

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas se han realizado en El Centro de Investigación en Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad (CITSEM) y la duración de estas era de un total de 135 horas correspondientes con la adquisición de 4,5 ECTS.

El objetivo principal de estas prácticas es el desarrollo, la subsanación de errores y la continuación de un videojuego serio, que involucra la captación de movimiento del usuario mediante una cámara de Windows empleada para consolas de Xbox One (Kinect V2.0), además de la posterior traslación de dichos movimientos al espacio del motor de videojuegos (Unity3D). “Phiby’s Adventures 3D” es el nombre del videojuego ejecutado en Unity 3D, tiene una finalidad terapéutica y está dirigido a usuarios infantiles con problemas de movilidad para que realicen ejercicios de una forma amena y entretenida.

La historia de Phiby’s Adventure se ha planteado de forma que resulte llamativa para los niños, imitando la sensación típica de un juego de aventuras y exploración. Se ubica en una isla lejana, donde habitan una familia de dragones. Phiby, es el protagonista y el menor de cuatro hermanos, pero el más inteligente. Él será el encargado de salvar la isla de las manos y control de su hermano Ra, para ello deberá ir superando diferentes obstáculos y realizando una serie de minijuegos o ejercicios.

El proyecto no solo se basa en el desarrollo del videojuego, sino que también tiene en cuenta al usuario, las interfaces necesarias, el software empleado y un grupo de profesionales.

El videojuego va dirigido a un público en específico que son principalmente niños con problemas de movilidad los cuales recibirán el producto gracias a la comunicación establecida con sus centros educativos. Continuando con los grupos diferenciados en la Figura 1 se encuentran los desarrolladores, este grupo es el encargado de desarrollar el videojuego, interconectar el dispositivo de captación de imágenes mediante Kinect con el motor de videojuego Unity y gestionar el intercambio de datos mediante la creación y utilización de una web. En dichos datos se guardan los resultados obtenidos por los usuarios permitiendo al grupo de terapeutas visualizarlos y personalizarlos para cada niño según sus estadísticas propias.



Figura 1. Clasificación de participantes en el Proyecto según su aportación.

2. INFORMACIÓN DE LA ENTIDAD COLABORADORA

Las prácticas han sido realizadas de forma presencial en el CITSEM, que es un centro localizado en el Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid, encargado de fortalecer y promover la I+D+i junto con la captación de talento investigador. Fue creado en el año 2011 y sus objetivos se encaminan hacia el campo de las tecnologías software y multimedia realizando actividades como:

- Liderazgo y participación en proyectos de I+D+i en el ámbito de las tecnologías software y multimedia con especial orientación hacia la sostenibilidad.
- Colaboración con entidades (públicas o privadas) en la realización de proyectos de I+D+i que contribuyan al logro de sus objetivos empresariales o de servicio público.
- Valorización y transferencia de los resultados de sus trabajos a entidades públicas y privadas del sector tecnológico.
- Difusión de los resultados de investigación alcanzados con el fin de incrementar el conocimiento científico.
- Realización de trabajos específicos, informes o labores de asesoría para empresas privadas o instituciones públicas.
- Organización de seminarios, congresos y conferencias y docencia de posgrado y doctorado en el ámbito de sus líneas de trabajo.

El CITSEM se encuentra dividido en 3 subgrupos de investigación reconocidos por la UPM, el Grupo de Diseño Electrónico y Microelectrónico (GDEM), el Grupo de Tecnología Software y Sistemas (SYST) y el Grupo de Aplicaciones Multimedia y Acústica (GAMMA).

