
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Ruiz Albiñana, Joan Lleonard; Bolta Torrell, Helena, dir. Desenvolupament d'un videojoc multijugador en realitat virtual amb Unity. 2022. (958 Enginyeria Informàtica)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/264212>

under the terms of the  license

Desenvolupament d'un videojoc multijugador en realitat virtual amb Unity

Joan Lleonard Ruiz Albiñana

Resum— Aquest projecte consisteix en el desenvolupament d'un videojoc multijugador en línia en realitat virtual de gènere festa amb Unity i el llenguatge de programació C#. Un màxim de 4 jugadors es trobaran situats en una sala davant d'una taula cadascú, en aquestes taules trobaran tot el necessari per realitzar una sèrie de rondes temporitzades el més ràpid possible abans dels seus rivals. A més a més podran utilitzar una sèrie d'objectes anomenats handicaps per aconseguir ventatge o trabar als rivals. S'ha seguit la metodologia Scrum for One utilitzant eines pel seu suport com Jira i Bitbucket. El videojoc és executable en diverses plataformes de realitat virtual però ha estat dissenyat i testejat per utilitzar-se en Meta Quest 2.

Paraules clau— Realitat Virtual, Meta Quest 2, Unity, Videojoc, Multijugador, En Línia, C#

Abstract— This project consists of the development of a multiplayer online video game in virtual reality of party genre in Unity and C# programming language. A maximum of 4 players will be placed on a room in front of a table each, on these tables They will find everything they need to do a series of timed rounds as fast as possible before their rivals. Besides they will be able to use a series of objects called handicaps to get advantage or trammel the rivals. The Scrum for One methodology has been followed using support tools as Jira and Bitbucket. The video game is executable in diverse platforms of virtual reality but is designed and test to be used in Meta Quest 2.

Keywords— Virtual Reality, Meta Quest 2, Unity, Videogame, Multiplayer, Online, C#

1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

LA realitat virtual és una simulació per computador que pretén representar un món virtual amb una sensació d'immersió en pantalles o en unes ulleres (o casc) de VR. Aquesta tecnologia ja s'ha pogut aplicar a camps com la medicina, educació, militarització, videojocs, que és en el que el projecte se centra, entre d'altres.

En aquest document es mostrarà el procés i la metodologia seguida per desenvolupar un videojoc de realitat virtual multijugador en línia en Unity tot utilitzant les metodologies i coneixements adquirits al llarg de la carrera així com el llenguatge de programació C#.

Aquest informe està dividit en diverses seccions a més de l'actual:

- E-mail de contacte: JoanLleonard.Ruiz@autonoma.cat
- Menció realitzada: Enginyeria del Software
- Treball tutoritzat per: Helena Bolta Torrell (Ciències de la computació)
- Curs 2021/22

- Secció on es defineixen els objectius inicials del projecte.
- La següent secció detalla l'estat de l'art.
- La quarta secció és un glossari amb les paraules i acrònims utilitzats en l'informe i la seva definició.
- Seguidament s'explica la metodologia seguida durant el projecte.
- El sisè apartat indica l'anàlisi i disseny del sistema.
- A continuació s'exposa el procés de desenvolupament i els detalls del joc.
- La secció vuitena informa del procés de tests.
- Seguidament s'analitzen els resultats obtinguts.
- La següent secció és una mirada al futur del projecte i els aspectes a millorar.
- Per finalitzar els continguts propis del projecte es comenten les conclusions a les quals s'ha arribat en finalitzar el projecte.

- La darrera secció de contingut s'agraeixen a les persones implicades en el projecte la seva participació.
- El penúltim apartat es comenten les fonts consultades.
- Per últim s'adjunten els apèndixs.

2 OBJECTIUS

L'objectiu del projecte és realitzar un joc multijugador en línia fins a 4 jugadors. Aquests jugadors estan situats en una sala amb quatre taules, una per jugador, que està orientada cap al centre de la sala. Cada partida consisteix a dur a terme diferents proves abans que els rivals, com més ràpid o millor les duguin a terme, més puntuació obtindran.

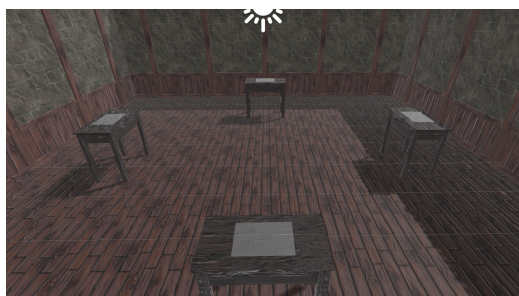


Fig. 1: Sala de la partida

Aquestes proves duren un minut per aconseguir una sensació de dinamisme i frenesí i així evitar la monotonia. Aquestes proves les veuran els jugadors a la seva taula o al centre de la sala depenent del tipus de prova. En els següents apartats es donaran més detalls del funcionament de la partida.

