Control Remoto de Videojuegos con Smartphones

MEMORIA DE TRABAJO DE FIN DE GRADO

Pablo Gómez Calvo
Sergio J. Higuera Velasco

Grado de Desarrollo de Videojuegos
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Mayo 2020

Documento maquetado con TEXIS v.1.0+.

Control Remoto de Videojuegos con Smartphones

Memoria de Trabajo de Fin de Grado
Grado de Desarrollo de Videojuegos
Abril 2020
Director: Carlos León Aznar
Director: Pedro Pablo Gómez Martín

Versión 0.3

Grado de Desarrollo de Videojuegos
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Mayo 2020

A todo aquel que confió en nosotros

Agradecimientos

Nadie es innecesario.
Yitán, Final Fantasy IX

El primer agradecimiento hay que dárselo a la Universidad Complutense por aceptar la creación de este grado, un grado que demuestra la importancia del mundo de los videojuegos en la sociedad actual. Con este grado se han conseguido romper muchas barreras, entre ellas está poder especializarse y adoptar los videojuegos como nuestra profesión.

Dar gracias a los profesores que nos han acompañado estos años y que han contribuido en el desarrollo del grado. Una mención aparte para las dos personas que han hecho posible la realización de este Trabajo de Fin de Grado, Carlos León Aznar y Pedro Pablo Gómez Martín.

Nuestro último agradecimiento va dirigido a nuestras familias por soportarnos en todos nuestros momentos durante el grado.

Resumen

¡No estáis preparados!
Illidan Tempestira, World of Warcraft

Índice

Índice de figuras

Índice de Tablas

Capítulo 1

Introducción

1.1. Introducción

La industria del videojuego desde su inicio nos ha enseñado que la innovación a la hora de crear experiencias nuevas para los usuarios es algo que enriquece a muchos jugadores,por ende se está ayudando a que la experiencia de juego sea cada vez más cómoda y flexible para los jugadores.

Es por esta razón que empresas como Electronic Arts, Ubisoft, Kunos Simulazioni y Polyphony Digital,entre otras, dedican gran cantidad de sus recursos a hacer realidad muchas experiencias que los usuarios quieren tener como, por ejemplo, jugar a juegos deportivos realistas como en FIFA o conducir automoviles de competición por un circuito famoso como en Assetto Corsa.

Pero para invertir en crear este nuevo tipo de estilos de juego se necesita una gran financiación, cosa que estudios pequeños no tienen. Estos estudios independientes usan motores como Unity3D o Unreal Engine 4. Estos motores ,cuyo pago es porcentual a las ganancias obtenidas por tu juego o en algunos casos mensual, ofrecen una gran cantidad de herramientas a disposición de sus usuarios para que los desarrolladores puedan ahorrar tiempo de implementación de una nueva características y lo utilicén para que su juego siga creciendo. En el caso de Unity el pago es mensual dependiendo de la cantidad de dinero generado por el usuario o su empresa; los precios van desde gratuito si hace menos de 100 mil dólares anuales hasta 125 dólares mensuales si el usuario o su empresa genera más de 200 mil dólares anuales. Si hablamos del pago de Unreal Engine, si cualquiera de los productos realizados por el estudio se comercializa de forma oficial, Epic Games obtendría el 5 % de los beneficios de la obra cada trimestre cuando este producto supere sus primeros 3000 dólares. El desarrollo para dispositivos móviles en estudios independientes ha crecido de manera exponencial gracias a que motores como Unity lo hacen bastante accesible.

Unity es utilziado por el 34 % del top mil de juegos para dispositivos

móviles. Algunos de estos juegos son *Alto's Adventure*, *Monument Valley* o el famoso *Hearthstone* de Blizzard en su versión de Android e iOS.

Entonces, ¿Y si un juego se pudiese jugar en el teléfono móvil pero en verdad el juego se estuviese ejecutando en el ordenador?

Con esta pregunta se pretende poner encima de la mesa las tecnologías desarrolladas por diferentes empresas como **Nintendo** con Nintendo Switch que alterna modo portátil con modo sobremesa, lo que da una flexibilidad a la hora de jugar donde quieras que nunca se había experimentado, como **Sony** con sus aplicaciones **PS4 Remote Play** y **PS4 Second Screen** que te dan la posibilidad de controlar de manera remota e incluso jugar desde tu dispositivo iOS o Android.

Para la conexión de una consola o un ordenador a un dispositivo móvil o tablet es necesaria una conexión a internet estable. El tiempo de respuesta, lo que se conoce como *Input Lag*, puede llegar a convertirse en un quebradero de cabeza para un estudio pequeño ya que requiere de pruebas de rendimiento, pruebas con usuarios y pruebas con diferentes anchos de banda de red para buscar posibles cuellos de botella.

Este trabajo pretende aplicar los modelos propuestos anteriormente y crear una herramienta libre para el motor de videojuegos Unity con la finalidad de dar a estudios independientes y con escasa o nula financiación la oportunidad de habilitar nuevo gameplay para sus usarios. La finalidad es dar todas estas herramientas de una forma rápida e intuitiva con documentación y una prueba de implementación de este Plugin con uno de los juegos que se ofrecen de manera gratuita en la tienda de Unity, la Asset Store. Además de esto, la herramienta consta de una licencia libre, lo que da la posibilidad de ampliación y modificación dependiendo de las necesidades de cada usuario/estudio.

