



ESCUELA POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

ESCUELA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA EN INGENIERÍA DE  
SOFTWARE

TRABAJO FIN DE GRADO



ESCUELA POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

ESCUELA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA EN INGENIERÍA DE  
SOFTWARE

TRABAJO FIN DE GRADO

**Extracción del contexto de ejecución del usuario**

**Autor: Alberto de la Fuente Cruz**

**Tutor: Juan Manuel Murillo**

# Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur, adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit qui in ea voluptate velit esse quam nihil molestiae consequatur, vel illum qui dolorem eum fugiat quo voluptas nulla pariatur?

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Motivación y desarrollo . . . . .	6
<b>2. Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>3. Estado del Arte</b>	<b>10</b>
3.1. Análisis Web . . . . .	11
3.1.1. Geolocalización . . . . .	11
3.1.2. Análisis de los gestos del ratón . . . . .	12
3.1.3. Cookies . . . . .	13
3.2. Google y la plataforma Android . . . . .	14
3.2.1. Los servicios de Google y la localización . . . . .	15
3.2.2. Aplicaciones de terceros . . . . .	17
3.3. Dispositivos IOT . . . . .	20
3.3.1. Asistentes personales . . . . .	20
<b>4. Requisitos del proyecto</b>	<b>22</b>
4.1. Requisitos . . . . .	23
4.1.1. Requisitos funcionales . . . . .	23
4.1.2. Requisitos no funcionales . . . . .	26
<b>5. Análisis</b>	<b>27</b>
5.1. Diagramas de Casos de Uso . . . . .	28

## ÍNDICE GENERAL

---

5.2. Arquitectura de alto nivel . . . . .	32
5.2.1. Smartphone . . . . .	33
5.2.2. Servidor Remoto . . . . .	38
5.3. Diagrama de secuencia . . . . .	40
5.4. Diagramas de actividad . . . . .	42
5.4.1. Gmail . . . . .	42
<b>6. Diseño</b>	<b>47</b>
6.1. Arquitectura . . . . .	48
<b>7. Implementación y desarrollo</b>	<b>58</b>
7.1. Bibliotecas de terceros . . . . .	58
7.1.1. Realm . . . . .	58
<b>8. Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>59</b>

# Índice de tablas

# Índice de figuras

3.1. Datos obtenidos mediante RIPE . . . . .	12
3.2. Venta global de smarthpones según el sistema operativo . . . . .	15
3.3. Historial de localizaciones en Cáceres . . . . .	16
5.1. Casos de uso 01 . . . . .	28
5.2. Casos de uso 02 . . . . .	29
5.3. Casos de uso 03 . . . . .	29
5.4. Casos de uso 04 . . . . .	30
5.5. Casos de uso 05 . . . . .	30
5.6. Casos de uso 06 . . . . .	31
5.7. Arquitectura de alto nivel . . . . .	32
5.8. Arquitectura de alto nivel. Smartphone . . . . .	34
5.9. Arquitectura de alto nivel. Cloud . . . . .	38
5.10. Diagrama de secuencia . . . . .	41
5.11. Diagrama actividad GMail . . . . .	43
5.12. Android Image Button . . . . .	44
5.13. Android Widget Spinner . . . . .	45
5.14. Android Widget MultiAutoCompleteTextView . . . . .	45
5.15. Widget Edit Text . . . . .	45
5.16. Android View . . . . .	46
5.17. Android View . . . . .	46
6.1. Android stack . . . . .	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

6.2. Detalle del Android Stack . . . . .	49
6.3. Clean Architecture . . . . .	51
6.4. Arquitectura dentro del android stack . . . . .	52
6.5. Arquitectura general del sistema . . . . .	54
6.6. Arquitectura detallada . . . . .	56



# Capítulo 1

## Introducción

Hoy en día, el uso de la tecnología y los servicios que nos ofrece Internet tienen un coste adicional invisible para el usuario, no siendo otro más que la invasión de su privacidad, la recolección de sus datos, el análisis de los mismos, su perfilado y en el peor de los casos, su venta al mejor postor.

Esta recolección de datos normalmente obedece a dos necesidades, por un lado, conocer al usuario del servicio y ofrecerle así una versión cada vez más personalizada del mismo, y por otro, la venta de esos datos a terceros.

Esta venta de datos, que parece un cuento de brujas, a día de hoy es una realidad, no hay más que ver uno de los casos más recientes donde *Facebook* vendió los datos de los perfiles de sus usuarios de EEUU a *Cambridge Analytica* [12], empresa dedicada al análisis y minería de datos, para influir en los resultados de las elecciones presidenciales.

Aún así, la recolección de datos no es mala per sé, por un lado, ayuda los desarrolladores a conocer al usuario y detectar posibles carencias y nuevas necesidades en sus aplicaciones. Por otro, ayuda al empresario, puesto que permite conocer el mercado, identificando necesidades específicas, focalizar el marketing, realizar una

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

publicidad efectiva e incluso identificar nuevos nichos de mercado.

Con lo cual, podemos concluir que conocer a tu usuario es algo bueno y necesario cuando se quiere crecer y ofrecer un mejor servicio, el problema viene cuando esta recolección de datos se realiza sin control alguno e invadiendo de forma directa la privacidad del usuario. Un ejemplo aún más reciente que el de *Facebook* es el de la aplicación oficial de La Liga [?], donde se mandan datos de ubicación y fragmentos de audio del micrófono cada 30 minutos a sus servidores bajo el pretexto de identificar fraudes. Esta recolección sin medida produce tal volumen de datos que podemos llegar a dudar de su validez y efectividad.

Pero, ¿cómo hemos llegado a esta situación? La culpa es del marketing y su técnica *Targeting Market*, y su aplicación directa en la informática a través del *Segmenting-Targeting-Positioning* [10], a la que nos referiremos simplemente como *Product Targeting*

Esta estrategia se basa en segmentar el mercado en grupos cada vez más pequeños de acuerdo a unas variables, que de forma tradicional son; Variables geográficas. En referencia a la región del mundo, clima, país, región, ciudad, etc. Variables demográficas. Edad, género, ingresos, orientación sexual, nivel educativo, cultura, etc. Variables psicográficas. Estilo de vida, personalidad, valores, intereses, etc. Variables conductuales. Tasa de uso del servicio, fidelidad con la marca, etc.

Estas variables (datos, al fin y al cabo) se someten y a un proceso de relación y análisis que permite profundizar cada vez más en la segmentación, dando lugar a la segmentación profunda y si se dispone de la suficiente cantidad de información, acaba produciendo un perfil de usuario. Es obvio que este perfil mejorará en tanto en cuanto mayor sea el volumen de datos del que se dispone.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

Entra en juego entonces la fuente de estos datos, puesto que deben salir de algún sitio. A día de hoy, si nos ponemos en el contexto de Internet, la mayoría de las páginas, por no decir todas, disponen de herramientas analíticas que permiten conocer al menos, el país origen de la conexión al servicio así como la fecha y hora exactas en la que se produjo. Este es el primer nivel que está enormemente implantado en el mercado.

En un segundo nivel, y situándonos en el uso de los servicios que ofrecen las distintas compañías, es habitual que todos nuestros movimientos dentro de ella se recolecten con el fin de aportar a los desarrolladores información acerca del uso de las herramientas que ellos mismo han producido. Esto va desde las funcionalidades utilizadas hasta el registro del movimiento del ratón a lo largo de la interfaz.

En el tercer nivel, la recolección normalmente invade la privacidad del usuario, incluyendo datos como su posición GPS, capturas programáticas del sonido ambiente a través del micrófono, rastreo de conexiones a través de cookies, etc.

El problema derivado de este festival del rastreo viene de la mano con la enorme cantidad de datos que se acumulan en los servidores del rastreador. En otras palabras, no se realiza una recolección efectiva de datos que realmente aporten valor al conjunto, veamos un ejemplo;

Hace poco, escuchando un Podcast de desarrollo [13] hablaba Nuria Ruiz (@pantojacoder) [17], que gestiona el equipo de Analytics de Wikipedia, ponía en relieve el problema al que se enfrentan en la plataforma, quizás desde un extremo poco habitual pero necesario en su servicio, puesto que pretenden recolectar los menos datos posibles de sus usuarios para evitar persecución política de sus editores. En el caso expuesto a lo largo del programa, citaba como los desarrolladores querían rastrear todos los clicks de todos los usuarios para rastrear el uso de una feature que

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

habían puesto recientemente en producción.

Nuria, cuyo trabajo consiste en el almacenamiento y análisis de estos datos, se lamentaba de que se exija tal cantidad de información cuando con la tercera parte de la misma las necesidades del equipo de desarrollo quedaban sobradamente cubiertas. Esto nos da una idea de cual es el problema al que debemos enfrentarnos, que no es otro que la recolección efectiva de datos que aporten valor al perfil del usuario, y no recolectar por recolectar.

Definamos entonces los límites de estos datos y su recolección, puesto que nos referimos a rastrear y registrar datos que verdaderamente nos permitan conocer al usuario, cual es su rutina, el uso que realiza de las herramientas que dispone, para qué las emplea... en definitiva debemos aportar un contexto a los datos recolectados, puesto que sin este contexto estos datos únicamente son información en bruto. Debemos entonces realizar una recolección inteligente de la información de acuerdo al uso del servicio a lo largo de su ciclo de vida.

Este proyecto debe, por tanto, extraer esos datos del usuario de algún modo para almacenarlos en un servidor, donde más adelante serán procesados. El proyecto cubre por tanto la primera capa de esa idea, idear y desarrollar una aplicación capaz de capturar el máximo número posible de datos del usuario y enmascararla bajo la apariencia de una aplicación desarrollada con la intención de que el usuario tenga un punto de vista objetivo del grado de adicción a su terminal, mostrando estadísticas de uso, aplicaciones más frecuentes, etc.

La idea principal es alejarnos de la captura enfocada a una aplicación, como viene siendo la norma en el sector. Esto únicamente aporta información de uso en una única aplicación, aportando así información sesgada e incompleta. Desaprovechando el potencial que esta captura de datos tiene para mejorar establecer un perfil

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

psicológico directamente asociado al usuario.

Debemos por tanto diseñar e implementar un sistema capaz de reunir y analizar los datos de un usuario de tal manera que estos aporten un perfil completo del usuario, no centrado en una aplicación, si no en un conjunto de ellas (la intención es registrar las aplicaciones más usadas en cada ámbito) cuyos datos de uso nos ayuden a extraer un modelo de los rasgos de la personalidad de un usuario, incluyendo sus rutinas, sus gustos y preferencias, aficiones, datos que en última instancia nos ayuden a establecer un patrón asociado a una persona y detectar cambios en su comportamiento.

Esta información, además, debe ser pública y podrá consumirse a través de una API. De esta forma se promueve la libre consulta de estos datos por parte del público, dado hasta ahora cada compañía jamás ha liberado los resultados de este proceso, convirtiéndose en fórmulas de éxito protegidas bajo siete llaves. Se pretende así abrir esta base de conocimiento, dado que no sólo sirve para incrementar los beneficios de un negocio, si no que cuenta con el potencial suficiente como para tener un impacto real y positivo en la vida de las personas, más allá de sugerir amistades o zapatillas.

### **1.1. Motivación y desarrollo**

El proyecto surge como primera etapa de un proyecto más grande enmarcado en un Trabajo de Fin de Máster, donde la idea es poder inferir patrones de comportamiento de los usuarios de teléfonos inteligentes y así poder diagnosticar y predecir trastornos de comportamiento dentro del patrón de una persona.

El desarrollo se dividirá en varias etapas. La primera será estudiar las herramientas existentes en el y averiguar mediante que técnicas consiguen capturar, o más bien, leer, la pantalla del usuario, puesto que este es nuestro principal objetivo, registrar los cambios que ocurren en pantalla cuando el usuario interactúa con el teléfono.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---

Se seguirá con la definición de los requisitos y casos de uso del proyecto para así acotar los términos del sistema y poder definir una primera arquitectura, independiente de la plataforma, que nos permita identificar los componentes fundamentales.

Una vez definida esta arquitectura a alto nivel, se procederá a acoplar lo planteado al sistema Android y definir los flujos que permitan obtener la lógica necesaria para realizar la captura. De esta forma, podremos definir una arquitectura a bajo nivel, dependiente de la plataforma, que permita organizar los componentes que forman el sistema final.

