



TELECOMUNICACIÓN

Campus Sur
POLITÉCNICA

MEMORIA DE PRÁCTICA EXTERNA
ETS DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE
TELECOMUNICACIÓN
UPM

César Luaces Vela

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DATOS IDENTIFICATIVOS DE LAS PRÁCTICAS EXTERNAS:.....	1
1. INTRODUCCIÓN:.....	2
2. INFORMACIÓN DE LA ENTIDAD COLABORADORA	3
3. ENMARCAR LAS PRÁCTICAS EN EL CONTEXTO DE LA ENTIDAD	4
4. OBJETIVOS DE LAS PRÁCTICAS, TAREAS Y ACTIVIDADES REALIZADAS.....	5
5. TECNOLOGÍAS Y MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS.....	7
6. COMPETENCIAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS CON LAS PRÁCTICAS	8
7. CONCLUSIONES	9
8. DIARIO DE PRÁCTICAS,	10

INSTRUCCIONES:

Se recomienda completar una cara por cada uno de los epígrafes a desarrollar, a excepción del nº4, “Objetivos de las prácticas...”, que debe tener mayor contenido (dos caras)

1. INTRODUCCIÓN:

Desarrollo de una aplicación para la conexión del hardware Kinect V2 con el software de edición UNITY 3D, para permitir el control de las aplicaciones diseñadas en él con dicho hardware.

La aplicación constará de dos partes claramente separadas; por un lado se ha diseñado un middleware que actúa como aplicación independiente, y que recibe la información suministrada por el Hardware Kinect V2. Dicha información constará de un nombre asociado a la articulación que realiza el movimiento y la rotación asociada a la misma dada en forma de cuaternión.

Estos datos posteriormente se encapsulan en una cadena de texto y son remitidos al software de edición Unity 3D mediante un envío de paquetes UDP.

En el software Unity 3D se encuentra la segunda parte de la aplicación diseñada. En ella se recibirán los datos de las articulaciones enviadas por el Middleware y se asociarán a un esqueleto previamente diseñado que consta de las mismas articulaciones que el esqueleto que Kinect detecta, de manera que las rotaciones detectadas por Kinect se apliquen a las articulaciones del esqueleto en cuestión.

Una vez hecho esto, se obtiene un esqueleto que copia los movimientos corporales detectados por Kinect, de manera que sea posible asociar posteriormente las distintas articulaciones de un modelo generado en otra aplicación de modelado, por ejemplo Blender, al esqueleto que reproduce los movimientos detectados.

Así el objetivo del proyecto será la implementación de toda esta tecnología desarrollada en un videojuego que permita a personas con distintos tipos de diversidad funcional, llevar a cabo toda una serie de ejercicios de rehabilitación a través de los movimientos que realizará también el personaje del videojuego.

Actualmente se realiza también en paralelo con este proyecto uno iniciado anteriormente que, compartiendo el mismo objetivo, utiliza para ello el hardware Kinect V1 y el software para el diseño Blender.

2. INFORMACIÓN DE LA ENTIDAD COLABORADORA

El CITSEM (Centro de Investigación en Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad) forma parte de la infraestructura de I+D+i del Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid y se encuentra en el edificio de La Arboleda de dicho campus. Este centro está dedicado a la investigación de nuevas aplicaciones de las tecnologías básicas, especialmente en los ámbitos de la innovación y la sostenibilidad.

El CITSEM ha sido promovido por tres grupos de investigación reconocidos por la UPM: Grupo de Tecnología Software y Sistemas (SYST), Grupo de Diseño Electrónico y Microelectrónico (GDEM), y Grupo de Redes y Servicios de Próxima Generación (GRyS); el primero de la ETSISI y los otros dos de la ETSIST. En total cuenta con más de cuarenta investigadores a tiempo completo y se integra, como un actor más, en la estrategia de promover y fortalecer la I+D+i que se hace en el Campus Sur de la UPM, así como contribuir al desarrollo de la docencia de postgrado y doctorado, para lo cual favorecerá la participación de estudiantes a través de proyectos fin de grado, de máster y tesis doctorales, en sus trabajos de I+D+i.