Capítulo 2

Estado del arte

2.1. Herramientas para el desarrollo

En este capítulo se expondrán las diferentes tecnologías que se van a utilizar para la realización de este proyecto. Además de eso, se pondrán encima de la mesa las diferentes aplicaciones desarrolladas por empresas del sector de los videojuegos que han sido tomadas como referencia para la creación de este trabajo.

2.1.1. Unity

Unity es un motor de videojuegos multiplaforma creado por Unity Technologies. Se encuentra disponible para sistemas Windows, Mac Os X y Linux. Es una de las herramientas de desarrollo de videojuegos más populares actualmente en el mundo de los desarrolladores independientes. Con unity se han realizado algunos de los juegos más famosos del mercado como **Ghost of a Tale**, **Cuphead** o **Hollow Knight**.

Las principales características buscadas son:

- **Multiplataforma.** El hecho de que Unity sea sistemas multiplataforma, te garantiza poder hacer juegos/aplicaciones que puedan ejecutarse en cualquier dispositivo a un coste bastante bajo en cuanto a esfuerzo.
- **Herramientas y servicios.** Unity es una herramienta que no engloba únicamente motores para el renderizado de imágenes, simulaciones físicas 2D y 3D, animación de personajes y audio sino que al tratarse de un motor que usa C# como lenguaje de scripting, dispone de todas las herramientas de .NET para el desarrollo. Uno de los servicios que

ofrece Unity es **Unity Analytics** que ayuda a los creadores a realizar analíticas para ver cómo juegan sus jugadores.

- **Documentación.** Los desarrolladores de Unity ponen a disposición de los usuarios una documentación amplia y detallada, tanto que incluso disponen de un historial de versiones de la documentación por si trabajas con un proyecto de Unity con una versión no actualizada. Además de esto, ofrecen documentación sobre la API y ofrecen proyectos realizados por los propios desarrolladores del motor y tutoriales de como sacar el mayor rendimiento posible a las herramientas que ofrece el motor en su plataforma **Unity Learn.**.
- **Comunidad.** Debido a que Unity es un motor de videojuegos demandado y gratuito, cuenta con un gran número de desarrolladores que saben utilizarlo, lo que facilita la solución de problemas más específicos. Unity tiene una comunidad muy amplia y muy activa tanto en foros como **Stack Overflow** y en su pripio portal de preguntas **Unity Answers.**.

2.1.2. Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo oficial de la plataforma Android en contrapartida también cabe la posibilidad de descargar las Android SDK sin necesidad del entorno completo de Android Studio. Fue desarrollada por Google y sustituyó a Eclipse en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android. Las SDK de Android son imprescindibles para la creación de una aplicación Android, las SDK ofrecen un Emulador para poder ver tu aplicación en ejecución. Android Studio tiene la función de encapsular estas SDK de Android y poner en marcha la aplicación. Este IDE puede utilizarse tanto en Windows, Mac OS X y Linux pero únicamente puede usarse para el desarrollo de aplicaciones para Android.

Las principales características de Android Studio son:

- **Específico.** Si el producto que quieres desarrollar va a ser exclusivo de un sistema Android, con Android Studio te vas a centrar en explotar las funcionalidades de ese sistema al máximo sin tener que lidiar con diferentes sistemas que no te interesan.
- **Editor de diseño.** Android Studio cuenta con un editor visual para poder acomodar el layout de tu aplicación Android de una manera mucho más sencilla.

2.1.3. ZXing

Este es un proyecto del tipo Open-Source. Esta libreria de procesamiento de imágenes de códigos de barras y QR's está implementada en Java y tiene

diferentes versiones en los distintos lenguajes. En el caso de este proyecto, se ha usado la versión de .NET para usarla desde Unity. Al ser una librería que tiene soporte en muchos otros lenguajes que no son Java, puede ser utilizada en proyectos multiplataforma si estas plataformas usan diferentes leguajes como en este caso con Java y C#.

2.1.4. Android SDK

Cada vez que Android saca una nueva versión de su sistema operativo le acompañ su correspondiente SDK. Estas SDK de Android incluyen librerias que son necesarias para el desarrollo para dispositivos Android, además de documentación del API, un debugger y un emulador para probar los proyectos sin necesidad de tener un dispositivo físico. Este SDK suele usarse acomplado a un IDE que como se ha explicado anteriormente en el punto **2.1.2** ha sido **Android Studio**.

2.2. Interfaces de entrada

Hay empresas de videojuegos como Nintendo y Sony que han invertido mucho dinero en innovar y crear nuevas formas para que los usuarios disfruten de los diferentes juegos. Algunos de los ejemplos que ya existen en el mercado y han servido de inspiración para la realización de este proyecto son:

2.2.1. Wii U

Wii U es la consola doméstica que Nintendo creó en la octava generación de consolas. La innovación principal de esta consola era la de cambiar radicalmente el modo de jugar a una consola de sobremesa ya que desarrollaron el Wii U GamePad. Este mando tenía la función de una segunda pantalla y la de un mando tradicional a la vez. Esta pantalla portátil es táctil y recibe una señal de 480p.
Este nuevo mando permitía a los desarrolladores tener un HUD mucho más limpio dentro del juego ya que, en muchos casos, esta pantalla era utilizada para poner elementos como el minimapa y en algunos juegos como Mario Bros, había cambios de zonas que convertían al mando en pantalla principal.