El desarrollo seguirá un proceso iterativo a base de *Sprints*, persiguiendo la idea de mantener siempre un artefacto software funcional que evolucionará conforme avance el proyecto.

# Capítulo 2

## Objetivos

Una vez establecidos los límites del dominio que se pretende manejar, vamos a establecer una serie de objetivos, partiendo de la base de que se implementará una aplicación Android donde el usuario no deberá tomar ningún partido a la hora de introducir los datos. Así pues;

- Se debe realizar una captura pasiva de los datos, es decir, no se debe interrumpir el flujo normal de interacción del usuario con su teléfono.
- Esta captura será pasiva en tanto en cuanto correrá una aplicación en segundo plano (servicio Android) que atenderá a un determinado tipo de eventos, siendo tarea del desarrollador implementar sendos modelos que extraigan la información perseguida.
- Esta información estará acotada en cinco grupos. Así, contaremos con un grupo de navegación web, mensajería instantánea, comunicación, redes sociales y sensores. Dentro de cada grupo se atenderán a las aplicaciones más utilizadas en cada campo.
- Esta captura debe ser tener valor semántico, es decir, debe tener información referencial que ayude a situar en un contexto la información.
- La información capturada será almacenada de forma temporal de forma local en el almacenamiento hardware del dispositivo, y, de forma programática realizar

## CAPÍTULO 2. OBJETIVOS

---

volcados periódicos cada poco tiempo, con doble objetivo. Por un lado, no saturar el espacio de almacenamiento y por otro, para asegurar los datos en un servidor remoto de manera que estos estén siempre disponibles.

- Este volcado se realizará a través de una API que permitirá el propio volcado y su consumo, comportándose así como una interfaz de acceso al manejo de los datos.



## Capítulo 3

### Estado del Arte

Está claro que para este proyecto no estamos inventando la rueda, el rastreo del usuario es una técnica que existe prácticamente desde que el uso de internet se hizo mayoritario, por ello vamos a ver como ha evolucionado este rastreo y captura a lo largo de los años.

Comenzaremos viendo las técnicas de análisis web, implantadas desde hace décadas, como primera forma de conocer a los usuarios a través de sus visitas a páginas y aplicaciones web.

Siguiendo el mismo camino que ha marcado el desarrollo de la tecnología, veremos como estas técnicas se han adaptado, persiguiendo el mismo objetivo, a los Smartphones, centrándonos además en el ecosistema Android.

Por último veremos el caso de los dispositivos IOT que poco a poco comienzan a hacer su aparición en el mercado, nos referimos a asistentes personales como Amazon Echo ó Google Home, de reciente aparición pero con potencial para instalarse en los hogares de muchas familias.

## 3.1. Análisis Web

Entendemos por análisis web la medición, recolección, análisis y procesado de los datos generados la navegación con la idea de comprender y optimizar el uso de una determinada página.

Este análisis no se limita únicamente a la medición del tráfico, si no que puede utilizarse como una herramienta de negocio mediante la cual mejorar el *marketing* y el impacto de una web, además de aportar la información necesaria para realizar campañas publicitarias por zonas geográficas, variables demográficas, etc. Se trata entonces de establecer un perfil de usuario y comprender las tareas que realiza dentro de un sitio a través del *tracking*. Este *trackeo* puede hacerse de distintas maneras, muchas veces implementando todas ellas para obtener información más completa.

### 3.1.1. Geolocalización

A través de la dirección IP es posible conocer la localización del usuario en distintas granularidades, que van desde el país hasta la ciudad.

Esto es posible gracias a la propia naturaleza del protocolo TCP/IP [4], donde a cada dispositivo de acceso a Internet se le asigna una dirección única que identifica la conexión. Además, como se ha estudiado durante la carrera, esta dirección IP que identifica al usuario va adjunta en los datagramas de las peticiones generadas durante la navegación, quedando registrada como IPorigen de la conexión.

De esta forma, ya sabemos que nuestra dirección IP viaja continuamente en cada comunicación que establecemos en internet, pero ¿quién controla y registra la vinculación de una dirección con un espacio físico? Hay diversos organismos, que a través de la organización *Regional Internet Registry* (RIR) [2], se dedica a supervisar la asignación y registro de recursos de números de internet en cada región del mundo.

## CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE

Tenemos así 5 RIR en funcionamiento, una por cada continente.

Gracias a estas organizaciones es posible saber la situación geográfica de cada dirección, conociendo además detalles de la conexión [3] como los servidores DNS utilizados, los puntos de acceso por los que ha pasado la conexión para realizar el *routing*, etc. A continuación se adjunta una captura de la información obtenida al consultar la IP en la propia plataforma del RIPE.

```
inetnum:      158.49.0.0 - 158.49.255.255
netname:      UNEX
descr:        Universidad de Extremadura
descr:        Extremadura
country:      ES
admin-c:      GSR1-RIPE
tech-c:       GB316
abuse-c:      RIAC2-RIPE
status:       LEGACY
remarks:      For information on "status:" attribute read
              https://www.ripe.net/data-tools/db/faq/faq-status-values-legacy-resources
mnt-irt:      IRT-IRIS
remarks:      mail spam reports: iris@certsi.es
remarks:      security incidents: iris@certsi.es
notify:       iris-nic@rediris.es
mnt-by:       REDIRIS-NMC
created:      1970-01-01T00:00:00Z
last-modified: 2017-12-11T13:16:22Z
source:       RIPE
```

Figura 3.1: Datos obtenidos mediante RIPE

### 3.1.2. Análisis de los gestos del ratón

Este tipo de captura y análisis está centrado en el movimiento que hace el usuario a lo largo de la pantalla y los clicks realizados con el ratón sobre los diferentes enlaces que componen la interfaz.

Normalmente, la información que se obtiene por este método es útil tanto para desarrolladores, diseñadores y redactores de una página a la hora de evaluar el rendimiento, diseño e conocer los contenidos más relevantes, respectivamente. Esta técnica es tremendamente útil puesto que permite conocer como se *mueven* los usuarios dentro de un sitio, que *habitaciones* visitan más y detectar así puntos calientes a los que prestar más atención, así como fugas de interés, encontrando puntos ciegos,

para proceder a un análisis de las causas y mejorar así el rendimiento de un portal.

Desde un punto de vista técnico, esta recolección de datos puede ocurrir en tiempo real o bien los datos serán almacenados para manipularlos después. A día de hoy muchas *suites* de analíticas implementan esta funcionalidad a través de código Javascript insertado en las páginas con métodos que capturan y rastrean la interacción del ratón dentro de la página.

Este método a ido evolucionando con el tiempo hacia nuevas aproximaciones, como la predicción del click, donde mediante un programa que siga el movimiento del ojo del usuario y midiendo la dilatación de su pupila podemos predecir donde se realizará la pulsación y adaptar así la respuesta del servicio a la nueva situación prevista [7].

### 3.1.3. Cookies

Las cookies, aunque estén tan de moda últimamente con la salida del *nuevo* RGPD [6] (Reglamento General de Protección de Datos) sustituyendo a la nacional LOPD (Ley Oficial de Protección de Datos), surgieron en los albores de internet, siendo el primer método de *rastreo* utilizado.

Las cookies surgieron por la necesidad de mantener información sobre la sesión del usuario después de un login, mantener los elementos de un carrito de la compra o sencillamente para guardar información sobre preferencias del sitio (idioma, tema...). No son más que un par clave-valor que se genera en el servidor y que es enviado al cliente para que este lo almacene en local. Más tarde esta información es consultada para adaptar el contenido en base a esa información.

En teoría, una cookie solo puede ser consultada por su origen, es decir, por el servidor que la generó, pero con el tiempo y la aparición de servidores compartidos

(servidores de publicidad, por ejemplo) es posible generar una cookie que podrá ser consultada por todas las páginas que empleen ese servidor, estas son las llamadas *third party cookies*, que guardan o usan información del usuario sin que este tenga que navegar directamente en su dominio, dado que está incrustada en la web anfitrión.

Entre la información que es posible capturar con una cookie se incluye el sistema operativo, la dirección IP, el navegador, la ubicación, uso horario, idioma y lo más importante, los sitios por los que se navega. Por ejemplo, si se busca en una tienda online (pongamos Amazon como ejemplo), esa información sobre la búsqueda se queda almacenada en la cookie, si otra web emplea publicidad de esa tienda, sabrá los términos de la búsqueda y podrá mostrar publicidad relacionada.

Normalmente, la técnica para el rastreo con cookies pasa por la creación de un identificador único de usuario que se almacena en la cookie. Este ID nos mantendrá identificados durante nuestra navegación y será empleado por las páginas que usen los servicios del proveedor de esa cookie, de esta manera, si cada página emplea cookies propias o de terceros, seremos conscientes de que estamos continuamente generando información y que además esta información no pasa desapercibida, si no que es registrada, enviada, usada y compartida entre compañías.

## **3.2. Google y la plataforma Android**

Hasta ahora hemos visto los métodos de captura de información a través de la web, pero en los últimos 10 años el mercado ha cambiado mucho con la aparición del smartphone. Las cifras son apabullantes, en 2008 nace Android y en el tramo de 10 años la implantación del smartphone en la sociedad está fuera de cualquier duda.

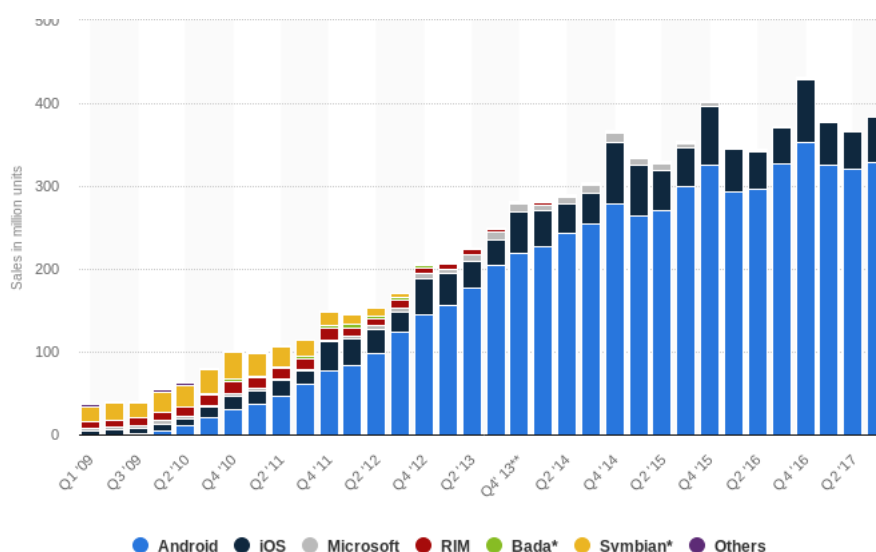


Figura 3.2: Venta global de smartphones según el sistema operativo

Es por tanto una línea muy a tener en cuenta, estamos hablando que llevamos un dispositivo inteligente con nosotros todo el día, se ha convertido en una extensión más de nuestro cuerpo. Pensar que aún teniendo eso en el bolsillo aún somos anónimos es pecar de optimistas. Además, estamos hablando de Google, una empresa que factura millones al año y no cobra absolutamente nada por sus servicios al usuario.

### 3.2.1. Los servicios de Google y la localización

Durante el 2017 salió a la luz la noticia de que Google registraba y almacenaba la localización de los teléfonos Android incluso cuando este servicio estaba desactivado [15]. Esto fue confirmado poco después por Google, quien afirmó que abandonaron esa práctica al poco de darse a conocer estos hechos.

Es lógico pensar que cuando estamos usando algún servicio de google que incluya localización esta se mande a sus servidores, son sus reglas y si quieres usar el servicio es un coste asumido. De hecho, Google no oculta esta práctica, pudiendo consultar tu histórico de localizaciones en su propio portal [1]. A continuación se adjunta la imagen del histórico de localizaciones del autor en la ciudad de Cáceres.