El Centro de Investigación en Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad (CITSEM) tiene como actividad principal el aprovechamiento de las tecnologías básicas en las que sus miembros tienen experiencia, tecnologías software y multimedia, en un contexto de sostenibilidad, con las siguientes misiones:

- La realización por propia iniciativa de proyectos y otras tareas de investigación, desarrollo e innovación en el ámbito de las tecnologías software y multimedia con especial orientación hacia la sostenibilidad, así como la difusión de los resultados alcanzados con el fin de incrementar el conocimiento científico y los recursos tecnológicos al alcance de su entorno socio-económico.
- Colaborar con otras entidades (públicas o privadas) en la realización de proyectos de investigación, desarrollo y/o innovación en el ámbito de las tecnologías software y multimedia que contribuyan al logro de sus objetivos empresariales o de servicio público.
- Transferir e intercambiar información y resultados de sus trabajos con otras entidades públicas o privadas.
- Realizar trabajos específicos, informes o labores de asesoría para empresas privadas o instituciones públicas en el ámbito de las tecnologías software y multimedia.
- Impartir formación de postgrado tanto para salida profesional como investigadora (doctorado).
- Organizar e impartir cursos de especialización y perfeccionamiento, seminarios, conferencias y otras actividades de análoga naturaleza, en el ámbito de las tecnologías software y multimedia.

3. ENMARCAR LAS PRÁCTICAS EN EL CONTEXTO DE LA ENTIDAD

Las prácticas se han enmarcado dentro del proyecto “Blexer”, el cual forma parte de la investigación de tecnologías de Realidad Aumentada desarrollado en el CITSEM, y está orientado a la implementación de interfaces naturales con Kinect y Blender, y que en este caso se amplía para su implementación también con el software de desarrollo Unity 3D, con lo que se utilizó como base para el desarrollo parte del trabajo desarrollado por otros compañeros en años anteriores.

La supervisión del proyecto ha estado a cargo de Martina Eckert, tutora y profesora de la UPM a cargo del grupo de trabajo “BodyGroup”, quien, tal y como se ha comentado anteriormente, además de encargarse de la asignación de trabajos y mecánicas de desarrollo, también ha facilitado a los integrantes del proyecto las aplicaciones generadas en años anteriores, indicando tanto su funcionalidad como las mejoras a aplicar en ellas. Todo esto se trataba en reuniones normalmente semanales de todo el equipo.

Como parte del proceso de prueba del contenido desarrollado, se ha tenido la oportunidad de realizar una prueba práctica de los minijuegos a una fisioterapeuta para poder mejorar los ejercicios de cara a la rehabilitación del paciente, que aunque actualmente no forman parte de lo desarrollado en estas prácticas, si será útil en la siguiente fase de desarrollo del proyecto.

4. OBJETIVOS DE LAS PRÁCTICAS, TAREAS Y ACTIVIDADES REALIZADAS

Tal y como se comenta al principio de este documento, el objetivo de estas es la creación de un sistema de comunicación entre el hardware Kinect V2 y el software de desarrollo Unity 3D, donde en el futuro se generan distintos juegos que se utilizarán para la rehabilitación de personas con movilidad reducida.

Las labores que se han llevado a cabo a lo largo del periodo de prácticas han sido las siguientes:

- Crear un middleware que se ocupe de la conexión de Kinect V2 y de la recepción de los datos que este suministra.
- Generar un sistema de transmisión entre el middleware creado y el software Unity 3D.
- Recibir y tratar los datos recibidos por Unity 3D desde el middleware.
- Aplicar los datos previamente recibidos al esqueleto generado en Unity 3D.
- Hacer que el modelo importado en Unity 3D siga los movimientos del esqueleto de recepción.