Las prácticas seleccionadas pertenecen al subgrupo GAMMA, compuesto por investigadores especializados en diversos ámbitos (procesado de señal, la acústica y la gestión de empresas y la lingüística aplicada a la ciencia y la tecnología). Las líneas de investigación que llevan a cabo son:

- Gamificación (diseño y desarrollo de juegos serios para entornos educativos).
- Interfaces naturales inteligentes para personas con discapacidad física potenciando la realización de ejercicios de rehabilitación mediante juegos. Mejora de la comunicación entre el paciente y el médico o terapeuta.
- Procesado de imagen médica, segmentando y clasificando las estructuras anatómicas mediante tratamiento digital de imagen.
- Acústica virtual, recreando entornos acústicos a partir de la estimación de la respuesta impulsiva del recinto. Virtualización de escuchas con diferentes tipos de señales.
- Psicoacústica, localizando espacialmente de fuentes sonoras. Simulación del sistema auditivo.
- Procesado de la señal de voz (reconocimiento, síntesis y análisis de voz) para aplicaciones médicas.
- Gestión del conocimiento: técnicas, herramientas y modelización de la gestión del conocimiento para el desarrollo de competencias en las organizaciones.
- Aprendizaje organizativo: metodologías, tecnologías e innovación en los procesos de transferencia y aprendizaje en las organizaciones.
- Innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de inglés, analizando la motivación e incorporando tecnologías para el desarrollo de materiales.

De entre todas las líneas de trabajo, las prácticas seleccionadas forman parte de los apartados de la Gamificación y de las interfaces naturales. Para poder trabajar y desempeñar los objetivos, en el edificio de la entidad se disponen de salas de trabajo equipadas con todos los recursos necesarios, tales como ordenadores, conexión a internet y conjunto de periféricos necesarios (altavoces, teclado, cámaras Kinect, etc.).

3. MARCO DE LA ACTIVIDAD REALIZADA EN EL CONTEXTO DE LA ENTIDAD

El proyecto está dedicado principalmente al desarrollo de videojuegos serios para un ámbito terapéutico basándose en un sistema “Blexer” (Blender Exergames). Dicho sistema está compuesto por:

- Kinect v2: dispositivo de captura de movimiento que incorpora una cámara desarrollada por Windows para la videoconsola Xbox One. Se utiliza en la captación de movimientos del usuario, estableciendo unas coordenadas espaciales cada cierto tiempo.
- Kinect to Unity Middleware (K2UM): desarrollado por César Luaces [1], este software permite la conexión entre la Kinect v2 y el videojuego. También gestiona toda la información y se encarga de subirlo a una web para que el terapeuta pueda consultarla y variar parámetros según encuentre conveniente.
- Phiby’s Adventures 3D: el videojuego desarrollado en la plataforma de Unity.

A continuación, se procede a explicar el funcionamiento general, como está ilustrado en la Figura 2. El usuario se mueve frente a la Kinect v2, a través de la cámara se reconoce su cuerpo según esté de pie o sentado y se le asigna lo que se conoce como “esqueleto” donde quedan recogidas las posiciones de todas las articulaciones de forma periódica según los movimientos del usuario. Posteriormente toda esa información se envía en forma de coordenadas espaciales a un ordenador (en nuestro caso). Dentro del ordenador se encuentra instalado un software de creación propia, K2UM, que es el encargado de recibir las coordenadas enviadas por la Kinect y trasladarlas al espacio de Unity que es el motor de videojuegos elegido para desarrollar el juego. Toda la comunicación realizada por el K2UM está basada en protocolo UDP, por lo que para su correcto funcionamiento se disponen de determinados puertos asignados cada uno para el envío o recepción de la información.

