



Trabajo de Fin de Grado

ULL-Navigation. Tecnología de
realidad virtual en entornos
universitarios

Alejandro Hernández Padrón

La Laguna, 21 de mayo de 2019

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 21 de mayo de 2019

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

Introducción	1
1. Objetivos	2
2. Herramientas y Tecnologías	3
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. Realidad Aumentada	6
2.2.3. Node.js	12
2.2.4. MongoDB	15
2.2.5. Heroku	17
2.2.6. mLab	17
2.2.7. Google Maps	17
3. AR en entornos universitarios	19
3.1. Aplicaciones móviles en entornos universitarios	19
3.1.1. Descarga automática de material	19
4. La aplicación ULL-Navigation	20
4.1. Objetivos	20
4.2. Implementación	20
4.3. Desarrollo	20
Bibliografía	22

Índice de figuras

2.1. Android Studio, un IDE flexible e intuitivo.	4
2.2. Google Glass. Demostración de su uso en deportes	7
2.3. Marker-bases AR. Demostración de su funcionamiento	8
2.4. RA Volcán. Ejemplo de uso de RA en Educación	10
2.5. Node.js	12
2.6. Node.js. Ejemplo de funcionamiento	13
2.7. Node.js. Ventajas	14
2.8. MongoDB	15
2.9. Ventajas de MongoDB	16

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]. XXX

2.2.2. Realidad Aumentada

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, nos permite expandir nuestro mundo físico añadiendo capas de información digital generadas por un computador, como pueden ser imágenes, sonidos y videos a nuestra visión del entorno en tiempo real. RR

AR esta cambiando la manera en la que sus usuarios pueden ver el mundo, actualmente es una tecnología que se encuentra en auge debido a su enorme potencial, del cual podremos ver sus frutos en un futuro no muy lejano. RR

Sus posibles aplicaciones no tienen limites, pueden llegar desde reconocer plantas e incluso monumentos y mostrar información sobre lo que se esta viendo, hasta añadir información 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!. AA

A continuación se explicará en detalle:

- ¿Como funciona esta tecnología?
- Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual
- Realidad Mixta
- Futuro y usos de la Realidad Aumentada
- Integración de Realidad Aumentada en Android Studio

¿Como funciona esta tecnología?

RA necesita de un dispositivo de visualización en el que mostrar esta unión del entorno real junto con la información digital. Esta unión puede ser visualizado en múltiples dispositivos: pantallas, gafas, dispositivos portátiles, smartphones, etc.

Además de estos sistemas de visualización, necesitaríamos de un sistema de computación que realice los cálculos y reciba los datos provenientes de múltiples sensores, es decir: una CPU, una GPU, RAM, GPS, WIFI, bluetooth, acelerómetro,

giroscopio, cámara, etc. Gracias a estos elementos el sistema puede reconocer el entorno real.

Todo esto necesita una parte software. El software en una primera parte deberá de reconocer el terreno, ubicaciones, objetos e imágenes, mediante las imágenes obtenidas de la cámara y los datos de los sensores. Este proceso de transformación de diferentes conjuntos de datos a un sistema de coordenadas se llama registro de la imagen.

Posteriormente el software deberá reestructurar el mundo real en función del registro de imágenes[13] del primer paso, añadiendo y combinando la información correspondiente al entorno para generar nuestra imagen de AR. Existen múltiples maneras en las que se puede reestructurar este mundo.



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

Tipos de RA

Existen hoy en día cuatro tipos de RA:

- Marker-bases AR. Se basa en el reconocimiento de imágenes conocidas como marker o marcadores. Los marker son imágenes distintivas que son reconocidas por nuestro dispositivo fácilmente ya que contienen puntos visuales únicos. Un buen ejemplo de este tipo de imágenes son los conocidos código QR[14], también tiene usos en el reconocimiento de textos para su traducción o para crear simulaciones de objetos 3D o arquitecturas sin llegar a construirlas de forma física. RR
- Markerless AR. Corresponde a la RA que recoge los datos de su posición, orientación y localización para mostrar la información correspondiente a ese área. Estos sistemas utilizan los datos obtenidos del GPS, brújula, giroscopio y acelerómetro para establecer la ubicación del usuario. Este tipo de RA puede proveer de ayuda viajeros que necesiten una mano para moverse por



Figura 2.3: Marker-bases AR. Demostración de su funcionamiento

la ciudad, ya que mediante el reconocimiento de su ubicación y la orientación pueden mostrarles la ruta para llegar a su destino o mostrarle información de los puntos de interés que les rodean.