4.1.- Creación del Middleware:

Para la creación del middleware se ha utilizado el entorno de programación Visual Studio, implementando el código en lenguaje C#.

Para ello se comenzó descargando el SDK que Kinect V2 proporciona en el que se encuentran distintos ejemplos de código, que con una gran cantidad de cambios, se utilizó para generar una clase que, por este orden, iniciase Kinect V2, solicitara la información asociada al cuerpo y la almacenase como cadena de texto para su posterior envío.

Aunque inicialmente solo se creó un mecanismo de recepción para elementos tipo "BODY", que es como Kinect V2 llama al conjunto de articulaciones de un cuerpo, posteriormente fue necesaria la implementación de un mecanismo similar al anterior que también recibiese elementos tipo "FACE", donde, a parte de la información de expresión de la cara, se incluye también la rotación de la cabeza, que, según se comentó al equipo de desarrollo, debía formar parte también de las articulaciones a rehabilitar.

4.2.- Generación del sistema de transmisión Middleware – Unity 3D:

Para la tarea de comunicación entre el middleware y Unity 3D se ha utilizado un mecanismo de transmisión por paquetes UDP. En cada uno de ellos, y mediante una cadena de texto, se incluirá la información completa de un elemento tipo BODY comentando anteriormente, es decir, en cada paquete se incluyen todas las articulaciones y las rotaciones en forma de cuaternión asociadas a cada una de ellas.

El sistema de envío UDP se implementó mediante una clase desarrollada también con lenguaje C# en el entorno de desarrollo Visual Studio.

El resultado final se muestra a continuación:

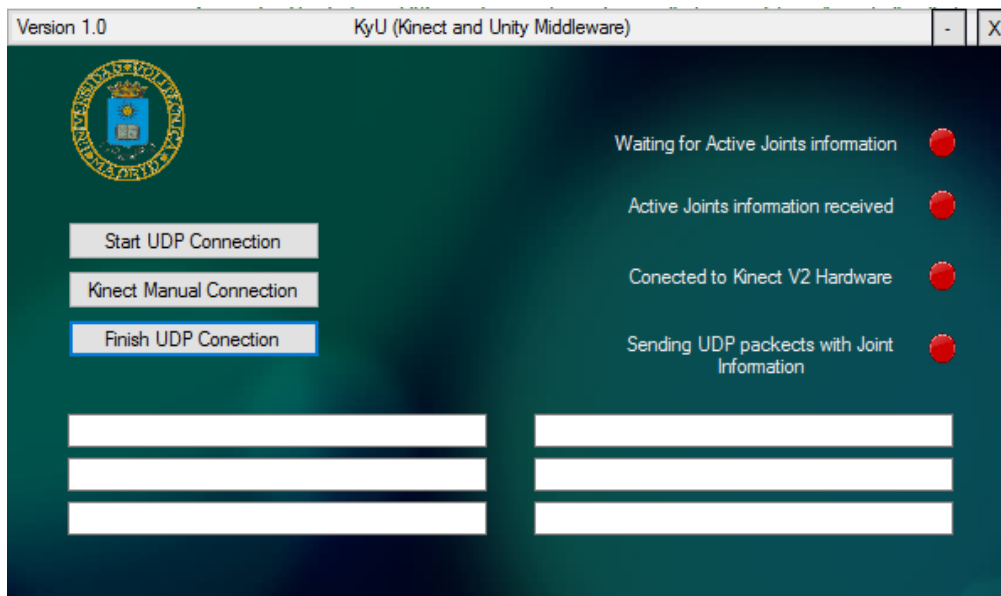


Figura 1

En la Figura 1 se muestra como aparece el middleware de conexión cuando este es iniciado. Si se analizan los botones que se encuentran a la izquierda de la pantalla:

“Start UDP conexión”.- Inicia la conexión con el Hardware Kinect V2 e inicializa el socket de conexión UDP para la transmisión y recepción de datos a los puertos indicados.