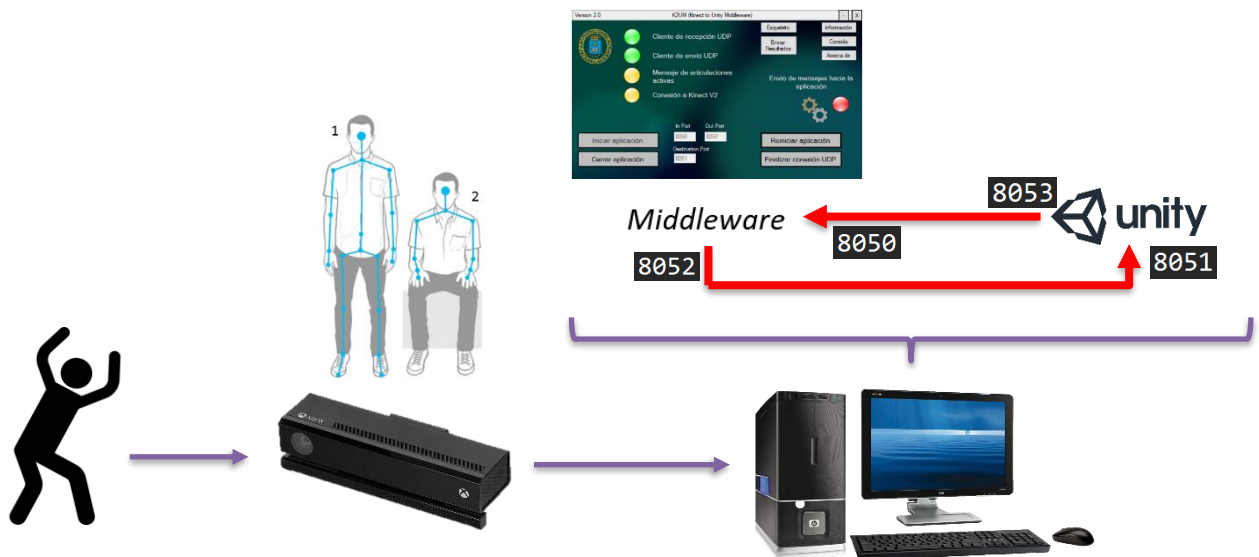


Figura 2. Esquema básico de empleo de los softwares.

Una de las necesidades del proyecto es la actualización del anteriormente explicado esqueleto, ya que al implementarlo en Unity a veces parece desajustarse y rotar las articulaciones, lo que provoca que

visualmente no quede muy estable. Tener un buen esqueleto es imprescindible ya que es la base del videojuego donde el jugador dirige la dirección del protagonista mediante sus propios movimientos.

4. OBJETIVOS DE LAS PRÁCTICAS, TAREAS Y ACTIVIDADES REALIZADAS

Las tareas realizadas durante la longitud de las prácticas se corresponden con el campo de la programación, ya que de una forma u otra se relacionan con la comprensión, actualización y solvencia de errores del código interno de un videojuego serio.

FAMILIARIZACIÓN CON EL ENTORNO:

Para conocer el estado actual del videojuego es necesario realizar una lectura previa y detenida de toda la documentación creada hasta la fecha, todo eso está recogido tanto en el GDD (Documento de diseño) como en los PFG (Proyectos Fin de Grado) de alumnos anteriores.

Como para todo videojuego es importante comprender bien la historia y el objetivo del juego ejecutándolo y probándolo varias veces para asentar adecuadamente su funcionamiento. Otra de las partes importantes para cualquier desarrollador es conocer la jerarquía establecida junto con los diferentes puntos de control (checkpoints) y eventos. En la Figura 3 se puede ver la gestión de los diferentes checkpoints del videojuego desde el propio menú.



Figura 3. Checkpoints desde el menú principal.

A parte de la jerarquía del juego también hay que familiarizarse con las carpetas para seguir el orden establecido y poder encontrar todos los recursos necesarios de una forma más rápida y cómoda. En la Figura 4 se ven todas las carpetas localizadas dentro de Assets, de las más importantes se explica el contenido a continuación:

