



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



**MÁSTER UNIVERSITARIO
EN ARTES VISUALES Y MULTIMEDIA**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

CARRERAS DE HURACAN

PROYECTO DE CONTROL INTERACTIVO DE
EXPLORACION VR DE UNITY Y ARDUINO

PRESENTADO POR: WANG QIAOQI

DIRIGIDO POR: MARIA JOSÉ MARTÍNEZ DE PISÓN RAMÓN

FRANCISCO GINER MARTÍNEZ

VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2018

RESUMEN

En la actualidad, la industria de la Realidad virtual se concentra mayoritariamente en el desarrollo de los cascos VR, sin tener en cuenta otro tipo de interacción de hardware, en esta tesis se investiga sobre el diseño y la producción para desarrollar otros dispositivos de hardware que nos comuniquen con el software Unity, con la intención de solventar en parte desigualdades de la industria de la interacción con la realidad virtual inmersiva.

En la actualidad, el mercado de realidad virtual es cada vez más popular, el umbral de la experiencia virtual fue empujado a la cúspide, pero la mayoría de las aplicaciones son del tipo "Shooter" y se accede a ellas sentado cómodamente en sillones, por lo cual, son bastante monótonas. Sus equipos de hardware en principio se basan en mandos convencionales, sin embargo, aquí se combinará Arduino y Unity para desarrollar una nueva forma de interacción.

Se ha realizado un juego de realidad virtual tipo carrera de coches, pero cambiando en gran medida la forma de conducir. Los jugadores utilizarán una bicicleta real, acelerarán pedaleando, y transmitirán el movimiento al automóvil virtual, rotarán el manillar para controlar su desplazamiento por las curvas a izquierda y derecha, experimentando inmersivamente la experiencia con unas gafas de VR.

Análisis de demanda

Para satisfacer la experiencia, la imagen adopta un estilo realista, creando un entorno completo de carreras cerradas virtualmente, completando la simulación real de la aceleración, dirección e inclinación del vehículo. La recolección de datos será a través de varios sensores, en lugar de usar el

mando tradicional o el teclado y el ratón para completar el funcionamiento de todo el automóvil.

Requisitos técnicos

Completar la construcción del juego de carreras, el proceso de comunicación del sensor con Arduino 3D, la recopilación de datos y la transferencia de parámetros del mundo virtual.

Palabras clave:

Realidad Virtual, Arduino, Unity, Inmersión, videojuego, HCI

ABSTRACT

Currently, the virtual reality industry is concentrated mainly in the development of VR helmets, without taking into account too much other hardware for interaction, in this thesis research is carried out on the design and production to develop other devices. hardware that communicate with the Unity software, with the intention of partly solving the inequalities of the industry of the interaction with the immersive virtual reality.

Currently, the virtual reality market is increasingly popular, the threshold of virtual experience was pushed to the top, but most of the applications are of the "Shooter" type and are accessed by sitting comfortably in armchairs, by which, are quite monotonous. Their hardware equipment is initially based on conventional controls, however, Arduino and Unity will be used here to develop a new form of interaction.

A virtual reality game of the car race type has been made, but changing the way of driving greatly. The players will use a real bicycle, accelerate pedaling and transmit the movement to the virtual car, rotate the handlebar to control their movement through the left and right curves, immersively experiencing the experience with VR glasses.

Demand analysis

To satisfy the experience, the image adopts a realistic style, creating a complete environment of virtually closed races, completing the real simulation of the acceleration, direction and inclination of the vehicle. The data collection will be through several sensors, instead of using the traditional remote or keyboard and mouse to complete the operation of the entire car.

Technical requirements

Complete the construction of the racing game, the communication process of the sensor with Arduino 3D, the data collection and the transfer of parameters of the virtual world.

Keywords:

Virtual Reality, Arduino, Immersion, video game, HCI, Unity

INDICE

INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	9
METODOLOGÍA	10
Investigar	12
Determinar	20
Diseñar	21
1 CUERPO TEÓRICO	21
1.1 Condiciones previas	21
1.2 Introducción técnica	25
1.2.1 ¿Qué es Realidad Virtual?	25
1.2.1.1 Concepto de Realidad Virtual	25
1.2.1.2 Origen	26
1.2.1.3 Historia	29
1.2.2 Tres características básicas.	33
1.2.3 Componente del sistema del Realidad Virtual.	33
2 CUERPO PRÁCTICO	40
2.1 Referentes	40
2.1.1 Legible city	40
2.2 Componente del Prototipo.	40
2.2.1 Criterios de Selección.	40
2.3 Selección y Características de los Componentes.	43
2.3.1 Las gafas de Realidad Virtual de Oculus. Selección.	43
2.3.2 Las gafas del Realidad Virtual de Oculus.	
Revisión de algunas características.	44
2.3.3 Unity 3D. Selección	44
2.3.4 Unity 3D. Revisión de algunas características	45
2.3.5 Arduino Uno. Selección.	46
2.3.6 Arduino Uno. Revisión de algunas características	47
2.3.7 Codificador Rotatorio Selección	48
2.3.8 Codificador Rotatorio Revisión de Algunas Características	49

2.4 Desarrollo del Prototipo	50
2.4.1 Entorno de Escena y Modelo de Coche	53
2.4.2 Escritura de Código de Arduino	62
2.4.3 Conexión de Unity y Arduino	63
2.4.4 Conexión de las gafas de VR	66
2.4.5 Conexión entre bicicleta y videojuego	66
3 CONCLUSIONES	73
4 BIBLIOGRAFÍA	75
5 ANEXOS	77

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se encuadrará dentro del alcance académico del Máster en Artes Visuales y Multimedia, combinando las nuevas tendencias y la tecnología de la realidad virtual del mundo actual. se trata de un proyecto aplicado que abarca la línea de investigación sobre estética digital, integración y comportamientos enfocada en tres subtemas; integración humano-computadora, diseño de interfaz y realidad virtual, temas tratados en master de artes visuales. Además, integrará el concepto *Do It Yourself* y la protección del medio ambiente, donde a través de la investigación y un análisis de mercado se creará y se desarrollará un producto que vaya acorde con la vida moderna para, más tarde, extenderse al mercado junto a la optimización progresiva del producto.

Con el fin de profundizar el notable conocimiento aprendido durante el estudio de postgrado, junto a la investigación y el análisis realizado del mercado, este Trabajo final de máster se enfocará principalmente en diseñar un producto catalogado como *fitness*¹ el cual almacenará energía procedente del entrenamiento que se realice con él, para posteriormente utilizar dicha energía en otros fines. Para lograr este objetivo, se partirá de los aspectos del conocimiento académico, de la tecnología de la realidad virtual (VR), de la interacción del cuerpo humano con el ordenador y además se tendrá en cuenta la demanda del mercado.

En este proyecto, se utiliza principalmente el conocimiento aprendido en los tres cursos siguientes para completar este juego interactivo: Electrónica y computación física, Entornos virtuales y Narratividad y videojuego. En el curso Electrónico y computación, se ha aprendido el poder del microcontrolador Arduino y los conceptos básicos del código. En el curso de Entornos virtuales, se ha aprendido que el software de diseño de juegos Unity es gratuito, y que también es adecuado para principiantes. Durante este aprendizaje continuo, se ha descubierto que este software es

¹ Para la realización o práctica de ejercicio físico moderado.

poderoso, rico en recursos y fácil de manejar, por lo que encaja perfectamente en este proyecto. En el curso de Narratividad y videojuego, se han analizado los conocimientos teóricos del diseño de juegos. Por último, se ha combinado el conocimiento adquirido del libro e internet, completando así este TFM.

La tesis propuesta está dividida en tres partes principales:

La primera parte es la teoría en sí, que en esencia consiste en la introducción de antecedentes, en la exposición de una metodología específica y en la exposición abreviada de los temas relacionados con la investigación y el trabajo realizado.

En antecedentes, se verá el desarrollo de la realidad virtual de la sociedad moderna en su ámbito tecnológico, cuya idea inspiradora será la observación de ejercicios específicos que realizan las personas *fitness* hoy en día, así como la investigación de productos existentes en el mercado actual destinados a almacenar energía limpia.

Indudablemente, aplicaremos competencias profesionales como la investigación, el análisis, las estadísticas, el diseño, etc. Se debe añadir que, dentro de los puntos del debate, se mencionarán los problemas reales que se han encontrado durante el proceso y se propondrán soluciones factibles, con el fin de mejorar el diseño.

La segunda parte abarca la práctica, que presenta y explica al detalle el software, el hardware y las tecnologías empleadas en el producto resultante de este proyecto.

La tercera parte es la conclusión y exposición del resultado final.

OBJETIVOS

En la sociedad moderna, las personas prestan cada vez más atención a la salud y a causa de eso, el gimnasio se ha convertido en el lugar por

excelencia para entrenar. Muchos usuarios eligen equipos aeróbicos como cintas de correr o bicicletas de spinning. Es sabido que el ejercicio de cardio debe durar al menos 30 minutos para que el cuerpo comience a quemar grasa y lograr los objetivos deseados, pero, frecuentemente, a muchas personas les cuesta llegar a ese tiempo, debido a esto, surgió la inspiración de diseñar un producto que pueda combinar actividad física real con productos virtuales; por un lado, para animar a las personas a ejercitarse y, por otro lado, para evolucionar el concepto de los equipos de *fitness* y desarrollar el mercado relevante.

En vista de esto, este documento se enfoca en los siguientes propósitos:

1. Investigar y sondear los métodos de entrenamiento que necesitan las personas en la actualidad, elegir un equipo deportivo adecuado como plantilla para su transformación y diseño, y para sus posteriores exploraciones.
2. En la tendencia de VR actual, fusionar el entretenimiento virtual y los deportes realistas, para diseñar un dispositivo que cumpla con la ciencia del deporte.
3. El producto diseñado se optimizará con frecuencia más adelante y se ha de considerar su viabilidad a la entrada del mercado.

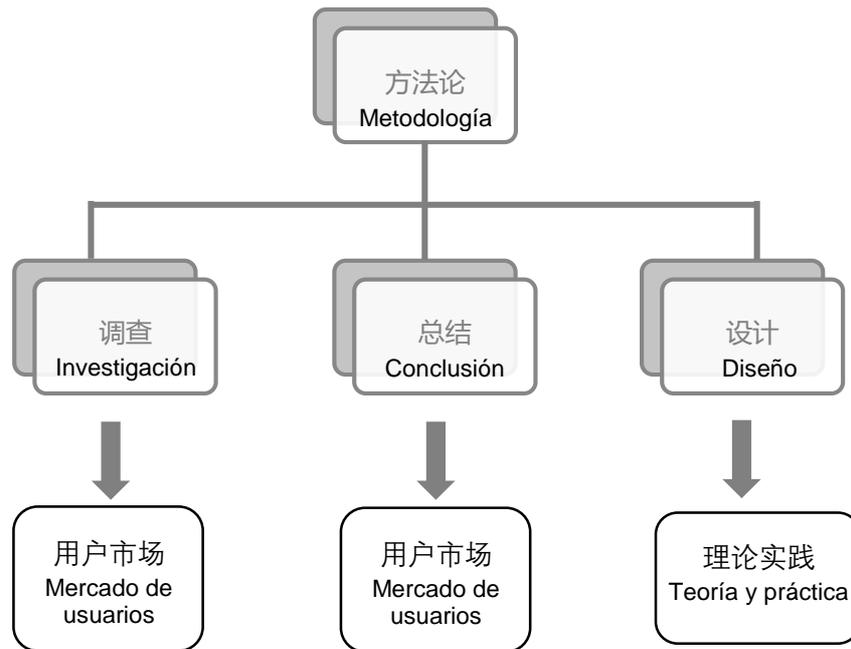
METODOLOGÍA

La metodología, se desarrollará en tres partes: en la investigación y análisis, en la obtención del resultado y en el diseño del producto

Como se menciona en el prefacio de este artículo, para diseñar un producto que sea factible, práctico y de valor investigativo, se adoptarán diferentes maneras y métodos. En esta parte, se desarrollará una explicación más detallada a partir de tres aspectos principales que son: la investigación, el

resumen y el diseño. Sin embargo, estos tres puntos básicos, se explicarán más al detalle durante el proceso de investigación.

El siguiente esquema muestra claramente los detalles específicos de estos tres aspectos:



En el esquema se aprecia que, antes de iniciar la investigación, el primer paso fue averiguar el target y realizar un estudio de mercado a través de cuestionarios, lecturas de materiales y documentos relevantes, etc. Después de eso, se resumen todos los datos recopilados, de modo que se pueda encontrar un objetivo adecuado para la plantilla de diseño, siendo eso lo que se hizo. El último paso en la metodología es combinar la teoría con el tiempo, tomando como base los dos pasos anteriores. Por último, se comenzará a diseñar nuestro producto. De esta manera, el nuevo diseño tiene tanto soporte teórico como referencias prácticas, que mejoran en gran medida la viabilidad y la practicidad del diseño del producto.

Con estas ideas y conceptos, se puede comenzar a completar el proyecto.

Investigar

Antes de diseñar un producto, el trabajo preparatorio es de vital importancia, ya que no solo determina el valor del producto, sino que también determina la dirección del concepto de diseño; de que si puede adaptarse a la mayoría de los usuarios y a la sociedad moderna. Por lo tanto, en este trabajo, el primer paso es comenzar desde la fuente y realizar las investigaciones correspondientes tanto del usuario como del mercado.

Como se ha mencionado en la sección anterior, la experiencia del usuario determina la cantidad de circulación y el volumen de ventas del producto, por lo que es primordial la investigación de los usuarios y saber lo que realmente sienten, para conseguir que el producto funcione bien en el mercado.

En la sociedad moderna, la gente se preocupa cada vez más por su salud. Aparte de una alimentación saludable, muchas personas van al gimnasio donde los dos ejercicios aeróbicos más populares son las cintas de correr y las bicicletas de spinning. Después de realizar la comparación y con la intención de obtener más usuarios en mente, elegimos la bicicleta de spinning como la plantilla sobre la que diseñar, porque es más rentable comparada con la inversión a realizar con la cinta de correr y porque se aprovecha mejor el espacio, ya sea en el gimnasio o en una casa individual, puede ser fácilmente almacenada y usada. Por esta razón, pensando en la cantidad de usuarios que podrá tener y el presupuesto, la bicicleta ha sido el producto finalmente seleccionado.

Por otro lado, en todo el mercado, el gimnasio se está convirtiendo en un punto económico favorable cada vez más popular, y la industria del acondicionamiento físico es relativamente longeva o sostenible, por lo que, partiendo de este mercado, es un punto factible. Por el contrario, el entretenimiento basado en la "realidad virtual" es una nueva y floreciente estrella en el mercado, por lo que se combinarán los dos para actualizar el

paisaje del gimnasio y el mercado del *fitness*, con el fin de impulsar y ampliar el movimiento de "realidad virtual".

El proveedor de servicios de CDN Limelight NETWORKS publicó recientemente un informe sobre una encuesta acerca del estado actual del juego. La encuesta se ha realizado a unas 3.000 personas en total en Japón, Corea del Sur, Alemania, el Reino Unido y los Estados Unidos, La encuesta investiga entre otros temas, el tiempo dedicado al juego y el tipo de juego, además de incluir algunas preguntas divertidas para hacer más amena la encuesta.

Entre las encuestas de "tiempo de juego en una semana"(figura1.1), los jugadores que juegan menos de una hora en toda la semana representaron el 20.1%, los jugadores de Japón representaron aproximadamente el 32%, los jugadores que juegan más de 20 horas a la semana representaron en la muestra total de la encuesta un 6,4% y la proporción de jugadores japoneses fue un 8,4%. En China, según una encuesta reciente de la firma de investigación de mercado Niko Partners y su socio Quantic Foundry, los jugadores principales de la plataforma de PC china invirtieron un promedio de 42 horas por semana. Por lo tanto, en el futuro, en la industria del juego aún queda un amplio margen de mejora y perspectivas en términos de contenido de juego y métodos de juego.