2.2.2. Controlador de videojuegos inalámbricos

Un controlador de videojuegps es un dispositivo de entrada cuya función es interactuar con los elementos de un juego para realizar diferentes acciones. Los controladores de videojuegos están extendidos tanto en ordenadores como en consolas y en el último año están saliendo al mercado nuevos mandos

para dispositivos móviles, los cuales se conectan por bluetooth. Estos últimos son mandos físicos que no están al alcance de todos y actualmente no son compatibles con todos los juegos, se utilizan para juegos muy concretos como PUBG Mobile. Los controladores de videojuegos han ido cambiando su forma y el número de botones de los que disponen. La necesidad del uso de mandos en videojuegos de móvil hizo que Android 9 incluyese la posibilidad de hacer que un usuario conectase su Dualshock 3 a su Android para poder jugar.

2.2.3. PlayLink

PlayStation es una de las compañías que más tráfico de jugadores mueve llegando a la cifra de 90 millones de usuarios activos mensuales en enero de 2019, sus consolas son de las más vendidas en todo el mundo y para que esto sea posible siempre tienen que intentar estar a la cabeza de nuevos periféricos, nuevos juegos y, por supuesto, darles a sus usuarios las mejores experiencias posibles. En 2017, Sony PlayStation sacó al mercado una nueva serie de juegos llamados PlayLink. Estos juegos tienen una particularidad con respecto a un juego convencional de consola, estos juegos están hechos para jugarlos con gente y usando un dispositivo móvil como mando/controlador. Conectando la consola y el móvil a la misma red WIFI y conectándolos a través de una aplicación, se pueden conectar de 2 a 8 jugadores, depende de los que admita cada juego, para poder jugar en familia o con amigos.

2.2.4. PS4 Remote Play

En el último trimestre del año 2019, Sony lanzó la aplicación **PS4 Remote Play** para que los usuarios pudieran controlar su PlayStation 4 desde un dispositivo móvil. Esta aplicación tenía como requisito una conexión a internet de entre 5 y 12 Mbps por conexión LAN para una mejor experiencia. Esta aplicación permite no solamente el manejo de una PS4 usando un dispositivo móvil sino que además permite conectar un Dualshock 4 para controlar el juego y usar el móvil únicamente como pantalla.

Capítulo 3

Objetivos y especificación

3.1. Objetivos

Tal y como se ha podido ver en los capítulos anteriores, las empresas de videojuegos han puesto todos sus esfuerzos para adaptarse e integrar los dispositivos móviles dentro del mundo de los videojuegos. Con las tecnologías mencionadas en el cápitulo dos como referencia directa, los objetivos que se plantearon para el proyecto son:

- Desarrollar una librería para Unity3D. Esta consistirá en un servidor que ofrecerá su IP y el puerto elegido para la comunicación mediante un QR que aparecerá en pantalla.
- Desarrollar una aplicación Android para usar el propio móvil como mando virtual. Esta aplicación utilizará la cámara para leer el código QR e iniciar una conexión con el servidor.
- Integrar las herramientas mencionadas en los puntos anteriores en un proyecto ya cerrado para demostrar su funcionalidad.

Con la integración del proyecto en un juego ya cerrado se pretende hacer una serie de pruebas con usuarios para ver el rendimiento de la herramienta en ordenadores y dispositivos móviles con diferentes características. Para eso se implementarán herramientas para la recogida de datos de los usuarios y las acciones realizadas durante las sesiones. Estos datos serán analizados en el capítulo 5 con mayor profundidad.
A continuación plantearemos la metodología y el plan de trabajo seguido.

3.2. Plan de trabajo

La primera fase estará dedicada a la investigación y el estudio de las herramientas ya existentes que exploran los aspectos en común con este TFG. Se usará Github[1] como sistema de control de versiones, donde estarán 2 repositorios: uno para la memoria y otro donde se encontrará el código de la demo. El uso de Github es debido a su amplio reconocimiento a nivel mundial, en enero de 2013 ya contaba con 3 millones de usuarios junto con 4.9 millones de repositorios. Unos datos más actuales indican que Github en Junio de 2018 alojaba casi 80 millones de proyectos. Dado a la gran cantidad de usuarios de dicha plataforma existe una gran ayuda para todo problema que surja.
Las reuniones con los directores serán cada 2-3 semanas, dependiendo de la disponibilidad y horarios. El objetivo de estas reuniones será llevar un control de lo que se haya avanzado y plantear las próximas 2-3 semanas de trabajo. Se han marcado unos hitos específicos:

1. **Hito 1:** Conexión entre Android y Unity3D establecida. Con esto se pretende que un personaje en Unity3D sea capaz de moverse gracias al Input que recibe desde Android.

2. **Hito 2:** Se deberá de haber conseguido tener una cámara en Unity3D enviando una imagen via streaming al dispositivo Android mientras se juega con el Input recibido del dispositivo móvil.

3. **Hito 3:** Aqui se debe tener una demo que sea capaz de demostrar las capacidades de la herramienta.

4. **Hito 4:** Pruebas con usuarios, recogida de información y análisis.