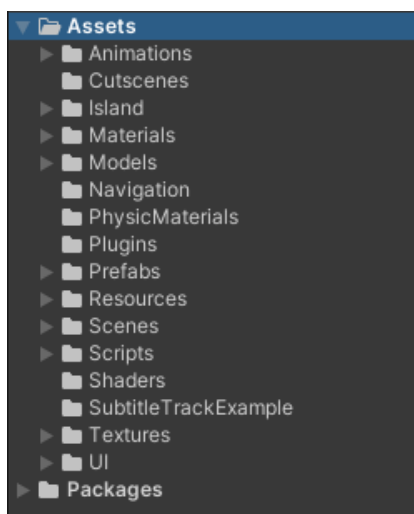


Figura 4. Estructura de carpetas

- **Animations** agrupa todas las animaciones/movimientos que pueden implementar cada uno de los personajes ya sean principales o NPC's (Non Playable Character).
- **Cutscenes** tiene todas las cinemáticas creadas hasta la fecha.
- **Island** guarda todos los objetos y personajes que forman parte del terreno donde se desarrolla el videojuego.
- **Materials** como su propio nombre indica reúne todos los materiales empleados en la realización de texturas para los objetos y personajes.
- **Models** tiene todos los modelos realizados en Blender y que una vez implementados pueden guardarse en la carpeta de **Prefabs** por si dichos objetos se usan múltiples veces y se quieren cambiar sus variables de forma general sin ir uno por uno, directamente modificando el prefab.
- **Scenes** contiene las diferentes escenas del videojuego al igual que la carpeta **Scripts** tiene todo el código subdividido en carpetas para guardar de forma más clara los scripts.

MEJORA DEL ESQUELETO ACTUAL:

Este apartado engloba el estudio y comprensión del esqueleto actual, integrado en un asset de Unity, que asocia los movimientos de la Kinect al personaje del juego. Conocer el funcionamiento es necesario para poder desarrollar una posterior actualización y rectificación a la hora de detectar la orientación del cuerpo, ya que se había detectado que a la hora de realizar los ejercicios los brazos del personaje parecían girarse y desorientarse en determinadas ocasiones. El esqueleto se compone de un conjunto emparentado de articulaciones establecidas por el fabricante a las cuales se les asocian unas coordenadas espaciales según la posición del usuario. En el caso de la Kinect v2 a cada usuario se le asignan los puntos señalados en la Figura 5 para su posterior envío a través del Middleware hasta Unity. Toda la información explicada en profundidad y relacionada con el esqueleto que se quería actualizar se encuentra en el PFG de César Luaces, que fue el creador del paquete Kinect Asset.

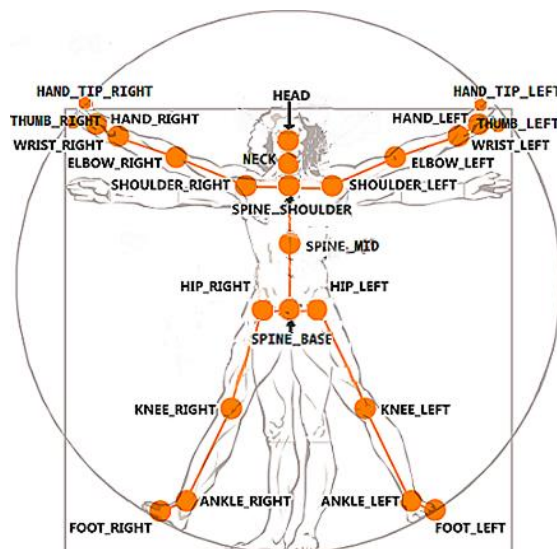


Figura 5. Asignación de articulaciones según las partes del cuerpo del usuario

Una vez entendido el esqueleto se debe tener en cuenta la diferencia de ejes de coordenadas entre la Kinect y Unity, motivo por el cual en un proyecto a parte denominado KinectAsset2.4 en construcción, se realizan orientaciones individuales para todas y cada una de las articulaciones cuando el usuario se encuentra en posición de cruz con los brazos abiertos.