- **Pojection-based AR.** Este tipo de RA consiste en la proyección de luz en superficies y objetos en el mundo real. Existen muchos usos interesantes de esta tecnología, como aplicaciones para el uso de teclados virtuales proyectados que reconozcan cuando una "tecla" es pulsada. Esta proyección también se puede hacer en medio del aire con ayuda de la tecnología de láseres de plasma.
- **Superimposition-based AR.** Esta tecnología reemplaza la imagen original por una de AR, de forma completa o parcial. El reconocimiento de objetos juega un papel fundamental en este tipo de tecnología. Tiene gran utilidad el campo de la medicina, por ejemplo un doctor podría examinar a un paciente mientras ve la imagen de RA que se creó a partir de una visión de rayos X y la imagen real de paciente, así puede ver y entender mejor el daño en un hueso.

Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual

En los últimos años la Realidad Virtual(RV) [15] o Virtual Reality(VR) en inglés y la Realidad Aumentada han empezado a recibir mucha más atención. Llevando a desarrolladores llevar a cabo integraciones de ambas tecnologías en numerosas industrias.

De acuerdo a un análisis de expertos, decía que la RV iba tener el liderazgo por 2018 como tecnología pionera, sin embargo la RA va tener mucha más importancia

y a largo plazo, llegando a formar parte de nuestro día a día.

Realidad Virtual es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. Aleja al usuario del entorno real y da la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

La Realidad Aumentada no aísla al usuario del mundo exterior, sino que lleva al mundo real objetos no existentes al mundo real mediante la superposición de imágenes en tiempo real.

Realidad Mixta

Existe otro tipo de tecnología que nace de la unión de Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, la Realidad Mixta(RM) [16]. Es un tipo de realidad similar a la Realidad Aumentada pero con una idea más ambiciosa de mezclar lo real con lo virtual. La RM es mucho más inmersiva que la realidad aumentada y requiere de mucho más poder de procesamiento.

Un ejemplo del uso de esta tecnología puede ser el mejorar los métodos de aprendizaje de los estudiantes, mediante simulaciones de tareas construidas virtualmente en un entorno real.

Futuro y usos de la AR

Actualmente la Realidad Aumentada la tenemos más mano que en años anteriores. Dispositivos como los smartphones ya nos traen y nos enseñan las primeras muestras de esta tecnología, la cual está en sus primeros años de desarrollo pero ya se puede ver el potencial y la enorme importancia que va a tener en un futuro.

Los usos actuales de esta tecnología se acercan a todos los sectores conocidos:

- Realidad Aumentada en Educación. La llegada de la RA afectará a los procesos convencionales de aprendizaje. La RA tiene la capacidad de cambiar el horario y el lugar en el que se estudia y la posibilidad de introducir nuevos métodos de enseñanza.

Actualmente gran parte de la población joven tiene un smartphone el cual es un medio hábil para la RA. Por lo tanto se dan unas condiciones idóneas para que la RA profundice en el campo de la Educación y se hagan más descubrimientos ya que cada estudiante va a tener un dispositivo a mano capaz de reproducir la RA, lo cual puede ayudar a los estudiantes a tener contenidos más accesibles sobre cualquier asignatura o conseguir que

información compleja sea más fácil de entender. Un ejemplo claro sería la creación de libros interactivos que la ser apuntados con las cámara del móvil muestren el funcionamiento en 3D de un volcán o del latido de un corazón.

