



## Trabajo de Fin de Grado

---

ULL-Navigation. Tecnología de  
realidad virtual en entornos  
universitarios

Alejandro Hernández Padrón

---

La Laguna, 17 de mayo de 2018

D. **Francisco de Sande González**, con DNI nº 42.067.050-G profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutor

## **C E R T I F I C A**

Que la presente memoria titulada:

*“ULL-Navigation. Tecnología de realidad virtual en entornos universitarios”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Alejandro Hernández Padrón**, con DNI nº 42221533L

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 17 de mayo de 2018

## Agradecimientos

Mis agradecimientos al profesor Francisco de Sande González por su labor como tutor de este proyecto y orientando este trabajo.  
XXX

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0  
Internacional.

## Resumen

*Este documento constituye el trabajo de investigación del alumno durante el proceso de desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles Android mediante el uso de técnicas de realidad virtual(AR) combinadas con tecnicas de geolocalizacion .*

*Partimos de los conocimientos de programación en Java adquiridos en la asignatura: “Diseño arquitectónico y patrones” cursada en el itinerario de Ingeniería del Software. Esta asignatura, impartida en el tercer curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de La Laguna, ha sido la que ha sentado los fundamentos a partir de los cuáles se ha desarrollado la aplicación.*

*Durante este proyecto, el alumno ha conseguido adquirir independencia en su trabajo, visión y planificación realizando tareas de investigación, desarrollo y documentación, que han dado como resultado la obtención de conocimientos durante el proceso de trabajo.*

*También se ha investigado sobre las posibles tecnologías de realidad virtual presentes en la actualidad y su uso e implementacion en sistemas Android.*

**Palabras clave:** Aplicaciones Android, Java, dispositivos móviles, programación, Realidad Aumentada . . . . XXX

## Abstract

MI RESUMEN en Inglés

Para hacer un espaciado grande XXX

***Keywords:*** *Application for Android, Java, mobile devices, programming, Augmented Reality ... XXX*

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2. Herramientas y Tecnologías</b>	<b>3</b>
2.1. Introduccion . . . . .	3
2.1.1. Android Studio . . . . .	3
2.1.2. LaTeX . . . . .	4
2.1.3. Github . . . . .	5
2.2. Tecnologías utilizadas . . . . .	5
2.2.1. El Sistema Operativo Android . . . . .	5
2.2.2. AR . . . . .	6
2.2.3. Google Sheets . . . . .	8
2.2.4. Google Maps . . . . .	8
<b>3. AR en entornos universitarios</b>	<b>9</b>
3.1. Aplicaciones móviles en entornos universitarios . . . . .	9
3.1.1. Descarga automática de material . . . . .	9
<b>4. La aplicación BulletPoint</b>	<b>10</b>
<b>5. Conclusiones y líneas de trabajo futuras</b>	<b>12</b>
5.0.1. Conclusiones . . . . .	12
5.0.2. Conclusions . . . . .	12
5.0.3. Líneas de trabajo futuras . . . . .	12
<b>Bibliografía</b>	<b>14</b>

# Índice de figuras

2.1. Android Studio, un IDE flexible e intuitivo. . . . .	4
2.2. Google Glass. Desmostracion de su uso en deportes . . . . .	7



# Introducción

Este documento comprende el trabajo de investigación y desarrollo realizado por el alumno en la consecución de su Trabajo de Fin de Grado (TFG), con el que culminará sus estudios del Grado en Ingeniería Informática cursados en la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT) de la Universidad de la Laguna (ULL).

# Capítulo 1

## Objetivos

Este TFG tiene los siguientes objetivos principales:

- Por un lado se pretende ampliar los conocimientos en tecnologías móviles en el sistema operativo *Android* [1] y en el desarrollo de aplicaciones para este sistema operativo.
- Otro objetivo presente en este TFG es que el alumno investigue y profundice en las técnicas y tecnologías de realidad virtual presentes en la actualidad.
- Por otro lado, también se pretende que el alumno se familiarice con el uso de herramientas de control de versiones utilizando *Github* [2] y de edición de textos técnicos utilizando *LaTeX* [3].
- Por último, tras las labores de investigación y recopilación de información correspondientes, se espera que el alumno aplique los conocimientos adquiridos para desarrollar una aplicación funcional que cubra las necesidades propuestas.

# Capítulo 2

## Herramientas y Tecnologías

Este capítulo tiene como objetivo presentar las distintas herramientas software y tecnologías empleadas por el alumno en el desarrollo de ULL-*Navigation*.

