

Desarrollo de un entorno virtual de juego para el entrenamiento cognitivo en personas mayores usando dispositivos de RV

Presentación

Buenos días, me llamo Antonio Jiménez Amador y voy a presentar mi trabajo de fin de grado titulado: **Desarrollo de un entorno virtual de juego para el entrenamiento cognitivo en personas mayores usando dispositivos de RV.**

Estructura

Voy a comenzar hablando sobre qué ha **motivado** este proyecto y los **objetivos** que se querían conseguir. Después voy a comentar un poco sobre el **análisis inicial** que hice y la **tecnología** que he usado. Después voy a comentar la **metodología** y pasos que he seguido en el proyecto. A continuación, voy a explicar todo el **desarrollo** que se ha seguido y finalmente acabaré con unas **conclusiones y líneas futuras**, y si da tiempo, un pequeño **vídeo** demostración.

Motivación

Por una parte, la realidad virtual es una tecnología muy interesante, permite a las personas entrar en un mundo virtual con **posibilidades más allá de la realidad**, pero también permite imitar la realidad. Por eso es una herramienta muy utilizada en entrenamientos y simulación de situaciones peligrosas.

Por otra parte, los **entrenamientos cognitivos tradicionales**, basados en ejercicios escritos no están avanzando al mismo ritmo que la tecnología y hace que parezcan más anticuados y **carecen de atractivo** a para las personas que los necesitan.

La mezcla de **simulación con diversión** de la realidad virtual hace que sea una herramienta perfecta para actualizar los entrenamientos cognitivos y mejorar su eficacia, así como para **aumentar la motivación** de los usuarios.

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es crear un **prototipo de juego** de entrenamiento cognitivo en realidad virtual. Para que este prototipo sea exitoso es necesario alcanzar una serie de **objetivos específicos**:

- Crear un **entorno virtual adecuado para mayores** donde se sientan cómodos.
- Que el juego funcione con todo tipo de personas, incluyendo aquellas **sin conocimientos tecnológicos**.
- Hay que **diseñar nuevos ejercicios** cognitivos adaptados a la realidad virtual.
- Es necesario **minimizar** todas las posibles **dificultades** de entrada y desventajas de la realidad virtual. Como posibles mareos o **desorientaciones**.
- Y por supuesto que el juego sea **fácil de usar**.

Análisis

Lo primero es **pensar en qué entorno** se desarrolla el juego, ya que el jugador estará inmerso en él. Es necesario que sea **familiar** para las **personas mayores**, que son gran parte del público objetivo del juego, y que además **tenga sentido** la introducción de las distintas **pruebas** o ejercicios. También ayuda que, aun siendo familiar, tenga algo de **novedoso** para ser más atractivo.

Por eso, decidí que el juego tenía que desarrollarse como un **concurso de televisión** en un plató similar a los que vemos en televisión. Un escenario **circular**, con **público** alrededor, una **mesa** cerca del jugador con distintos objetos y una **pantalla gigante** donde presentar información.

El otro **aspecto fundamental** del juego son las **pruebas** que se realizarán. Es necesario que estimulen **diferentes habilidades** cognitivas y que sean variadas y entretenidas. Por eso se han diseñado una serie de pruebas asociadas a cada habilidad.

Pruebas

Por ejemplo, para estimular la **motricidad**, se han ideado dos pruebas en las que el jugador tendrá que **mover los brazos**. En el caso del **baile**, tiene que moverse según las indicaciones al **ritmo de una canción**. Mientras que las **figuras** están pensadas para realizar movimientos más lentos y amplios a modo de **estiramientos**.

Las pruebas de **memoria** se basan en hacer recordar al jugador mediante imágenes y sonidos. En una prueba se presenta una **canción** y el jugador debe intentar recordar su autor u otros datos. En la prueba de turismo, se presenta una imagen de un **monumento** y hay que tratar de recordar su nombre o dónde se encuentra.

Estimular el **lenguaje** es algo más complicado en un juego. El lenguaje escrito haría que fuera más tedioso, y el lenguaje hablado requiere de otra persona con la que hablar y mantener un **diálogo**. En este caso se ha optado por la segunda opción, ya que se pretende que este juego sirva también como **herramienta a profesionales** para tratar a sus pacientes y por tanto se utilizaría siempre con ellos al lado. Para esta prueba se presentan **situaciones cotidianas** y se intenta que el jugador hable sobre ellas, contando sus propias vivencias relacionadas, estimulando a la vez la memoria.