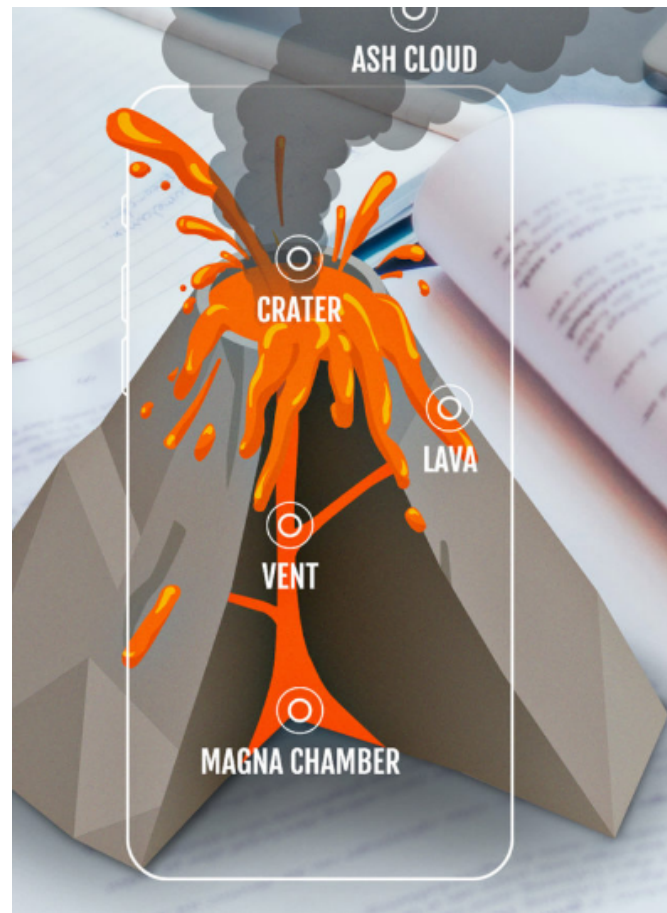


Figura 2.4: RA Volcán. Ejemplo de uso de RA en Educación

- Realidad Aumentada en Turismo. El negocio del turismo siempre ha intentado estar al día con la nueva tecnología para poder ofrecer nuevos servicios, formas de publicitarse, transporte y actividades de ocio. Por eso no es raro que la RA se haya hecho un hueco en este sector debido al potencial que tiene para mejorar la experiencia de los turistas.

Posibles usos en este sector son la puesta de guías turísticas que faciliten a los usuarios de estas moverse por la ciudad, señalando puntos de interés, datos históricos, restaurantes, hoteles, etc. El mismo concepto podría aplicarse en museos y zoos. Otro uso interesante sería el de romper la barrera del lenguaje gracias a la traducción inmediata de señales, textos y anuncios, al idioma del

turista.

- Realidad Aumentada en Medicina. En cuanto a la Medicina, es interesante ver como avanza la tecnología en este campo pero a su vez es bastante difícil de prever que tipo de ventajas nos ofrecerá.

Los principales usos que se plantean se encuentran enfocados principalmente en los quirófanos, en los que el especialista o cirujano monte una especie gafas-pantalla que le permita realizar la operación sin la necesidad de apartar la vista del paciente para consultar información o ir monitorizando la operación. Esto se traduce en operaciones mas rápidas y seguras sin que el cirujano se despiste. A su vez esto podría mostrar información anatómica sobre el paciente en tiempo real, es decir gracias a algoritmos de inteligencia artificial permitir identificar nervios, venas mayores y huesos y que esto sean marcados con un distinto color, facilitando mucho las labores de los médicos.

- Realidad Aumentada en los Videojuegos. Sin duda uno de los sectores en lo que más interés se tiene para desarrollar esta tecnología. Un claro ejemplo esta el éxito de Pokémon Go![17], un aplicación para smartphones que utilizaba técnicas de RA basadas en la localización, el cual a través de la cámara del dispositivo y modelos 3D para representar a los personajes de la saga Pokémon[18] los cuáles se encuentran escondidos en ubicaciones del mundo real.

Las posibilidades en este sector son infinitas y tras los beneficios económicos obtenidos con el juego de Pokémon Go! muchas empresas han dado el salto a este sector. A medida que la potencia de los smartphones va creciendo cada año facilita la integración del RA. En un futuro esta tecnología revolucionara todo sector de los videojuegos y cambiara la manera en la que interactuamos con ellos.