Cuando parece que todas las articulaciones han sido orientadas acorde con Unity se pueden

realizar pruebas sobre el personaje principal Phiby. Se crean una serie de escenas cuya finalidad principal es realizar varias comprobaciones previas antes de exportarlo al proyecto del videojuego principal donde se quiere actualizar el antiguo esqueleto. Al comprobar que parece funcionar adecuadamente se documentan los cambios e información importante y se procede a la introducción del nuevo esqueleto en Phiby's Adventure.

CREACIÓN DE MINIJUEGOS RESTANTES:

Una vez disponible el esqueleto actualizado en el proyecto de KinectAsset2.4_en construcción, se decide agrupar todo en un nuevo paquete de Unity llamado KinectAsset2.4 que mediante una importación al proyecto de Phiby's Adventure facilita su posterior implementación a la hora de sustituir los esqueletos antiguos por el nuevo modelo. Una vez han sido sustituidos, se intenta continuar con las escenas de los ejercicios restantes, como por ejemplo ChopWoodPhiby (ejercicio en el que Phiby corta madera para construir un puente) o ThrowRopes (ejercicio en el que Phiby tira una cuerda para construir un puente). Al ir a realizar pruebas desde el principio, se detectan nuevos errores en partes y ejercicios que antes eran 100% funcionales debido a la incompatibilidad entre esqueletos, esto conlleva un retroceso para resolver los problemas obtenidos.

DETECCIÓN Y SUBSANACIÓN DE NUEVOS ERRORES:

Los errores obtenidos tras el cambio de esqueleto por orden de prioridad fueron:

1. Desajuste en la cámara principal a la hora del seguimiento de Phiby.

Este problema se debía a que, al cambiar la jerarquía de emparentado del esqueleto, el script del gameManager se refería a un hijo diferente al que se debía para realizar el seguimiento y por tanto la cámara se adelantaba al personaje.

2. Control de Phiby mediante movimientos corporales invertido.

Los movimientos de avance y retroceso no correspondían con la inclinación del cuerpo hacia delante y atrás respectivamente, para moverse hay que fijarse en la componente x de los ejes coordenados, sin embargo, tras una serie de pruebas se detectó que el problema estaba en una inversión de ángulos que se realizaba nada más ejecutar el juego. Tras la corrección en el código este problema también se solucionó.

3. Los minijuegos/ejercicios de ClimbCage y ClimbAppleTree necesitan ser reconfigurados para que funcionen con el nuevo esqueleto.

- La escena de ClimbCage es una escena donde Phiby debe trepar por los barrotes de una jaula para conseguir escapar, al cambiar el esqueleto se necesitó modificar el Update del script ClimbCage.cs, esta era una función periódica que se encarga de restar la energía gastada al trepar y de contar los movimientos.
- La escena de ClimbAppleTree necesita también una modificación a nivel de Script de su función periódica y además debido a la complejidad que presentaba el código se simplifica permitiendo sólo movimientos correctos sin contar los incorrectos. También se actualizan las posiciones en las que Phiby aparece en cada uno de los cinco árboles que puede trepar.

5. TECNOLOGÍAS Y MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS

El conjunto del equipo utilizado durante la duración de las prácticas engloba tanto equipamiento físico como de software.

En cuanto al equipamiento físico se encuentra:

- Ordenador: con un procesador lo suficientemente bueno, en el cual poder trabajar sin que los programas se queden colgados/pillados y disponga de todos sus periféricos (Ratón, teclado y altavoces)
- Kinect v2: cámara empleada para la captación de la posición espacial del usuario y su posterior reproducción en el videojuego.