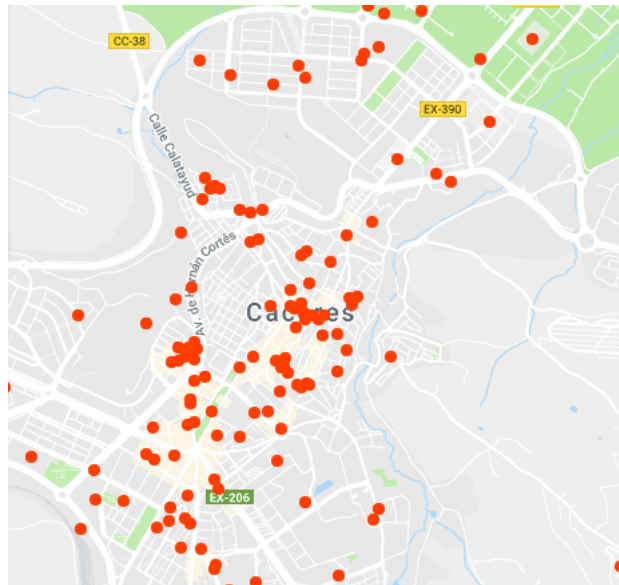


Figura 3.3: Historial de localizaciones en Cáceres

Por lo tanto, esta práctica de Google no es ningún secreto, siendo además una *feature* de su sistema y sus servicio de mapas, ofreciendo rutas alternativas al itinerario habitual en función del tráfico, guardar la posición del aparcamiento, etc.

El problema viene cuando se pierde el control de esta información. La noticia citada al principio de esta sección pone en relieve la problemática, puesto que Google envía información de tu localización a sus servidores incluso cuando este servicio está desactivado en el teléfono y la SIM quitada.

Pero, ¿cómo sabe Google donde estás si tienes este servicio desactivado? Aprovecha las antenas de telefonía. En primer lugar se identifica al usuario por su CellID (identificador único de cada teléfono) y cada vez que el terminal se conecta a una torre se manda la información de esa conexión junto con el cellID a sus servidores. Esa información de la conexión incluye el identificador de la torre, que permite saber su localización exacta.

En un primer momento pudiera parecer que esta práctica no es demasiado intrusiva,

solamente se manda información sobre la torre más cercana a la que se ha conectado el teléfono, pero cuando esta práctica se extiende a lo largo del tiempo (durante 24 horas por ejemplo), se puede llegar a triangular la posición exacta del teléfono gracias a la información de las torres a las que se ha ido conectando.

Google reconoció los hechos y aportó más información al respecto, afirmando que además de la información de las torres de telefonía empleaban otros datos, como la cercanía con redes Wifi u otros dispositivos.

Esto hila con otro escándalo que esta vez está relacionado con el coche que Google emplea para mapear las ciudades para su servicio de Google Maps. Resulta que este coche, además de fotografiar las calles, iba recolectando la información de las redes Wifi abiertas, obteniendo así un mapeo de las redes y su localización exacta [9].

Con estas fuentes de datos es tremendamente sencillo para Google saber que está haciendo el usuario en cada momento, puesto que es posible determinar si estás en un núcleo urbano, en lo alto de una montaña, si vas andando, bicicleta, usas el transporte público, etc. Esta información es tremendamente útil para hacer crecer la base de conocimiento de Google y mejorar el targeting de su servicio de publicidad (AdWords).

### **3.2.2. Aplicaciones de terceros**

Hemos visto como Google aprovecha su propia plataforma para registrar datos del usuario, veamos ahora como otras compañías se aprovechan de ella para recolectar información de los usuarios a través de las aplicaciones que implementan para este mismo sistema.



### **Aplicación de La Liga**

A principios de Junio de 2018 salió a la luz un nuevo caso de espionaje al usuario. En esta ocasión se trataba de la aplicación oficial de La Liga [14], la cual usaba el micrófono de los usuarios para, en teoría, detectar posibles fraudes.

Para ello la aplicación pedía permisos de micrófono y de localización para, de nuevo supuestamente, activar esta funcionalidad en las franjas horarias de los partidos de fútbol y analizando el audio capturado junto con la localización, detectar posibles fraudes.

El revuelo vino porque los usuarios no eran conscientes de que esto sucediese, lo cual dice muy poco de nosotros como usuarios, se estaban aceptando unas condiciones legales en las figuraba una línea indicando claramente este uso, así como la autorización explícita a la aplicación para usar el micrófono.

Al poco tiempo de que la noticia salía a la luz la empresa realizó un comunicado donde se repetían lo dicho arriba, que ese audio era únicamente para detectar fraudes en el territorio Español y no era usado para otros propósitos. Dada la vaguedad de las declaraciones, hubo usuarios que analizaron la aplicación y estudiaron su comportamiento [16], lo que nos permite hacer un resumen de como está implementada esta lógica.

En primer lugar, la aplicación comprobaba los permisos de micrófono y localización en cada ejecución, solicitándolos en caso de no estar asignados. Después, mediante un listener, detecta cada cambio de ubicación y va creando un registro que, cada 30 minutos, se manda a un servidor y se borra del teléfono.

El micrófono, en cuanto está disponible, comienza a grabar y mandar los archivos al servidor Durante cuanto tiempo permanece activa esa grabación es un misterio,

## CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE

---

así como el comportamiento de la activación del micrófono, puesto que lo lógico sería pensar que la aplicación, en función de la localización y el horario, active el micrófono, pero el análisis del código rebela que esta activación es arbitraria y nada tiene que ver con cuando suceden los partidos de fútbol

Esto ha demostrado que la escucha a los usuarios por parte de las compañías es una práctica que está a la orden del día, de hecho, cada vez son más las voces que afirman que Facebook a través de su aplicación emplea el micrófono para escuchar conversaciones privadas y aunque Facebook ha negado siempre esta práctica, las sospechas siempre estarán ahí, quedando demostrado además, como acabamos de ver, que ésta práctica existe y lo preocupante realmente es saber que pasa con ese archivo de audio desde el momento en el que sale del teléfono, puesto que se pierde cualquier control sobre estos datos.

### **Aplicación Linterna**

En este caso, vamos a irnos a una aplicación que saltó a la palestra a lo largo de 2013, cuando se descubrió que una aplicación a primera vista inocente dedicada a activar el led de la cámara y proveer así de una linterna, mandaba los datos de ubicación de sus usuarios a sus servidores junto con datos acerca de las redes wifi disponibles para más tarde vender los datos a terceros.

Este caso está ampliamente documentado, llegando a publicar un comunicado de la Comisión Federal del Comercio de EEUU (un homólogo al patrio FACUA) donde se describen y condena esta práctica [5].

En el documento citado se condena a la compañía por estas acciones, entre las que se incluyen la posibilidad de tomar fotos a través de la cámara del dispositivo sin que el usuario tome partido en ello y el envío de datos de localización a empresas de publicidad.

Este caso nos sirve como muestra, junto con el anterior, de que estas prácticas llevan muchos años en el sector y pone en relieve la falta de control de los datos del usuario, además, nos hace plantearnos que hacen las grandes compañías con sus aplicaciones, en las que entra en juego mayor alcance de usuarios y por tanto mayor rédito económico.

### **3.3. Dispositivos IOT**

En los últimos años hemos visto como *el internet de las cosas* ha comenzado a implantarse en los hogares, desde bombillas inteligentes que podemos controlar con nuestro teléfono hasta frigoríficos que nos avisan cuando falta algún producto en la nevera.

Esta evolución ha seguido su camino y las compañías no han querido perderse la fiesta, desarrollando cada una sus propias versiones de asistentes personales para, en teoría, facilitarnos la vida dentro de nuestra casa, es el caso del Google Home de Google, Alexa de Amazon o el Apple homePod de Apple. Estos dispositivos comparten todos la característica de activarse mediante comandos de voz, lo cual implica una escucha pasiva en segundo plano a la espera de reconocer algún comando y activarse.

Esta tecnología, dado su enorme potencial, hizo que muchos usuarios mirasen con lupa a estos dispositivos, dando como resultado lo que veremos a continuación.

#### **3.3.1. Asistentes personales**

En este último año han irrumpido en el mercado un montón de asistentes personales por parte de Google, Amazon y Apple. Estos asistentes son precisamente eso, un asistente personal que nos ayuda a gestionar nuestra agenda e interactuar con

## CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE

---

el sistema de la compañía desarrolladora.

Su funcionamiento está al alcance de cualquier usuario, puesto que todos comparten la activación por voz como principal punto de entrada, una vez el dispositivo está activado mediante el comando pertinente (Ok Google... Alexa... ) el dispositivo pasa de un estado de reposo al activo, con el que podemos interactuar hablando.

No hay duda de que se tratan de aparatos tremendamente interesante y que a día de hoy es hacia donde se mueve el mercado, meter en casa un dispositivo con inteligencia artificial que nos facilite la vida, podamos encender la televisión, poner música, hacer anotaciones, llamar a nuestros contactos, etc, sin tener que hacer mayor gesto que el que hace el aire al pasar por nuestras cuerdas vocales.

Pero como hemos visto hasta ahora, todo tiene un coste, y es que estamos metiendo en nuestras casas a dispositivos inteligentes que escuchan siempre en segundo plano esperando a reconocer el comando que los activa. El dispositivo escucha de manera permanente el ruido de fondo para detectar palabras clave.

Sin duda es una funcionalidad muy bonita el hecho de tener tu propio asistente personal, pero el problema va intrínseco a ello. A lo largo de esta sección ha quedado claro que las compañías quieren tus datos para saber más de ti y así mejorar sus servicios de publicidad y sus perfiles de usuario, ¿Quién se atreve a asegurar que estos dispositivos solo registran nuestras voces cuando los activamos explícitamente?.

En el caso de Amazon Alexa ha quedado demostrado que el dispositivo realiza escuchas aleatorias [11], de duración indeterminada, que, hasta donde se ha podido averiguar, quedan almacenadas en el dispositivo. No es así en el caso del Google Home, donde todos los fragmentos de audio que se registren son enviados a sus servidores, de hecho lo dejan bien claro en su política de privacidad [8]

## Capítulo 4

### Requisitos del proyecto

En esta capítulo se analiza el problema planteado por el proyecto y se detalla su descomposición como requisitos de un sistema software. No hay que perder de vista que nuestro objetivo final será monitorizar las aplicaciones del usuario y registrar información acerca de cómo éste interactúa con el medio.

## 4.1. Requisitos

Se propone el desarrollo de una aplicación móvil que, en segundo plano, registre los movimientos del usuario y la interacción que realiza con el teléfono. Este registro de actividad debe cubrir los requisitos listados a continuación para componer un sistema final que satisfaga los objetivos expuestos con anterioridad.

### 4.1.1. Requisitos funcionales

El sistema deberá:

- Registrar cada aplicación que lanza el usuario detectando y almacenando el nombre del paquete asociado a ella.
- Aportar un contexto temporal de cuando las aplicaciones son ejecutadas, esto es, el *timestamp* del momento de su ejecución.
- Incluyendo lo anterior, registrar el uso dado a aplicaciones relacionadas con, comunicación, mensajería instantánea, búsqueda web, redes sociales y por último sensores.
- Dentro de comunicación se incluye la aplicación de Gmail, Mensajes (sms) y el Teléfono.
- Dentro mensajería instantánea prestaremos atención a Telegram, Whatsapp Messenger y Facebook Messenger.
- Como aplicaciones relacionadas con la búsqueda en la web estarán la Chrome Browser y Google Search.
- En las aplicaciones de redes sociales; Twitter, Facebook e Instagram.
- Los sensores que escucharemos serán el emisor de GPS, acelerómetro, presión, giroscopio y temperatura.

## CAPÍTULO 4. REQUISITOS DEL PROYECTO

---

### **Aplicaciones de comunicación**

- En **Gmail** capturar, la dirección de correo del emisor.
- La dirección de correo del receptor(es).
- El asunto del correo electrónico.
- El contenido, cuerpo de dicho correo.
- En **Mensajes** se deberá capturar, el destinatario.
- El cuerpo del mensaje.
- En **Teléfono** se deberá capturar, el destinatario de la llamada.
- Tiempo total invertido en ella.

### **Aplicaciones de mensajería instantánea**

- En **Telegram** capturar, el nombre del contacto o grupo interlocutor.
- Los mensajes enviados en la conversación por parte del usuario.
- En **Whatsapp** capturar, el nombre del contacto o grupo interlocutor.
- Los mensajes enviados en la conversación por parte del usuario.
- En **Facebook Messenger** capturar, el nombre del contacto o grupo interlocutor.
- Los mensajes enviados en la conversación por parte del usuario.

### **Aplicaciones de búsqueda en la web**

- En **Chrome** capturar las páginas visitadas.
- El tiempo invertido en cada una de ellas.
- En **Firefox** capturar las páginas visitadas.