3.3. Metodología

La metodología utilizada para la realización de este proyecto está basada en el desarrollo ágil. Se han marcado pequeños objetivos de 2 semanas de duración llamados sprints hasta llegar a las metas grandes o hitos mencionados en el apartado anterior.
La metodología que se iba a usar estaba definida desde el primer día ya que es la que los miembros del proyecto siguen en todos los trabajos que realizan. Se decidió usar **Scrum**. Scrum es una metodología ágil que adopta una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del proyecto en cuestión. La particularidad que se tiene en este proyecto es el constante cambio de las tareas nuevas que se pueden llegar a incluir tras cada reunión.

[1] https://github.com/

3.4. Herramientas utilizadas

Es resultado final del proyecto involucra tanto un ordenador como un dispositivo móvil conectados a la misma red. Para el desarrollo usaremos las siguientes herramientas software de comunicación, seguimiento y planificación:

1. **LaTeX**[2]

   Para la realización de este documento se ha usado LaTeXen su distribución de MiKTeX [3] para Windows. Las características más apreciables de MiKTeX son su habilidad de actualizarse por sí mismo descargando nuevas versiones de componentes y paquetes instalados previamente, y su fácil proceso de instalación.

2. **GitHub**

   GitHub es una plataforma de desarrollo cooperativo en la que se pueden alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git[4]. Se utiliza para la creación y almacenamiento de código fuente de manera pública. La herramienta Git se ha usado para mantener un control de versiones sobre 2 repositorios, uno para la demo y otro para la memoria.

3. **Discord**[5]

   Discord es una plataforma de comunicación por voz, texto y vídeo. Discord ofrece la posibilidad de crear canales dedicados, lo que se ha usado para guardar enlaces de interés para el desarrollo prematuro de este proyecto. Esta herramienta es multiplataforma y no requiere de instalación ya que puede usarse desde navegadores como Chrome o Firefox. Además de esto consta con un sistema de tranferencia de archivos y de retransmisión de tu pantalla a las personas que se encuentren en la llamada. Todas estas características han sido utilizadas para las sesiones de trabajo grupal.

[2] https://www.latex-project.org/
[3] https://miktex.org/
[4] https://git-scm.com/
[5] https://discord.com/

4. **Unity**[6]

   Unity ha sido el entorno de desarrollo elegido, la versión de Unity utilizada ha sido la 2018.4.18f1. La elección de Unity fue por la gran comunidad de usuarios y la extensa y detallada documentación con la que cuenta este motor. Además, al usar C# como lenguaje de programación, se ha contado con toda la API y documentación de Microsoft sobre .NET.[7]

5. **Visual Studio 2019**[8]

   La decisión de usar Visual Studio como IDE fue por la integración que tiene con Unity. Gracias a esta integración se ha podido crear y mantener archivos de proyectos de Visual Studio automáticamente. Algo a tener en cuenta es que no se usa el compilador de Visual Studio, sino que se usa directamente el compilador de C# para la compilación de los scripts creados en Unity.

6. **Android Studio**[9]

   Se ha decidido usar este IDE para el desarrollo de la aplicación para Android. Android Studio dispone de una construcción del proyecto basada en Gradle[10], lo que hace que su construcción se haga de manera dinámica y un editor de diseño enriquecido que permite a los usuarios arrastrar y soltar componentes de la interfaz de usuario. Además de incluir las SDK de Android y todo lo que estas incorporan para que el desarrollo en Android sea posible.

[6] https://unity.com/es
[7] https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/
[8] https://visualstudio.microsoft.com/es/
[9] https://developer.android.com/studio
[10] https://gradle.org/

Capítulo 4

Implementación y Especificación

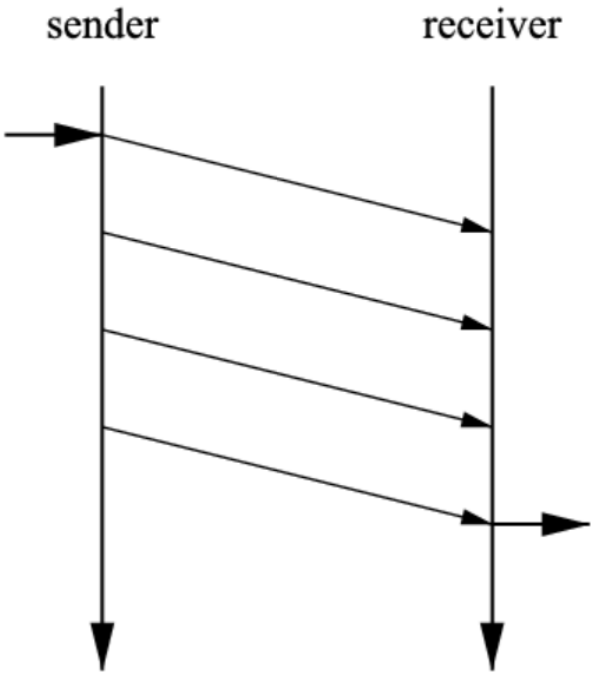
4.1. Introducción

Una vez decididas las herramientas que se iban a usar y con gran parte de la información recogida, llegó el momento de realizar un análisis del funcionamiento de Android y diseñar un protocolo de red que ayudase a conectar la aplicación de Android con el juego de Unity. En este capítulo se explicarán todas las decisiones que se tomaron a la hora de implementar ambas aplicaciones y se ampliará la información sobre como interactuan ambos sistemas.