“Kinect Manual Connection”.- Permite la conexión y envío de datos directamente de Kinect V2 al puerto UDP indicado sin necesidad de recibir la petición previa del software Unity 3D.

“Finish UDP Connection”.- Finaliza la conexión UDP cerrando todos los sockets de envío y recepción, y también cierra el canal de conexión entre Kinect V2 y el middleware.

Para iniciar el middleware se ha de pulsar el botón de *“Start UDP Connection”* pasando a la figura que se muestra a continuación.

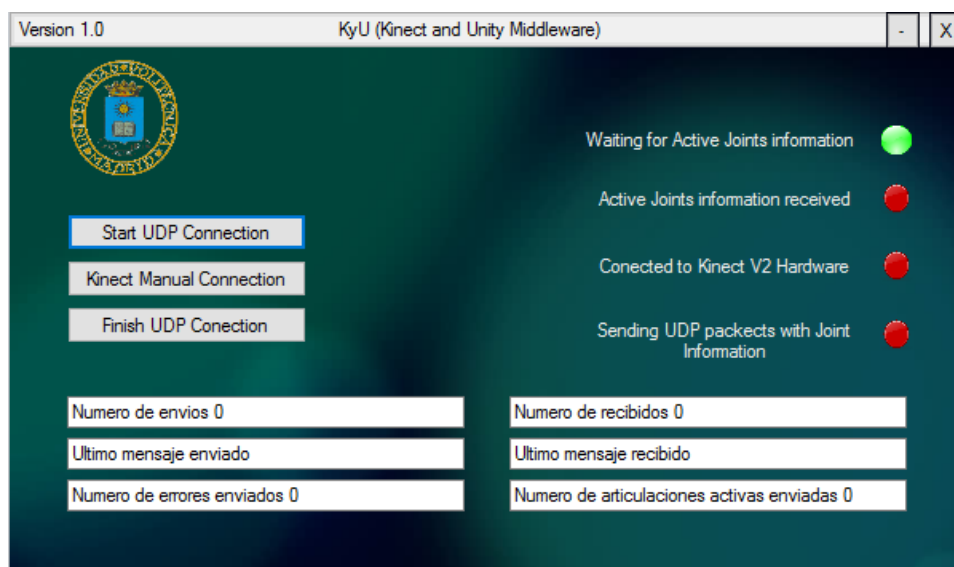


Figura 2

4.4.- Aplicación de los datos recibidos al esqueleto de recepción:

Mediante un Script diseñado también en lenguaje C# dentro ya del software Unity 3D, se aplican en tiempo real las rotaciones recibidas al esqueleto de recepción:

