Intent-based Component Communication

- Los componentes se pueden comunicar via mensajes asincrónicos llamados **Intents**, que ofrecen una conexión entre componentes de la misma o de distintas aplicaciones.
- Pueden ser explícitos (apuntando a un componente por su nombre) o implícitos (apuntando a una acción a realizar).
- Es útil contabilizar de manera precisa la comunicación entre componentes, ya que es común que se adquieran Wakelocks en un componente y se liberen con otro invocado de forma asincrónica con un intent.