RA SDK en Android Studio

- Vuforia es un SDK disponible para todas la plataformas (android, IOS, windows) y para Android Studio. Es un SDK muy potente para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, ya sea para el reconocimiento de imágenes, de múltiples objetos y de superficies planas. Además también permiten el reconocimiento de acciones realizadas por el usuario para la interacción con los distintos elementos disponibles. El uso de esta SDK esta principalmente enfocado para trabajar junto Unity.
- Kudan es el principal rival de Vuforia, fácil de usar y eficiente, utiliza SLAM para el reconocimiento de objetos e imágenes. 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 versión "free", tienes soporte para todas la plataformas y para Android Studio. Contiene reconocimiento de imágenes planas, reconocimiento de imágenes múltiples con detección de reflejo y oclusión, reconocimiento limitado de imágenes en la nube. Su versión mas potente se llama SLAM y solo es disponible para la versión de pago.
- Maxst ofrece reconocimiento de objetos de imágenes, SLAM, multiplataforma, fácil de usar. Optimizado para móviles, incluso con bajos recursos Se puede utilizar con android studio, tienen un plan para desarrolladores "free", con acceso a la mayoría de funcionalidades de su SDK.

2.2.3. Node.js

Node.js [19] es una librería y entorno de ejecución de E/S dirigida por eventos y por lo tanto asíncrona que se ejecuta sobre el intérprete de JavaScript creado por Google V8. Node.js es un entorno de JavaScript del lado del servidor, basado en eventos. Node ejecuta JavaScript usando el motor Chrome V8[20] creado por Google. Este motor permite a Node un entorno de ejecución que compila y ejecuta JavaScript a velocidades increíbles.



Figura 2.5: Node.js

¿Cómo funciona?

Node.js fue desarrollado con el objetivo que fuera un sistema escalable y que tuviera la consistencia de generar un elevado número de conexiones de forma

simultanea con el servidor. La mayoría de las tecnologías que trabajan desde el lado del servidor tienden a accionar las peticiones de forma aislada y mediante hilos independientes. Esto se traduce en que a mayor número de solicitudes mayor es la cantidad de recursos necesarios para responderlas. Node.js se ha desarrollado para optimizar la gestión de estas solicitudes.

La solución que propone Node.js se basa en el tratamiento de la solicitudes de forma unificada en un único hilo complementado con un bucle de eventos(Event Loop[21]) de tipo asíncrono. De este modo cada petición que se recibe se trata como un evento y pertenecen a este único bucle. Este nuevo replanteamiento proporciona un lenguaje con una capacidad para gestionar una gran cantidad de solicitudes y conexiones con la máxima eficiencia.