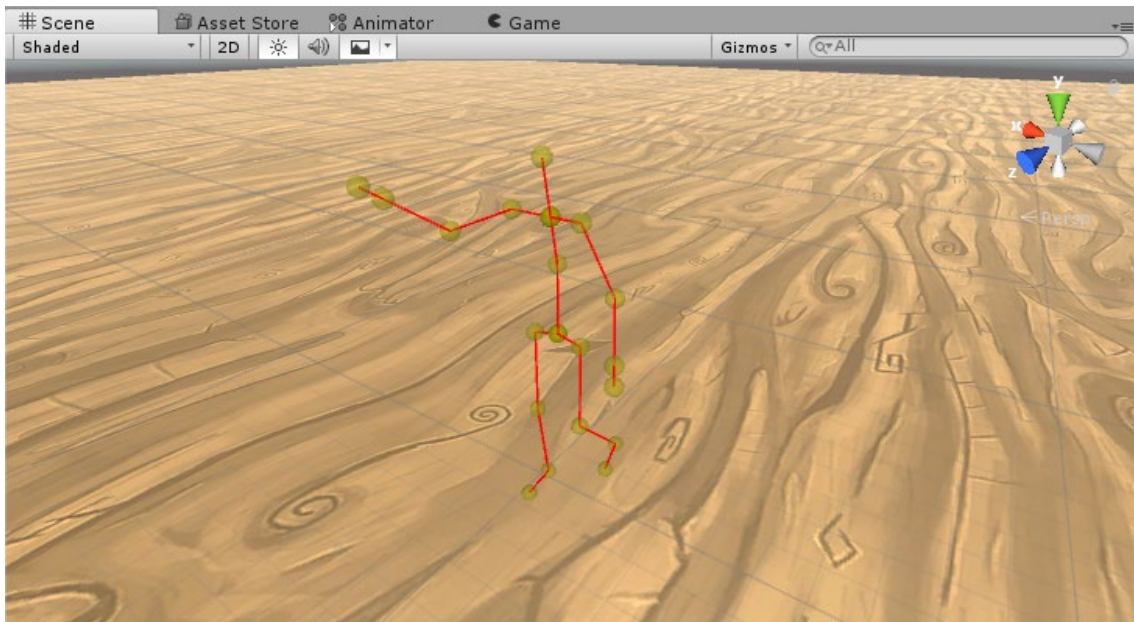


Figura 6

En la figura mostrada en la parte superior de este texto se muestra el movimiento del esqueleto de recepción de Unity 3D, al recibir la información de un usuario realizando un movimiento de “saludo” con la mano derecha.

Se puede apreciar como el movimiento es fluido e imita de forma muy realista al que se espera que un cuerpo humano realice.

4.5.- Asociación de un modelo importado a Unity 3D al esqueleto de recepción:

Para esta tarea, aparte del personaje modelado con un esqueleto interno que se importa en Unity, será necesario crear una herramienta que de forma gráfica e intuitiva permita realizar el emparentamiento entre el personaje modelado y dicho esqueleto. Esta herramienta se incluye junto el esqueleto de recepción con el nombre de KinectHost y tiene la siguiente forma:

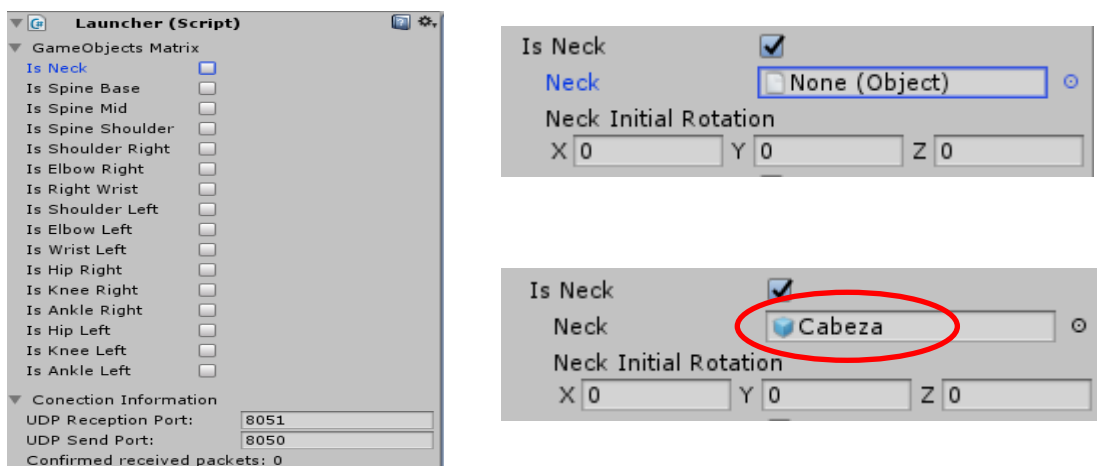


Figura 7

En la figura 7, a la izquierda se encuentra el aspecto que tiene inicialmente la herramienta. En ella aparecen las articulaciones que Kinect envía con una caja de selección asociada, que al ser pulsada muestra un desplegable con el GameObject (que en este caso será cada una de las partes corporales del modelo generado) al que se desea asociar dicha articulación, de forma que cuando el esqueleto de recepción de Kinect rote, cada una de las partes del modelo asociado roten también de forma solidaria con él.