## CAPÍTULO 4. REQUISITOS DEL PROYECTO

---

- El tiempo invertido en cada una de ellas.
- En **Búsqueda de Google** el objeto de búsqueda.

### Aplicaciones de redes sociales

- En **Twitter** capturar, el nombre de los perfiles visitados.
- Los tuits publicados.
- El contenido de los mensajes directos.
- En **Facebook** capturar, el nombre de los perfiles visitados.
- Los comentarios hechos en dichos perfiles.
- Los estados compartidos dentro de la red social.
- Las subidas de fotos y su título.

### Sensores

- Del sensor relacionado con la ubicación **GPS** deberemos registrar cada cambio de coordenadas que registre el teléfono.
- Mediante el **acelerómetro** registraremos los cambios en la aceleración del teléfono.
- Con el sensor de **presión** registraremos los cambios de altitud del teléfono.
- Con el **giroscopio** para detectar y registrar los movimientos que realiza el teléfono.
- El sensor de **temperatura** nos permitirá registrar, como no, la temperatura ambiente del dispositivo.



### **4.1.2. Requisitos no funcionales**

- Versión. El sistema deberá soportar una versión limpia de Android 8.0.
- Eficiencia. Dado que el sistema debe registrar en tiempo real toda la información generada por el usuario, deberá ser capaz de capturarla en tiempo real, al mismo tiempo que se analiza y almacena.
- Privacidad. El usuario deberá autorizar explícitamente al software desarrollado permisos de accesibilidad, de modo que sea consciente de que existe una aplicación monitorizando parte de su actividad.
- Robustez. Debido a que el sistema debe estar constantemente capturando, el software debe ser tolerante a fallos y mantener el servicio siempre disponible.
- Seguridad. La base de datos local deberá estar protegida ante el acceso indebido a los datos.

# Capítulo 5

## Análisis

Para centrar el problema y enfocar los requisitos a un proceso que nos lleve a obtener un proyecto de ingeniería, haremos uso de distintos diagramas que nos ayudaran a resolver el problema y plantear una solución. Así en el capítulo nos encontramos con los diagramas de casos de uso, indicando las tareas que debe resolver el sistema, y un diagrama de arquitectura a alto nivel que plantea una solución inicial.

## 5.1. Diagramas de Casos de Uso

Los casos de uso del sistema están planteados de modo que el usuario, al interactuar con el teléfono, dispara siempre la acción, aunque en muchos casos la acción del usuario será pasiva, es decir, no tendrá que realizar ninguna acción en concreto para disparar, por ejemplo, la captura de los sensores, pero será su propia actividad la que nos permita realizar dicha captura.

Por lo demás, hemos agrupado las aplicaciones en 5 categorías, comunicación, mensajería, navegación web, redes sociales y sensores. Dado que la mayoría de estas aplicaciones comparten la información a capturar, los veremos agrupados por comodidad para el lector.

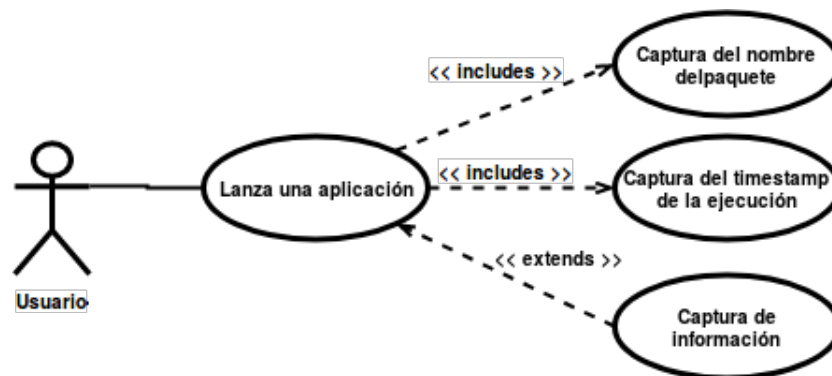


Figura 5.1: Casos de uso de cualquier aplicación.

Vemos como la captura de información extiende del lanzamiento de una aplicación, esto es así porque esta captura no se hará siempre, si no que dependerá de si la aplicación lanzada es objeto de captura. Si nos centramos en el apartado de

aplicaciones de comunicación;

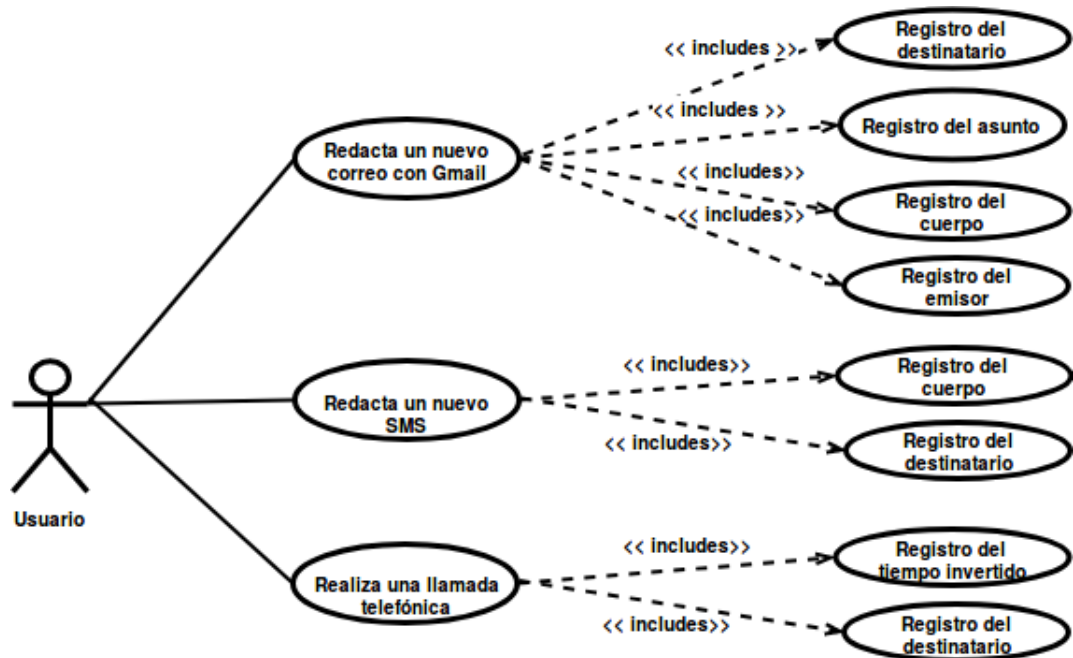


Figura 5.2: Casos de uso de aplicaciones de comunicación.

En el grupo de mensajería instantánea.

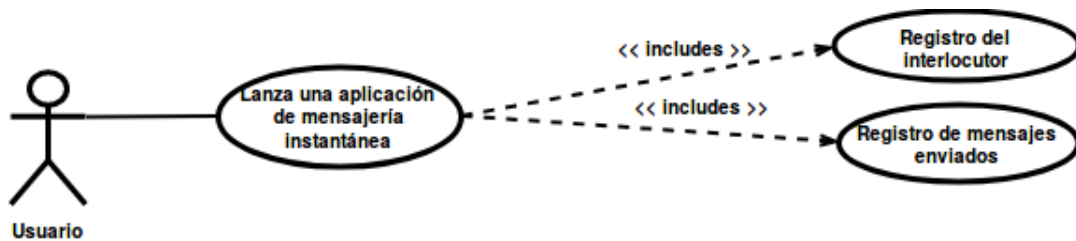


Figura 5.3: Casos de uso de aplicaciones de mensajería instantánea.

Aplicaciones de navegación y consulta de la web.

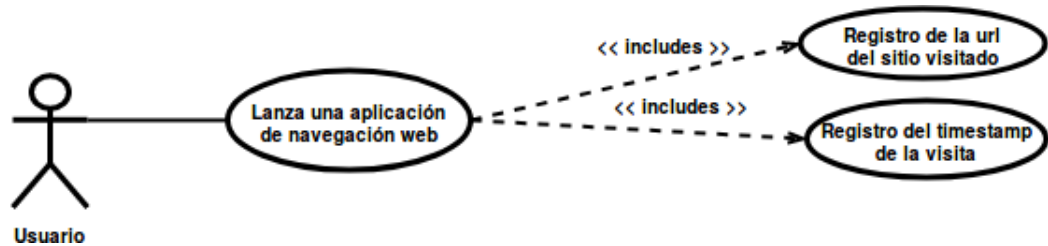


Figura 5.4: Casos de uso de aplicaciones de navegación web.

Si nos fijamos ahora en las aplicaciones de redes sociales, tenemos los siguientes casos de uso;

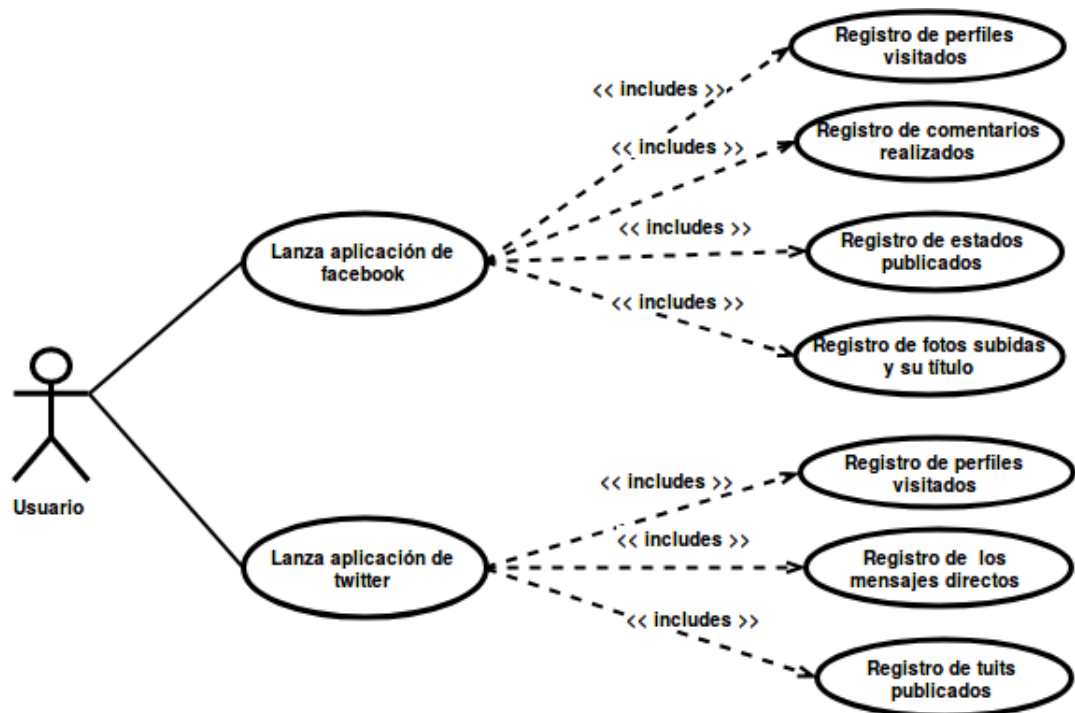


Figura 5.5: CU Apps RRSS.

Por último, en el apartado de los sensores, donde el actor será el capturador de la información de los sensores;

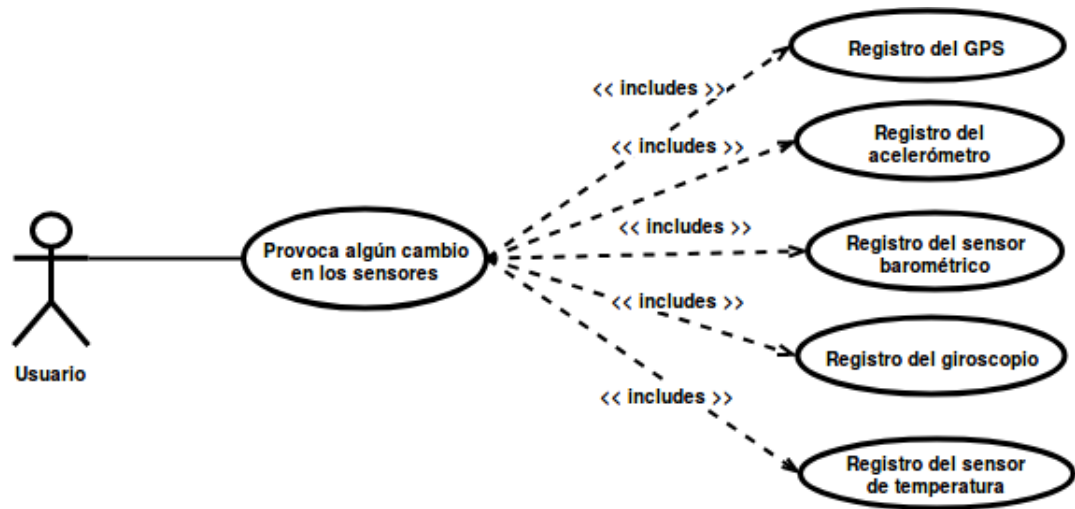


Figura 5.6: CU Sensores.