En cuanto al equipamiento software se encuentra:

- K2UM: es un Middleware propio creado por alumnos de años anteriores. Es el punto de unión entre la cámara (Kinect), el motor de desarrollo (Unity) y la información web (Web Data) que emplean los terapeutas. La comunicación realizada entre Kinect-Unity se encarga de recibir las articulaciones junto con su posición y rotación espacial para su posterior envío hacia Unity a través del protocolo UDP. Se eligió dicho protocolo porque permite el envío de datagramas de forma rápida en redes IP sin establecer previamente una conexión. De una forma más sencilla de entender, se puede definir como el software intermediario en el traspaso de información entre la parte de la Kinect y la parte del Unity. También es importante la parte de Web Data ya que desde la información que se recoge de Unity y se lleva a la web los terapeutas pueden estudiar los resultados de los usuarios y además cambiar una serie de variables como pueden ser el número de manzanas a conseguir, que luego se emplean en el videojuego.
- Blender: es el programa empleado para el modelado de los objetos y su posterior animación. Una vez se exportan todos los modelos de dichos objetos son añadidos al videojuego.
- Unity: es el motor de desarrollo del videojuego, permite crear, implementar y desarrollar el videojuego agrupando en su interior tanto los modelos de Blender como los scripts de programación y la información aportada tanto por la Kinect como por los parámetros establecidos por el terapeuta.

Finalmente, todo esto crea una red de conexionado que permite un correcto funcionamiento del proyecto.

6. COMPETENCIAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS CON LAS PRÁCTICAS

En la duración de estas prácticas he adquirido una serie de competencias y habilidades.

- CG_03: Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.
 - o Esta capacidad se ha ido practicando y mejorando a lo largo de las semanas mientras redactaba diariamente las acciones que iba realizando y posteriormente explicaba todos los avances a mi tutora en reuniones presenciales.
- CG_04: Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.
 - o Cada vez que se requerían cambios o había que solucionar algún error entraban en acción las habilidades relacionadas con esta capacidad.
- CG_13: Habilidades de aprendizaje con un alto grado de autonomía.
 - o El ir trabajando entre semana de forma autónoma e individual ha derivado en la

necesidad de búsqueda de información y posibles soluciones, repercutiendo así en mi grado de aprendizaje ya que he expandido mis conocimientos muchísimo más.

- CE SI 05: Capacidad para crear, codificar, gestionar, difundir y distribuir contenidos multimedia, atendiendo a criterios de usabilidad y accesibilidad de los servicios audiovisuales.
 - o Como mi principal función era de programadora, he sido capaz de crear y codificar diferentes scripts para el correcto funcionamiento del videojuego.
- CE SI 06: Capacidad para desarrollar proyectos profesionales en el ámbito específico de las tecnologías de telecomunicaciones, en los que se debe sintetizar e integrar las competencias alcanzadas en el Plan de Estudios.
 - o Gracias a la oportunidad de poder trabajar en este proyecto he sido capaz de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el Plan de Estudios gracias a asignaturas como Síntesis y Animación de Imágenes.

7. CONCLUSIONES

Trabajar en este proyecto me ha supuesto un crecimiento tanto académico como personal. Académicamente hablando he aprendido a manejar nuevas herramientas (p. ej. Kinect y Middleware K2UM) y sobre todo profundizar en conocimientos de programación del lenguaje C#. En el apartado personal he conseguido desarrollar más seguridad a la hora de trabajar de forma individual llevando un orden y detalle de cada cosa que realizaba para así tener todo documentado para posteriores alumnos y mi tutora. También he fortalecido mi tenacidad, esto se ha visto reflejado a la hora de arreglar errores que han ido surgiendo tras la actualización del esqueleto, siendo capaz de pensar en diferentes soluciones. Finalmente, gracias a la flexibilidad permitida por parte de mi tutora a la hora de ir trabajando he incrementado mi nivel de responsabilidad para trabajar de forma autónoma diariamente, siendo capaz de informar posteriormente de los avances semanalmente. Martina ha sido una gran tutora dispuesta a escucharme y atenderme en cada pregunta o problema que me surgía. Ha puesto a mi disposición toda la documentación posible y necesaria para ser capaz de comprender el grueso de trabajo que llevan realizando durante años tanto ella como otros alumnos.