Pais	menos 1 hora	1-2 horas	2-4 horas	4-7 horas	7-12 horas	12-20 horas	más 20 horas	Promedio
Japon	32.0%	16.2%	16.0%	12.4%	9.0%	6.0%	8.4%	5.48
Alemania	14.6%	19.4%	19.0%	21.0%	11.6%	7.6%	6.8%	6.11
Reino Unido	17.4%	18.2%	19.4%	18.0%	11.2%	9.0%	6.8%	6.14
Corea sur	27.8%	20.4%	20.4%	14.6%	8.4%	3.8%	4.6%	4.42
Francia	14.4%	15.4%	16.4%	17.8%	16.4%	12.0%	7.6%	7.15
EE.UU	14.6%	19.2%	17.4%	17.2%	16.8%	7.6%	7.2%	6.44
Rusia	20.1%	18.1%	18.1%	16.8%	12.2%	7.7%	6.9%	5.96

Figura 1.1

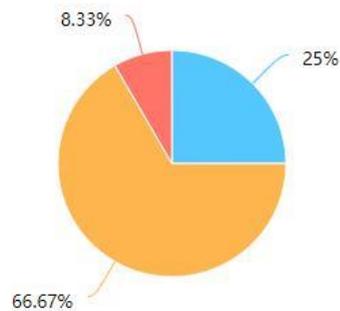
Antes de comenzar el proyecto, se ha realizado una encuesta a los amigos y a gente cercana. El cuestionario tiene como finalidad examinar las

actitudes del público ante el juego, la comprensión de la realidad virtual y el grado de deseo de estar en forma. En la encuesta han participado 60 personas en total, donde los perfiles comprenden a estudiantes, trabajadores, jefes de empresa y jubilados. La conclusión es que la mayoría de la gente conoce la tecnología de la realidad virtual y tienen muchas expectativas sobre ella. A medida que la conciencia de la gente sobre la salud aumenta, cada vez hay más personas que se interesan por estar en forma (Figura 1.2), pero generalmente consideran que el gimnasio es muy aburrido, por lo que esta vez se necesita una nueva tecnología para cambiar esta situación, a través de la investigación y la consideración, se ha conseguido llegar a la siguiente conclusión.

1. 你了解虚拟现实技术吗? ¿Entiendes la tecnología de la realidad virtual? [单选题]

选项	小计	比例
没听说过/Nunca oí hablar de ella.	15	25%
比较了解/La entiendo un poco.	40	66.67%
十分了解/Sé mucho sobre este ámbito.	5	8.33%
本题有效填写人次	60	

表格
 饼状图
 圆环图
 柱状图
 条形图

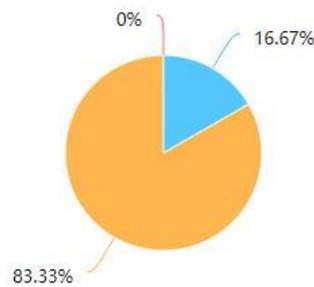


没听说过/Nunca oí hablar de ella.
 比较了解/La entiendo un poco.
 十分了解/Sé mucho sobre este ámbito.

2: 你认为虚拟现实技术可以用于代替现实中的一些陈设（例如：纸笔，投影，广告，液晶屏幕等）吗？¿Crees que la realidad virtual se puede utilizar en lugar de algunos utensilios de nuestro día a día (como la pluma y el papel, la proyección, la publicidad, pantallas LCD, etc)? [单选题]

选项	小计	比例
可以完全代替/Pueden ser reemplazados completamente.	10	16.67%
可以部分代替/Pueden ser substituidos en parte.	50	83.33%
完全不能代替/No se pueden reemplazar.	0	0%
本题有效填写人次	60	

表格
 饼状图
 圆环图
 柱状图
 条形图
 隐藏零数据

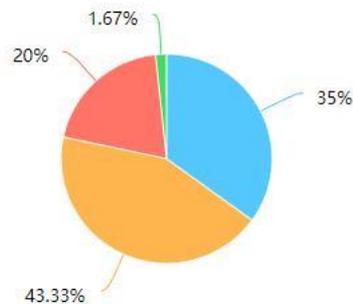


可以完全代替/Pueden ser reemplazados completamente.
 可以部分代替/Pueden ser substituidos en parte.
 完全不能代替/No se pueden reemplazar.

3: 你认为你身边有多少抗拒使用现代电子产品（例如：电脑、智能手机、可穿戴设备等）的人？¿Cree usted que tiene mucha resistencia al uso de productos electrónicos modernos (por ejemplo, computadoras, smartphones, dispositivos portátiles, etc.)? ¿Cree usted que tiene mucha resistencia al uso de productos electrónicos modernos (por ejemplo, computadoras, smartphones, dispositivos portátiles, etc.)? [单选题]

选项	小计	比例
没有/No.	21	35%
少量/En cantidades pequeñas.	26	43.33%
较多/Sí.	12	20%
很多/Mucha.	1	1.67%
本题有效填写人次	60	

表格
 饼状图
 圆环图
 柱状图
 条形图

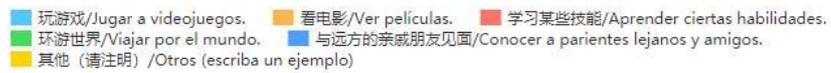
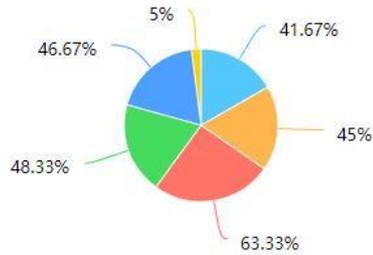


没有/No.
 少量/En cantidades pequeñas.
 较多/Sí.
 很多/Mucha.

4: 如果可以, 你希望虚拟现实技术能帮你做什么? Si puedes, ¿qué quieres que haga la tecnología de realidad virtual para ti? [多选题]

选项	小计	比例
玩游戏/Jugar a videojuegos.	25	41.67%
看电影/Ver películas.	27	45%
学习某些技能/Aprender ciertas habilidades.	38	63.33%
环游世界/Viajar por el mundo.	29	48.33%
与远方的亲戚朋友见面/Conocer a parientes lejanos y amigos.	28	46.67%
其他 (请注明) /Otros (escriba un ejemplo) [详细]	3	5%
本题有效填写人次	60	

查看多选题百分比计算方法



5: 你认为开发虚拟现实游戏有助于帮助人们熟悉使用这项技术吗? ¿Crees que desarrollar juegos de realidad virtual puede ayudar a las personas a familiarizarse con esta tecnología? [单选题]

选项	小计	比例
有/Sí.	50	83.33%
不好说/Es difícil de decir.	8	13.33%
没有No.	2	3.33%
本题有效填写人次	60	

表格
饼状图
圆环图
柱状图
条形图



6: 你认为目前阻碍虚拟现实面临的困境有哪些? ¿Cuáles crees que son los problemas que dificultan la realidad virtual? [多选题]

选项	小计	比例
技术难度太大/Su dificultad técnica es demasiado grande.	23	38.33%
需要大量配套设备/Requiere un gran número de equipos auxiliares.	38	63.33%
难以被思想保守的人接受/Es difícil que sea aceptada por personas que son ideológicamente conservadoras.	17	28.33%
面临一系列安全性问题/Afrontar una serie de cuestiones de seguridad	21	35%
本题有效填写人次	60	

查看多选题百分比计算方法

表格
饼状图
圆环图
柱状图
条形图

7: 你喜欢电子游戏吗? ¿Te gustan los videojuegos? [单选题]

选项	小计	比例
非常热爱/Me encantan.	14	23.33%
偶尔玩玩/Juego ocasionalmente.	42	70%
十分不喜欢/No me gustan mucho.	4	6.67%
本题有效填写人次	60	

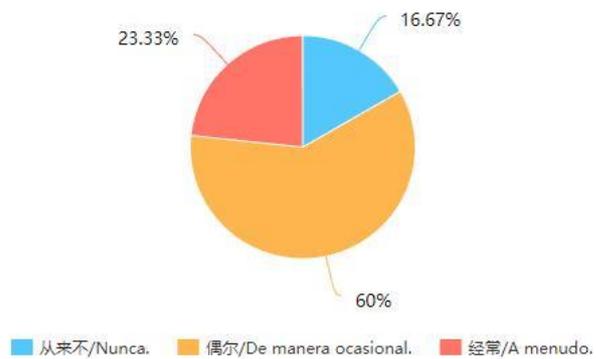
表格 饼状图 圆环图 柱状图 条形图



8: 你去过健身房吗? ¿Has ido al gimnasio alguna vez? [单选题]

选项	小计	比例
从来不/Nunca.	10	16.67%
偶尔/De manera ocasional.	36	60%
经常/A menudo.	14	23.33%
本题有效填写人次	60	

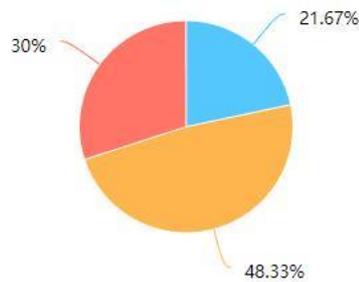
表格 饼状图 圆环图 柱状图 条形图



9: 你感觉在健身房健身的时候, 很无聊? ¿Te sientes aburrido cuando estás en el gimnasio? [单选题]

选项	小计	比例
很无聊/Es aburrido.	13	21.67%
一边健身, 一边听歌, 不太无聊/Mientras escuchas música, no es demasiado aburrido.	29	48.33%
和朋友一起去, 所以不无聊/Voy con amigos, por lo que no es aburrido.	18	30%
本题有效填写人次	60	

表格 饼状图 圆环图 柱状图 条形图

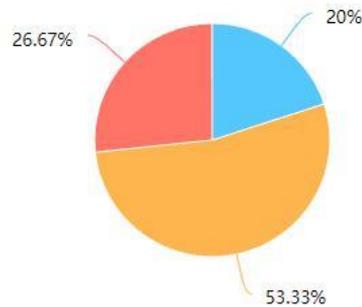


■ 很无聊/Es aburrido.
 ■ 一边健身, 一边听歌, 不太无聊/Mientras escuchas música, no es demasiado aburrido.
 ■ 和朋友一起去, 所以不无聊/Voy con amigos, por lo que no es aburrido.

10: 如果允许, 你会选择在健身的时候通过虚拟现实技术来健身? Si se permite, ¿elegirías ejercitarte en el gimnasio a través de la realidad virtual? [单选题]

选项	小计	比例
不会/No.	12	20%
会/Claro.	32	53.33%
无所谓/No me importa.	16	26.67%
本题有效填写人次	60	

表格 饼状图 圆环图 柱状图 条形图



■ 不会/No.
 ■ 会/Claro.
 ■ 无所谓/No me importa.

11: 你看好虚拟现实技术的前景吗? ¿eres optimista acerca de la perspectiva de la tecnología de la realidad virtual? [单选题]

选项	小计	比例
看好/Sí, muy optimista.	43	71.67%
不好说/Es difícil de decir.	15	25%
不看好/No.	2	3.33%
本题有效填写人次	60	



Figura 1.2

Determinar

A través de la investigación tanto del usuario como del mercado, finalmente se eligió una combinación de los términos y tecnologías de spinning, que ayudará a realizar un ejercicio aeróbico, y VR.

El uso de bicicletas spinning como plantilla física sobre la que diseñar, consiguió ahorrar mucho tiempo para el planteamiento. Además, durante todo el proceso de investigación, dicha elección ha mejorado bastante la eficacia, es decir, ya que se gastó poco tiempo y energía en elegir, el proceso se enfocó más en la innovación de las bicicletas de spinning. Esta decisión concluyente se ha basado en múltiples comparaciones, consideraciones tanto sobre la efectividad del diseño como de las posibles prácticas posteriores, llegando a ser, en suma, la opción ideal.

La combinación de los dos mercados (el mercado de fitness y el mercado de "realidad virtual") hace que nuestro diseño sea más diversificado en cuanto a la práctica y también mejora el interés de la experiencia del producto. La impresión final del producto, hablando a nivel de la experiencia del usuario, distrae la atención cuando estén realizando ejercicios de cardio, evitando el fenómeno de sentirse aburrido y consiguiendo así que el ejercicio se convierta en más atractivo y divertido, dando lugar a un ejercicio de calidad. Desde la perspectiva del mercado, las dos industrias se promueven mutuamente y se desarrollan juntas, evitando el fenómeno del lento desarrollo y dejar de ser tendencia, siendo un mercado único, de modo que los dos mercados se desarrollan de manera eficiente y sostenible en condiciones adecuadas. Esta es también una de las intenciones principales de este diseño, no solo se espera que estos productos puedan obtener éxito, sino que también se espera hacer una cierta contribución a los dos mercados.

Diseñar

Se puede decir que esta parte es el núcleo de todo el proceso de investigación, es un vínculo clave entre el pasado y el futuro. Por un lado, se deben implementar los resultados a las que se ha llegado tras el estudio de mercado, y por otro lado, hay que hacer ajustes correspondientes según la situación real y determinar finalmente la figura del producto. Entonces es en esta parte, donde se explicará desde dos puntos claves: teoría y práctica.

1. CUERPO TEÓRICO

1.1 Condiciones previas

Es importante realizar una exhaustiva pre-investigación puesto que el producto diseñado tiene que ser capaz de aportar un valor importante de experiencia. Así mismo, en esta sección, se considerarán las encuestas y

análisis realizados antes del diseño del producto, para inspeccionar su factibilidad y las posibles experiencias en el mercado después del diseño. Partiendo de la teoría, esta parte se centrará en la situación social y actual del diseño del producto.

(1) Estado de los usuarios individuales

Como se ha mencionado antes, hoy en día, la gente presta cada vez más atención a la salud. Realizar entrenamiento físico se ha convertido poco a poco en uno de los medios más rutinarios para mantener lozanía, por eso optan por los equipos especializados que están en el gimnasio para lograr su propósito. Debido a este motivo, se tiene la intención de comenzar con un dispositivo de ejercicios, uno que pueda ser aceptado y utilizado por la mayoría de los usuarios, para realizar el diseño, optimizar e innovar.

En cuanto a los datos actuales de China, podemos ver que hasta el 2015, la participación regular en ejercicio físico fue de 360 millones de habitantes. Durante el tramo 2016-2025, el número de personas que entrenan aumentará a una tasa del 39% anual, lo que significa que, en 2025, se espera que el número de personas con estos hábitos alcance los 500 millones sólo en China. Y la mayoría de ellos eligen cintas de correr y bicicletas de spinning, lo cual fue la razón principal de su elección como objeto principal, a lo que sumamos su coste asequible. Por un lado, son adecuadas para la mayoría de los usuarios y, por otro lado, las bicicletas de spinning también son bastante cómodas para tenerlas en una casa o apartamento. Otro factor ha sido la mínima o nula energía que este aparato consume ya que para utilizarla no hace falta que tenga una fuente de alimentación. Tomando como base estos aspectos, la bicicleta es la plantilla de diseño perfecta.

Si el resultado final resulta ser efectivo, conllevará que este producto tendrá una buena acogida.

(2) Estado actual de la "realidad virtual"

También se ha mencionado en el prólogo que, la filosofía de diseño se basará en combinar la realidad virtual con el ejercicio físico para lograr una promoción bidireccional entre ambos polos.

Por un lado, desde el punto de vista del mercado, la tecnología de "realidad virtual" se utiliza más para el entretenimiento y el ocio. Bajo el desarrollo de esta tecnología en los videojuegos, crean vastas influencias en los jóvenes de hoy en día, convirtiendo la realidad virtual en una nueva tendencia. Desde los juegos en 2D hasta los juegos 4D, ahora se trata de crear experiencias inmersivas, mucho más allá de jugar a través de una pantalla.