Se han creado otras dos pruebas para ejercitar el **razonamiento**. En primer lugar, la prueba de agrupación de objetos. En esta prueba se presenta una serie de objetos pertenecientes a una de **dos categorías**. El jugador tiene que coger dichos objetos y clasificarlos según crea con relación a las categorías. En ningún caso se dice cuales son dichas categorías, si no que el jugador debe deducirlo. En la de identificación de sonidos, se presentan otros objetos diferentes y se reproduce el sonido característico de alguno de ellos. El jugador debe averiguar de qué objeto **proviene el sonido**.

Finalmente, una prueba de **comprensión espacial** en la que se usa **espacialización** de audio en el entorno digital para simular cómo oímos un sonido según el lugar desde el que proviene. En este caso, se usa un sonido espacializado colocado alrededor del jugador y este tiene que **averiguar de dónde procede**.

Tecnología a usar

Una vez analizado el problema y habiendo definido como solucionarlo, es el momento de comenzar con el desarrollo propiamente dicho. Para ello es necesario elegir un dispositivo de realidad virtual a utilizar, ya que existen muchos.

Gafas de RV

En este caso se ha elegido el visor **Meta Quest 2** por sus ventajas sobre el resto. Especialmente el ser un visor todo en uno, es decir, no depende de un **ordenador externo** al que estar siempre conectado y por su seguimiento interno a través de cámaras y sensores en el propio casco, evitando estaciones base externas.

También es fundamental para este proyecto la capacidad que tiene de realizar **seguimiento de las manos** y mostrarlas en la RV para poder utilizarlas en lugar de mandos tradicionales. Esto facilita muchísimo el uso, sobre todo para personas que nunca han jugado videojuegos.

Finalmente, es un dispositivo moderno y con un buen **kit de desarrollo y documentación**. Esto es un aspecto importante, porque a pesar de este ser el dispositivo más indicado, al comenzar este proyecto, no disponía de él, por lo que tuve que **comenzar con otro** visor más antiguo, con software más inestable y peor documentación.

En este caso, las desventajas que tiene este dispositivo no son muy importantes para este proyecto, ya que no nos estamos preocupando por obtener una gran calidad visual.

Motor de desarrollo

Se ha elegido **Unity** para desarrollar este proyecto ya que se trata de uno de los motores más populares junto con Unreal Engine. Es **gratuito** y tiene una gran **comunidad** y muy buena **documentación**. Además, hace uso del lenguaje C# con el que tengo bastante experiencia y por supuesto es completamente compatible con el desarrollo en realidad virtual y los dispositivos elegidos.

De nuevo, no nos preocupamos excesivamente por el apartado gráfico, por lo que no importa que, por defecto, sea inferior.

Metodología

Vamos ahora a comentar un poco de la metodología utilizada en el proyecto. Se ha utilizado un esquema de desarrollo evolutivo **basado en entregas**. Esto significa que todo el proyecto se ha dividido en 5 entregas en este caso, y en cada entrega se ha desarrollado una funcionalidad o elemento **independiente** del juego. Esto permite poder comenzar a desarrollar **más rápido**, sin preocuparse de la estructura superior, obteniendo elementos que se pueden probar desde el principio. Finalmente, en la última entrega, todos estos elementos se unen creando una estructura y flujo que no se verá afectada por las partes individuales.

Este enfoque también ayuda en casos en los que no se tiene muy **claro los pasos a seguir** o los problemas que pueden surgir como era mi caso en el desarrollo de un videojuego en realidad virtual.

Las cinco entregas que ha tenido el proyecto son estas de aquí: En primer lugar, la **instalación y creación de una escena básica** para familiarizarse con las herramientas y aprender las funcionalidades.

En la segunda entrega se han diseñado e implementado las **mecánicas** concretas que utiliza cada prueba.

En la tercera se ha creado todo el **escenario** en el que transcurre el juego.

En la cuarta, a partir de las mecánicas ya desarrolladas, se han implementado las **pruebas completas**.

Finalmente, en la quinta entrega, se han unido todos los elementos para formar un **juego completo** y se han realizado pruebas de usabilidad con personas.