## 5.2. Arquitectura de alto nivel

Teniendo claro cual es el propósito de nuestro sistema, debemos plantearnos cuáles serán los elementos que, interactuando entre ellos, resuelvan el problema final.

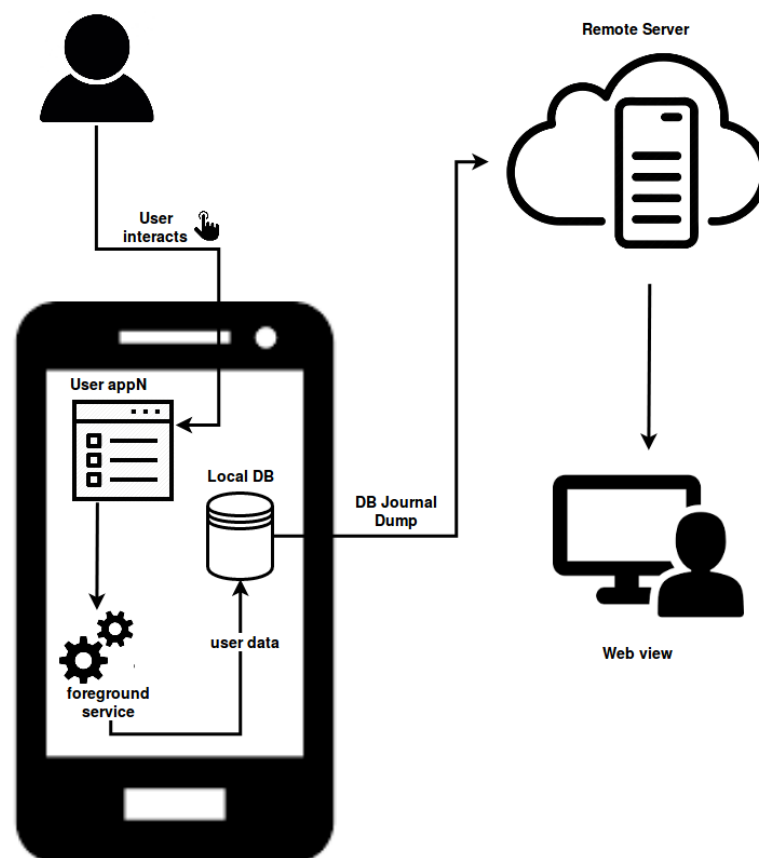


Figura 5.7: Arquitectura de alto nivel.

Vemos que el sistema se compone gracias a tres componentes fundamentales, por un lado el usuario, fuente de nuestros datos, el propio teléfono, en donde capturaremos la información, y un servidor en la nube que recibirá de forma periódica los datos recogidos por el teléfono y que permitirá además consultarlos.

### 5.2.1. Smartphone

Vayamos por partes pues y analicemos cada grupo de componentes. Por un lado el **smarthphone** y el **usuario**. Dado que el smartphone es la interfaz de acceso del usuario a las funciones del teléfono y sus aplicaciones, será entonces aquí donde centremos nuestro sistema y donde estarán la mayor parte de sus componentes, al menos todos los relacionados con la captura de información.

Este proceso de captura se detalla en el siguiente fragmento de la arquitectura. Toda la arquitectura parte del usuario, el cual interactúa con su teléfono mediante pulsaciones en la pantalla, que son recogidas por aplicaciones que le devuelven información al usuario mediante esa misma pantalla. Será entonces esta interfaz de usuario lo que nuestro sistema deberá escuchar y capturar. Por lo tanto tendremos una aplicación que recibirá las pulsaciones en los elementos de la interfaz del usuario (UI) bajo la forma de eventos.

Vamos a desglosarla por cada elemento, viendo antes de cada componente la unidad de datos que va a manejar.



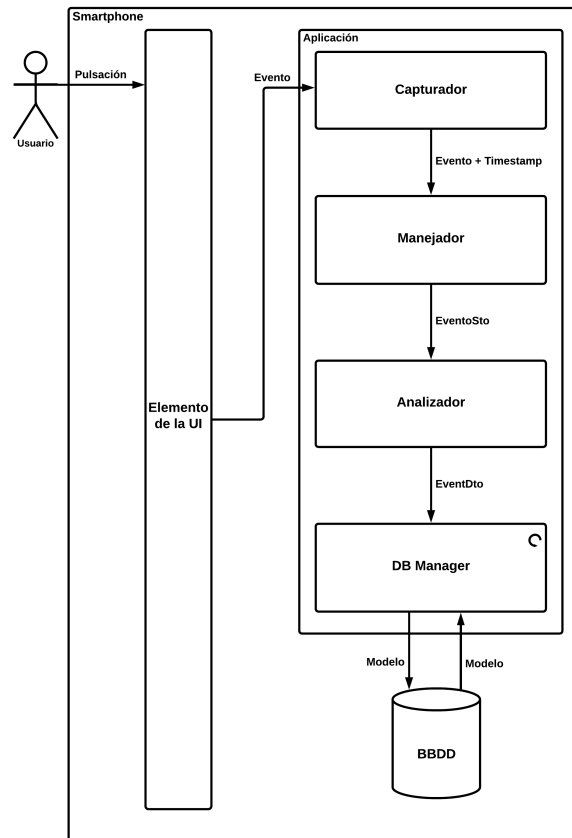


Figura 5.8: Arquitectura de alto nivel. Detalle de la parte móvil.

## Evento

Estamos ante la información de entrada única y por tanto fundamental del sistema. Se trata de una unidad de datos compleja y sin estructurar.

Los genera el sistema cada vez que ocurre un cambio notable en la pantalla, y su propósito es dar el mayor feedback posible del usuario.

Muchas veces esta información no surge en el instante en el que se produce el evento, que no deja de ser una instantánea de la pantalla en ese momento, si no que se necesita un contexto. Esa es la parte complicada del desarrollo, necesitamos desarrollar sendas máquinas de estado que nos ayuden a relacionar los eventos entre

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

---

ellos y procesarlos de tal modo que se produzca información útil y estructurada.

Es por tanto, una unidad de datos muy cruda y desestructurada a la que hay que extraer el significado en su procesamiento en las capas inferiores. Por tanto este evento será producido por el sistema y la fuente de entrada del nuestro, a través del **capturador**.

### **Capturador**

Se trata de un proceso que está siempre escuchando la aparición de nuevos eventos, con el objetivo de capturarlos y pasárselos al siguiente nivel de la arquitectura, el **manejador**. Su carga de trabajo realmente será poca, y consistirá en informar al manejador pasándole el evento junto al instante temporal en el que fué generado.

Por lo tanto el capturador recibe eventos y genera eventos junto a su marca temporal para que los consuma el siguiente nivel, manejador.

### **Evento + timestamp**

No consiste en una unidad de datos como tal, puesto que sólo consiste en una fecha y hora y el propio evento asociado a ellos.

### **Manejador**

Recibe un evento y su marca horaria y debe encapsularlo para que el nivel inferior lo analice, es por tanto el nexo de unión entre los datos en bruto y los datos refinados.

Para ello, cuando reciba el evento, en primer lugar lo encapsula junto a su marca horaria en un objeto que hemos llamado Sto. Simple Transfer Object.

Una vez encapsulado, consulta la aplicación fuente del evento, es decir, la aplicación que lo generó, que nos permite establecer nuestro primer filtro y discernir si se trata de

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

---

gmail, telegram, facebook... etc.

En función de esto, se llamará a una implementación del analizador u otra, puesto que cada aplicación sigue su propio flujo lógico. Por ello se le comunica un Sto con la información fundamental que necesita.

### **Sto**

Es la unidad de datos empleado para comunicar el **manejador** con el **analizador**, se trata de una unidad de datos cuyo objetivo es encapsular la información en unidades contenidas y controladas. Será consumido en el analizador a través de la consulta de su evento y su marca horaria, siendo esta última fundamental para aportar el contexto necesario por el analizador.

### **Analizador**

Recibe los citados Stos, objetos sencillos, del manejador, para tratarlos, procesarlos y extraer su significado.

Este procesamiento consistirá en analizar, en base al modelo correspondiente, el patrón de llegada de los datos y en base a su contenido y el de eventos antecesores y sucesores, aportarle un contexto. Gracias a este modelo construiremos Dtos completos que representarán una unidad de información completa acerca del uso de la app.

### **Dto**

Dtos, Data Transfer Objects, será la unidad última de información que genere nuestro sistema, representado así la información completa del usuario, es decir, uno de estos dtos contiene en su interior la interacción completa del usuario con cualquier servicio que le ofrezca el teléfono.

Será por tanto contenido semántico de esta interacción, siendo por ejemplo, un

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

---

dto una conversación mantenida por whatsapp con un contacto durante el intervalo de tiempo en el que estuvo activa, una búsqueda en el navegador... en resumen cualquier interacción, contextualizada, del usuario con cualquiera de las apps que vamos a monitorizar.

Una vez estos Dtos están listos se les pasa al DB Manager.

### **DB Manager**

Capa encargada de la persistencia de los datos que le pasa el analizador. El manager los convierte en modelos para su almacenamiento en una base de datos local en la memoria del teléfono.

En este manager recae una tarea también fundamental para el sistema, puesto que debe realizar un volcado periódico la base de datos a un servidor remoto para su seguridad y almacenamiento para posibles usos. Este funcionamiento de almacenar en local hasta que llegue el momento del volcado se ha tomado teniendo en mente la minimización del número de conexiones con el servicio externo. No podría ser una llamada a la API para persistir la información en la nube cada vez que una unidad de datos esté lista, puesto que la cantidad de información generada al día puede ser ingente.

La idea es almacenar en local hasta que pase un tiempo razonable (por ejemplo, 24 horas, tiempo en el que la base de datos se habrá ido llenando poco a poco) para volcar su contenido, liberar espacio y llevar los datos a la nube para persistir y asegurar la propia información. Así, no se satura la memoria interna del teléfono y la información viaja en bloques, minimizando la comunicación con el servicio externo y ahorrando batería, puesto que la conexión se realiza una vez al día.

### 5.2.2. Servidor Remoto

En este apartado analizaremos la arquitectura del entorno remoto planteado por la arquitectura. Consiste en un servicio en la nube que acepta el volcado que realiza la base de datos del teléfono cada poco tiempo y permite además visualizar los datos allí vertidos. Estamos, por lo tanto, ante una típica arquitectura de servicios web, donde

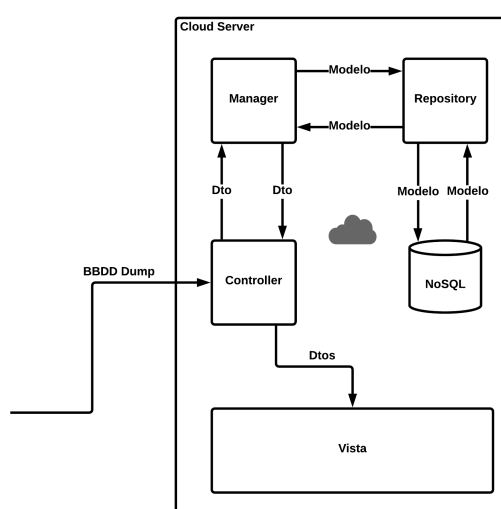


Figura 5.9: Arquitectura de alto nivel. Detalle del entorno cloud

tenemos un controlador, encargado de atender los puntos de entrada de la API, un Manager que realiza las tareas de conversión de objetos y la lógica de negocio, el Repositorio, encargado trabajar contra la base de datos, una base de datos NoSQL y una Vista, que nos permite visualizar los datos almacenados.

#### Controller

Proporciona la interfaz de entrada de la API a través de solicitudes HTTP, así, contaremos con un único método de entrada que aceptará datos en formato JSON, con el contenido en bloques de la base de datos del teléfono, así como los endpoints necesarios para la vista.