Las figuras de la derecha muestran el desplegable que aparece al seleccionar la opción “Is Neck”, indicando al software que el modelo importado tiene cabeza. La primera figura muestra el campo “Neck” vacío que es como aparece por defecto, como en este caso el objeto asociado se llama “Cabeza”, se procede a asociar este con la herramienta.

También se incluyen unos campos para las rotaciones iniciales por si fuera necesario realizar alguna corrección en las rotaciones recibidas.

Tal y como se comenta al comienzo de este punto, es necesario importar, desde un software que permita este tipo de operaciones, el modelo sobre el que se aplicaran las rotaciones del esqueleto de recepción. En este caso, se utilizó el software de modelado Blender para el diseño del modelo, que permite una importación muy simple consistente únicamente en guardar el modelo en cuestión en un formato de intercambio específico para estas operaciones llamado *FBX*. El resultado se muestra en la figura 8:

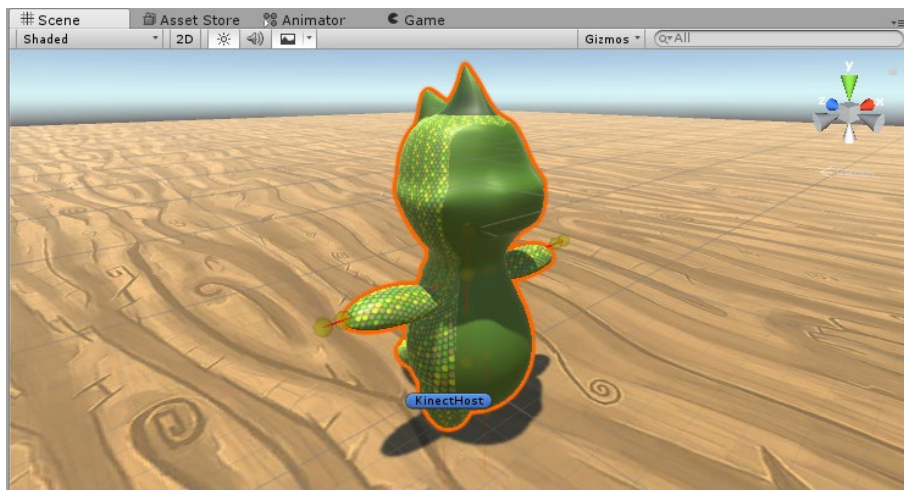


Figura 8

Hay que tener en cuenta que para garantizar que los movimientos del modelo importado sean lo más fiel posible a los del esqueleto de recepción será necesario colocar con la mayor precisión posible las articulaciones del esqueleto de recepción en la posición en la que esa articulación estaría en el modelo importado. Para ello cada articulación del esqueleto de recepción actúa como un objeto que, por un lado, depende de la rotación de la articulación a la que está emparentado, siguiéndola si esta rota, y que, por otro lado, tendrá también otra serie de articulaciones asociadas a ella, que dependen de su rotación.

De esta manera, dado que la posición de una articulación del esqueleto de recepción respecto al resto de articulaciones de este puede ser variada, es posible modificar la morfología del esqueleto en cuestión para permitir que se ajusten a las articulaciones que se definieron en el modelo importado.