4.2. Arquitectura global

Tal y como se ha planteado en los anteriores capítulos, para la realización de este proyecto se ha requerido de la conexión entre una aplicación de escritorio realizada con Unity3D y una aplicación de un dispositivo móvil Android. Ambos dispositivos recibirán y enviaran mensajes pero el protocolo a seguir ha sido UDP. UDP es un protocolo a nivel de transporte que permite el envío de datagramas a través de la red sin necesidad de haber realizado una conexión previa. Esto se consigue gracias a que la cabecera del propio datagrama UDP incorpora la información suficiente para realizar su direccionamiento.
Con la utilización de UDP se corre el riesgo de pérdida de información, cosa que para este proyecto es menos probable ya que en ningún momento este

datagrama sale a internet. Se ha puesto como requisito que tanto el ordenador como el dispositivo móvil se encuentren conectados a la misma red local, lo que hace muy poco probable la pérdida de paquetes UDP. Esta posible pérdida será analizada en el capítulo siguiente donde se analiza las pruebas realizadas con usuarios.



A la hora de iniciar la conexión, es la aplicación móvil la que va a conectarse al puerto que abra la aplicación de escritorio previamente. Para poder hacer esto, se propuso la utilización de un QR. Este QR contiene la información de la IP del ordenador donde se está ejecutando el juego y el puerto designado para la recepción de los mensajes provenientes de la aplicación móvil. Una vez la aplicación móvil guarda esos datos extraidos tras leer el código QR, se incia la conexión y el intercambio de paquetes entre ambas aplicaciones.
La decisión de usar UDP cobró su importancia en este apartado ya que no se espera un intercambio ordenado de información entre ambas aplicaciones ,ya que el usuario puede hacer una pulsación en la pantalla del móvil en cualquier momento. La información que se envía desde la aplicación Android es la siguiente:

1. Dimensiones de la pantalla del dispositivo móvil con 2 enteros, ancho y alto.

2. Pulsación en la pantalla con 3 enteros (X, Y, tipo de evento).

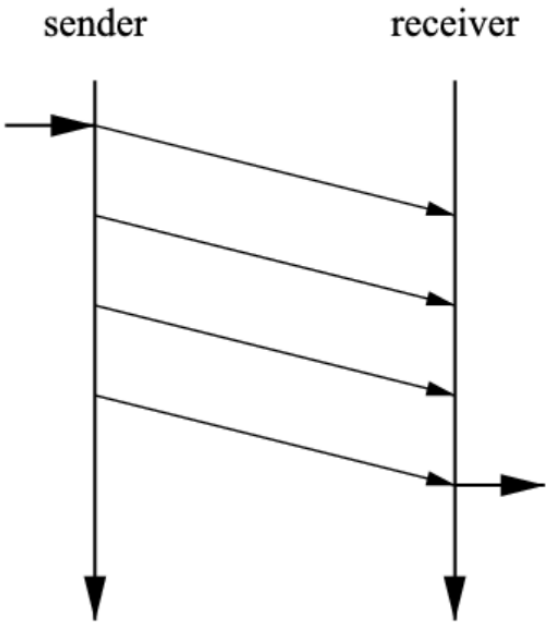
Las dimensiones se mandan únicamente una vez al iniciar la conexiones mientras que las coordenadas de las pulsaciones se envían cada vez que estas ocurren. El tercer entero que se manda en estos paquetes viene definido por cada tipo de pulsación que se puede registrar en Android. Los tipos contemplados son:

- **ACTION_DOWN:** Envía el valor 0. Este evento se dispara al realizar una pulsación en la pantalla.
- **ACTION_UP:** Envía el valor 2. Este evento se dispara al levantar el dedo de la pantalla.

En el lado del servidor de la aplicación de Unity se espera la llegada de las dimensiones de la pantalla que envía la aplicación móvil para enviar desde su lado la siguiente información en paquetes diferentes:

1. Tiempo de vibración que debe realizarse cada vez que se pulse una posición correcta de la pantalla del móvil. Se considera una pulsación correcta un punto que esté dentro de un botón.
2. Imagen del mando con o sin fondo cogido directamente de una cámara de Unity.
3. En caso de que el juego admita la vibración del móvil, se envía el tiempo de vibración.

El primero de estos mensajes con el tiempo de vibración solamente se envía una única vez al inicio de la conexión.
El flujo de mensajes durante la ejecución de estas aplicaciones tiene un intercambio de datagramas constante de órdenes para que el dispositivo móvil vibre, imágenes compridas y coordenadas de pulsaciones de la pantalla del dispositivo móvil. La figura XXXX describe este protocolo de manera más gráfica.