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

---

Este controller extraerá los datos del json y los convertirá a Dtos, pasándoselos a su vez al manager para que realice la comunicación con las capas inferiores.

### **Manager**

Se encarga de transformar los dtos aportados por el controller en modelos que acepte la base de datos, así como realizar la operación inversa y convertir los datos de la base de datos en Dtos de forma que puedan ser invocados por el controlador y ser devueltos a la vista.

Será por tanto el elemento del entorno cloud donde se depositará toda la lógica de negocio, transformaciones de objetos, mezclados, etc.

### **Repository**

Capa más próxima a la base de datos, nos ofrecerá un sistema de comunicación del resto de la plataforma con la base de datos, siendo este su único punto de entrada, donde manejaremos modelos acordes al esquema de los documentos almacenados en la DB NoSQL.

### **DB NoSQL**

Se trata de nuestra base de datos en la nube, se opta por un sistema NoSQL debido al gran volumen de datos que vamos a manejar. Con el crecimiento de estos datos, surge la necesidad de proporcionar información procesada a partir de grandes volúmenes de datos que tienen unas estructuras horizontales más o menos similares, y este es justo el escenario donde el uso de NoSQL nos brinda la mejor solución.

### **Vista**

Punto de salida de nuestra plataforma cloud, proporcionando así una interfaz de consulta de los datos almacenados, generados por la aplicación.

### **5.3. Diagrama de secuencia**

Con el fin de explicar cuál es el flujo que recorren los datos y las operaciones que realiza cada componente así como los mensajes que se intercambian entre ellos, se incluye a continuación un diagrama de secuencia que describe el ciclo de vida de un evento desde el instante en el que se dispara hasta el momento en el que se almacena su información.

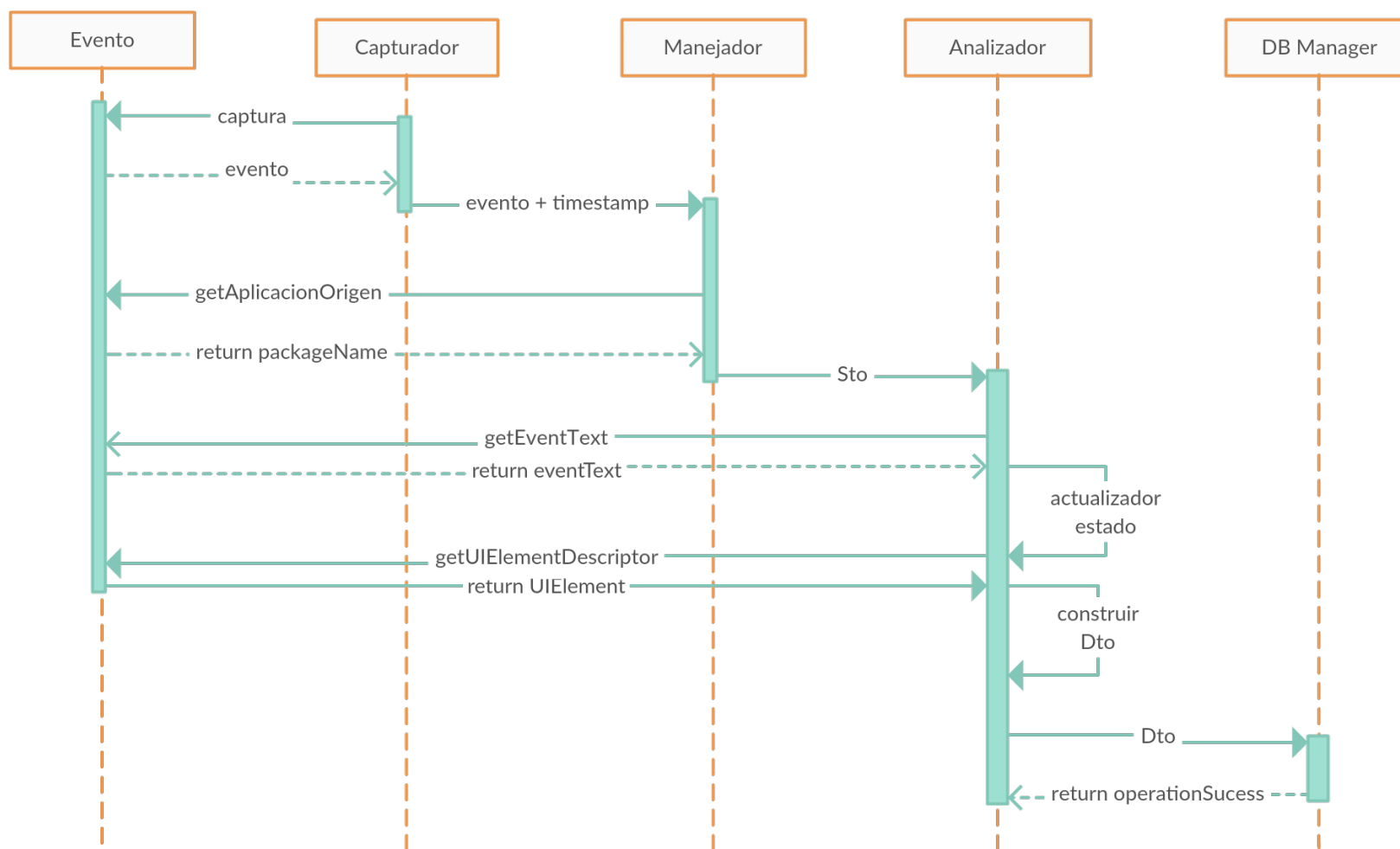


Figura 5.10: Diagrama de secuencia habitual del sistema.



## **5.4. Diagramas de actividad**

En esta sección veremos varios diagramas de actividad destinados a clarificar y documentar el flujo lógico que seguirá la aplicación, durante el proceso de análisis y extracción del contenido de cada de las aplicaciones propuestas.

### **5.4.1. Gmail**

En la siguiente figura se documenta el proceso que lleva al registro de un correo mandado por el usuario a través de la aplicación de GMail. Se ha organizado el diagrama por niveles, desde la capa más externa de la aplicación hasta la capa de persistencia, así se puede observar el camino recorrido así como el procesamiento de la información en cada nivel.

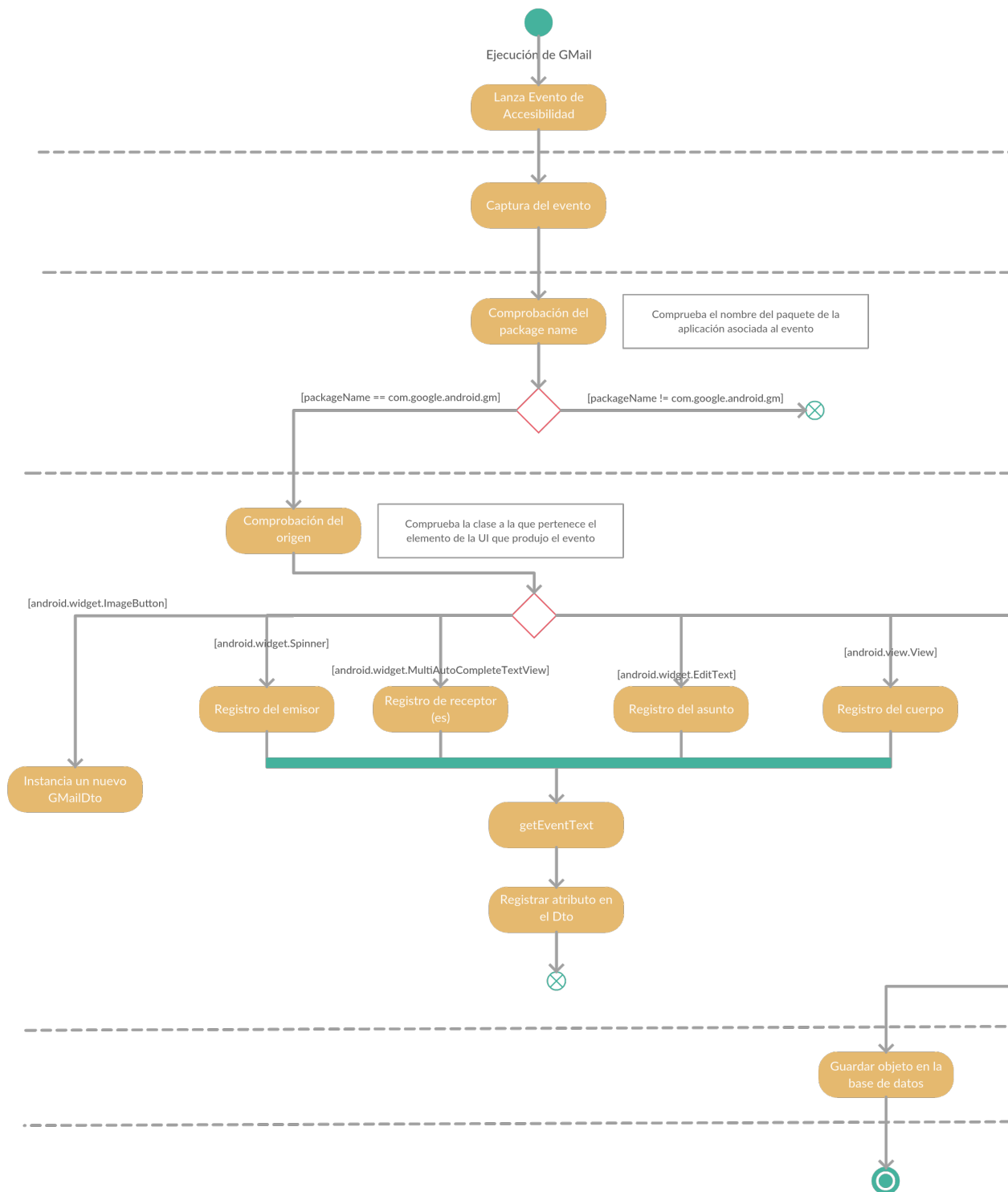


Figura 5.11: Diagrama de actividad de captura de un correo redactado con Gmail.

Así, podemos desglosar el proceso en los siguientes puntos, explicando que se hace

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

en cada componente.

- **UI.** En primer lugar, el usuario inicia la actividad al lanzar la aplicación de GMail e interactuar con su interfaz. Esta acción provoca que se lance un evento de accesibilidad por cada elemento gráfico que compone la pantalla.
- **Capturador.** Actúa como un listener de eventos de accesibilidad, de esta manera está a la escucha de todos los eventos producidos por el sistema, los cuales recoge y junto a la marca horaria del instante de la captura, se lo transfiere al manejador.
- **Manejador.** Comprueba el nombre del paquete que trae consigo el evento, asociado a la aplicación que le dió lugar. En este caso, si el nombre del paquete de la aplicación coincide con el de GMail, *com.google.android.gm*, invoca al analizador de gmail y le delega el evento.
- **Analizador.** Este es nivel con más carga, puesto que debe comprobar cada evento recibido buscando los componentes de la interfaz conocidos, es decir, aquellos en los que sabemos que se vierte la información que compone el correo. Estos elementos son;
  - *Widget Image Button.* Es el botón de editar que figura en la esquina inferior derecha de la interfaz.

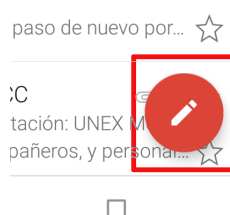


Figura 5.12: Android Image Button  
Elemento botón que lanza la creación de un nuevo correo

Al pulsarlo el usuario, el sistema lanza una nueva pantalla en la que redactará el correo. Con lo cual, la pulsación de este elemento de la UI nos inicia el proceso de captura poniendo a nuestro servicio un contenedor, donde compondremos la información del correo.

Cada vez que se pulse este elemento se instanciará un nuevo `GmailDto`, con el que se trabajará durante el proceso de captura.

- *Widget Spinner*. Se trata del campo donde aparece el emisor, es decir, el correo del usuario.



Figura 5.13: Android Widget Spinner  
Elemento gráfico donde aparece el emisor.

- *Widget MultiAutoCompleteTextView*. Elemento de la interfaz donde aparecen los receptores, la potencia del componente permite que con las primeras letras del correo del receptor se sugiera la dirección completa.



Figura 5.14: Android Widget MultiAutoCompleteTextView  
Elemento gráfico donde aparece el receptor/es del correo.