Por otro lado, cuando se realiza ejercicio, especialmente en los ejercicios de cardio, rara vez se puede resistir por un tiempo prolongado, aunque se sabe que se debe estar al menos 30 minutos para empezar a reducir grasa y aumentar la función cardiopulmonar. Los ejercicios de cardio en sí son un tipo de ejercicios que consumen energía física, por lo que mucha gente piensa que es aburrido, fastidioso y extenuante, convirtiendo al cardio en un tipo de entrenamiento en el que pocos persisten.

Es entonces, teniendo en cuenta las dos deficiencias, que surge la idea de aplicar la tecnología de realidad virtual al ejercicio físico, dejar que las personas experimenten la misma sensación de jugar durante los pesados ejercicios aeróbicos y, al mismo tiempo, hacer que el juego se convierta en una especie de ejercicio. De manera efectiva aprovechamos ambas cosas, compensando por completo las deficiencias de los dos, logrando así la idea de integrar la realidad virtual con el ejercicio físico.

(3) Teoría

Dado que en el resultado final se combinan la técnica tecnológica de ambos productos, en la teoría del diseño también partiremos de dos aspectos.

En primer lugar, la bicicleta de spinning es uno de los equipos populares en el gimnasio y su principio es la simulación de una bicicleta, convirtiendo una bicicleta normal en un equipo estático. Teniendo en cuenta esto, la filosofía de diseño de este proyecto es, convertir el movimiento rotatorio de las ruedas de la bicicleta en fuente de energía limpia para promover el producto en sí, es decir, será innecesario cualquier tipo de energía auxiliar para su funcionamiento. Aparte de esto, se diseñará un mango rotativo para el manillar, donde se introduce la conexión con "realidad virtual" para aumentar la sensación de interacción, de esta manera, la experiencia será distinta y más inmersiva. Además, se equipará en cada bicicleta un dispositivo de "realidad virtual" como un menú conjunto estándar, que consumirá la energía que se ejerce durante el ejercicio, logrando así variación en la transformación de la energía cinética humana utilizando de manera efectiva la energía que pueda ser acumulada durante el spinning.

A través de la "realidad virtual", se desarrolla un juego cuya mecánica es como montar en bicicleta o en automóvil, permitiendo que el ejercicio real impulse el progreso del automóvil en el juego. El movimiento del manillar controlará la dirección del automóvil del juego, de modo que el usuario pueda divertirse y distraerse mientras realiza ejercicio, así se logra lo que se mencionó en el apartado anterior "convertir el ejercicio aeróbico en algo más interesante." No cabe duda de que, en el diseño del juego VR se inventarán diferentes tipos de obstáculos para ampliar su acción y no crear una pista de bicicleta simple y aburrida. De hecho, el juego en vez de ser individual se convertirá en un juego conectado a internet, con el fin de competir colectivamente, quizás contra la persona que entrena al lado tuyo, y así crear una nueva experiencia.

(4) La práctica.

En esta parte, explicaré el proceso de diseño a través del proceso práctico.

1.2 Introducción técnica

1.2.1 ¿Qué es Realidad Virtual?

¿Cómo se entiende a nivel social la realidad virtual (VR)?

Según KuWankeji²: "La tecnología de VR es un sistema de simulación que puede crear y experimentar un mundo virtual: usa una computadora para generar un entorno de simulación, que es una fusión de información de varias fuentes, es una simulación sistemática del comportamiento físico y 3D dinámico interactivo, para sumergir a los usuarios en su entorno" (Mu Yun). El mercado ³ explica: "La realidad virtual significa usar una computadora para simular un espacio virtual donde los usuarios obtengan una experiencia sensorial casi real" y los consumidores la definen como: "La realidad virtual son las películas y los juegos 3D".

1.2.1.1 Concepto e introducción de la Realidad Virtual

VIRTUAL REALITY (VR) es una tecnología moderna que utiliza como núcleo la informática, generando un entorno virtual (ENTORNO VIRTUAL, VE) con una gama realista de integración visual, auditiva y táctil. El dispositivo interactúa con los objetos en el entorno virtual de forma natural, entre sí, dando como resultado una sensación y experiencia de estar en el mundo real.

La realidad virtual (VR) significa que podemos experimentar a través de nuestra computadora cosas que no existen realmente.

Si queremos entender por qué los libros, las películas, las pinturas y los fragmentos de música no son lo mismo que la realidad virtual, debemos definir la realidad virtual de manera explícita. Para alcanzar el propósito de

² KuWankeji. *¿Cuán lejos está de nosotros la realidad virtual de realidad virtual?*
<https://3g.163.com/dy/article/CT0OAIMO9001AIMP.html> [Consulta: 14 de julio de 2018]

³ Northeastern University. *Pensamiento filosófico sobre la influencia de la tecnología de realidad virtual en la cognición de la audiencia*
<http://xuebao.neu.edu.cn/social/CN/html/2017-6-564.htm> [Consulta: 14 de julio de 2018]

este artículo, esta se define como: un mundo confiable e interactivo creado por una computadora 3D, donde se podrá explorar, y donde sentiremos que nuestra mente y cuerpo está en el entorno simulado realmente.

En otras palabras, la realidad virtual es esencialmente:

1. **Believable** confiable: realmente debe ser creíble que estamos en Marte o donde se plantee estar.

2. **Interactive** interacción: Debe ser posible obtener una interacción coherente conforme a nuestros movimientos y acciones con los elementos y el espacio virtual.

3. **Computer-generated** - generada por computadora: ¿Por qué es tan importante? solo máquinas potentes tienen gráficos 3D realistas que son suficientemente rápidos como para crear un mundo alternativo creíble, interactivo y que cambie en tiempo real a medida que avanzamos.

4. **Explorable**: El mundo de realidad virtual debe ser grande y delicado, para que se pueda explorar.

5. **Inmersión**: para ser creíble e interactiva, la VR necesita integrarse con el cuerpo y la mente. Puede jugar un simulador de vuelo en la computadora de su casa y obtener una experiencia interactiva muy realista en unas pocas horas (el paisaje cambiará a medida que el avión vuela), pero no es como usar un simulador de vuelo real. La cabina del simulador se opera hidráulicamente y el usuario siente la fuerza real del movimiento a medida que se mueve y se inclina), y aún menos como un avión volando.

1.2.1.2 Origen

La revolución científica y tecnológica que se ha dado desde el siglo XX, en concreto la revolución de la información que surgió a principios de la década de 1990, ha causado profundos cambios en el mundo. Para mejorar su entorno y la calidad de vida, los seres humanos deben reconocer y transformar el mundo objetivo. A pesar de que los seres humanos son criaturas inteligentes, el universo es infinito e intrincado, por lo que es

necesario apoyarse en herramientas potentes para mejorar, extender y expandir los sentidos, extremidades y funciones cerebrales. En la era de la información utilizamos la informática y la tecnología para mejorar las funciones humanas en algunos aspectos como para comprender, procesar y transformar el mundo.

Sin embargo, desde el nacimiento de la computadora, el entorno tradicional del procesamiento de la información siempre ha estado centrado en el ordenador, quiere decir que siempre: "las personas se adaptan a la computadora", lo que ha restringido en gran medida la capacidad de las personas al usar las computadoras como herramientas para comprender y transformar el mundo. Para lograr la nueva orientación y que "la computadora se adapte a las personas", debemos resolver una serie de problemas técnicos, formando un entorno armonioso entre las personas y las máquinas. La tecnología VR es una de las maneras de resolver esta problemática.

En 1968, Ivan Sutherland desarrolló el primer HMD⁴ en la universidad de Harvard. Este HMD (Figura 1.3) usa un tubo de rayos catódicos (CRT) como pantalla y rastrea el movimiento de la cabeza. Cuando el usuario se mueve de posición o gira la cabeza, cambia también la posición en el mundo virtual y lo que ve. Los usuarios ven a través de esta "ventana" objetos virtuales, físicamente inexistentes, pero muy similares a los objetos en el mundo real.

⁴ Head mounted display

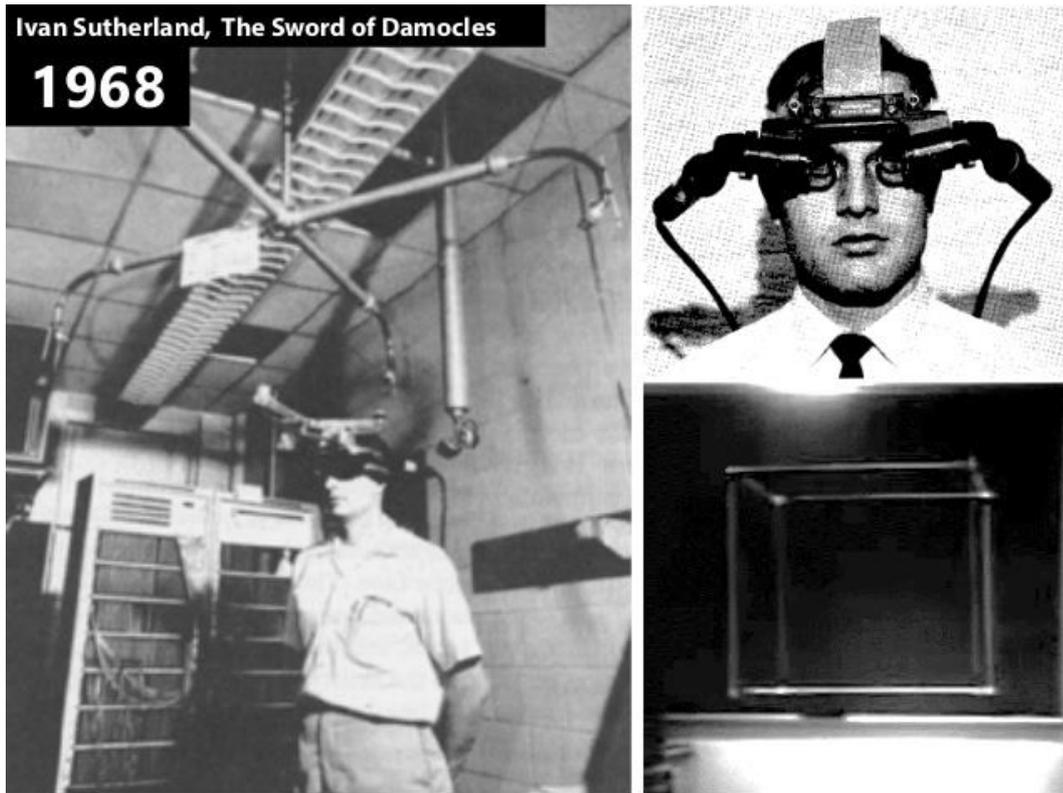


Figura 1.3

Las personas que ven objetos virtuales desean, además, controlar este tipo de objetos, tocándolos, moviéndolos y volteándolos. En 1971, Frederick Brooks desarrolló el prototipo de Grope-II (Figura 1.4) con Force Feedback. Al manipular este dispositivo robótico, el usuario puede controlar el robot virtual en la "ventana" para agarrar un objeto virtual cúbico, y la mano humana puede sentir el peso de ese objeto virtual. En 1975, Myron Krueger propuso el concepto de "Realidad Artificial" y mostró un entorno virtual llamado "Videoplace". El usuario se enfrenta a la pantalla de proyección y la imagen de la figura del usuario capturada por la cámara se combina con los gráficos generados por la computadora, para proyectar un mundo virtual en la pantalla. Al mismo tiempo, diferentes sensores recopilan las acciones del usuario para expresar los diversos comportamientos en el mundo irreal.

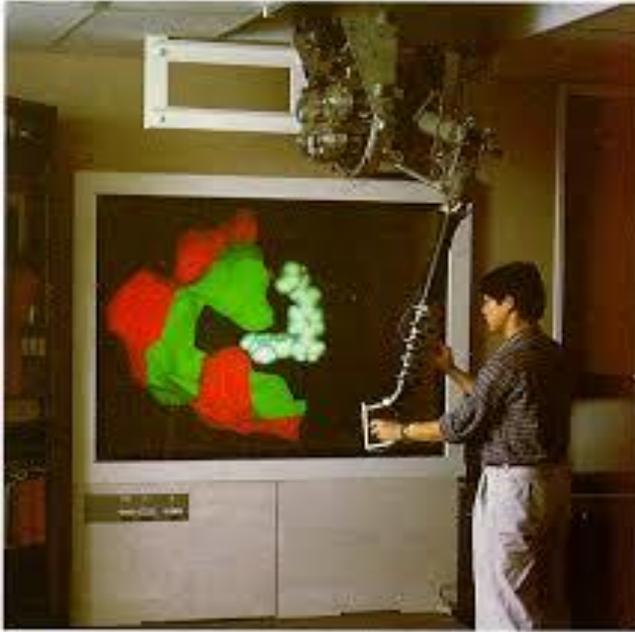


Figura 1.4



Figura 1.5

1.2.1.3 Historia

1. Año 1956:

Sensorama

En 1956, el fotógrafo Morton Heilig inventó Sensorama (Figura 1.5). Se trata de un terminal 3D interactivo con dispositivo somatosensorial integrado, contiene una pantalla 3D, sonido estéreo, un generador de aroma y un asiento vibratorio. Creando de esta manera una experiencia moderna, y donde puedan experimentar en él seis tipos de películas cortas y diferentes.



Figura 1.6

2. Año 1961: Headsight

En 1961, se lanzó el *Headsight*, que fue la primera pantalla del mundo montada en la cabeza, (con contenidos no digitales (Figura 1.7)). El *Headsight* está desarrollado por la compañía Feige, que combina sistemas de vigilancia CCTV con un tracking de la cabeza, pero en esencia su objetivo principal es visualizar la información oculta en lugar de dispositivos de entretenimiento.



Figura 1.7

3. Año 1985: Casco de NASA

En 1985, la NASA (NASA) desarrolló una verdadera pantalla LCD óptica montada en la cabeza (Figura 1.8). Su estructura de diseño fue ampliamente adoptada por los dispositivos actuales de realidad virtual, pero la pantalla LCD fue reemplazada por OLED, porque consumía menos energía y el efecto visual era mejor. Además, el sistema de tracking de la cabeza y las manos para una experiencia más inmersiva, fue utilizado para simular operaciones espaciales.



Figura 1.8

4. Año 2009: Oculus Rift

Sin duda, Oculus Rift (Figura 1.9) revivió la realidad virtual y la devolvió a la vista del público. En 2009, su fundador, Palmer Luckey, lanzó una campaña de financiación colectiva en Kickstarter⁵, que recibió más de 2.400.000 \$ de 9522 seguidores en un corto período de tiempo y captó mucha atención. Desde entonces, los fondos de terceros han seguido incrementándose, lo que permite que Oculus Rift crezca a un ritmo veloz.



Figura 1.9

Finalmente, en 2014, el gigante social (Facebook) anunció la adquisición de Oculus por dos mil millones de dólares. Oculus Rift se comercializó oficialmente, por petición de los consumidores, en enero de 2016 después de varias versiones de desarrollo, realizó las entregas del producto definitivo con envíos a más de 20 países y regiones de todo el mundo. No fue hasta entonces, que la VR realmente ingresó al mercado de consumo de los productos electrónicos.

⁵ Kickstarter es un sitio web de micromecenazgo para proyectos creativos. Mediante Kickstarter se ha financiado una amplia gama de esfuerzos, que van desde películas independientes, música y cómics a periodismo, videojuegos y proyectos relacionados con la comida

1.2.2 Tres características básicas

La inmersión, la interacción y la imaginación son las tres características básicas de un sistema de realidad virtual. Es decir, los usuarios que están inmersos en el entorno virtual pueden usar los equipamientos necesarios para interactuar con la información multidimensional de forma natural, interactuar entre ellos, obtener una comprensión perceptual y racional; hasta llegar a profundizar en el concepto y generar nuevas ideas creativas. Así mismo, siendo el fruto y el reflejo de la tecnología desarrollada en varios campos de aplicación, la tecnología de VR tiene las siguientes características principales:

1. Confiando en el alto grado de integración de disciplinas; VR incluye gráficos, procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, tecnología de red, tecnología de procesamiento paralelo, inteligencia artificial, computación de alto rendimiento, y además también involucra matemáticas, física, electrónica, comunicación, mecánica y fisiología, incluso está estrechamente relacionada con astronomía, geografía, estética, psicología y la sociología.
2. Los usuarios interactúan con el entorno virtual.
3. Integración a gran escala de sistemas o entornos. El entorno VR es un sistema grande e integrado con muchas funciones de diferentes niveles junto a subsistemas de escala considerable.