### 2.1. Introduccion

A continuación se explicarán brevemente las distintas herramientas software utilizadas en el proyecto.

#### 2.1.1. Android Studio

Android Studio [4] es el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) oficial para el desarrollo de aplicaciones en Android, basado en IntelliJ IDEA [5]. Android Studio ofrece una serie de funcionalidades que han facilitado a la desarrolladora numerosas tareas, entre las cuales podemos destacar:

- Un sistema de compilación basado en Gradle[6] que ha simplificado tanto la inserción de dependencias de las distintas librerías que se han tenido que utilizar, como la compilación de la aplicación.
- Un emulador rápido y fácil de utilizar que ha ayudado a visualizar las distintas pantallas durante el desarrollo aunque no ha sido de mucha utilidad para probar el funcionamiento al ser dependiente la app de la tecnología Bluetooth.
- La facilidad para publicar cambios a aplicaciones ya funcionando sin tener que eliminar y volver a crear un nuevo APK parando la app.
- Un sistema de visualización de las diferentes pantallas muy completo, con soporte visual para añadir componentes y cambiar atributos fácilmente.

- Un sistema de depuración, con una interfaz sencilla e intuitiva.



Figura 2.1: Android Studio, un IDE flexible e intuitivo.

Se ha utilizado este IDE frente a otros como Eclipse + ADT [7] debido a que en la actualidad es el IDE oficial con soporte de Google. Se ha preferido aprender a utilizar este entorno con vistas al futuro, ya que parece que se consolidará como el preferido para los desarrolladores Android.

### 2.1.2. LaTeX

LaTeX es un sistema de composición de textos, orientado a la creación de documentos que presenten una alta calidad tipográfica. Por sus características y posibilidades, es usado especialmente en la generación de artículos y publicaciones científicas que incluyen, entre otros elementos, expresiones matemáticas, gráficos o figuras.

LaTeX está formado por un gran conjunto de macros de TeX, escrito por Leslie Lamport en 1984, con la intención de facilitar el uso del lenguaje de composición tipográfica, creado por Donald Knuth. LaTeX es software libre bajo licencia LPPL.

Se ha decidido utilizar este sistema debido al carácter profesional que aporta a los documentos. Ha sido una buena oportunidad para aprender a usar un sistema de composición de texto como este, ya que en un futuro puede ser beneficioso el saber manejar esta herramienta.

Si bien es cierto, que el uso de esta herramienta frente a otros editores más familiares ha sido algo tedioso en el inicio, es verdad que una vez acostumbrada a su uso ha resultado ser muy eficaz. En el proceso de aprendizaje se recurrió principalmente a manuales por internet, alguno a destacar en español sería [8]

### 2.1.3. Github

GitHub[2] es una forja (plataforma de desarrollo colaborativo) para alojar proyectos que utiliza el sistema de control de versiones Git. Utiliza el framework Ruby on Rails por GitHub, Inc. (anteriormente conocida como Logical Awesome). Desde enero de 2010, GitHub opera bajo el nombre de GitHub, Inc. El código se almacena de forma pública, aunque también se puede hacer de forma privada, creando una cuenta de pago.

Se ha decidido crear un repositorio en esta plataforma para poder llevar un control y una trazabilidad del proyecto. El tutor y el alumno han trabajado en este repositorio de manera conjunta. En el caso del tutor, principalmente para revisar el seguimiento semanal y llevar un control de las tareas. En el caso del alumno, para tener un repositorio donde subir los distintos elementos que se han ido generando a lo largo del trabajo. Aparte de este repositorio, también se ha abierto un segundo repositorio [9] asociado a la oficina del software libre (OSL) para subir el código una vez terminado como parte del programa de apoyo a trabajos finales libres (PATFL) [10] de la ULL.

Mediante el uso de este repositorio, el alumno ha conseguido ampliar sus conocimientos en Git y familiarizarse con la interfaz de GitHub. Previamente se había utilizado como repositorios GitLab, SVN y RTC en otros proyectos, por lo que no ha sido una complicación mayor utilizar este sistema.

## 2.2. Tecnologías utilizadas

A continuación se revisan las distintas tecnologías utilizadas en el desarrollo de la aplicación.