Entrega 1

Como ya se ha comentado anteriormente, este proyecto se ha comenzado con unas **gafas de RV diferentes**, las HTC Vive. Son más antiguas y requieren de un ordenador y estaciones base. Además, es necesario utilizar versiones específicas y no óptimas de Unity y los diferentes paquetes necesarios.

No se ha hecho un gran desarrollo y principalmente se ha utilizado el plugin **VRTK** y su elemento Interactor para asociar **pulsaciones de botones** en los mandos, con acciones como coger o soltar objetos.

Entrega 2

Para esta segunda entrega se ha intentado reducir las distintas pruebas a sus **mecánicas básicas** para poder implementarlas. Por ejemplo, en el caso de las pruebas de motricidad se necesita **conocer la posición** de los mandos y para ello se ha creado un cubo invisible con un componente **Trigger**, que mediante un script permite controlar si los mandos están dentro de la zona o no.

Utilizando este elemento como base, se ha creado una **matriz** de 3 por 4 triggers que siguen todos los movimientos del jugador de forma que la posición relativa de cada casilla con el jugador nunca cambia.

Para controlar las posiciones en las que el jugador tiene que poner las manos en cada momento se ha creado una **estructura de datos** formada por una lista de matrices de booleanos y un tiempo en el que cada matriz entrará en acción. Con la idea de permitir el escalado y personalización de este sistema, todos los datos se guardan en archivos **JSON** que se cargan durante el juego.

Para el resto de las pruebas ha sido más simple, requiriendo solo mostrar **imágenes** en la pantalla del escenario, reproducir **sonidos** o instanciar **objetos** con los que el jugador pueda interactuar. Se vuelve a usar el trigger anterior y se utiliza la espacialización de audio de Unity.

Entrega 3

En la entrega 3 he diseñado el escenario inspirándome en varios **concursos de televisión**. Creando un escenario con el jugador en el centro, rodeado de público y con una pantalla gigante.

Tras hacer varios bocetos y aprender sobre modelado en 3D, he creado en **Blender** las partes básicas del escenario. El agujero que se ve en la segunda imagen en un hueco donde habrá un **ascensor** similar al resto del escenario y que subirá y bajará con los elementos necesarios para cada prueba.

Después, se ha importado el escenario a Unity, y se ha **decorado** utilizando elementos ofrecidos en la propia tienda de Unity.

Entrega 4

En la cuarta entrega se han usado las mecánicas anteriores para **crear las pruebas** propiamente dichas. Se ha creado una **clase Prueba** que contiene el funcionamiento básico de cada prueba. De ella **heredarán** clases hijas que sobrescribirán los métodos como cargar los objetos o sonidos, o la comprobación de si la prueba es correcta, ya que estos elementos son completamente diferentes para cada una.

También se han creado **elementos extra** para facilitar las pruebas y las interacciones. Por ejemplo, se ha creado una **matriz de indicaciones** que refleja las posiciones en las que el usuario debe colocar las manos utilizando una técnica similar a la de los triggers que detectan los movimientos.

También se ha creado una **repisa sobre el ascensor** del escenario que para cada prueba cambiará su contenido. Por ejemplo, en la prueba de asociaciones, estarán los cuatro objetos y cuatro zonas donde colocarlos. En la prueba de identificación de sonidos, aparecerán otros objetos y en este caso botones para pulsar por el jugador.

Para todas las pruebas se ha intentado que exista **variedad**, por ello se han creado **3 opciones** diferentes para cada una y se elegirá aleatoriamente cada vez. Por ejemplo, para la prueba de describir situaciones, se han elegido estas tres imágenes.

Entrega 5

Esta es la última entrega. En este momento fue cuando por fin tuve acceso a una **Meta Quest 2** para continuar el proyecto. Así que lo primero que se hace es migrar el juego de un dispositivo a otro. Aunque esto genera **trabajo extra**, **simplifica** enormemente el resto del desarrollo y permite usar el juego en el dispositivo deseado, que ofrece ventajas como la ligereza y especialmente, el **seguimiento de manos**.

Lo único que hay que hacer es desinstalar los paquetes anteriores e instalar el **SDK de Meta**. Que ofrece un objeto de Unity con todo lo necesario para representar al jugador y utilizar sus manos. A parte, usa **Interactors** para añadir funcionalidades como agarrar o seleccionar con rayos.

También se han podido actualizar otros elementos del juego como las **zonas de detección** de objetos para la asociación y **sustituir los botones** de la prueba de identificación de sonidos.