1.2.3 Componente del sistema de Realidad Virtual

El sistema general de VR se compone principalmente de una computadora con procesamiento gráfico profesional, un sistema de software de aplicación, un dispositivo de entrada y otro de demostración. Adaptable a proyectos diferentes, pueden usar selectivamente las herramientas según las aplicaciones reales, como la pantalla digital en el casco, los rastreadores, los guantes de detección, el tipo de pantalla, los sistemas de

visualización estéreo de tipo sala y los dispositivos de generación de sonido estéreo tridimensional.

Un conjunto de sistemas de VR estándar se compone principalmente de las siguientes partes.

1. Generador de entorno virtual 3D y su parte de visualización

Se trata de la parte más básica del sistema VR, podrá analizar la posición y el ángulo de observación del operador en el entorno virtual mediante varios sensores, y generar rápidamente gráficos de acuerdo con el modelo del entorno virtual construido dentro de la computadora para mostrar rápidamente los gráficos y su adaptación coherente al usuario. Esta parte fusiona de forma coherente la postura del operador con la visualización de los gráficos, lo que permite al operador conocer su estado mientras realiza ejercicio y usar los gráficos que muestra la computadora para realizar actividades.



Figura 2.0



Figura 2.1

2. Dispositivos de salida de información.

Esta es la parte del sistema VR donde se transmite al operador una impresión de sonido, tacto, sensación y sentido de dirección, e incluso el olor. Estos estímulos generados por el sistema formal de realidad virtual le permiten al operador sumergirse verdaderamente en el entorno virtual, creando un efecto de inmersión.

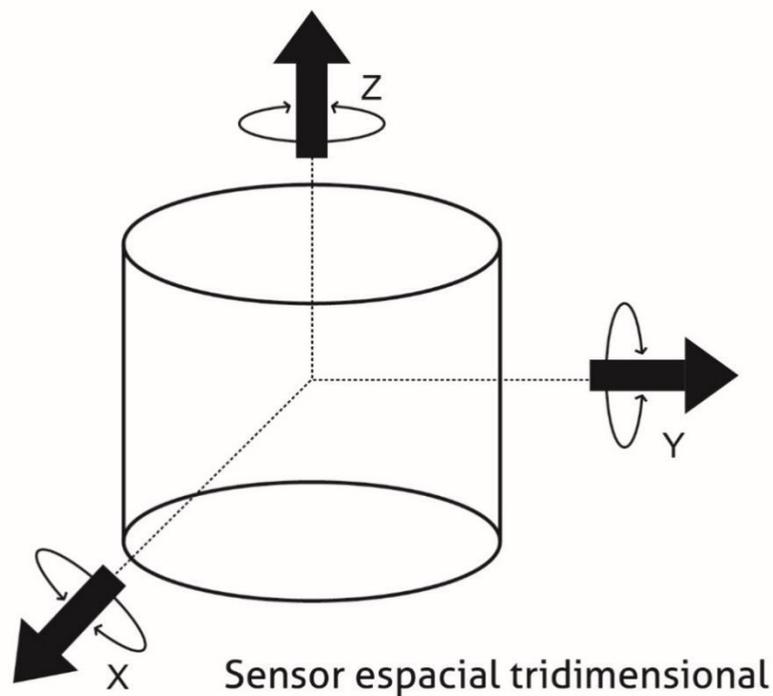


Figura 2.2

La realidad virtual ya está entre nosotros y ahora el siguiente paso será explotar todas sus posibilidades por medio de accesorios compatibles, donde al parecer lo más importante es ampliar la experiencia a otros sentidos y que no sólo se experimente por medio de la vista, por ello hemos visto como empiezan a surgir guantes especiales para la realidad virtual.

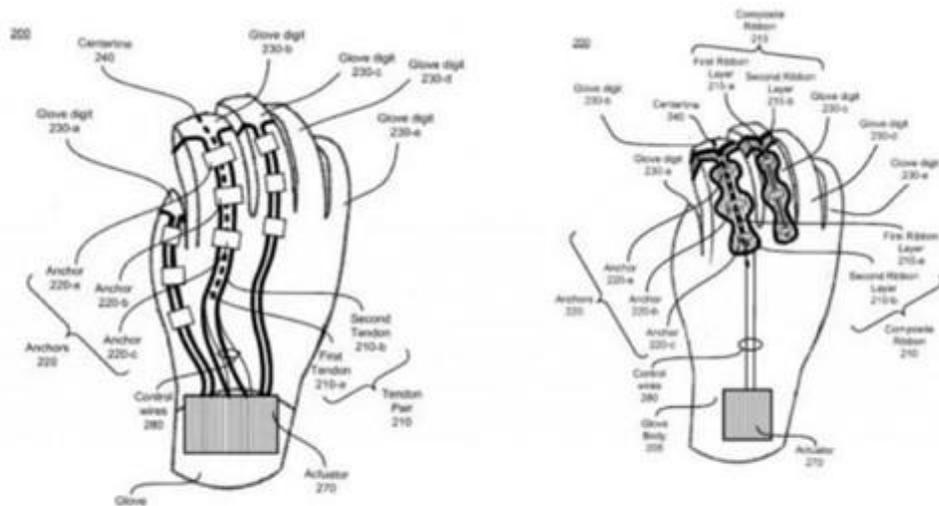
Hasta ahora, los dos grandes sistemas de realidad virtual para PC, Oculus Rift y HTC Vive, solo ofrecen la posibilidad de usar dos sticks como controles para tus manos. Estos tienen ciertos botones y gatillos para interactuar con juegos y aplicaciones, pero les falta algo, les falta ser tan naturales en uso y apariencia como nuestras extremidades.



Figura 2.3

Los guantes Manus VR⁶, cuentan con diez sensores, uno por cada dedo. Conectados inalámbricamente vía Bluetooth de bajo consumo a este visor, los juegos compatibles podrán tener la capacidad de llevar tus manos a otra dimensión, la de la realidad virtual.

⁶ sistema de guantes especialmente diseñados para usarse con sistemas de realidad virtual, en concreto en HTC vive.



Above: Patents show a pair of haptic gloves from Oculus.

Figura 2.4

La tecnología táctil ha recorrido un largo camino en la última década. Hace solo seis años, la mayoría de los teléfonos utilizaban teclados tradicionales. Hoy casi todos los smartphones tienen pantalla táctil y la tecnología ya se extendió a tabletas, consolas portátiles y laptops.

Pero hay algo que todavía les falta a las pantallas táctiles: la retroalimentación sensorial. Actualmente no puedes sentir el teclado en tu iPhone, ni los botones de acción cuando juegas en tu tableta Android. No puedes sentir los iconos de tu pantalla de inicio ni la textura de tus fotografías.

Aparentemente todo esto cambiará en la próxima década con el surgimiento de nuevos dispositivos táctiles o "hápticos". Una nueva tecnología anunciada por el área de investigación de Walt Disney Company permite que los usuarios sientan texturas en una pantalla táctil, lo que señala un futuro en el que podrás utilizar tu teléfono no solo para ver y escuchar, sino también para sentir.

El científico de investigación en el Grupo de Interacción de Disney, Ivan Poupyrev, dijo a CNN que en el futuro veremos "pantallas táctiles en

dispositivos móviles, tabletas, laptops, mesas y paredes. Todo será sensible al tacto en el futuro y necesitamos retroalimentación táctil para hacerlo más útil y utilizable".

Disney Research también desarrolla un equipo táctil que no necesita ningún contacto real en lo absoluto, pero que te hace sentir como si pudieras tocar objetos frente a ti en el aire. El dispositivo se llama Aireal⁷ y según sus desarrolladores ofrece "experiencias táctiles interactivas en el aire libre"⁸ (Disney Research).

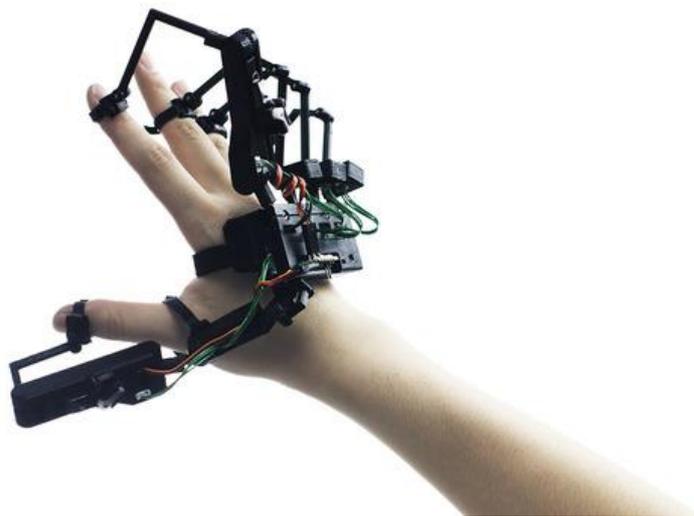


Figura 2.5

⁷ Aireal es una plataforma de realidad aumentada que permite a las personas diseñar, descubrir y experimentar contenido (2D, 3D, video e interactivo) superimpuesto sobre su entorno real y visible mediante el uso de tecnología móvil y portátil.

⁸ Disney Research. *AIREAL: Interactive Tactile Experiences in Free Air*. <<https://www.disneyresearch.com/publication/aireal-interactive-tactile-experiences-in-free-air/>>[Consulta:10 de agosto de 2018]

2. CUERPO PRÁCTICO

2.1 Referentes

2.1.1 Legible city

The Legible city es una instalación pionera de arte interactivo de Jeffrey Shaw, donde el visitante monta una bicicleta estática a través de una representación simulada de una ciudad que se viste con letras tridimensionales generadas por ordenador que forman palabras y oraciones a lo largo de los lados de las calles. Planos de ciudades reales- Manhattan, Amsterdam y Karlsruhe- La ciudad legible reemplaza completamente la arquitectura existente de estas ciudades con formaciones de texto escrito. Viajar a través de estas ciudades de palabras es embarcarse en un viaje de lectura, elegir el camino que uno toma. Así crea una recombinação de estos textos y conjunciones espontáneas de significado.

2.2 Componente del Prototipo

2.2.1 Criterios de Selección

La selección de los componentes para el desarrollo del prototipo (hardware), naturalmente en línea con los objetivos de este TFM, se realizó también teniendo en cuenta cuestiones necesarias que considerar y que aportarían en pos del objetivo principal. Conformando y sumándose al marco, lo siguiente:

Ampliación de capacidades:

Atendiendo al carácter experimental e inicial de la investigación (1/3 etapas) y por tanto del prototipo, era significativo que este pudiera otorgar posibilidades ante nuevas necesidades que aparecieran en posibles giros o avances, sin incurrir necesariamente en costos elevados por el recambio de componentes o costos en tiempo por un nuevo desarrollo desde cero.

- **Asequibilidad:** Es decir, componentes que en términos de costo no son elevados y no significarán una gran inversión, y en términos de presencia en el mercado serán fáciles de encontrar o encargar.

Al respecto se optó por los siguientes componentes:

- Placa: Arduino Uno
- Sensor: Codificador rotatorio AOTUKER SK-E-100 (2ud)
- Dispositivo de visualización VR: Oculus rift
- Ordenador: Alienware R4 17
- Bicicleta de paseo.

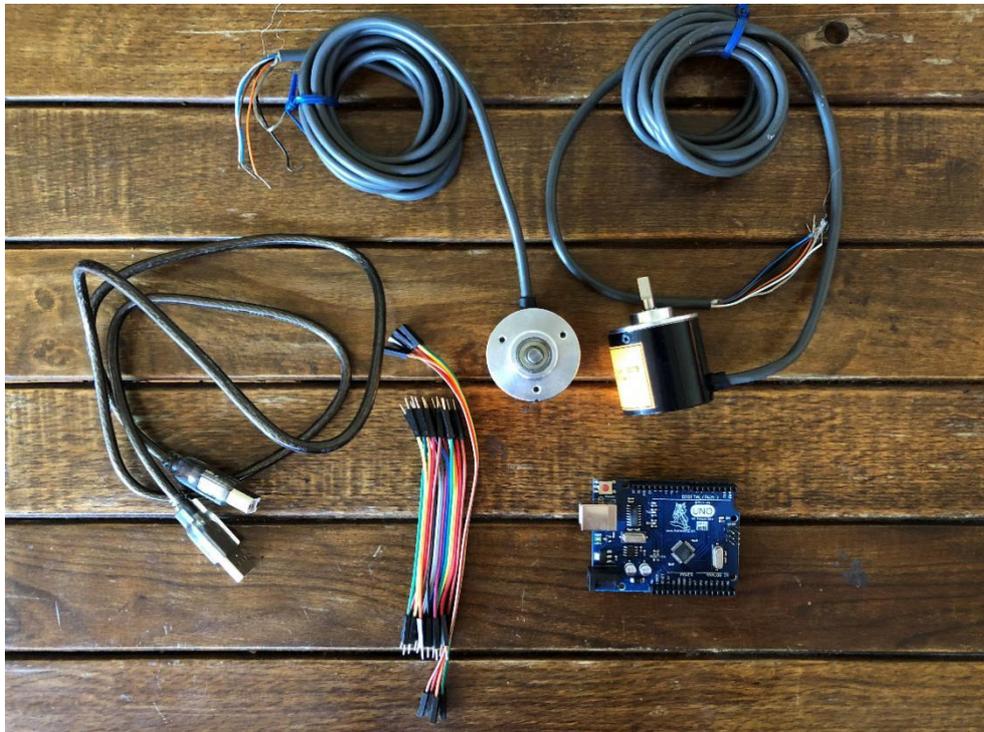


Figura 2.6



Figura 2.7



Figura 2.8



Figura 2.9

2.3 Selección y Características de los Componentes

2.3.1 Las gafas de Realidad Virtual de Oculus Selección

Se escogió Oculus Rift porque Oculus es el líder en el ámbito tecnológico VR, y es un conjunto de dispositivos de VR de consumo, por lo que es relativamente simple y barato adquirirlo.

El Oculus Rift CV1 tiene un buen diseño y peso. El cuerpo es ergonómico, de formas suaves, y con textura agradable, han alcanzado el punto más alto de la serie de valores y sensaciones, por lo que abandonó la apariencia rígida y angulosa del pasado por completo. En la parte frontal se aplicó un material sintético similar a la piel y el resto está hecho con fibra química similar al nylon. Finalmente se logra un toque frío y ligero, donde su tacto se asimila a un jabón suave.

2.3.2 Las gafas VR de Oculus, Revisión de Algunas Características

En los parámetros de hardware, la resolución aumenta a 2160 x 1200 por primera vez (es decir, una resolución de lente por ojo único de 1080 x 1200) y la frecuencia de actualización se reduce a 90Hz, evitando de esta manera mareos que pueda provocar al usuario en breves momentos. La razón por la que se dice “en breves momentos” es porque la realidad virtual es una interacción virtual basada en el tiempo. La diferencia entre la actualización de esta realidad virtual y la del mundo real es la causa del mareo. Y por lo tanto, estrictamente hablando, el mareo es imposible eliminarlo por completo, solo se podrá optimizar lo más técnicamente posible. Además, el campo de visión alcanza más de 100°. Es importante destacar que el ocular no es una lente convexa ordinaria, sino una lente Fresnel con una superficie lisa y donde la otra cara tiene círculos concéntricos de tamaños variados, lo que reduce el volumen y el peso. Las lentes Fresnel son una mejor opción y menos costosa, las lentes convexas normales son propensas a la falta de nitidez, también crean distorsión o falta de brillo en los bordes de la lente.