### 2.2.1. El Sistema Operativo Android

Android es un sistema operativo que emplea Linux en la interfaz del hardware. Los componentes del SO subyacentes se codifican en C o C++ pero las aplicaciones se desarrollan en Java. De esta manera Android asegura una amplia operatividad en una gran variedad de dispositivos debido a dos hechos: la interfaz en Linux ofrece gran potencia y funcionalidad para aprovechar el hardware, mientras que el desarrollo de las aplicaciones en Java permite que Android sea accesible para un gran número de programadores conocedores del código.

Este SO fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil: smartphones, tablets y otros dispositivos como televisores o automóviles. Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., empresa que fue respaldada económicamente por Google y más tarde adquirida por esta misma empresa.

Actualmente tiene una gran comunidad de desarrolladores creando aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A fecha de hoy existen más de un millón de aplicaciones disponibles para la tienda oficial de Apps de Android, Google Play [11] sin tener en cuenta las aplicaciones de otras tiendas no oficiales, como por ejemplo, la tienda de aplicaciones de Samsung Apps [12].

### 2.2.2. AR

La Realidad Aumentada(RA) o Augmented Reality(AR) en inglés es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico. Este dispositivo, lo que hace es agregar elementos virtuales a una realidad existente, en lugar de crear esa realidad desde cero, como lo haría la realidad virtual.

AR esta cambiando la manera en la que sus usuarios pueden ver el mundo, actualmente es una tecnología que se encuentra en auge sobre todo por el potencial que tendrá esta tecnologías en un futuro a largo y medio plazo. Sus posibles aplicaciones no tiene limites, puede llegar desde reconocer plantas e incluso monumentos y mostrar informacion sobre lo que se esta viendo , hasta añadir informacion en tiempo real en una operación a un paciente, comprobar como queda un mueble en tu salón o sus aplicaciones para realizar videojuegos como podemos ver con el reciente éxito de Pokemon Go!

A continuacion se explicará en detalle:

- ¿Como funciona esta tecnologia?
- Diferencias entre AR y VR
- Futuro y usos de la AR
- AR SDK en Android Studio

#### ¿Como funciona esta tecnología?

En cuanto a la parte de hardware necesaria para poder hacer uso de esta tecnología necesitamos de un sistema de visualización, el cual puede ser una pantalla óptica transparente (Google Glass[13] ) o una pantalla de mezcla de imagenes(ej. pantalla de un móvil). Además de esto sistemas de visualizacion, necesitaríamos de un sistema de computacion que realice los calculos y de otros sensores como el GPS[14], acelerometro, giroscopio, etc., que pese a nos ser estrictamente necesario, mejora la experiencia y las posibilidades de esta tecnologia.

Todo esto necesita una parte software la cual se encarga de hacer los calculos y de dar sentido la union de las imagenes obtenidas del mundo real junto a las



Figura 2.2: Google Glass. Desmostracion de su uso en deportes

imagenes virtuales a superponer en el mundo real. El software en una primera parte deberá de reconocer el terreno, ubicaciones, objetos e imagenes, mediante las imagenes obtenidas de la camara y los sensores. Este proceso de transformacion de diferentes conjuntos de datos a un sistema de coordenadas se llama registro de la imagen

y en una segunda reestructura el mundo real en función del registro de imagenes[15] de del primer paso. Existen multiples maneras en las que se puede reestructurar este mundo.

## Diferencias entre AR y VR

### Futuro y usos de la AR

### AR SDK en Android Studio

#### Vuforia

Es un SDK disponible para todas la plataformas(android, IOS, windows)y para Android Studio. Es muy potente para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, ya sea para el reconocimiento de imagenes, escanearlas, reconocimiento de multiples objetos, reconocimiento y superficies planas. Ademas tambien permiten el reconocimiento de acciones realizadas por el usuario para la interaccion con los distintos elementos disponibles. El uso de esta SDK esta principalmente enfocado para trabajar junto Unity.

#### Kudan

Principal rival de Vuforia, facil de usar y eficiente, usa SLAM para el reconociento de objetos e imagenes Tiene una licencia gratis para desarrolladores, una de sus desventajas es que tiene problemas con su key pare empezar a desarrollar

y que a veces tiene problemas con el editor de Unity.

### **EasyAr**

En su version Free, tienes soporte para todas la plataformas y para Android Studio. Contiene reconocimiento de imagenes planas, reconocimiento de imagenes multiples con deteccion de refleco y oclusion, reconocimiento limitado de imagenes en la nube. Su version mas potente se llama SLAM y solo es disponible para la version de pago.