- *Widget EditText*. Campo de texto donde escribir el asunto del correo.



Figura 5.15: Widget Edit Text  
Elemento de la interfaz donde escribir el asunto.

- *View*. Vista editable a modo de caja de texto donde se redacta el cuerpo del correo.

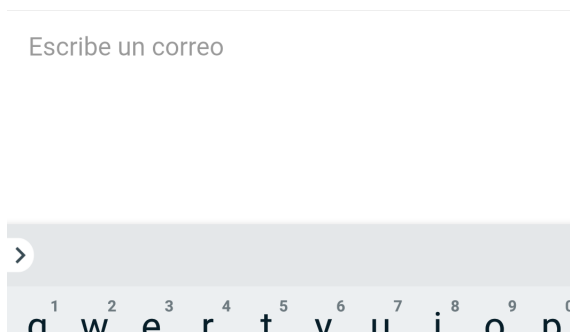


Figura 5.16: Android View

Elemento donde redactar el cuerpo.

Cada uno de estos elementos descritos sobre la interfaz, generan un evento de accesibilidad que el analizador comprueba a través del nombre de la clase del elemento de la interfaz asociado al evento. Si el nombre coincide con alguno de los elementos aquí listados, se extrae el texto del evento y se infla en el GMailDto el atributo correspondiente (emisor, receptor, asunto y cuerpo). Por último, tenemos el elemento *Widget Toast*, típico mensaje que aparece en la mitad inferior de la pantalla que informa de algún suceso.

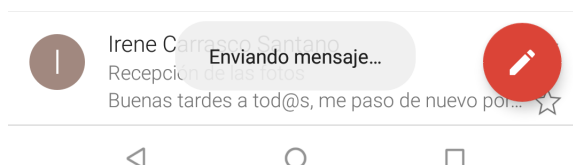


Figura 5.17: Android View

Elemento donde redactar el cuerpo.

En este caso el widget toast nos informa cada vez que se envía un correo, momento en el cual cerramos nuestro Dto y se lo pasamos al manejador de la base de datos para que lo persiste en la colección correspondiente.

- **DBManager.** Capa encargada de la persistencia, se encarga mapear los GMailDto a un modelo y almacenarlo en la base de datos local.

# Capítulo 6

## Diseño

En este capítulo se detalla el resultado de las sucesivas iteraciones sobre la etapa de diseño. A partir de los requisitos se ha estudiado el problema y planteado una arquitectura que nos permitirá guiar la implementación de los casos de uso. Se pretende obtener una arquitectura limpia y organizada de manera que permita la mantenibilidad del proyecto y una modificación mínima y eficaz.

## 6.1. Arquitectura

A la hora de plantear nuestra arquitectura el primer paso es conocer la propia arquitectura de Android.

Si nos fijamos en la siguiente figura vemos como Android se asienta en una modificación del Kernel de Linux sobre el que se van abstrayendo capas en las que cada una emplea los servicios que provee la capa inmediatamente inferior.

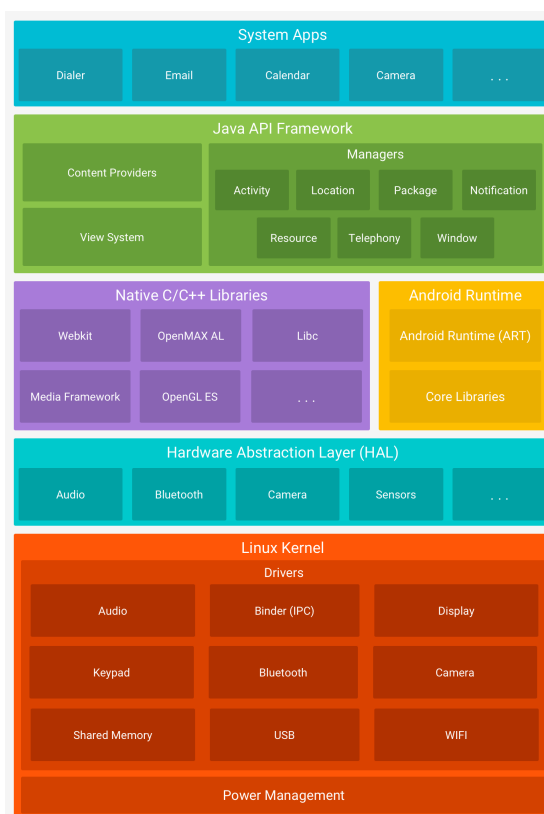


Figura 6.1: Arquitectura por capas de Android.

Así, como base de la arquitectura tenemos una modificación del Kernel de Linux sobre la cual se implementa una segunda capa, de abstracción del hardware, que será la encargada de manejar y comunicarse con los periféricos del teléfono. Entendemos por periféricos lo habitual en estos entornos; sensores, antenas, emisores radio...). Sobre estas dos capas, que permiten una interfaz de acceso al dispositivo Hardware, tenemos

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

las librerías de bajo nivel y el entorno de ejecución de android.

Si avanzamos un poco más vemos que en las dos últimas capas están relacionadas con una API Java que permite al programador implementar aplicaciones, usando a través de la api, todo lo anteriormente expuesto.



Figura 6.2: Márgenes del sistema

Estas dos últimas capas serán en las que se situará nuestra arquitectura. Además será conceptualmente parecida puesto que como hemos visto, Android dispone de un



## CAPÍTULO 6. DISEÑO

---

sistema organizado por capas, algo bastante lógica y habitual en los sistemas software, y nuestro objetivo por tanto debe ser separar funcionalidades y agruparlas bajo este patrón.

Teniendo este concepto claro, nos fijaremos en la publicación de Robert C. Martin, Clean Architecture, en la que se plantea el concepto de Arquitectura Limpia, sin ser más que una serie de condiciones que debe cumplir una arquitectura para que se la considere "clean". Nos encontramos entonces con una serie de reglas, cuyo cumplimiento ayuda a diferenciar y dividir el software en capas, obteniendo además un software independiente de elementos externos (como la ui, frameworks y bases de datos), testeable y mantenible.

En esta publicación nos encontramos con que una arquitectura debe partir de las entidades (entities). Estas entidades no son mas que las implementaciones sencillas de clases Java.

Estas clases permitirán instanciar objetos que representarán a los actores principales de la lógica de negocio. Por tanto POJOS (Plain Old Java Object) y Dtos (Data Transfer Objects) se verán incluidos en esta capa.

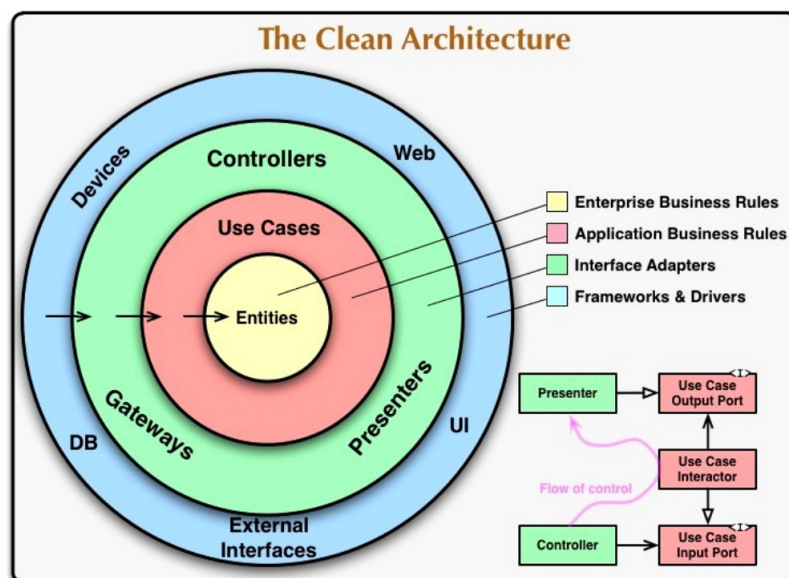


Figura 6.3: Arquitectura clean

Los casos de uso (use cases) están muy relacionados con las entidades, puesto que implementarán la lógica de negocio del sistema, orquestando y orientando el flujo de

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

datos del sistema.

La capa de los Interface Adapters realiza la conversión de los datos de manera que se puedan comunicar los niveles superiores con los casos de uso y entidades (en MVC corresponde a los Controladores, MVVP al presenter... etc).

En la última capa y más externa, Frameworks and Drivers, residen las plataformas y herramientas externas, donde se incluye la interfaz de usuario, web...

Si nos planteamos esto en los términos del proyecto, es decir, una aplicación que sea capaz de meterse en los servicios de accesibilidad que provee para capturar, procesar y extraer la información de los eventos que se generan, deberemos abstraernos del problema y ser capaces de, a partir de una vista general del sistema inferir las capas que finalmente nos guiarán la implementación.

Así pues, en primer lugar situar nuestro sistema dentro del stack tecnológico de Android citado al principio de esta sección.

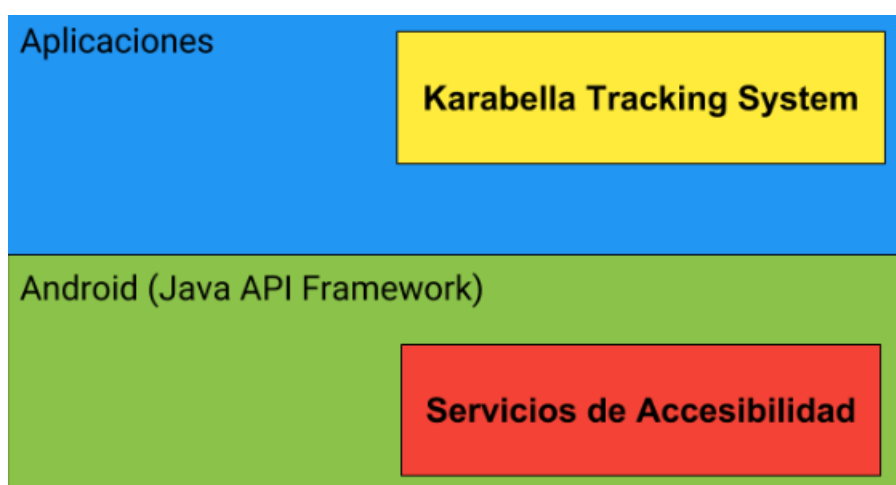


Figura 6.4: Arquitectura del sistema dentro del stack de Android.

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

---

Es natural esta clasificación puesto que el proyecto se basa en la implementación de los Servicios de Accesibilidad que Android dispone en de su API, gracias a mecanismos como la herencia y la implementación de interfaces.

Estos servicios de accesibilidad son la solución de Google para asistir y dar soportes a usuarios con diversidad funcional. Su naturaleza y comportamiento es lo que nos permite aprovechar estos servicios para obtener información de lo que hace el usuario.

Se comporta además como cualquier otro servicio de Android, (es decir, procesos ideados para correr en segundo plano con un ciclo de vida prolongado en el tiempo). El Servicio de Accesibilidad se comporta como listener de Eventos de Accesibilidad, que lanzados por el sistema, son recogidos por la clase que implemente este servicio, donde son capturados y tratados como mejor convenga. Estos eventos serán, entonces, la unidad de información más básica que manejará nuestro sistema, pero a la vez la más compleja, dado que llevan dentro toda la información sobre la cual se construyen el resto de capas.

Los eventos llevan consigo información sobre la interfaz de usuario, por ejemplo los eventos se lanzan cuando entra en foco un elemento (con la descripción del elemento, botones, entradas de texto, nombres de ventanas...). Nuestra solución pasa por extraer la información de esos eventos y procesarla.

Dado que estos eventos pueden ser capturados por Eventos de Accesibilidad, nuestro sistema contará con un servicio que lo implemente y que realiza esta captura, este será un elemento fundamental en la arquitectura puesto que será la base sobre la que se asentarán el resto de elementos.

Así, en un primer vistazo, podemos ver la arquitectura usando un grano gordo del siguiente modo.