2.3.3 Unity 3D. Selección

Durante las clases del máster, se ha aprendido a manejar Unity 3D, uno de los softwares más populares y usados, indicativo por el que se podría considerar que es un buen motor de juego. Lo más importante es que se ajusta a los requisitos del diseño de este trabajo. Uno de los representantes de la industria del ocio más poderosos de los que lo utilizan es Blizzard Entertainment. (Figura 3.0)

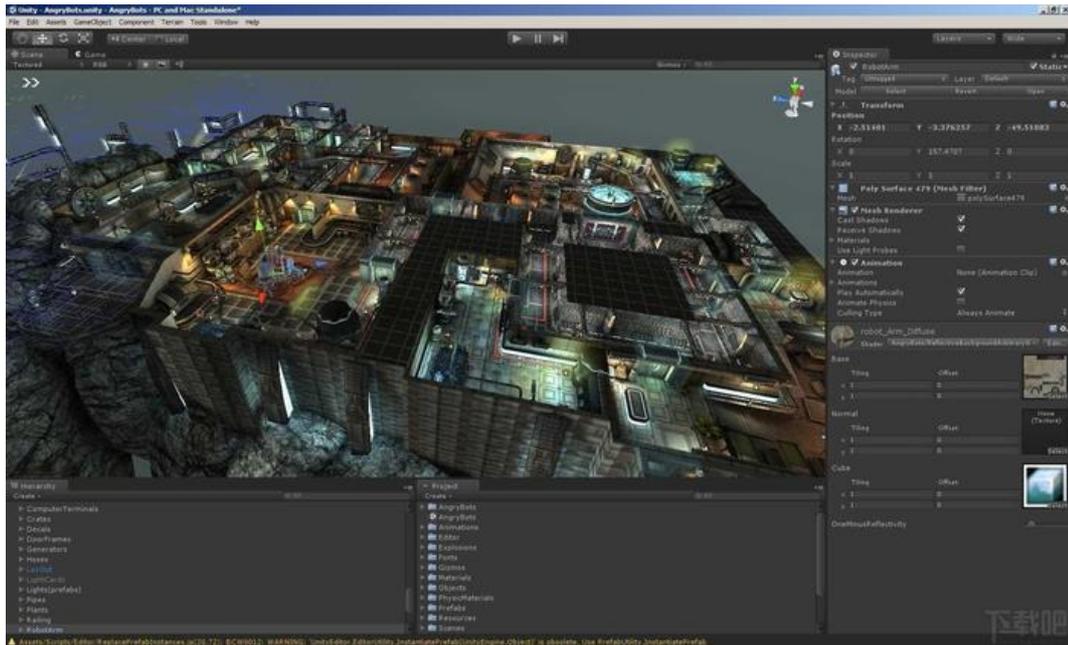


Figura 3.0

2.3.4 Unity 3D. Revisión de Algunas Características

Unity es una herramienta de desarrollo de juegos integrada, multiplataforma, que permite a los jugadores crear fácilmente contenido interactivo como videojuegos 3D, visualizaciones arquitectónicas, animaciones 3D en tiempo real, etc. Es un motor de juego profesional totalmente integrado cuyos proyectos pueden compilarse para Windows, Mac, Wii, iOS, WebGL, plataforma Android, etc., también puede usar el complemento del reproductor web Unity para publicar juegos online.

Se usa una interfaz de programación visual para completar trabajos de desarrollo y edición eficiente de guiones, facilitando el desarrollo.

2. importación automática instantánea, Unity trabaja con muchos tipos de modelos 3D con la posibilidad de importar Acciones, Rigs y animaciones directamente, y además convierte automáticamente las texturas a formato U3D.

4. La base fundamental admite OpenGL y Direct11, motores de física simples y prácticos, sistemas de partículas de alta calidad, fáciles de iniciar y cuya visualización es realista.

5. Soporte JavaScript, C #, Lenguaje de scripting.

6. El rendimiento de Unity es excelente y su eficiencia de desarrollo es extraordinario, y desde luego, muy rentable.

7. Admite aplicaciones de una sola máquina para el desarrollo de juegos multi-jugador a gran escala.

Unity3D tiene una amplia perspectiva de desarrollo: especificaciones generales de operación de software, velocidad de desarrollo eficiente y soporte multiplataforma. Y compatibilidad con un extenso abanico de lenguajes de programación.

2.3.5 Arduino Uno Selección

Arduino es una plataforma de prototipo electrónico de fuente abierta, práctica, flexible y fácil de usar. Incluye hardware (Cualquier tipo de placas Arduino) y software (Arduino IDE) (Figura 3.1)

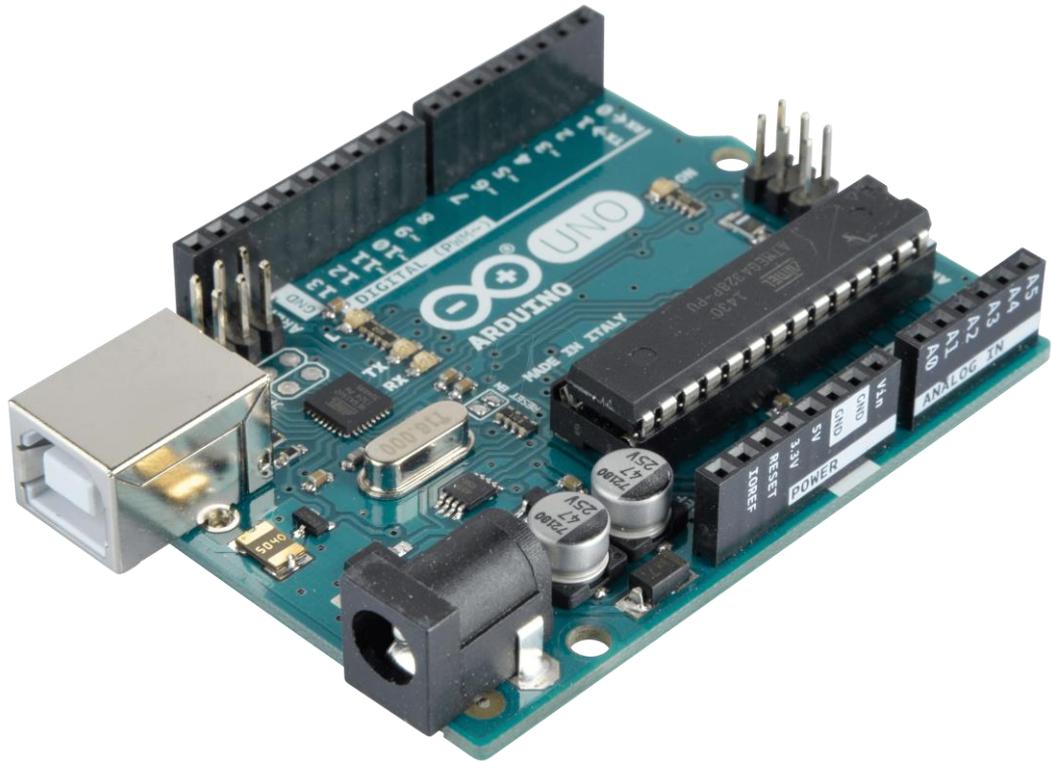


Figura 3.1

2.3.6 Arduino Uno. Revisión de Algunas Características

Se basa en la interfaz de I / O simple de código abierto y tiene un entorno de desarrollo de procesamiento similar al de Processing que es en JAVA pero aquí está basado en el lenguaje C++. Hay dos partes principales: la parte del hardware es la placa Arduino que se puede usar como una conexión de circuito, y la otra es el Arduino IDE, el entorno de desarrollo del programa en la computadora. Después de escribir el código en el IDE y subir el programa en la placa Arduino, el programa le dirá a la placa Arduino el siguiente paso.

Arduino puede detectar el medio ambiente a través de sensores, o controlar luces, motores u otros dispositivos eléctricos. El microcontrolador en la placa puede programarse en el lenguaje de programación de Arduino, compilarse en un archivo binario y grabarse en el microcontrolador. La programación de Arduino se implementa utilizando el lenguaje de

programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos basados en Arduino pueden también programarse con otro software que se ejecute en un PC, y se comuniquen con él como Flash, Processing, o MaxMSP.

2.3.7 Codificador Rotatorio. Selección

El codificador es un sensor para control de movimiento. Utiliza principios de detección fotoeléctrica, electromagnética capacitiva o inductiva para detectar la posición mecánica del objeto y sus cambios, y convierte esta información en señales eléctricas para la salida, que se utiliza como retroalimentación para el control de movimiento y se transmite a varios dispositivos de control de movimiento.

El codificador rotatorio es un tipo especial de codificador que puede convertir el desplazamiento angular y la velocidad angular del eje de salida en los impulsos eléctricos correspondientes para la salida digital mediante conversión fotoeléctrica. Este codificador se puede usar para medir la velocidad y cooperar con la tecnología PWM porque le permite regular fácilmente la velocidad puesto que es un dispositivo de posicionamiento del motor muy utilizado en la industria, ya que puede evaluar con precisión el desplazamiento angular y la posición de rotación del motor. (Figura 3.2)



Figura 3.2

2.3.8 Codificador Rotatorio. Revisión de Algunas Características

1. Informatización: el sistema podrá conocer la rotación exacta del sensor.
2. Flexible: el posicionamiento se puede ajustar de manera flexible por programación.
3. Instalación conveniente y segura en el sitio.
4. Longevidad: Debido a que es un disco de código optoelectrónico, no habrá pérdida mecánica, su vida útil suele ser prolongada, siempre que su posición al instalarlo sea adecuada.
5. Precisión: un codificador rotatorio del tamaño del puño puede medir la distancia desde un grado positivo o negativo, a multitud de giros completos.
6. Multifuncional: Además del posicionamiento, también puede transferir la posición actual, convertir la velocidad de movimiento, especialmente para la aplicación de inversores, motores paso a paso, etc.

7. Economización: Para estaciones de control múltiples, destaca el costo de un codificador giratorio, de su instalación y mantenimiento en relación a la pérdida de costos más importantes, el aumento en la vida útil lo destaca gradualmente.

En resumen, el codificador rotatorio ocupa una posición muy importante en campos de aplicación como el diseño de ascensores, máquinas de herramientas y adaptación de motores, y se utiliza cada vez más en diversas aplicaciones de control industrial.

2.4 Desarrollo del Prototipo

Primero, hay que pensar en los objetos, elementos y formas de pista que aparecerán en el juego virtual, y bocetar el mapa de carreras. (Figura 3.3 y 3.4)

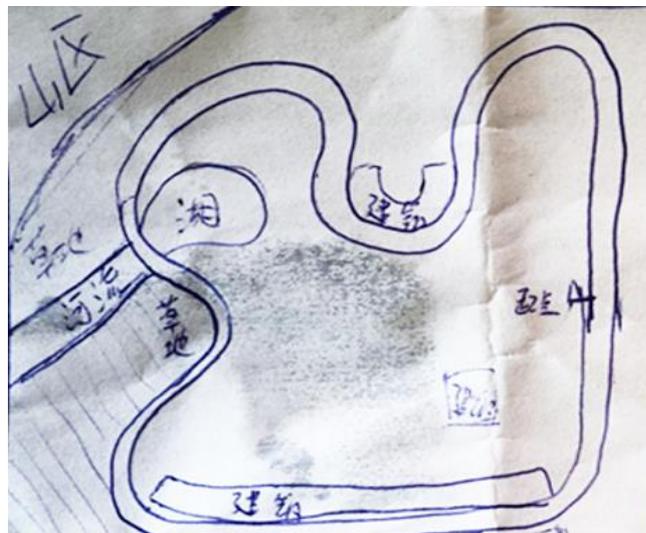


Figura 3.3

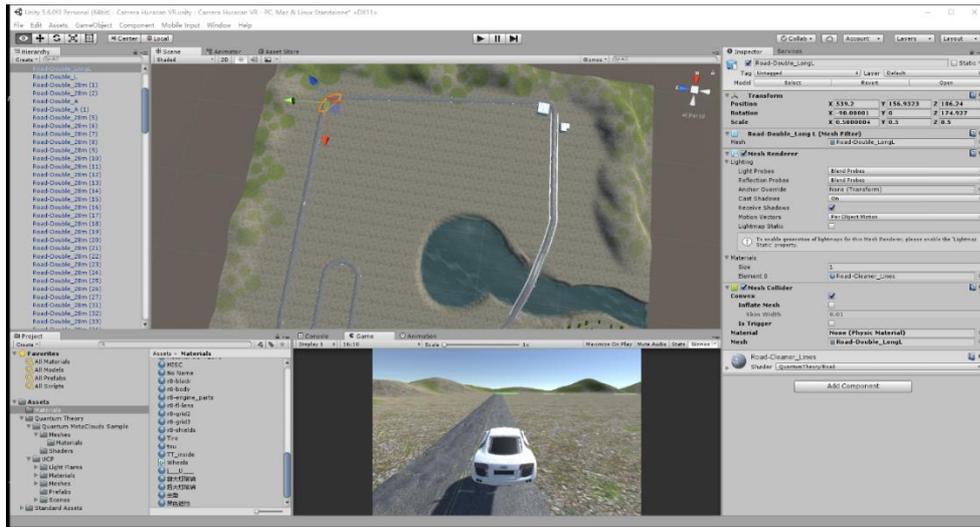


Figura 3.4

Para satisfacer la experiencia, la imagen adopta un estilo realista, la creación virtual de un entorno completo de carreras en circuito cerrado, completando la simulación real del estado físico del estado de la aceleración, dirección, inclinación, etc. como se muestra en las Figuras 3.5 y 3.6. A través de la recogida de datos de un codificador rotatorio, se utiliza un dispositivo de entrada no tradicional para completar el control de todo el automóvil.



Figura 3.5

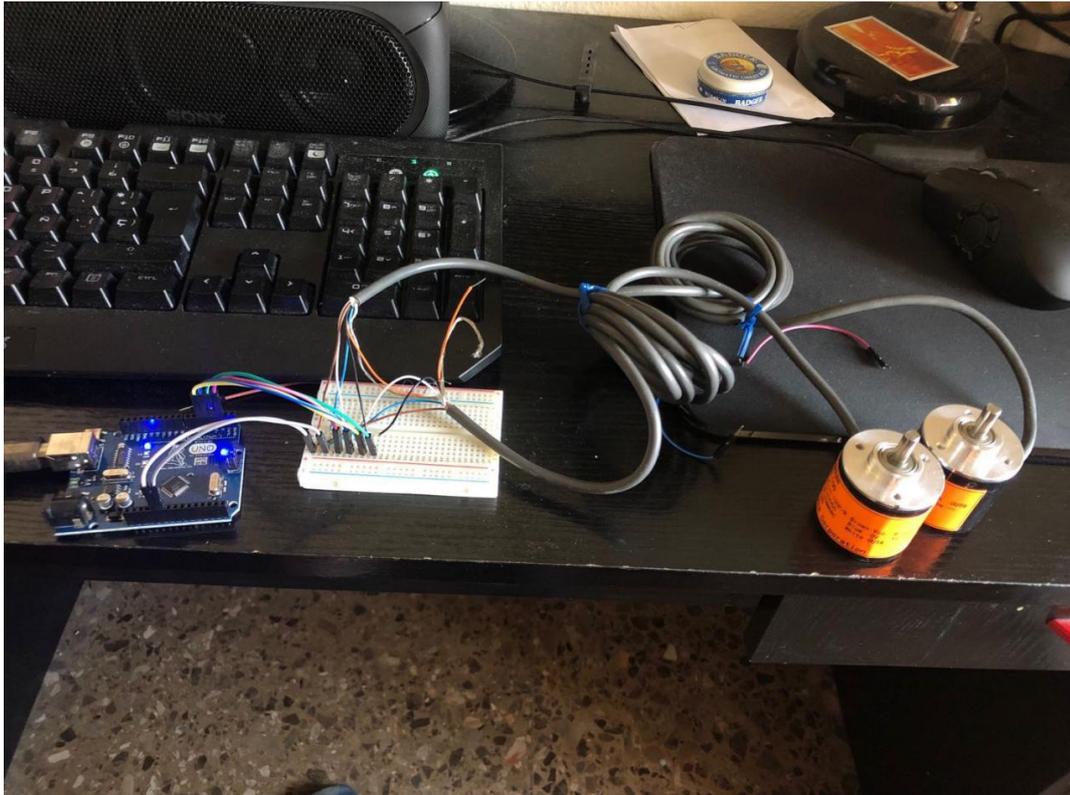


Figura 3.6

2.4.1 Entorno de Escena y Modelo de Coche

La producción de prototipos generalmente usa software como Maya o 3ds Max. Es un método común que el prototipo se construya en software 3D, para luego importarlo, configurarlo y renderizarlo en Unity 3D.