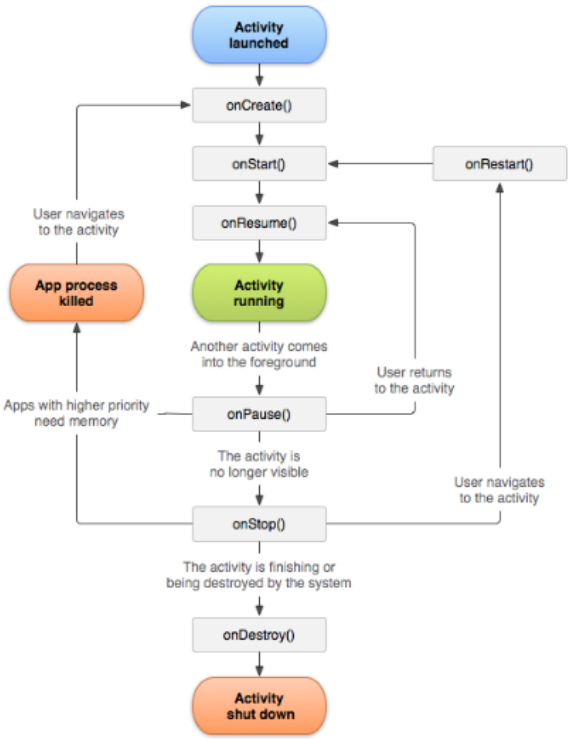
4.3. Aplicación móvil

Como se ha comentado en capíyulos anteriores, se ha usado Android Studio como entorno de desarrollo de la aplicación móvil. Para poder comenzar este desarrollo primero se ha tenido que comprender el funcionamiento de un dispositivo Android y para eso primero se debe conocer el ciclo de vida de una aplicación cuando es ejecutada en un dispositivo Android:

Con este ciclo de vida en mente, hay que tener en cuenta que una vez la aplicación quedase en pausa porque entrase una llamada o simplemente el usuario dejase la aplicación en segundo plano, Android podría matar el proceso de nuestra aplicación y tener que volver a crearla si el usuario vuelve a poner en la vista principal la aplicación.
En Android es necesario definir las acciones que el sistema va a ejecutar cuando estos estados del ciclo de vida se inicien. Para el caso específico de este proyecto se vió que al querer usar la cámara nada más iniciar la aplicación, era necesario utilizar 2 actividades diferentes. La primera de estas actividades se ejecuta siempre que la aplicación se inicia ya que su función es la de utilizar la cámara para poder leer un código QR. Este código QR contiene 2 datos:

1. IP del ordenador al que debe conectarse.

2. Puerto al que deben enviarse los paquetes.



La creación del QR y la utilización de la libreria ZXing[1] se explican en este mismo capítulo pero en el apartado de IMPLEMENTACION DE LA APLICAICON DE ESCRITORIO.
Gracias a la API de Android, se ha podido acceder al manejo completo de la cámara. Esta implementación se encuentra en el paquete:
com.google.android.gms.vision.CameraSource.[2]
Además de la importación de paquetes, Android tiene un sistema de gestión de permisos. Para poder usar la cámara es necesario añadirlos explícitamente en el archivo **AndroidManifest.xml:**[3]
<uses-permission android:name=.ªndroid.permission.CAMERA/>

Desde el punto del desarrolador, para poder utilizar esta herramienta va a ser necesario tener la versión XX.XX de Unity3D y Android Studio en su versión XX.XX y un teléfono móvil que podamos utilizar como emulador.
Esta herramienta tiene 2 partes que están diferenciadas por la plataforma para las que van destinadas. En el lado de PC, se ha implementado una serie de clases que son independientes al juego. Estas clases están escritas en C# y utilizan las librerías nativas de red de este lenguaje para comunicación.

[1] https://archive.codeplex.com/?p=zxingnet
[2] https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/vision/CameraSource?hl=es
[3] https://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro?hl=es-419

Por encima de estas clases se encuentra la parte específica de Unity3D que facilita su uso.
Como parte extra a la herramienta, se ha propuesto un inicio de conexión a través de la lectura de un QR. Con esto lo que se pretende es enlazar el dispositivo Android con el juego que se está ejecutando en Unity. La lectura de este QR se hace directamente desde la aplicación creada para este proyecto. Al leer el QR y emparejarse ambos dispositivos, la aplicación Android cambia de cámara a mando.

[INSERTE IMAGEN DE ARQUITECTURA Y DIAGRAMA DE CLASES Y COMPONENTES + EXPLICACION]

4.4. Protocolo de conexión

La conexión se incia con la lectura de un QR que se mostrará en el juego ejecutado en Unity. Una vez el dispositivo Android haya leido ese QR, Android manda la resolución del dispositivo con 2 bytes. El servidor que se está ejecutando en Unity, guarda esa información y escala el mando que se haya seleccionado a la resolución que tiene el dispositivo Android. Una vez hecho esto, se calculan las coordenadas de los botones del mando y se pasan a un XML.
Este XML junto a la imagen es enviado al dispositivo Android. El teléfono guarda esta información y deja de mostrar la cámara para mostrar la imagen del mando que se le ha enviado. En la aplicación Android han quedado guardadas las coordenadas de los botones, por lo que ya podría empezar la sesión de juego.
Durante una sesión de juego estandar, el dispositivo Android recibirá pulsaciones del jugador en la pantalla, calculará el botón al que corresponde y enviará al ordenador un array de 10 bytes en los que irá la información necesaria para saber la acción que ha hecho el jugador y reaccionar consecuentemente.

[ADJUNTAR IMAGEN DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL ARRAY + POSTERIOR EXPLICACION DEL SIGNIFICADO DE CADA COSA Y LOS VALORES QUE PUEDE TOMAR]

4.5. El uso de los QR para inicio de conexión

Los QR's son los códigos de barras 2D, la razón por la que se ha elegido esta tecnología para sincronizar el dispositivo Android con el juego en ejecución en Unity es debido a que es una tecnología que ambos sistemas saben interpretar y porque actualmente es un estándar, a parte nuestro usuarios ya tienen el propio dispositivo móvil en sus manos listo para sincronizar y pasar

a ser su mando. En la mayor parte de ocasiones, este contenido es una URL específica, en el caso de este proyecto, lo que contiene el QR es la direcciíon IP del equipo que está ejecutando el juego de Unity. A su vez contiene el puerto donde el dispositivo Android debe conectarse y mandar sus mensajes. Una vez leido el QR, la aplicación Android guarda estos datos para que el juego pueda comenzar y el QR pueda desaparecer.