Todo el **flujo** del juego se basa en **estados**, que se muestran en esta imagen. En primer lugar, el juego carga todo lo necesario internamente y después pasa al estado de **tutorial**. Cuando el jugador completa el tutorial pasa al estado de **listo** para comenzar el juego. A continuación, el jugador **elige una prueba** para realizar y pasa a hacerla. Cuando la prueba **termina**, si todavía no ha alcanzado un número de pruebas definido, **vuelve a elegir** prueba. Si ya ha realizado suficientes, el juego termina y se puede **reiniciar**.

En esta entrega se ha desarrollado la estructura principal de clases que gestiona todo el juego. A estas clases las he llamado **managers** y cada una se encarga de un aspecto importante del juego.

Game Manager controla el flujo del juego y se comunica con los otros.

UI Manager controla la interfaz, y los botones mostrados en pantalla.

Pruebas Manager gestiona cada prueba, creándola y comprobando si se ha completado.

Escenario Manager modifica el escenario trayendo o llevando objetos según las pruebas lo requieran.

El **Trigger Manager** controla los Triggers del juego y carga los niveles para las pruebas que utilizan JSON.

Diagramas

Aunque muy pequeño, pero aquí podemos ver un **diagrama general de las clases** que se han desarrollado para este proyecto. Incluyendo los distintos managers y abajo la clase prueba, con las líneas representando su herencia.

Aquí tenemos un diagrama de **secuencia** de simplificado del flujo que sigue el juego y como interactúan sus elementos. Por ejemplo, el **jugador con la UI** y a su vez con el **Game Manager**, que hace una serie de comprobaciones y que posteriormente se comunica con el resto de los managers para crear la prueba y colocar el escenario.

Pruebas

Finalmente, para probar el sistema, se han hecho tests con varias personas de distintas **edades**, **conocimientos** tecnológicos y grado de familiarización con la **realidad virtual**. Después de las pruebas se ha realizado un **cuestionario SUS** para medir la **usabilidad** del sistema. Puesto que es un estándar medible, se hacen los cálculos para obtener una puntuación de usabilidad que otorga cada usuario. De media la puntuación es de **79**, que representa que el sistema tiene una buena usabilidad. Que, en efecto, así se vio durante las pruebas.

Opinión profesional

Una de las personas que realizaron las pruebas es **Carmen Granero Rico**, psicóloga experta en el tema. Me dio su opinión como profesional acerca de este proyecto, y muestro aquí algunas de sus frases. Por ejemplo, explicando que le parece muy interesante el **gesto** usado para **seleccionar botones** por entrenar la **motricidad fina** que se pierde fácilmente. También hablando de que no solo el deterioro cognitivo afecta a las personas, si no que otros estados de ánimo como la **depresión** afectan a la memoria y la percepción y que es esos casos también podría ser útil. Y finalmente, indica que le gusta el proyecto y que el camino a continuar sería contar con **profesionales** para crear las pruebas.

Conclusiones

En general el proyecto ha sido **exitoso**. Se ha creado un juego en realidad virtual que integra ejercicios cognitivos. Se han hecho varias pruebas con personas y se ha comprobado que la realidad virtual **no supone una gran barrera** y no ha creado desorientación ni incomodidades. Al contrario, todos los encuestados afirman que la realidad virtual les ha gustado mucho y la **han disfrutado**.

Se puede recalcar la importancia del **seguimiento de manos**, que no ha producido ningún problema a la hora de jugar, al contrario que los mandos tradicionales, que crean dudas con sus botones.

A título personal, también me he desarrollado y he aprendido cosas como la importancia de una buena **documentación** o muchos conceptos sobre el **desarrollo de videojuegos**. Además de un poco de arte digital en 3D.

Líneas futuras

Este proyecto podría seguir desarrollándose principalmente con la ayuda de **profesionales** de otros sectores, ya sea para crear mejores pruebas más efectivas o para diseñar un entorno más atractivo. También se podrían incorporar opciones de **accesibilidad** u otros elementos más habituales de los **videojuegos**. Otra opción importante sería el desarrollo de una **aplicación móvil** que permita la interacción directa con el juego, pudiendo usarla otra persona para ayudar o interactuar con el jugador.

Final

Para acabar, si hay tiempo suficiente, tengo un pequeño **vídeo** demostración del juego.