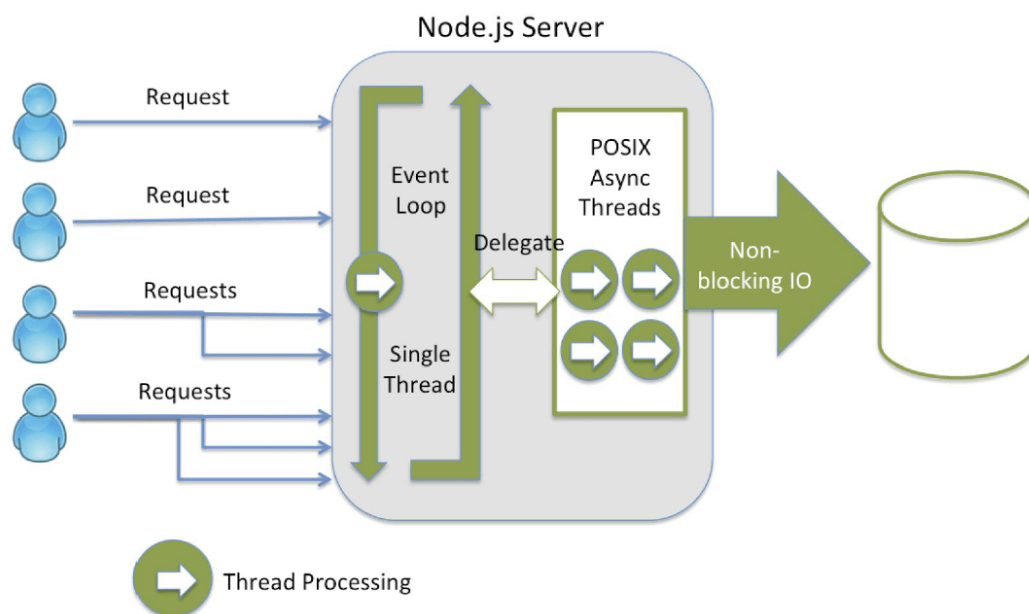


Figura 2.6: Node.js. Ejemplo de funcionamiento

Otro de sus puntos fuertes es su gestor de paquetes Node Package Manager (NPM). Este gestor de acceso en un enorme conjunto de librerías. Gracias a este gestor se pueden instalar paquetes, módulos y agregar dependencias de manera simple.

¿Porque Node.js

- Se puede utilizar en casi todos los servidores actuales. Sea Linux, Windows o Mac.
- Tiene como respaldo de su calidad las plataformas como las de LinkedIn o

Paypal.

- JavaScript como base. Un lenguaje fácil de entender y aprender por cualquier programador.
- Gran rendimiento, permite generar a su vez arquitecturas potentes y solidas.
- Su alta capacidad de escalabilidad. La creación de aplicaciones web con la capacidad de atender muchos miles de solicitudes en un único servidor de forma simultanea, sin la necesidad de tener que incrementar las infraestructura de servidores.
- Gracias a que NodeJS permite trabajar tanto desde el servidor como desde el cliente, es posible generar una transferencia de información mucho más rápida e inmediata.
- No sólo el funcionamiento de las aplicaciones resulta mucho más ágil y potente, sino que además el proceso de desarrollo y programación también resulta mucho más liviano y rápido.

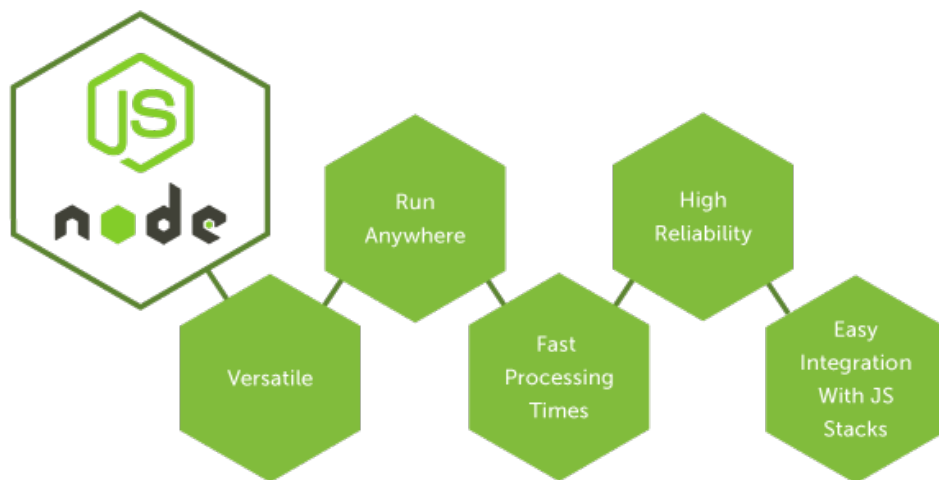


Figura 2.7: Node.js. Ventajas

Desventajas

- Se desconoce el funcionamiento e implementación de Node.js en empresas de hosting.

- La API es inestable en lo que respecta al cambio entre versiones.
- Falta de Librerías en General. Dado que JavaScript no ha sido muy popular en el lado del servidor existe algunas librerías de las que carece en la actualidad.
- Es bastante flexible en cuanto las formas en la que se puede programar. Pero esto genera bastantes problemas debido a la falta de organización en el código.