Per donar més dinamisme a la partida i interacció entre els participants, aquests tindran la possibilitat d'utilitzar handicaps, per entorpir als rivals a la realització de les proves o protegir-se dels atacs aliens. Un exemple de handicaps seria una cortina de fum que impedis veure amb claredat les proves o un escut per protegir-se dels atacs rivals. Aquests handicaps es poden usar a canvi d'una moneda virtual que obtindran a mesura que completin proves i del seu rendiment durant aquestes.

3 ESTAT DE L'ART

Actualment, la realitat virtual s'està enfocant en el procés de la creació i consolidació dels metaversos, mons virtuals on es podran dur a terme diverses activitats així com competir amb la presència d'empreses en forma de comerços, immobiliàries que vendrien part d'aquest món virtual... L'interès d'aquestes porta a la implementació dels Non Fungible Tokens o NFT, com a manera de registrar la propietat privada en aquests metaversos mitjançant tecnologia blockchain, així doncs oferirà un nivell de seguretat més elevat als béns aconseguits en aquest espai virtual, donant la possibilitat fins i tot de comprar un immoble.

Per altra banda, també s'estan incorporant més graus d'interacció amb els controladors de les ulleres de realitat virtual així com el full body tracking, és a dir, tenir seguiment de tot el cos mitjançant un tratge o uns sensors espacials i poder representar-lo en el món virtual.

Respecte als videojocs en realitat virtual cada vegada tenen millors gràfics i una millor immersió, de manera que es pot reduir bastant el motion sickness.

Actualment, no s'ha popularitzat cap joc amb la mateixa temàtica en la tenda oficial d'Oculus Quest 2[7], tot i així existeixen jocs similars per altres plataformes com PC o consoles, alguns exemples poden ser Mario Party (Nintendo) com a exemple més comercial o Pummel Party (PC) com a joc indie.

Per aquest projecte s'ha escollit com a plataforma on executar el joc Meta Quest 2, unes ulleres de realitat virtual o HMD, creada per l'empresa Meta, multinacional anteriorment anomenada Facebook. Aquestes ulleres funcionen amb un processador Qualcomm Snapdragon XR2 i 6GB de RAM i permet executar aplicacions sense necessitat d'un ordinador ni cables com les versions antigues.

Aquest HMD compta amb la presència d'altaveus amb so espacial per fer una millor sensació d'immersió així com 6 graus de llibertat de moviment, és a dir, que permet rotar 360° la vista tant horitzontalment com verticalment que equivalen a 3 d'aquests graus i a més a més desplaçar-se físicament per l'espai virtual en caminar pel món físic, d'on sorgeixen els altres 3 graus.

Adicionalment utilitza tecnologies de Hand Tracking per poder simular unes mans virtuals sense necessitat d'utilitzar els controladors o comandaments. Aquesta és opcional i encara es troba en una fase de desenvolupament i no s'usarà en aquest projecte.

4 GLOSSARI

- **VR:** Realitat Virtual.
- **Unity:** Motor Gràfic amb què s'ha desenvolupat el projecte
- **C#:** Llenguatge de programació utilitzat pel desenvolupament del videojoc
- **Motion Sickness:** Mareig provocat per la inestabilitat i l'asincronia entre la vista i el que sent el cos. S'ha d'intentar reduir al màxim.
- **Raycast:** Raig generat des d'un objecte fins a una distància definida fixa que retorna el primer objecte amb el qual col·lisió.
- **AR:** Realitat Augmentada.
- **MR:** Realitat mixta.
- **HMD:** Head Mounted Display.

5 METODOLOGIA

La metodologia escollida per aquest projecte és Scrum for One [5], una metodologia àgil per equips d'una persona nascuda a partir de Scrum. Els avantatges que ens ofereix aquesta metodologia són poder prioritzar els mòduls del projecte que aporten més valor al projecte i desenvolupar-los de manera ràpida i eficaç, a més a més de poder tenir constància dels canvis que es demanen del producte i adaptar-se a aquests. Tot i que tenir un control dels artefactes que s'explicaran als següents punts pot semblar costos

pel que fa al temps, s'ha demostrat que a canvi d'aquest cost s'augmenta notablement la productivitat. En resum s'ha escollit per la seva flexibilitat, i millora en la creativitat i efectivitat.

5.1 Scrum

La metodologia scrum és una metodologia àgil que es basa en petits equips de projecte, anomenat Scrum Team, que consisteix en un Scrum Master, un Product Owner i l'equip de desenvolupament. En aquest no existeixen jerarquies i en conjunt tenen per objectiu l'assoliment del projecte [6]. L'equip utilitza Sprints com a unitat bàsica de treball, aquests són període de temps definits prèviament, entre una i quatre setmanes aproximadament, depenent del projecte i de l'equip de treball. En aquests sprints es pretén afegir noves funcionalitats o arreglar errors del codi.