4.6. Pantalla secundaria y controlador

Como se dijo en el capítulo 2, para este proyecto se ha usado de referencia las consolas Wii U de Nintendo y PlayLink de Sony. Se quiere que los desarrolladores de los juegos hecho en Unity pudiesen mostrar elementos del juego como un mapa, un inventario o unas notas que seguir fuera del HUD de juego para que este no se viese saturado.
Es por esta idea, por lo que a la aplicación de Android se le ha dado la capacidad de recibir imágenes y mostrarlas por la pantalla del Android. Con esto se da la posibilidad de enviar una imágen que ya haya sido creada con anterioridad o incluso se abre la posibilidad de enviar lo que está renderizando una cámara dentro del juego en tiempo real y hacer que nuestro dispositivo Android lo muestre.
Esto lo que implica es que la comuncicación entre la aplicación Android y el juego de Unity va a ser constante y se corre el riesgo de saturar la red. Para solventar este posible fallo, se decidió comprimir la imagen que se enviaba a formato PNG. Este formato fue el elegido porque tanto Unity como Android dan soporte de compresión y descompresión de manera eficaz.

Capítulo 5

Desarrollo de la aplicación de Android

Resumen:

5.1. Manejo de actividades

Toda aplicación de Android está basada en el manejo de actividades. El ciclo de vida de Android establece el framework que cualquier aplicación va a seguir y en los casos en los que hay que prestar especial atención a las interacciones con usuario. Debido a que es Android el que gestiona la actividad, siempre se tiene que tener en cuenta que el usuario puede minimizar, salir o incluso cerrar la aplicación de manera abrupta debido a un apagón en el dispositivo.
En el caso particular de este proyecto, se quiere usar la cámara para poder leer el código QR y así obtener la información necesaria para iniciar una comunicación con la aplicación ejecutada en PC. Tras leer el código, la interfaz necesita cambiar para mostrar el mando que se quiere usar para jugar.
Para resolver este problema se ha planteado la creación de una segunda actividad cuando se lea un QR válido. El funcionamiento de esto hace que la actividad con la que arranca la aplicación sea la de una cámara usando el API proporcionado por Android. Esta cámara está ejecutándose hasta que lee un código QR válido y crea una nueva actividad que es en la que se muestra el mando para empezar a jugar.
La primera actividad con la que se inició la aplicación termina y se queda como actividad principal la segunda, que se ha creado al leer el QR. Con esto se consigue un reseteo de la interfaz para que esta pueda ser modificada.

5.2. Interfaz del modo mando

La interfaz de la nueva actividad cambia por completo respecto a la que habia con el modo cámara. Esta interfaz muestra el mando seleccionado en la aplicación de PC. Este mando emula la posición de los botones del mando seleccionado. La posición de estos botones tiene que variar con respecto a la resolución de la pantalla de cada dispositivo.
Para hacer esto posible, la aplicación de PC tiene guardado un XML con cada uno de los mandos. Este documento describe la posición de los botones en una resolución estándar que varía con respecto a una cosntante que viene dada por la resolución de cada dispositivo. Una vez la aplicación de PC calcula los valores de los puntos donde deben situarse los botones, este se los manda de vuelta al móvil para que este los muestre en la interfaz. Esto hace que en el XML no se tengan almacenadas todas las posibles combinaciones de la posición de los botones ya que esto sería un trabajo tedioso y por un error humano, hay combinaciones que pueden ser olvidadas a la hora de rellenar el documento.
Por otra parte, la interfaz de la aplicación Android está preparada para mostrar una imagen de fondo que puede ser estática o cambiante. Este modo deberá ser activado por el desarrollador de cada juego y será notificado a la aplicación Android en forma de flag.
En la demo realizada para este proyecto se ha puesto como fondo de la aplicación los frames capturados por la cámara de Unity para que pueda usarse el teléfono como pantalla y mando a la vez en el caso de querer usar el ordenador para otra tarea.

5.3. Manejo de hilos de ejecución

Para que todas las tareas mencionadas hasta ahora sean posibles, es útil el uso de hilos y una gestión minuciosa para no causar ningún problema de concurrencia.
La aplicación que se ha propuesto para este proyecto crean 2 hilos adicionales, estos hilos van a encargarse de recoger el input del usuario y mandarlo a la aplicación de PC, tambien van a encargarse de recibir la imagen de fondo, descomprimirla y plasmarla como fondo de la aplicación.
El primer hilo de ejecución y el que siempre va a estar activo es el que va a recoger el input del usuario. Este hilo, gracias al API de Android, tiene la capacidad de guardar la posición donde ha tenido lugar el input del usuario. A su vez, tiene guardados los hotspots de cada botón debido a los datos recibidos con anterioridad por la aplicación de PC. Para saber si el usuario ha pulsado en uno de los botones del mando, el hilo comprueba si este punto coincide con alguno de los hotspots y en caso afirmativo, activa el flag correspondiente a ese botón y lo manda a la aplicación de PC para