2.2.4. MongoDB

Descripción

MongoDB [22] es un sistema de base de datos multiplataforma NoSQL [23] orientado a documentos. Esta es de esquema libre, es decir, en un mismo documento podemos tener entradas o registros con diferentes atributos unos de otros sin tener que repetirse un registro a otro. Esto difiere de las tablas de bases de datos relacionales.



Figura 2.8: MongoDB

¿Cómo funciona?

Un registro en MongoDB es un documento, cuya estructura de datos se compone por el par campo y valor. Utilizan un formato para guardar estas estructuras que se llama BSON [24] también llamada JSON Binario. Este formato tiene una ventaja pese a que puede ocupar más espacio de lo que lo haría el formato JSON. BSON guarda de forma explícita las longitudes de los campos, los índices de los arrays, y demás información útil para el escaneo de datos y así agilizar las búsquedas en estos documentos.

Estos documentos que a su vez incorporan una clave primaria como identificador, son la unidad básica de datos en MongoDB. Las colecciones contienen un conjunto de documentos y funciones equivalentes a las de las bases de datos relacionales. Esta colecciones pueden tener cualquier tipo de datos.

Beneficios y desventajas

Dentro de sus cualidades mas destacables encontramos:

- El hecho de que sea una base de datos NoSQL, significa que no necesita esquemas predefinidos y puede guardar cualquier tipo de datos. Esto otorga una increíble flexibilidad para crear cualquier tipo de campos que se necesiten en un documento, permitiendo mayor escalabilidad en MongoDB comparado a las bases de datos tradicionales.
- A su vez el uso de documentos para guardar la información hace que sea mucho más fácil de mapear estos datos en los lenguajes nativos de programación.
- Es fácil de acceder a los documentos si lo indexamos. En MongoDB este indexado provee de rápidos tiempos de respuesta a las peticiones, esto le permite ser hasta 100 veces más rápida que los modelos de bases de datos relacionales.
- MongoDB es una base de datos distribuida, por lo que es fácil de usar y proporciona una elevada disponibilidad, escalabilidad horizontal y distribución geográfica.

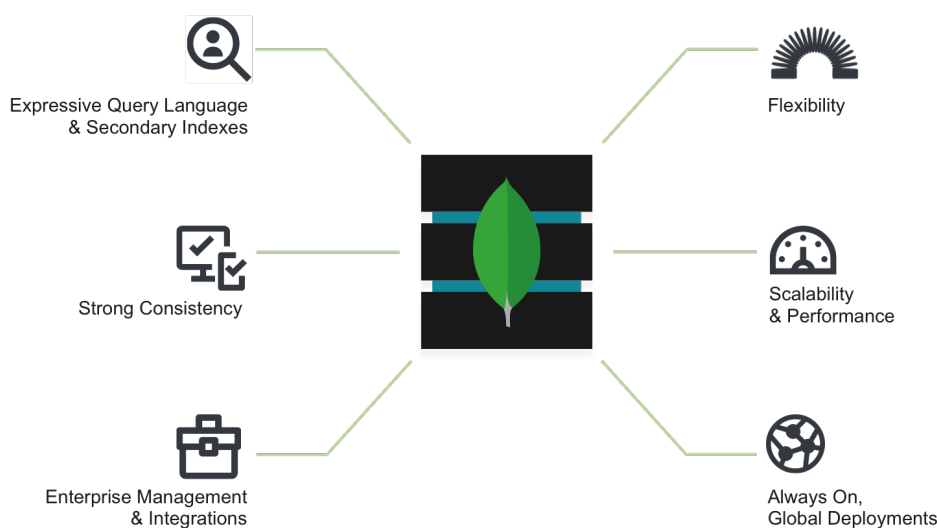


Figura 2.9: Ventajas de MongoDB

Por otro lado existen una serie de inconvenientes y limitaciones:

- No soporta las consultas SQL ya existentes. Un ejemplo de esta es la consulta Join[25], la cual supone una desventaja en cuanto a rendimiento si se tienen que añadir manualmente los datos en el caso de querer realizar una consulta de este tipo.
- No es una solución adecuada para aplicaciones con transacciones complejas.
- Falta de estandarización entre las diferentes bases de datos NoSQL.