### **Maxst**

reconociento de objetos de imagenes, SLAM, multiplataforma, facil de usar. Optimizado para moviles, incluso con bajos recursos Se puede utilizar con android studio, tienen un plan para desarrolladores free, con acceso a la mayoria de funcionalidades de su SDK

### **2.2.3. Google Sheets**

### **2.2.4. Google Maps**



# Capítulo 3

## AR en entornos universitarios

En este capítulo ...

### 3.1. Aplicaciones móviles en entornos universitarios

- XXX
- XXX

#### 3.1.1. Descarga automática de material

## Capítulo 4

### La aplicación BulletPoint

```
1 package com.bulletpoint.ull.bulletpoint.busclasses;
2
3 public class Arrival {
4     //This class is used to store the data coming from TITSA.
5     private String stopCode; //Stop code, each beacon is associated with one of these.
6     private String stopName;
7     private String destination; //It's coming faulty from TITSA, so we will parse TITSA webpage
8     //    looking for it.
9     private String hour;
10    private String travelId;
11    private String lineNumber;
12    private String minutesForArrival;
13
14    public String getStopCode() {
15        return stopCode;
16    }
17
18    public void setStopCode(String stopCode) {
19        this.stopCode = stopCode;
20    }
21
22    public String getStopName() {
23        return stopName;
24    }
25
26    public void setStopName(String stopName) {
27        this.stopName = stopName;
28    }
29
30    //...
31 }
```

Listado 4.1: La clase *Arrival* donde quedan contenidos los datos de cada llegada.

# Capítulo 5

## Conclusiones y líneas de trabajo futuras

En este capítulo se presentarán las conclusiones a las que se ha llegado tras realizar este TFG y discutiremos posibles líneas de trabajo futuras.

### 5.0.1. Conclusiones

### 5.0.2. Conclusions

Nowadays, beacon technology is still on a development phase. By itself can be quite limited due to its functioning. The physical and positional limitations require a deep analysis in order to place devices the best way. On the other hand, each specific beacon provider tries to use his own SDKs to develop the applications. Depending on the case, fees might be applied so, working with this technology can end up being not money-saving and make things difficult for many developers.

### 5.0.3. Líneas de trabajo futuras

- Acceso a instalaciones deportivas, educativas o de diversa índole.
- Contratación de servicios en diferentes puntos: alquiler de bicicletas en puntos de alquiler, pago de entradas en las inmediaciones de un evento.
- Anuncios o promociones de diverso tipo, relacionados tanto con la universidad como con establecimientos comerciales cercanos al campus.
- Servicios de guía dentro del campus, con puntos de interés para el alumnado.

Son múltiples las posibilidades que se le pueden dar a esta tecnología. En otros sectores como el turismo o la medicina también están empezando a tener relevancia,

con lo que podemos confirmar que no es una tecnología aislada, sino que poco a poco se está abriendo paso en el mercado.

# Bibliografía

- [1] Android: **Android**. [<https://www.android.com/>] 2008, [<https://developer.android.com/studio/index.html>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2
- [2] Github: **Repositorio Github** 2008, [<https://github.com/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2, 5
- [3] LaTeX3 Project: **LaTeX** 1985, [<https://www.latex-project.org/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2
- [4] IntelliJ: **Android Studio** 2014, [<https://developer.android.com/studio/index.html>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [5] IntelliJ IDEA: **IntelliJ IDEA** 2001, [<https://www.jetbrains.com/idea/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [6] **Gradle** 2007, [<http://gradle.org/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [7] Google, Inc: **Eclipse con ADT plugin** 2012, [<https://marketplace.eclipse.org/content/android-development-tools-eclipse>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 4
- [8] **Manual de Latex en español** 2004, [<http://www.fing.edu.uy/~canale/latex.pdf>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 4
- [9] **Repositorio de la aplicación ULL-NAVIGATION** [<https://github.com/alehdezp/TFG-ULL-NAVIGATION>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 5
- [10] **Plataforma del Programa de Apoyo a Trabajos Finales Libres** [<http://osl.ull.es/programa-apoyo-trabajos-finales-libres/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 5

- [11] **Google Play** [<https://play.google.com/store>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [12] **Samsung Apps** [<http://www.samsung.com/es/apps/mobile/galaxyapps/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [13] **Google Glass** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Google\\_Glass](https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Glass)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [14] **Sistema de Posicionamiento global** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [15] **Registro de Imagenes** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Registro\\_de\\_la\\_imagen](https://es.wikipedia.org/wiki/Registro_de_la_imagen)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 7