que este ejecute la lógica de la acción que debe ocurrir al pulsar dicho botón (moverse, saltar, etc). Esto también ocurre al levantar la pulsación de un botón.
El segundo hilo se usa exclusivamente para el tratado de la imagen de fondo. En el caso de que el desarrollador del juego no quiera usar una imagen de fondo, este hilo no va a necesitarse por lo que no se creará. Dado el caso de que se use, este hilo únicamente recibe información que en nuestro caso es una imagen en formato PNG comprimido. Este hilo es el encargado de descomprimir la imagen, adaptarlo a la resolución del teléfono y modificar la imagen que se muestra en el fondo de la aplicación. Tanto si la imagen es estática como si se quiere enviar un streaming de imágenes, el tiempo de latencia es de 15ms de media por lo que es prácticamente inapreciable para el ojo humano, cuya latencia aceptada es inferior a 13ms.

Capítulo 6

Desarrollo de la aplicación de Unity

Resumen:

6.1. Establecimiento de conexión

El motor de videojuegos de Unity está construido usando el lenguaje de programación C#. Con el uso de este lenguaje de programación, se abre el abanico de frameworks que pueden usarse para complementar cualquier aplicación programada en este lenguaje. Uno de estos frameworks es .NET. El framework .NET fue desarrollado en 2002 por la empresa Microsoft y en este proyecto se usa para el apartado de comunicación por red de Unity y una aplicación ejecutada en Android. .NET hace énfasis en la independia de las plataformas en la que se ejecuten las aplicaciones que se quieren comunicar, este el motivo de su uso en este proyecto. La versión a utilizar es la 4.7.2 y únicamente se usa como API de envío y recepción de mensajes en un socket.

Como se ha explicado en capítulos anteriores, en este proyecto se comunican 2 aplicaciones: una ejecutada en un ordenador y otra en un dispositivo Android. Para iniciar la conexión entre estos es necesario el uso de un servidor que reciba datos y un cliente que los envíe.
En la primera parte de este proyecto el servidor es inicializado y ejecutado en la aplicación de PC, en un hilo aparte que se encarga de recibir el Input del jugador pero este punto se explicará con más profundidad en el apartado siguiente. Para poder emparejar ambos dispositivos, se llegó a la conclusión de que un QR era la opción menos intrusiva y a la vez más cómoda para el usuario ya que con un simple gesto, todo estaría emparejado y conectado sin que el usuario tuviese que hacer ninguna acción más. Este código QR, a

diferencia de en su uso cotidiano, no lleva una URL en su interior sino que lleva la IP del ordenador donde se está ejecutando la aplicación de Unity y el puerto al que deben enviarse los datos. La única premisa para que ambos dispositivos se emparejen, es que ambos estén conectados a la misma red.
Para conseguir la IP del PC cada vez que ejecutamos la aplicación y que esta sea diferente en cada red a la que nos conectamos, usamos la API de .NET una vez más para tener acceso al DNS y que este nos de la dirección IP del ordenador.

6.2. Recepción de Input

Tal y como se dijo en el capítulo anterior, la aplicación de Android envía por red el botón que se ha pulsado. Esto cuando llega a la aplicación de PC es leído e interpretado, lo único que se necesita es saber el significado de la ristra de bytes que se envían pero eso ya fue explicado en el capítulo 4 en el apartado donde se explica el protocolo de conexión. Una vez hecho esto, hay que leer los bytes referidos al movimiento desde una clase exterior al servidor y que ya ejecute API de Unity porque el servidor como tal es independiente de Unity y sólo usa .NET.
Esta última opción es la que se plantea y se usa en el ejemplo que se ha hecho para demostrar el funcionamiento de este proyecto. Para que estos datos sean leídos correctamente sin ser borrados o alterados, desde el servidor se rellena un array que se encuentra en la clase del movimiento del jugador.
Hacer este guardado permite leer el array una única vez y una vez que se ha rellenado se ejecuta el Update de la clase encargada del movimiento del jugador, lo que hace que este se mueva y no entre en concurrencia con el resto de datos entrantes por el servidor tras el Input del jugador desde la aplicación de Android.

6.3. Envío de imagenes por red

Como feature adicional a lo planeado en un inicio, se propuso la idea de poder usar el dispositivo Android como un mapa interactuable o incluso como pantalla secundaria. La idea era dar la mayor libertad creativa al desarrollador del videojuego.
Para hacer esto posible se ha implementado un API que coge la textura de una cámara de Unity y la envía por red. La imagen que posteriormente va a ser enviada, es cogida de una cámara de Unity y guardada en otra textura 2D. Esta nueva textura es leída y transformada a PNG, lo que la comprime. Tras ser enviada, la textura es recibida en un formato comprimido que se descomprime en la aplicación Android para ser mostrada como fondo de la pantalla. Todo este proceso se lleva a cabo en en un hilo que se ejecuta concurrentemente en la aplicación de PC. Este hilo tiene la opción de no ejecutarse

ya que el desarrollador puede elegir si necesita o no que su videojuego envíe una imagen de fondo o solamente reciba Input del jugador. Con esto puede enviarse una imagen pero en la demostración hecha para este proyecto se envía constantemente el contenido de la cámara principal del videojuego para que en el fondo de la aplicación se vea el juego de una manera fluida.

Capítulo 7

Conclusiones

Resumen:

7.1. Conclusiones Pablo

7.2. Conclusiones Sergio