En cuanto al cumplimiento de objetivos previos se puede decir que he cumplido con la actualización del nuevo esqueleto pero que no he podido terminar de crear de forma funcional los ejercicios que faltaban por implementar debido a los errores que aparecieron en los ejercicios que ya previamente funcionaban y que se tuvieron que resolver, dejando de lado los otros sin posibilidad de finalización adecuada debido a la limitación de horas (135) que conllevaban los 4,5 ECTS.

8. DIARIO DE PRÁCTICAS

1º Semana (Asistencia 5 días):

- Toma de contacto con el proyecto.
- Lectura del PFG de César Luaces.
- Detección de errores durante la ejecución y prueba del videojuego.
- Lectura de los PFG de los dos últimos alumnos que han modificado el proyecto para conocer las actualizaciones.
- Descarga y prueba del proyecto de César para conocer la base del esqueleto.

2º Semana (Asistencia 5 días):

- Nueva versión del videojuego por parte de los alumnos que trabajan para su TFG se descarga y prueba para avisar de cualquier fallo encontrado durante la ejecución.
- Prueba del videojuego principal para ver la gestión de los checkpoints y del inventario.
- Comprensión del funcionamiento y gestión de coordenadas por parte del dispositivo Kinect junto con mi tutora, Martina Eckert.
- Preparación de dudas para la reunión con los 2 últimos alumnos que modificaron el proyecto.
- Reunión con uno de los alumnos y posterior estudio de las rotaciones de las articulaciones.

3º Semana (Asistencia 3 días):

- Reunión con la otra alumna y continuación de la gestión de los movimientos y rotaciones.
- Utilización de un proyecto externo aportado por mi tutora sobre el que trabajar para actualizar el esqueleto empleado hasta la fecha.
- Cambios y actualizaciones funcionales en el anterior proyecto que además incluyen pruebas para estudiar su viabilidad a la hora de pasarlo al proyecto del videojuego principal.

4º Semana (Asistencia 4 días):

- Entrega del nuevo proyecto externo de mi tutora con las nuevas actualizaciones incorporadas y un documento informativo. Comienzo la incorporación del nuevo esqueleto al videojuego principal.
- Se introduce un paquete formado por todos los nuevos cambios producidos.
- Consigo entender el porqué de una duda que tuve desde el principio y que desconocíamos.
- Conclusiones de las pruebas que voy realizando para estudiar la compatibilidad que parece escasa.

5º Semana (Asistencia 3 días):

- Intento de creación de una escena nueva para añadirla entre dos partes del juego (escena del puente).
- Nuevas conclusiones de interconexión entre scripts.
- Los problemas que están surgiendo al cambiar el esqueleto me llevan a empezar simplemente por Phiby.

6º Semana (Asistencia 1 días):

- Las pruebas anteriores se realizaron sobre una versión desactualizada, a partir de aquí ya se pasa a implementarlo en la última versión definitiva conocida.

7º Semana (Asistencia 2 días):

- Intento de avanzar con el nuevo esqueleto el minijuego de cortar madera. Termino cambiando a la escena del puente.
- Al ejecutar el juego salen errores desde el principio por culpa del nuevo esqueleto y paquete.

8º Semana (Asistencia 3 días):

- Se arregla la cámara y se comienzan a arreglar errores desde el principio.
- Se arregla el movimiento del personaje por parte de la Kinect.

- Se arrala el minijuego de la jaula.

9º Semana (Asistencia 2 días):

- Se detectan errores en la introducción ya que ahí también se usa el esqueleto antiguo y se debe cambiar.
- Se arregla el minijuego de trepar el árbol y recoger manzanas.

10º Semana (Asistencia 1 días):

- Reunión final para aportar los avances, errores que faltan por solventar y tareas pendientes ya que se encuentran inacabadas por falta de tiempo.

9. REFERENCIAS

[1] César Luaces Vela, Diseño e implementación de un entorno virtual de ejercicios físicos, basados en captura de movimiento, Madrid: ETSIST, 2018