2.2.5. Heroku

Heroku es una plataforma como servicio de computación(PaaS[26]) en la Nube que soporta distintos lenguajes de programación.

Heroku es una plataforma en la nube que permite a desarrolladores y compañías construir, proporcionar, monitorizar y escalar aplicaciones. Es una forma sencilla de montar una infraestructura en la nube.

Heroku es conocida por correr las aplicaciones en Dynos. Un dyno es simplemente un ordenador virtual que pueden ser encendido y o apagado en función al tamaño y requisitos de tu aplicación.

A cada uno de estos Dynos se le puede configurar mas espacio o capacidad de procesamiento, o se pueden añadir mas Dynos si tu aplicación lo necesita. Heroku a cada mes realiza un cobro en función de los Dynos que tengas contratados.

Se ha aptado por utilizar el Dyno gratis que ofrece Heroku a cada repositorio. El cual tienen un limite de 1000 horas activas al mes y se pone en suspensión a los 30 minutos sin recibir tráfico. Una vez que vuelve a recibir tráfico se activa de nuevo.

2.2.6. mLab

mLab es un servicio de base de datos en la nube totalmente gestionado que ofrece aprovisionamiento y escalado automáticos de las bases de datos MongoDB, copia de seguridad y recuperación, monitoreo, herramientas de administración basadas en web y soporte experto. La plataforma de base de datos como servicio de mLab corre sus maquinas en proveedores de servicios en la nube como AWS[27], Azure[28] y Google Cloud[29].

2.2.7. Google Maps

La API de Google Maps [30] fue publicada para Android en 2008 y en 2012 para IOS. Esta API permite utilizar mapas basados en datos de Google Maps en una aplicación Android, y además ofrece métodos para personalizar el mapa:

- Creación de marcadores, polígonos y superposiciones sobre el mapa para resaltar puntos o zonas.
- Permite cambiar la vista del usuario de modo que se muestre un área del mapa en particular.
- Ofrece la posibilidad de elegir el tipo de mapa: De carreteras, satélite, híbrido (mezcla de carretera y satélite) y de terreno.

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 ULL-Navigation

Toda la aplicación se ha desarrollado trabajando desde linux.

4.1. Objetivos

4.2. Implementación

4.3. Desarrollo

-

```
1 package com.bulletpoint.ull.bulletpoint.busclasses;
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.

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] **Registro de Imagenes** [https://es.wikipedia.org/wiki/Registro_de_la_imagen]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 7
- [14] **CodigoQR**. [https://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_QR]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 7
- [15] **Realidad Virtual**. [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 8
- [16] **Relidad Mixta**. [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 9
- [17] **Pokemón Go!** [<https://pokemongolive.com/es/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 11
- [18] **Pokemón**. [<https://es.wikipedia.org/wiki/Pokemon>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 11
- [19] **Node.js**. [<https://nodejs.org/en/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 12
- [20] **Chrome V8**. [https://es.wikipedia.org/wiki/Chrome_V8]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 12
- [21] **Event Loop**. [<https://nodejs.org/de/docs/guides/event-loop-timers-and-nexttick/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 13
- [22] **MongoDB**. [<https://www.mongodb.com/what-is-mongodb?lang=es-es>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 15
- [23] **Tecnología NoSQL** [<https://es.wikipedia.org/wiki/NoSQL>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 15
- [24] **Formato BSON**. [<https://es.wikipedia.org/wiki/BSON?lang=es-es>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 15
- [25] **Join SQL**. [<https://es.wikipedia.org/wiki/Join>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17

- [26] **PaaS.** [https://en.wikipedia.org/wiki/Platform_as_a_service]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17
- [27] **Amazon Web Services.** [<https://aws.amazon.com/es/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17
- [28] **Azure.** [<https://azure.microsoft.com/es-es/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17
- [29] **Google Cloud.** [<https://cloud.google.com/?hl=es>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17
- [30] **Google Maps API.** [<https://developers.google.com/maps/documentation/android-api>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 17