L'Scrum Master és l'encarregat de què se segueixin els estàndards de la metodologia, garantir la fluïdesa del sprint així com ajudar a resoldre problemes interns de l'equip i els obstacles bloquejants.

El Product Owner és el responsable de maximitzar el valor del producte resultant del treball de l'equip de desenvolupament. Té una visió més global del producte final i manté contacte amb el client.

5.2 Scrum For One

Ja que la metodologia antecedent està destinada a equips de múltiples persones, s'ha trobat una adaptació per equips unipersonals i, per tant, més ajustada a la situació d'aquest projecte. Pel fet que l'equip estarà format només per una persona, les figures de scrum master, product owner i equip de desenvolupament, convergeixen en una sola persona. En conseqüència, serà aquesta l'encarregada de vetllar per la resolució de problemes, seguir la metodologia, tenir la visió global del producte...

A causa del poc temps del projecte la durada dels sprints seleccionada serà de dues setmanes laborals, ja que d'una setmana no donaria temps a avançar gaire feina i de tres setmanes es realitzarien molt pocs controls. De manera que durant els 3 mesos aproximadament que té com a durada el projecte, es duran a terme 6 sprints. Per cada sprint es durà a terme un sprint planning, on es defineixen les tasques a fer durant aquest i el temps dedicat a cadascuna d'aquestes. En acabar l'sprint es farà una sprint review on s'analitzaran si s'han arribat als objectius del sprint, quins aspectes han anat bé i quins s'han de millorar. En aquesta reunió s'ha de tenir una mirada objectiva i intentar tenir perspectiva de product owner.

Les tasques a fer durant l'sprint es col·locaran al product backlog, on se'ls aplicarà un valor de prioritat, on a més baix més prioritari ex: tasca amb prioritat 2 més prioritària que tasca amb prioritat 5; també se'ls hi aplicarà un valor de story points, que indicaran la durada aproximada de la tasca, sent 1 una tasca ràpida i 5 una tasca llarga. S'utilitzarà la notació de Fibonacci per l'assignació de story points, de manera que els valors a assignar seran: 1, 2, 3, 5 i 8.

Per tenir una visió de les tasques a fer durant l'sprint, aquelles que s'estan fent o aquelles que ja estan fetes, s'usarà una scrum board amb diferents columnes, on de manera visual es podrà veure en quin estat es troba cada tasca. A

més a més se seguirà un control de versions amb el sistema git. D'aquesta manera podrem tenir una branca Master d'on sortiran una branca per cada tasca a realitzar. Aquestes branques una vegada duta a terme la tasca tornaran a la master després de passar una revisió.

Per gestionar la metodologia i el control de versions es farà servir l'eina Jira amb Bitbucket.

6 ANÀLISI I DISSENY

Abans de començar amb el desenvolupament del sistema s'ha realitzat un estudi dels requeriments d'aquest per poder definir els passos a seguir i les funcionalitats més crítiques. S'han dividit els requeriments entre funcionals i no funcionals i separats per subgrups segons l'àmbit d'aquest. Els subgrups funcionals són els referents a:

- Menú.
- Joc en Línia.
- Flux de la partida.
- Puntuació.
- Handicaps.
- Escena.

Els requeriments més importants es troben adjunts a l'apèndix [A1].

Una vegada recaptats els requeriments es va procedir a definir l'estructura i disseny del projecte. A partir d'aquests es va dissenyar un diagrama de casos d'ús i diversos diagrames de classes entre el que destaca el dels handicaps.

7 PROCÉS DE DESENVOLUPAMENT

El desenvolupament s'ha realitzat mitjançant l'eina Unity, pel modelatge de les escenes i Visual Studio per l'edició dels scripts en C#. A l'inici del projecte es van incloure els frameworks oficials de meta pel desenvolupament d'aplicacions VR: Oculus integration o OVR; però pels problemes d'instanciació del jugador a l'hora de connectar-se a una partida en línia, es va decidir a utilitzar XR Interaction Toolkit [2]. Aquest aporta més beneficis que OVR, entre d'altres permet desplegar l'aplicació a més varietat de dispositius i facilita la interacció amb més controladors. A més a més, ofereix unes funcions per poder aplicar el patró de disseny observer de manera senzilla. Aquest patró ha sigut i serà clau durant tot el projecte, ja que ens permet observar els canvis que es produeixen a objectes instanciats a l'escena i activar events segons les seves accions, posició o interaccions amb altres objectes.