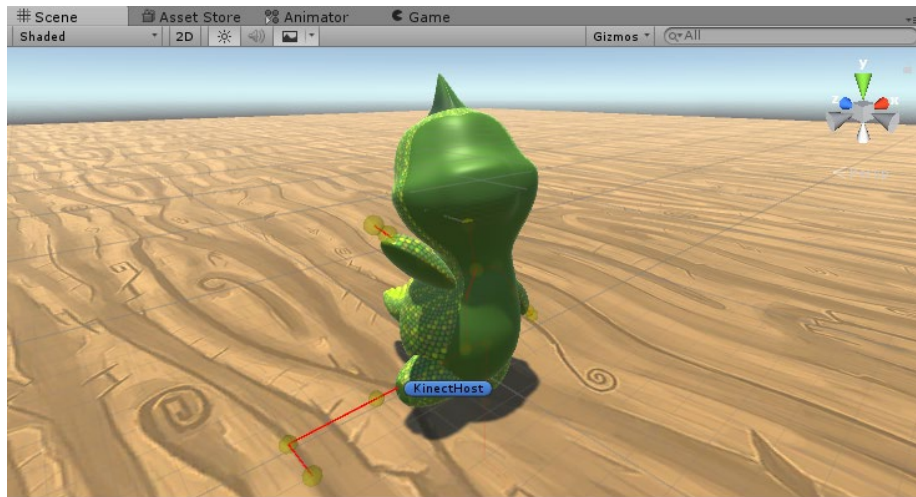


Figura 9

Por último se muestra la figura 9 con el modelo importado siguiendo los movimientos del esqueleto de recepción al que se le aplican las rotaciones entregadas por Kinect V2 .

Para este caso, y dado que el modelo importado solo tiene 5 articulaciones reales, (Brazo derecho, Brazo izquierdo, Pierna derecha, Pierna izquierda y Cabeza) únicamente fue necesario colocar cabeza, hombros y caderas del esqueleto de recepción en la posición en la que esas articulaciones están en el modelo.

De esta manera, si el modelo fuese más complejo, es decir tuviese más articulaciones, solo hay que asociar cada una de ellas a la articulación que realiza el movimiento de esa zona del cuerpo en el esqueleto de recepción, de manera que, aunque se diera el caso de un modelo importado que tuviera más articulaciones que el propio esqueleto de recepción, al seguir este sistema de emparentamiento, el movimiento del modelo seguiría de la misma manera al del esqueleto de recepción, pese a que parte de las articulaciones del modelo importado no estén asociadas a otras del esqueleto de recepción.

5. TECNOLOGÍAS Y MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS

Para la realización de las tareas descritas a lo largo de este documento se han utilizado las siguientes herramientas tecnológicas:

- **Blender:** Software de libre distribución que permite la creación de modelos en 3D y su animación. Utilizado para la creación del esqueleto de recepción en Unity 3D.
- **Visual Studio:** Software de libre distribución que permite la implementación de código vía script en distintos lenguajes, permitiendo también el desarrollo del entorno gráfico asociado a la aplicación de manera simple. Utilizado para la creación del Middleware.
- **Sensor Kinect V2:** Dispositivo comercializado por Microsoft. Permite la detección de un cuerpo humano en un entorno en 3 dimensiones, generando su esqueleto interno e indicando 30 veces por segundo la rotación o posición en el espacio de las distintas articulaciones creadas. Estos cálculos los realiza mediante dos cámaras, una de las cuales es de tipo Infrarrojo, lo que permite que, mediante un emisor de infrarrojos, se puedan realizar estos cálculos.
- **Unity 3D:** Entorno de desarrollo de videojuegos, que para la fase de desarrollo del producto es gratuito. Es donde se generaran todas las lógicas asociadas a los juegos, tanto visuales como de funcionalidad, con lo que es donde se realizará la mayor parte del trabajo.

6. COMPETENCIAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS CON LAS PRÁCTICAS

Dadas las distintas tareas que se debieron realiza en estas prácticas, es posible dividir las competencias adquiridas en 2 bloques:

Por un lado las relacionadas con el middleware y la transmisión y recepción de los datos a él asociados. En ellas se profundizó en temas relacionados sobre todo con el sistema de envío de información vía UDP (tratado en RROO) y con la gestión de hilos independientes en ejecución, pero que comparten información entre ellos (tratado en SSOO), profundizando en estos campos y pudiendo aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos.