En primer lugar, descarga el vehículo que es de 3D MAX.

Se debe prestar atención al establecimiento del prototipo. Para evitar que sea de highpoly, se debe usar primero el prototipo lowpoly ya que, de lo contrario, la renderización y el procesado costará muchísimo.

Una vez completado el modelado poligonal, la textura del material se aplica a todo el cuerpo del automóvil utilizando los materiales que vienen por defecto con Maya. Unity 3D no alcanza a reconocer directamente el formato

de 3ds Max Por lo tanto, debe exportarse previamente en formato fbx y convertirse así en un formato compatible, para que pueda cargarse en Unity 3D. Las vallas, y elementos de seguridad y otros modelos 3D se exportan mediante un modelado de polígonos y se arrastran a Unity 3D para su posterior importación.

Aparte de eso, el terreno, los árboles y otros contenidos se crean utilizando el propio complemento Terrain de Unity. (Figura 3.7)

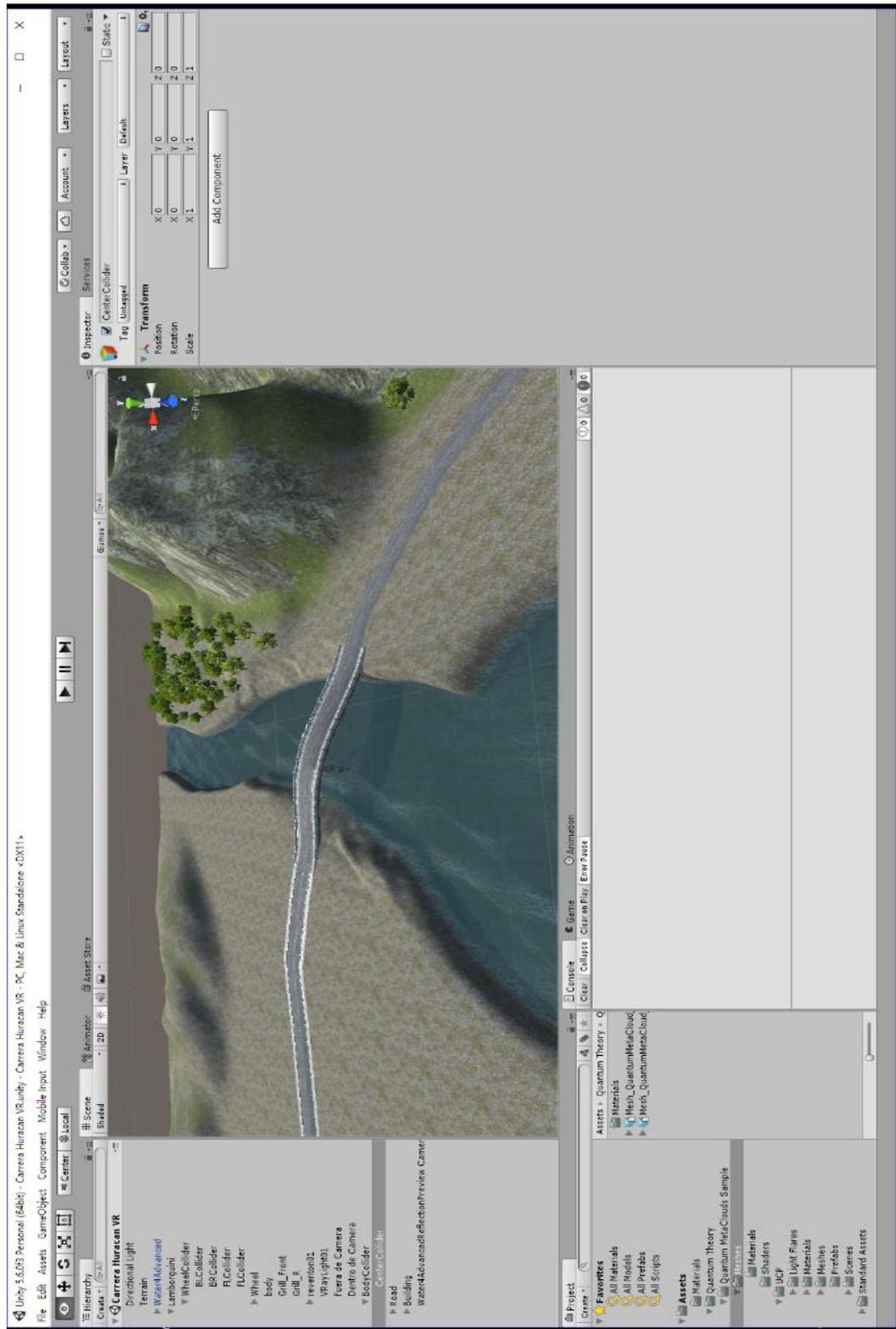


Figura 3.7

Basándose en el estilo del boceto, del mismo modo se irá acabando la escena del terreno del modelado. (Figura 3.8)

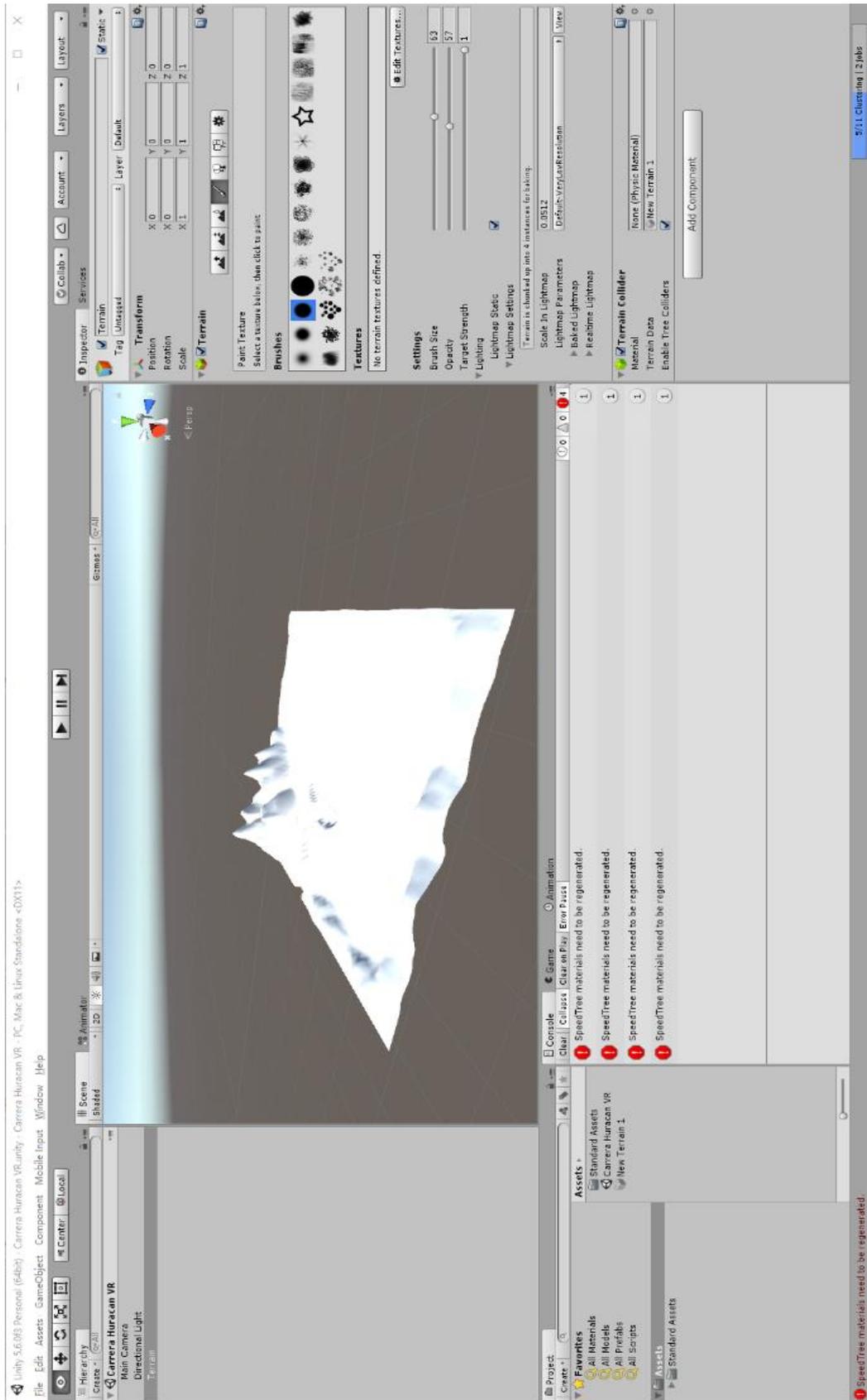


Figura 3.8

Los árboles se crean usando el Place tree, sobre el terreno modelado, pero habrá que ajustar la densidad, el tamaño del pincel y seleccionar el estilo del árbol de acuerdo con el color del terreno para completar la creación básica del entorno. (Figura 3.9)

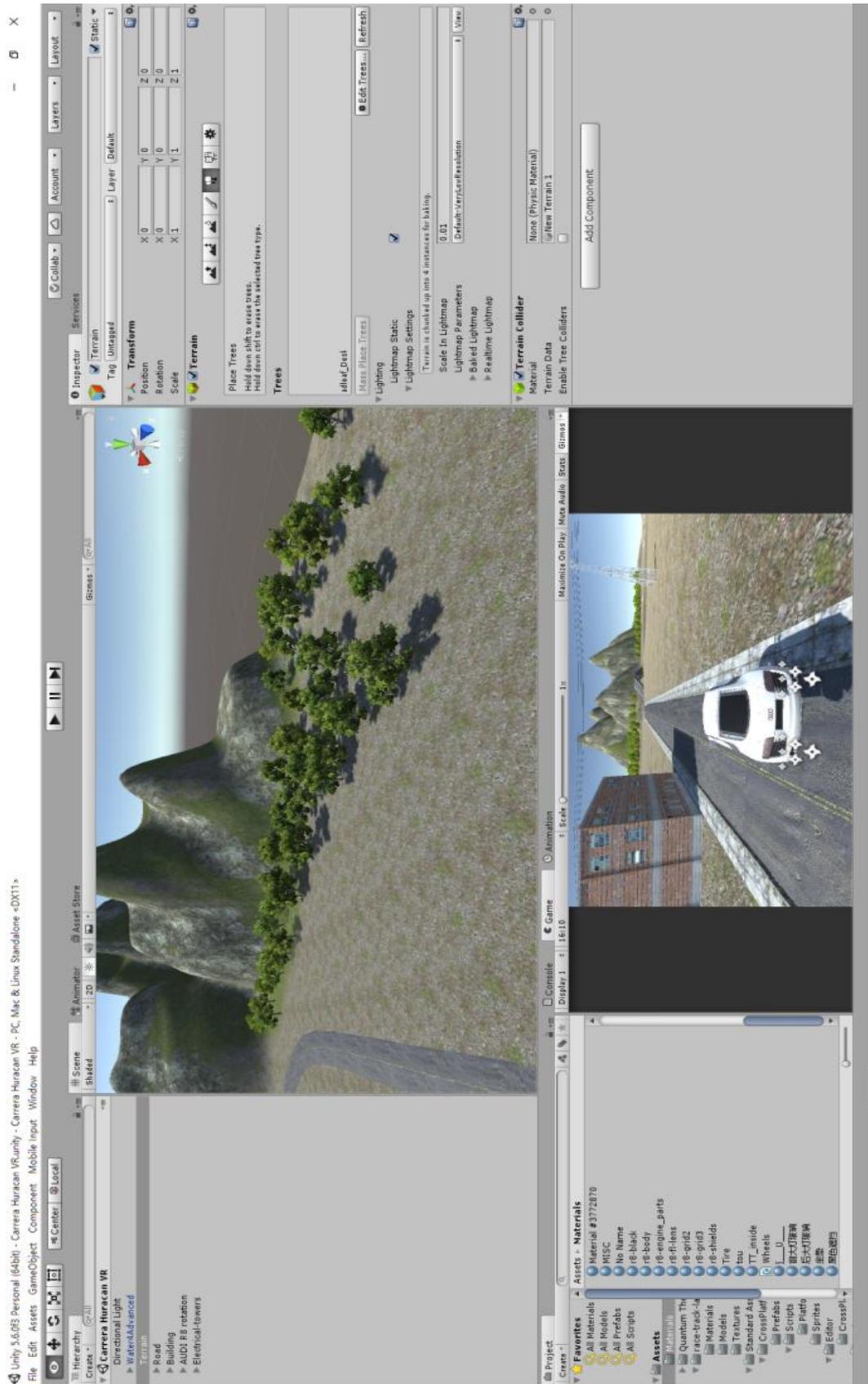


Figura 3.9

Para las casas, carreteras, señales de tráfico, etc., se realiza un modelo apropiado, se arrastran a la posición correcta, se cambian de tamaño y ángulo; una vez finalizada la creación del entorno básico, obtendremos la escena prototipada. (Figura 4.0)



Figura 4.0

En la escena, se inserta un lago, para que el efecto sea realista cuando el automóvil caiga en el agua, y además se le añadió el humo del tubo de escape (Figura 4.1).



Figura 4.1

En el prototipo de carreras, se desea que el usuario se sienta como si estuviera en un automóvil real, lo cual es muy importante en los juegos VR. Y por eso se decidió usar el cuerpo rígido, el colisionador de ruedas y el sistema de partículas.

El colisionador de la rueda es un bloqueador especial de vehículos terrestres. Cuenta con detección de colisión incorporada, motor de física de ruedas y un modelo de fricción de neumáticos basado en el deslizamiento, con los parámetros aceleración, desaceleración y suspensión. La fricción del neumático se describe por la curva de fricción de la rueda, como se muestra en la Figura (4.2). La rueda tiene una curva de fricción separada en la dirección de avance (dirección de laminación) y otra en la dirección lateral. En ambas direcciones, primero se determina cuanto se desliza la llanta (entre la goma del neumático y la carretera, según las diferentes velocidades). El valor de deslizamiento se usa para encontrar la fuerza de la llanta aplicada al punto de contacto.