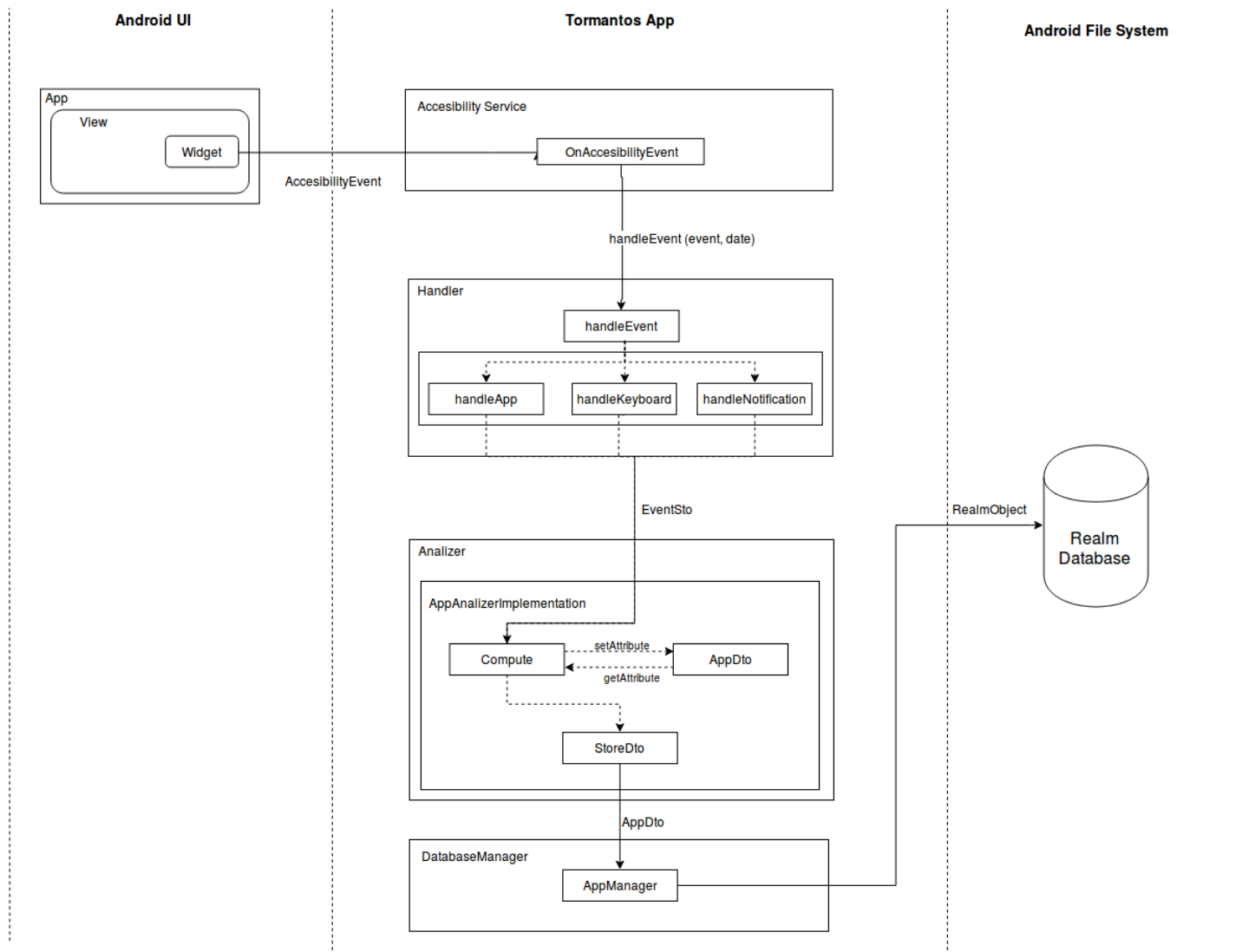


Figura 6.5: Arquitectura general del sistema

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

---

Donde la interfaz de usuario (UI) genera eventos de accesibilidad. Estos eventos, como ya se ha comentado, están asociados a cada acción que el usuario realiza con el teléfono sobre la interfaz. Será la implementación del evento de accesibilidad (Accessibility Service) el que nos permita capturarlos.

Este servicio se encargará de capturar los eventos y mandarlos hacia el Manejador de Eventos (Event Handler), este manejador será el encargado de clasificar y procesar los eventos en función de la información que traigan consigo.

Una vez que estos eventos pasen por el manejador, obtendremos como resultado una entidad lista para ser guardada en la base de datos.

Profundicemos un poco más en como sería este manejador y como son los componentes que lo forman.

Como estamos viendo, el servicio de accesibilidad (lo llamaremos simplemente servicio) recibe eventos de la interfaz y los envía al manejador, pero dado que los eventos se generan en gran cantidad y en momentos puntuales tendremos que manejar un caudal de información importante, la comunicación entre el servicio y el manejador se realizará a través de un bus que permitirá al servicio desatender los datos lo antes posible y desentenderse así de lo que ocurre con esos datos y como son tratados.

Este bus lo estará escuchando el manejador, que capturará los elementos para realizar un primer chequeo, y es que en función del nombre de la aplicación (más concretamente su package name), invocará a un *Scraper* encargado de extraer la información relevante del evento que estamos manejando.

En nuestro sistema tendremos una interfaz Analyzer, con tantas implementaciones como aplicaciones estemos monitorizando. Procesarán el evento de accesibilidad y

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

lo encapsularán en una unidad de datos que será pasada a la capa de persistencia, formada por los Managers. Encargados de persistir en una base de datos local los datos generados por el sistema.

Al final nuestra arquitectura a bajo nivel resulta en el siguiente diagrama.

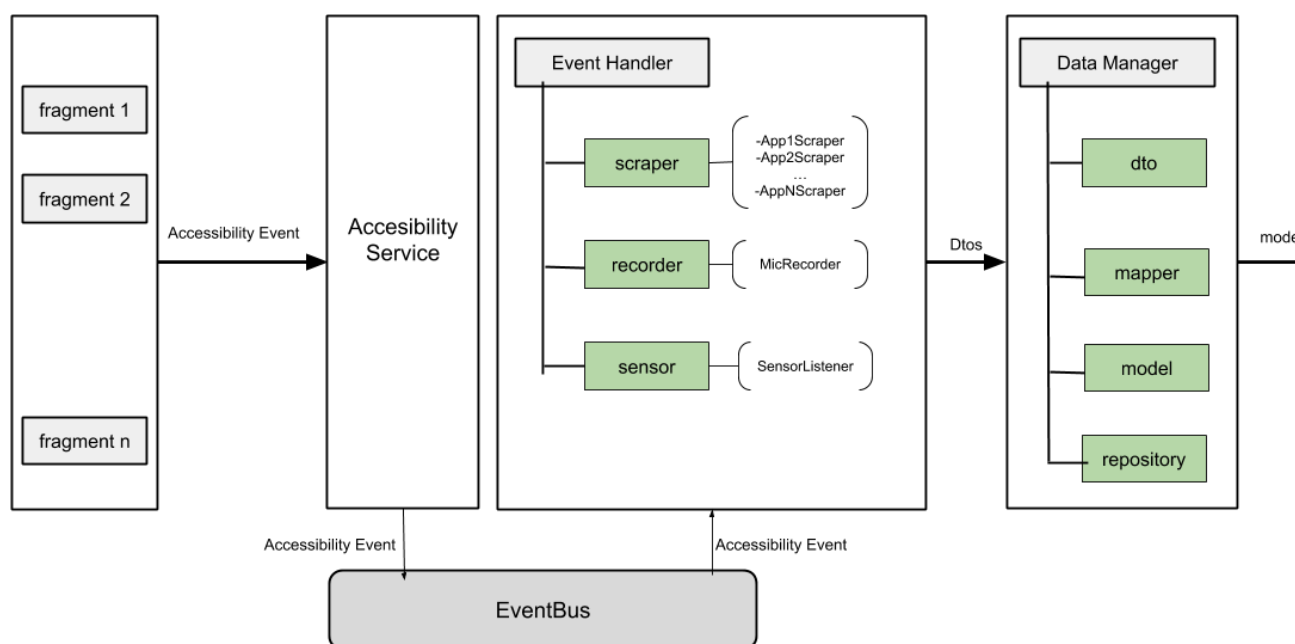


Figura 6.6: Arquitectura detallada

En primer lugar nos encontramos la ui que alimenta al servicio de accesibilidad con eventos. Este servicio se encarga de meterlos en un bus de forma que el manejador pueda recogerlos y computarlos.

Este tratamiento que realiza el manejador no es otro que, en función de la app que lo lanzó llamar a las clases implicadas en su tratamiento.

Exploremos más despacio en que consiste esto. El manejador, como se ha dicho en alguna ocasión, analiza el package name del evento, este package name nos permite identificar el elemento del sistema android que lanzó el evento, ya sean relacionados

## CAPÍTULO 6. DISEÑO

---

con la aplicación en foco en ese momento como los relacionados con el uso de sensores del teléfono.

Los eventos de las aplicaciones serán tratados por el analizador que le corresponda. Estos extraerán la información pertinente y la encapsularán en dtos.

Con los sensores la historia es diferente, puesto que la escucha de los mismos está ligada a la implementación de sendos listeners que recogen la información que van generando. En un apartado diferente entra la escucha del micrófono, puesto que para respetar la privacidad del usuario sólo se lanzará la captura de audio cuando un evento relacionado con la misma sea lanzado. Nos referimos a casos concretos del uso del móvil como comandos de voz, notas de audio, etc.

En la parte del Data Manager nos encontramos a las entidades y a los responsables de mover esas entidades a lo largo de la arquitectura.

Así nos encontramos con el paquete repository, encargado de la persistencia en base de datos de las entidades. Entidades como dtos (para la comunicación de información desde el manejador al data manager) y mappers, que realizarán la conversión de dtos a modelos, entidad aceptada por el repository para la persistencia en la base de datos.

De esta manera nos encontramos con 4 capas separadas por funcionalidad y con independencia lógica entre ellas, puesto que cada una está consagrada a una tarea particular (recibir eventos, computarlos, persistirlos).

La lógica de negocio del sistema se encuentra, sin duda, en la capa correspondiente al manejador, donde deberemos de echar un esfuerzo de implementación considerable para manejar todo el flujo de información.



# Capítulo 7

## Implementación y desarrollo

### 7.1. Bibliotecas de terceros

#### 7.1.1. Realm

Realm es una base de datos cuya implementación para Android nos ofrece una alternativa a SQLite, destacando por su rapidez y facilidad de uso.

Se trata de una base de datos orientada a objetos, facilitando así el mapeo objeto relacional a través del código, incluyendo de esta manera las facilidades de un ORM de forma nativa.

Para añadirla su dependencia basta con añadir en el build gradle (Project):

```
classpath "io.realm:realm-gradle-plugin:5.1.0"
```

En este caso se está usando exactamente la versión 5.1.0. Debemos añadir en el build gradle (App):

```
apply plugin: 'realm-android'
```

# Capítulo 8

## Conclusiones y trabajos futuros

## Bibliografía

- [1] Google location history.
- [2] Regional internet registries, Junio 2018.
- [3] Ripe network coordination centre, Junio 2018.
- [4] Manuel Díaz Díaz. *Fundamentos de Redes y Comunicaciones*. Escuela Politécnica de Cáceres, 1996.
- [5] Chairwoman. Julie Brill. Maureen K. Ohlhausen. Joshua D. Wright Edith Ramirez. Complaint 131205, 2013.
- [6] Parlamento Europeo. Regulation (eu) 2016/679 of the european parliament and of the council of 27 april 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing directive 95/46/ec (general data protection regulation), Abril 2016.
- [7] Juan D. Velásquez Gino Slanzi R, Joaquín Jadue M. Predicción de la intención de click del usuario web, usando análisis de dilatación pupila. Junio 2018.
- [8] Google. Data security and privacy on google home, Junio 2018.
- [9] The Guardian. Google admits collecting wi-fi data through street view cars, Mayo 2010.
- [10] Annmarie Hanlon. How to use segmentation, targeting and positioning (stp) to develop marketing strategies, Marzo 2018.

- [11] Rachel Metz. Alexa graba conversaciones privadas sin permiso y es espeluznante, Mayo 2018.
- [12] Stephanie Baker Michael Riley, Sarah Frier. How the facebook-cambridge analytica saga unfolded, Marzo 2018.
- [13] Code on the Rocks. A todo datas! con @pantojacoder @soyghema y @javisantana, Mayo 2017.
- [14] El País. La liga quiere usar móviles de particulares como espías a través de su aplicación, Junio 2018.
- [15] Quartz. Google collects android users' locations even when location services are disabled, Noviembre 2017.
- [16] reversecoder. Analizando la app de la liga para android, Junio 2018.
- [17] Nuria Ruiz. Twitter personal de nuria ruiz.