Por otro lado están las tareas relacionadas con la utilización de los datos que Kinect V2 entrega. Estas se basaran en la aplicación de conceptos relacionados con entornos de trabajo gráficos en 3 dimensiones, como son por ejemplo los cuaterniones. Dado que es la parte funcional de la aplicación realizada es a la que más tiempo se le ha dedicado, permitiendo ampliar en gran medida los conocimientos previos sobre este tema.

Por último, dado que todo el desarrollo del proyecto se realizó en el lenguaje de programación C#, el avance adquirido en el uso de este lenguaje ha sido también muy grande.

7. CONCLUSIONES

Puedo decir que estoy muy satisfecho con el desarrollo de estas prácticas ya que, además de permitir profundizar en gran medida en el manejo del software “Unity 3D” y en la programación en el lenguaje C#, también se han desarrollado en un ambiente que permite al participante tomar las decisiones que él considere oportunas para la resolución de los distintos problemas que a lo largo del proceso han ido surgiendo, revisando luego su funcionalidad en las reuniones grupales, de manera que el aprendizaje ha sido continuo y compartido por todos los integrantes del equipo.

También, y como es lógico, el hecho de que sea un tipo de investigación orientada a la rehabilitación de personas con movilidad reducida, también le da a estas prácticas un aprendizaje personal de gran importancia, más allá del conocimiento técnico adquirido.

8. DIARIO DE PRÁCTICAS,

Semana 1 (6-10 de marzo): Inicio de las prácticas. Reunión con la tutora de las mismas Martina y mis compañeras del proyecto “Blexer”: Mónica, Cristina y Yadira. Recopilación de información y documentación del trabajo ya hecho otros semestres.

Semana 2 (13-17 de marzo): Inicio del desarrollo del middleware para la conexión entre Kinect V2 y Unity 3D.

Semana 3 (20-24 de marzo): Se termina el desarrollo del middleware. Se confirma que se accede de forma correcta al hardware Kinect V2 y se envían de forma correcta datos de rotación de las articulaciones.

Semana 4 (27-31 de marzo): Desarrollo del esqueleto de recepción en Blender y exportación del mismo a Unity 3D.

Semana 5 (3-7 de abril): Estudio del sistema de transmisión de rotaciones que utiliza Kinect V2, en concreto los cuaterniones. Se utiliza la semana en conocer, ¿Qué son?, ¿Qué usos tienen? Y ¿Cómo se utilizan en entornos gráficos de desarrollo?

Semana 6 (10-14 de abril): Semana Santa. Aplicación de correcciones al middleware para su adaptación al esqueleto de recepción de Unity 3D.

Semana 7 (17-21 de abril): Implementación final del esqueleto de recepción de Unity 3D.

Semana 8 (24-28 de abril): Importación de modelos de Blender a Unity 3D. Se analiza la forma y los posibles problemas que pueden aparecer

Semana 9 (1-5 de mayo): Se sigue con la importación de modelos y con la mejora de la herramienta de recepción de Unity 3D en función de los problemas que van apareciendo al importar modelos.

Semana 10 (8-12 de mayo): Reunión con una fisioterapeuta. Se le enseña el trabajo realizado hasta el momento y ella nos explica el tipo de ejercicios de rehabilitación más adecuados.

Semana 11 (15-19 de mayo): Se sigue con la importación de modelos y con la mejora de la herramienta de recepción de Unity 3D, teniendo en cuenta ahora lo indicado por la fisioterapeuta.

Semana 12 (22-26 de mayo): Se le realizan las últimas mejoras tanto al middleware como a la herramienta de recepción de Unity, para incluir algunas características más, como es la rotación de la cabeza.

Semana 13 (29 de mayo-2 de junio): Al estar en la fase final de las prácticas, se procede a la realización del informe final y a la revisión y documentación del código escrito a lo largo del proyecto.