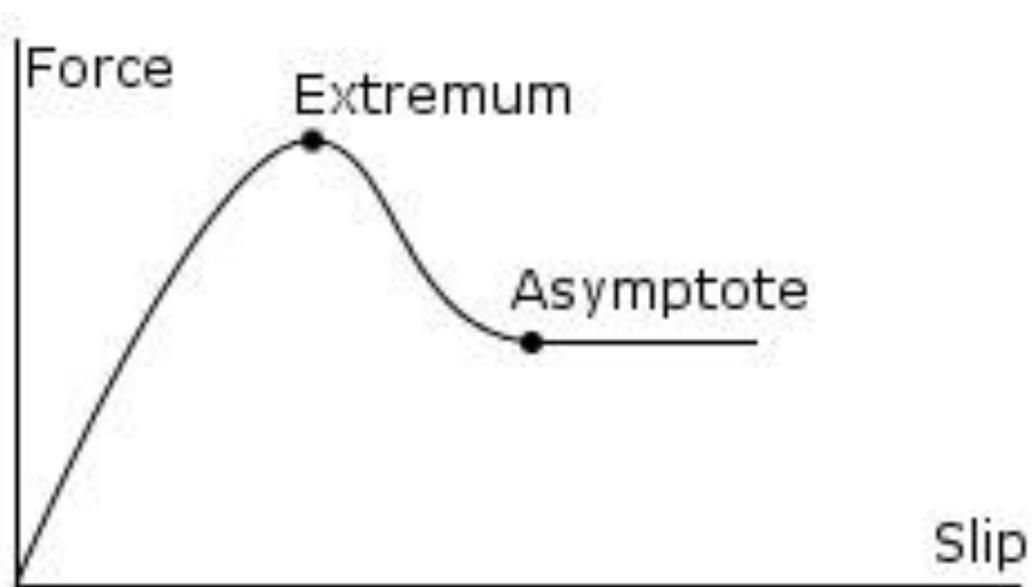


Figura 4.2

El sistema de partículas está diseñado para aumentar la veracidad del escape del automóvil y está configurado para que se mantenga descargando.

Después de completar la producción del prototipo y la escena, se debe crear una cámara y una fuente de luz.

La iluminación se simula utilizando la luz paralela de Unity 3D, con un método de iluminación de tres puntos, uno principal y dos secundarios. La luz principal es responsable de la sombra por lo que teniendo en cuenta la configuración de hardware de la máquina, el cálculo de las sombras de un árbol con todas sus hojas, será considerable, y tenemos bastantes. El rango y la calidad del mapa de sombras afectan directamente a la velocidad del renderizado, por lo que se trata de bajarlo tanto como sea posible. (Figura 4.3)

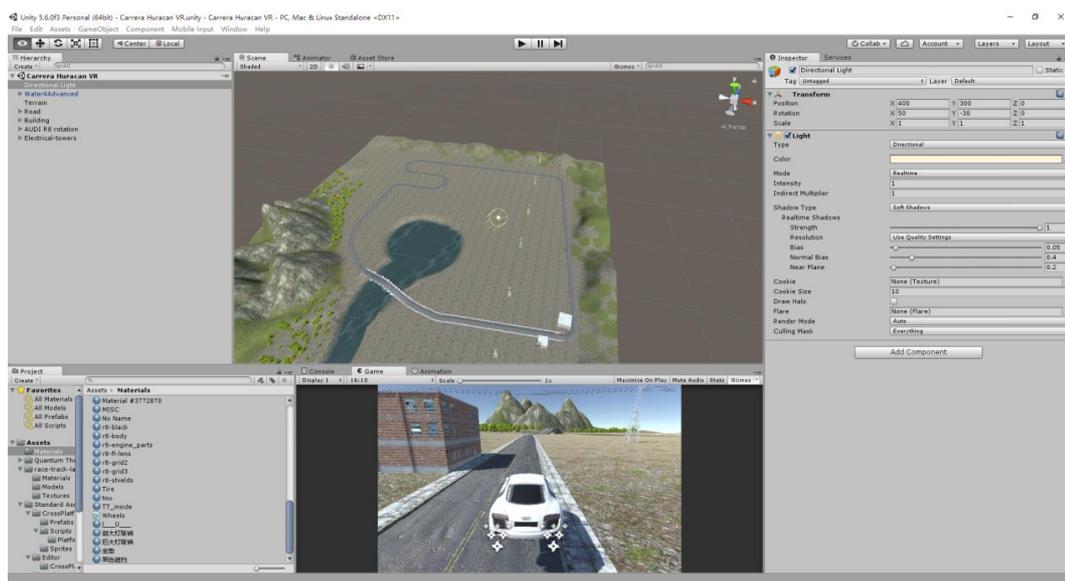


Figura 4.3

La cámara se crea con el comando GameObject-Camera.

Para reducir la carga en la máquina, no se agregarán espejos izquierdos y derechos ni otras perspectivas de visualización. La cámara se podrá

vincular directamente con el prototipo (cuerpo del automóvil), a través de una relación padre-hijo para garantizar el movimiento sincrónico de la cámara y la carrocería del automóvil.

2.4.2 Escritura de Código de Arduino

Arduino se divide en dos partes: placa de circuito y software. La placa de circuito debe elegir el modelo apropiado. Este proyecto utiliza el tipo básico "Uno". Arduino recoge los datos de señal transmitidos por el sensor a través del código preprogramado y la señal analizada se envía a la computadora a través de la definición del sensor: 4.5v-5.0v es nivel alto, 0-0.5v es nivel bajo para distinguir la señal, o por voltaje 0-5v, dividido en 1024 subdivisiones, el contenido correspondiente en el mundo real se parametriza en una computadora, una señal que puede ser identificada.

Arduino está compilado en lenguaje C++. Las funciones básicas tienen principalmente dos configuraciones y bucles. La configuración se ejecuta cada vez que se inicia, y el bucle es una función constante.

Para comunicarse con Arduino, primero se configura la frecuencia de comunicación, es decir, la velocidad en baudios de la comunicación por el puerto serie. Cuanto mayor sea la velocidad en baudios, mayor será la cantidad de datos transmitidos por unidad de tiempo. A través de la función `Serial.begin (1,152,000)`, para determinar la velocidad de transmisión en baudios en Step y luego usar `serial.println` en el bucle, puede enviar el contenido a transmitir al búfer en serie a través de BYTE y otros formatos.

2.4.3 Conexión de Unity y Arduino

Para maniobrar el automóvil virtual, se requieren dos codificadores giratorios en la bicicleta, uno para controlar la dirección y otro para avanzar y retroceder. Están montados en el manillar de la bicicleta y en el juego de bielas.

(Fig. 4.4) Figura montada en la bicicleta

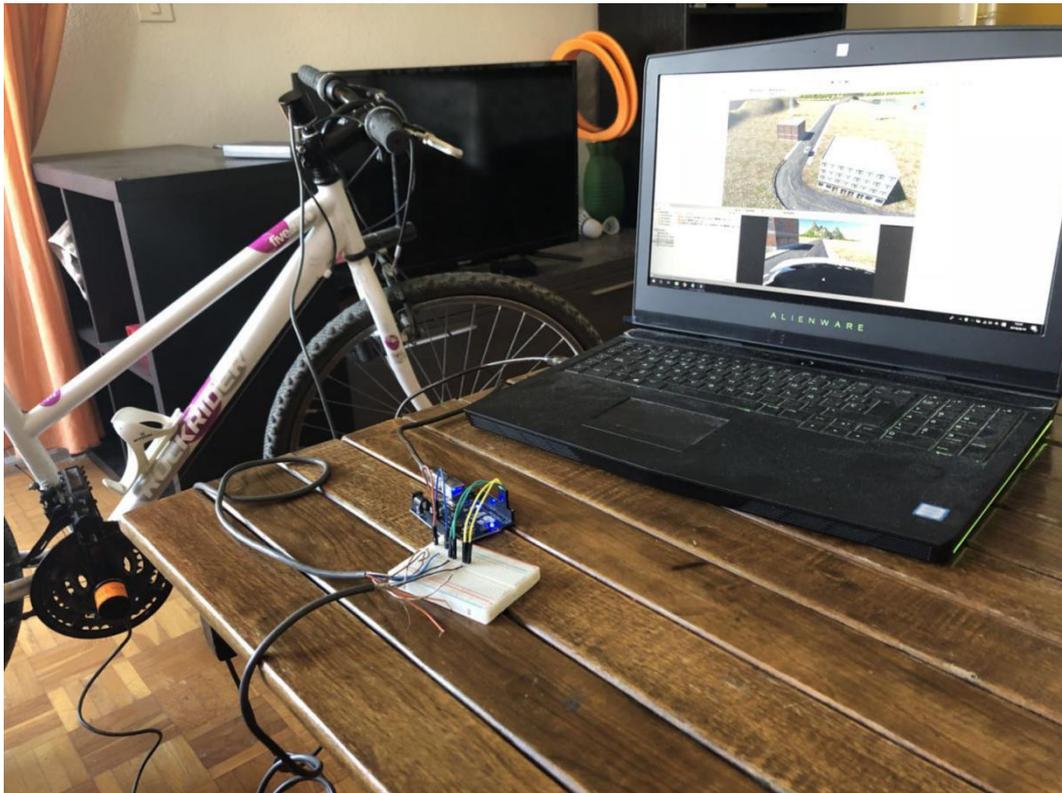


Figura. 4.4

Antes de escribir el programa, se necesita saber que debe procesarse en el Arduino, es decir, recopilar datos del sensor, datos de proceso y establecer la comunicación con Unity 3D.

Lo primero es recolectar datos sensoriales, `analogRead` y `digitalRead` son la forma principal de recopilar señales de Arduino. `DigitalRead` convierte las señales correspondientes a 0,1, como conmutadores y codificadores rotativos, al reconocer altas y bajas tensiones.

Se configura el puerto que se utilizará antes del paso. Este proyecto utiliza 4 puertos para completar la recopilación de datos, y 2, 3, 4 y 5 puertos como entrada y salida.

(Figura 4.5) Diagrama de código Arduino



```
rotatorTWO_Send2Unity1

#define outputA 2 //CLK
#define outputB 3 //DT
#define output2A 4 //CLK
#define output2B 5 //DT

int counter = 0;
int counter2 = 0;
int pcounter = 0;
int pcounter2 = 0;
int aState, aState2;
int aLastState, aLastState2;

void setup() {
  pinMode(outputA, INPUT);
  pinMode(outputB, INPUT);
  pinMode(output2A, INPUT);
  pinMode(output2B, INPUT);

  Serial.begin(115200);
  aLastState = digitalRead(outputA);
  aLastState2 = digitalRead(output2A);
}

void loop() {

  aState = digitalRead(outputA);
  aState2 = digitalRead(output2A);
  if(aState != aLastState){
    if(digitalRead(outputB) != aState){
      counter ++;
    }
    else{
      counter --;
    }
  }

  if(aState2 != aLastState2){
    if(digitalRead(output2B) != aState2){
      counter2 ++;
    }
    else{
      counter2 --;
    }
  }
}
```

Figura 4.5

Unity 3D utiliza C# como entorno de compilación ya que se puede comunicar en serie convenientemente. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la comunicación serial hará que el programa se interrumpa y espere a que responda el dispositivo de I / O. Por lo tanto, el contenido de comunicación serial no puede escribirse directamente en el ciclo principal del UPDATE. Necesita separarse para la comunicación serial y cambiar el subconjunto.

2.4.4 Conexión de las gafas de VR

Para usar gafas VR, se debe descargar el SDK oficial y su Runtime.

El proceso de instalación es sencillo, hay que seguir los pasos para instalarlo y después de conectar Oculus, se podrá ver que en la barra de tareas inferior derecha, muestra un icono de tamaño reducido para indicar que está funcionando correctamente, con doble clic para abrir y establecer varios parámetros.

Unity 3D puede descargar Oculus Utilities para Unity 5 para cargar sus archivos de soporte. Después de importarlos en Unity 3D, aparecerán dos carpetas más, OVR y plugins, entonces ya se habrá completado la instalación e implementación de las gafas Oculus Rift

2.4.5 Conexión entre Bicicleta y Videojuego

Antes que nada, se necesita hacer una modificación simple de la bicicleta, porque el manillar es imprescindible para que el giro y el engranaje de manejo avancen y retrocedan, así que el primer paso fue quitar la barra vertical del conductor y abrir un hueco de un tamaño de 5mm, justo de acuerdo con el orificio del eje giratorio del código rotativo. El segundo paso también abre un orificio del mismo tamaño en el eje central(Figura 4.6).

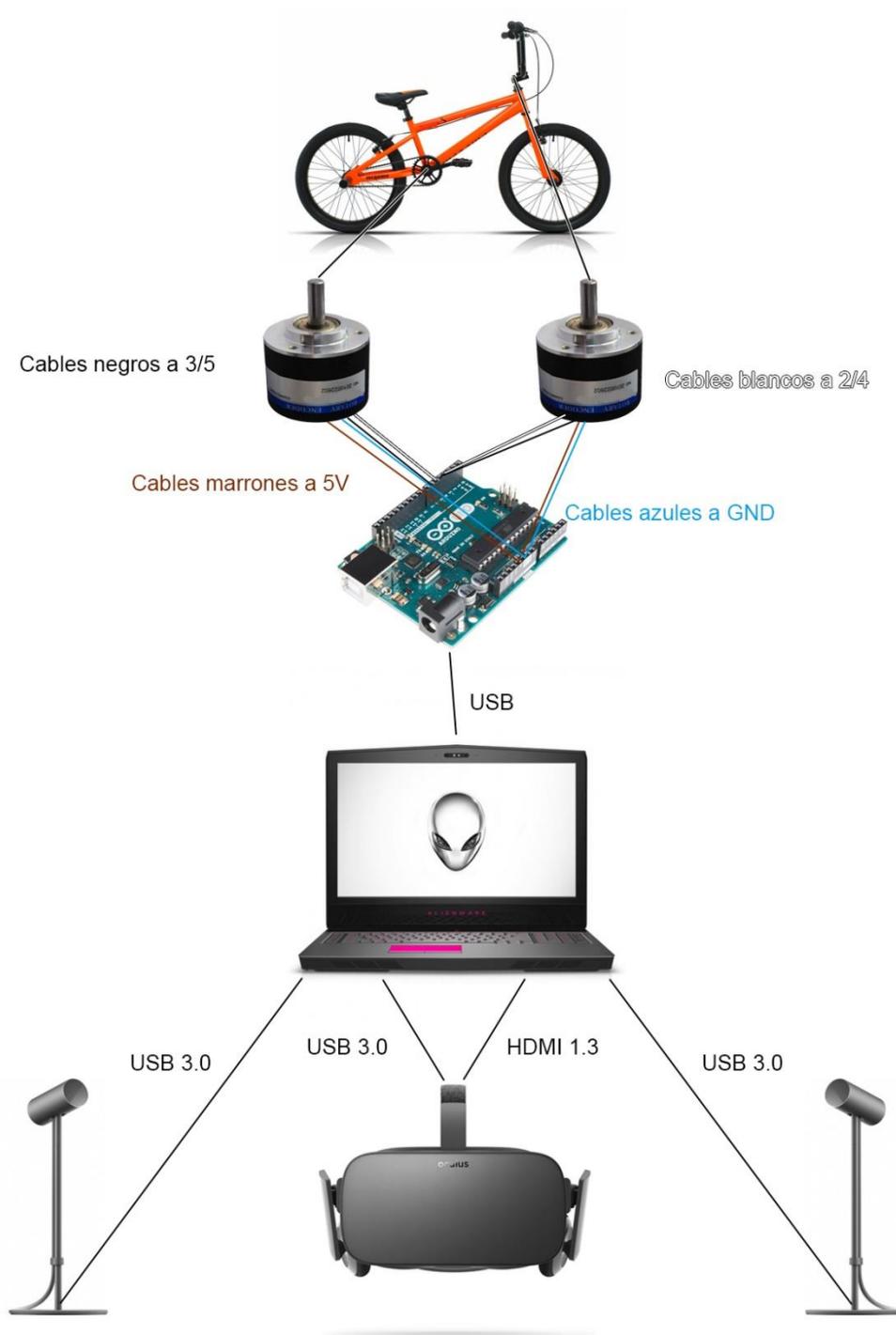
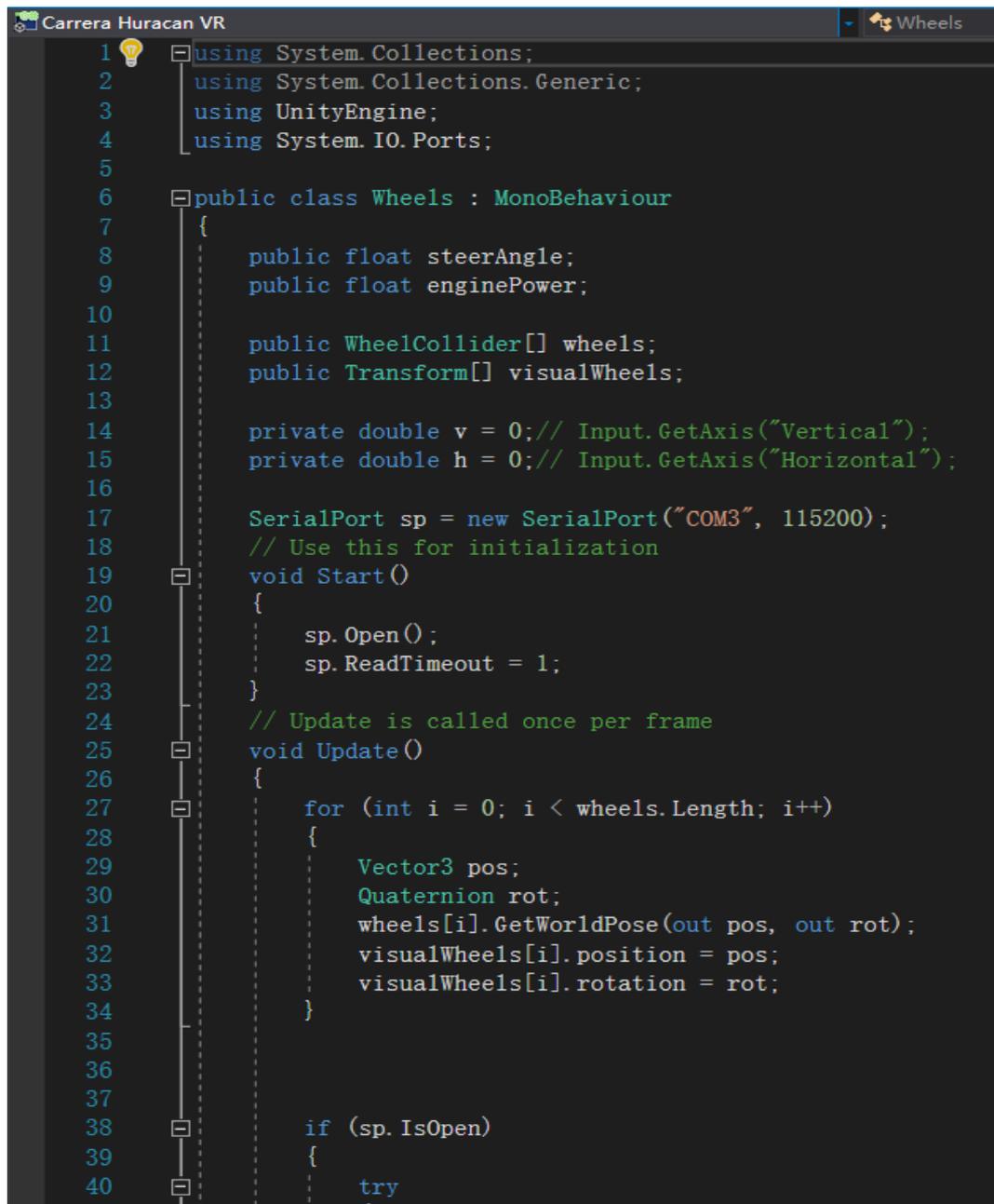


Figura 4.6

Para asegurar que la bicicleta no avanza mientras el jugador esté pedaleando, también se necesita fijar la bicicleta, separar las dos ruedas

del suelo. Se emplea el estante de exhibición para bicicletas en la tienda de bicicletas y la cadena se descarga.

Cuando la bicicleta está instalada, se conecta el codificador giratorio al Arduino uno y luego a la computadora a través del cable de datos. De esta manera, se permite que el software del juego procese datos del codificador giratorio y lleve a cabo el juego. (Figura 4.7 , 4.8 , 4.9 , 5.0 , 5.1)



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using System.IO.Ports;
5
6 public class Wheels : MonoBehaviour
7 {
8     public float steerAngle;
9     public float enginePower;
10
11     public WheelCollider[] wheels;
12     public Transform[] visualWheels;
13
14     private double v = 0; // Input.GetAxis("Vertical");
15     private double h = 0; // Input.GetAxis("Horizontal");
16
17     SerialPort sp = new SerialPort("COM3", 115200);
18     // Use this for initialization
19     void Start()
20     {
21         sp.Open();
22         sp.ReadTimeout = 1;
23     }
24     // Update is called once per frame
25     void Update()
26     {
27         for (int i = 0; i < wheels.Length; i++)
28         {
29             Vector3 pos;
30             Quaternion rot;
31             wheels[i].GetWorldPose(out pos, out rot);
32             visualWheels[i].position = pos;
33             visualWheels[i].rotation = rot;
34         }
35
36
37
38         if (sp.IsOpen)
39         {
40             try
41             {
```

Figura 4.7

```
Carrera Huracan VR - Wheels
40 try
41 {
42     if (sp.ReadByte() == 1)
43         v += (1 - v) * 0.2;
44     if (sp.ReadByte() == 2)
45         v += (-1 - v) * 0.2;
46     if (sp.ReadByte() == 3)
47         v += (0 - v) * 0.1;
48     if (sp.ReadByte() == 4)
49         h += (1 - h) * 0.2;
50     if (sp.ReadByte() == 5)
51         h += (-1 - h) * 0.2;
52     if (sp.ReadByte() == 6)
53         h += (0 - h) * 0.1;
54 }
55 catch (System.Exception)
56 {
57 }
58 }
59 }
60 }
61 else
62 {
63     v += (Input.GetAxis("Vertical") - v) * 0.2;
64     h += (Input.GetAxis("Horizontal") - h) * 0.2;
65 }
66 }
67 Debug.Log(v + " " + h);
68 }
69 wheels[0].steerAngle = (float)h * steerAngle; //左右转向
70 wheels[3].steerAngle = (float)h * steerAngle; //左右的驱动力
71 }
72 wheels[0].motorTorque = (float)v * enginePower;
73 wheels[1].motorTorque = (float)v * enginePower;
74 wheels[2].motorTorque = (float)v * enginePower; //前后
75 wheels[3].motorTorque = (float)v * enginePower;
76 }
77 }
78 }
```

Figura 4.8



Figura 4.9



Figura 5.1

Link del video de TFM:

https://www.youtube.com/watch?v=c_1AKeC-2Zo

3 CONCLUSIONES

La combinación de realidad virtual y sensores crea una unión íntima del mundo real con el mundo virtual.

De esta manera, podemos experimentar en el mundo real, sentir las cosas imaginadas por los seres humanos pero que no existen en el mundo real, y no perderse en el mundo virtual.

Esta investigación me permitió darme cuenta y demostró que la mayoría de la gente tiene la intención o desearía acudir al gimnasio pero piensa que estas actividades son bastante aburridas y les cuesta convertirlas en una rutina lo que me llevo a pensar que puedo usar Arduino y algunos sensores para ayudar a los usuarios a aumentar su interés. Así , a través de la transformación de la bicicleta, junto con la tecnología de realidad virtual, se puede aumentar el tiempo de entrenamiento y conseguir una serie de accesorios que a excepción de las gafas VR, son muy baratos y de fácil acceso , además de que con el avance de la tecnología y la fabricación, creo que en un futuro cercano, el precio de las gafas de VR disminuirá de manera notable, creando un uso más globalizado y consiguiendo traer a más personas una vida saludable.

Este proyecto es solo un pequeño paso. El objetivo es transformar una cosa aburrida en algo interesante. El proyecto se inspiró en las bicicletas del gimnasio. Vez tras vez en el gimnasio, había que soportar ejercicios aburridos y repetitivos para alcanzar la condición física deseada por lo que, en vista de este problema, nació el pensamiento de que podía existir cierta posibilidad de que el ejercicio pudiera ser más interesante y entretenido. Al completar este proyecto, se llega a la conclusión de que se puede invertir más tecnología en cosas que para la mayoría resultan aburridas, como si todos nacieran y vivieran en el juego.

Por otro lado, cuando hay más afluencia de fondos y talentos, en el mercado no solo estará la combinación de gafas VR y guantes, sino una personalización privada o más hardware de soporte. Los usuarios pueden construir su propio puente con el mundo virtual de acuerdo con sus propias preferencias. Al igual que el Nintendo Switch labo, brinda a los usuarios una sensación de participación cuando experimentan un juego por sí mismos.

Goldman Sachs informa⁹ que se espera que el mercado de VR / AR llegue a 182 mil millones de dólares en 2025, con 110 mil millones de dólares en hardware y 72 mil millones de dólares en software⁹.

Con tal potencial de cambio, y aún en la situación incremental temprana del mercado, supone un escenario tremendamente atractivo para las instituciones de inversión. Según los datos, los más de 300 VCs invertidos en la industria de VR en 2017 ascendieron a 3.5 mil millones de dólares.

Con el desarrollo continuo de dispositivos de hardware de VR y la evolución de las plataformas VR, la tecnología de comunicación se actualizará para superar la transmisión y la integración de plataformas de software de apoyo, para perfeccionar las funciones del usuario, logrando así la mejora de la experiencia del usuario. El incremento del usuario provocará un aumento en la producción de contenidos y de escenas.

Finalmente la realidad virtual tendrá amplias perspectivas comerciales en los campos de juegos, ramas sociales, cinematográficos, médicos, educativos y militares.

⁹ The Goldman Sachs Group, Inc.. (2016). "Virtual and Augmented Reality Understanding the race for the next computing platform" en EQUITY RESEARCH Goldman Sachs, January 13, 2016, p 4-5. [Consulta: 13 de agosto de 2018]

4 BIBLIOGRAFÍA

Libros

Gao, Huilin, Zhengbaozhang,2017 Vol.19, Pensamiento filosófico sobre la influencia de la tecnología de realidad virtual en la cognición de la audiencia, Northeastern University.[Consulta:26 de agosto de 2018]

Linowes, Jonathan.,2016, Unity Virtual Reality Project, Packt Publishing

Michael Margolis, M. ,2015, Arduino cookbook, O'REILLY.[Consulta:27 de julio de 2018]

The Goldman Sachs Group,Inc.. (2016).“Virtual and Augmented Reality Understanding the race for the next computing platform”en EQUITY RESEARCH Goldman Sachs, January 13,2016,p 4-5. [Consulta:13 de agosto de 2018]

Artículos

ConExpress,“Cómo utilizar el Rotary Encoder”, 2015. <
<http://www.cnblogs.com/conexpress/p/4984802.html> >[Consulta:6 de diciembre de 2018]

Comunidad china de Arduino, “Arduino tutorial-el Rotary Encoder”, 2015. <
<http://www.arduino.cn/thread-2423-1-1.html> >[Consulta:17 de enero de 2018]

Northeastern University. “Pensamiento filosófico sobre la influencia de la tecnología de realidad virtual en la cognición de la audiencia”.
<<http://xuebao.neu.edu.cn/social/CN/html/2017-6-564.htm>>[Consulta:14 de julio de 2018]

ZhiHu, “Aprenda más sobre AR y VR”, 2016.
<<https://www.zhihu.com/question/35405781>> [Consulta:3 de diciembre de 2018]

Webgrafía

Disney Research. AIREAL: Interactive Tactile Experiences in Free Air.

<<https://www.disneyresearch.com/publication/aireal-interactive-tactile-experiences-in-free-air/>> [Consulta:10 de agosto de 2018]

KuWankeji.¿Cuán lejos está de nosotros la realidad virtual de realidad virtual?

<<https://3g.163.com/dy/article/CT0OAIMO9001AIMP.html>>[Consulta:14 de julio de 2018]

Youtube,“Curso de Unity”, 2016.

<https://www.youtube.com/watch?v=tD3Jn2nk24g&list=PLO5e_-yXpYLCzIKVbY-4GW8Lj0DRwCVJH>[Consulta:16 de marzo de 2018]

Youxia wang,“Los medios extranjeros anunciaron la encuesta sobre el estado del juego: los jugadores japoneses adoran los juegos de rol”,2018

<<http://www.ali213.net/news/html/2018-4/357859.html>>[Consulta:2 de agosto de 2018]

163web,“Hablando de tecnología VR, puedes crear y experimentar tecnología innovadora en el mundo virtual ”,2017.

<<https://3g.163.com/dy/article/CT0OAIMO9001AIMP.html>>[Consulta:12 de julio de 2018]

5 ANEXOS

1. Diagrama de código Arduino

```
#define outputA 2 //CLK
#define outputB 3 //DT
#define output2A 4 //CLK
#define output2B 5 //DT

int counter = 0;
int counter2 = 0;
int pcounter = 0;
int pcounter2 = 0;
int aState,aState2;
int aLastState,aLastState2;

void setup() {
  pinMode(outputA,INPUT);
  pinMode(outputB,INPUT);
  pinMode(output2A,INPUT);
  pinMode(output2B,INPUT);

  Serial.begin(115200);
  aLastState = digitalRead(outputA);
  aLastState2 = digitalRead(output2A);
}

void loop() {

  aState = digitalRead(outputA);
  aState2 = digitalRead(output2A);
  if(aState != aLastState){
    if(digitalRead(outputB) != aState){
      counter ++;
    }
    else{
      counter --;
    }
  }

  if(aState2 != aLastState2){
    if(digitalRead(output2B) != aState2){
      counter2 ++;
    }
    else{
      counter2 --;
    }
  }
  aLastState = aState;
  aLastState2 = aState2;

  long tm = millis();
  if(tm%200==0){
    if(counter2-pcounter2>3){
      Serial.write(4);
    }
    else if(counter2-pcounter2<-3){
```

```

        Serial.write(5);
    }
    else{
        Serial.write(6);
    }
    Serial.flush();
    pcounter = counter;
}
else if(tm%200==100){
    if(counter-pcounter>3){
        Serial.write(1);
    }
    else if(counter-pcounter<-3){
        Serial.write(2);
    }
    else{
        Serial.write(3);
    }

    Serial.flush();
    pcounter2 = counter2;
}
}
}

```

2. Diagrama de código del vehículo de Unity

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System.IO.Ports;

public class Wheels : MonoBehaviour
{
    public float steerAngle;
    public float enginePower;

    public WheelCollider[] wheels;
    public Transform[] visualWheels;

    private double v = 0; // Input.GetAxis("Vertical");
    private double h = 0; // Input.GetAxis("Horizontal");

    SerialPort sp = new SerialPort("COM3", 115200);
    // Use this for initialization
    void Start()
    {
        sp.Open();
        sp.ReadTimeout = 1;
    }
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        for (int i = 0; i < wheels.Length; i++)
        {

```

```

        Vector3 pos;
        Quaternion rot;
        wheels[i].GetWorldPose(out pos, out rot);
        visualWheels[i].position = pos;
        visualWheels[i].rotation = rot;
    }

    if (sp.IsOpen)
    {
        try
        {
            if (sp.ReadByte() == 1)
                v += (1 - v) * 0.2;
            if (sp.ReadByte() == 2)
                v += (-1 - v) * 0.2;
            if (sp.ReadByte() == 3)
                v += (0 - v) * 0.1;
            if (sp.ReadByte() == 4)
                h += (1 - h) * 0.2;
            if (sp.ReadByte() == 5)
                h += (-1 - h) * 0.2;
            if (sp.ReadByte() == 6)
                h += (0 - h) * 0.1;

        }
        catch (System.Exception)
        {

        }
    }
    else
    {
        v += (Input.GetAxis("Vertical") - v) * 0.2;
        h += (Input.GetAxis("Horizontal") - h) * 0.2;
    }

    Debug.Log(v + " " + h);

    wheels[0].steerAngle = (float)h * steerAngle; //左右转向
    wheels[3].steerAngle = (float)h * steerAngle; //左右的驱动力

    wheels[0].motorTorque = (float)v * enginePower;
    wheels[1].motorTorque = (float)v * enginePower;
    wheels[2].motorTorque = (float)v * enginePower; //前后
    wheels[3].motorTorque = (float)v * enginePower;
}
}

```