Per fer funcionar els serveis en línia s'ha usat el framework Photon [1]. Aquest ens permet desplegar un servidor al núvol, de manera gratuïta es poden mantenir fins a 20 jugadors simultanis al mateix servidor, com per aquest projecte només en necessitem 4, serà suficient. Una vegada desplegat el servidor, es procedeix a establir la connexió amb l'aplicació i a escoltar les peticions d'accés a la partida. Per cada una d'aquestes es genera un jugador, implementat amb un patró de disseny builder, que s'elimina si la connexió es veu interrompuda.

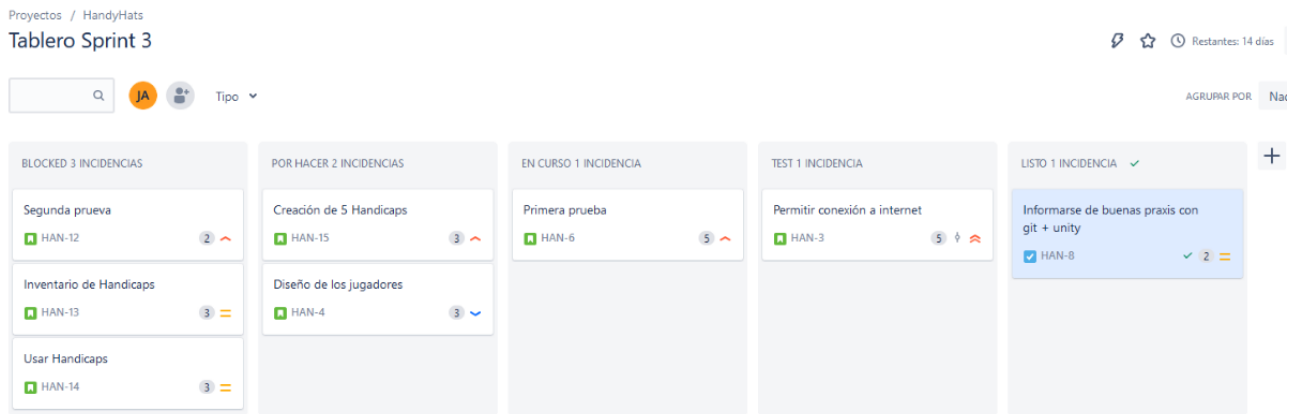


Fig. 2: Scrum Board

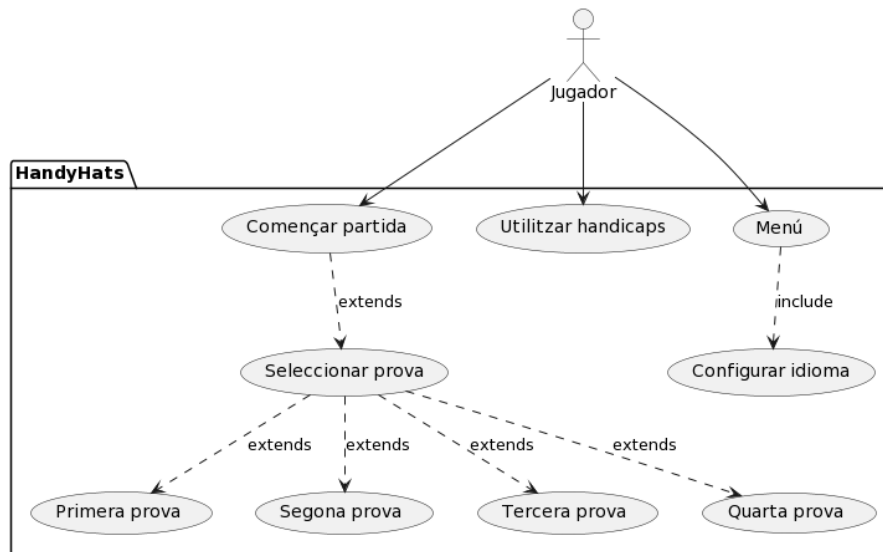


Fig. 3: Diagrama de casos d'ús

Aquest objecte jugador està format per mà esquerra, mà dreta i cap, juntament amb els seus respectius models 3D i colliders. Aquests colliders són malles que defineixen la forma del model i la seva interacció amb les físiques del joc. Aquest jugador implementa el patró component per defecte i és definit per unity, així que el desenvolupador només ha d'assignar quins components vol que afectin cada objecte (models 3D, colliders, scripts...). Unity també implementa en el seu estàndard el patró update, fent que a cada frame s'actualitzin els paràmetres dels objectes de l'escena.

7.1 Primera Prova

La primera prova consisteix a fer explotar unes esferes, que anomenarem globus i que en un futur es substituirà el model 3D per un que compleixi amb el nom. Per explotar els globus els jugadors hauran de llençar una sèrie de dards i intentar que impactin. En explotar se sumarà puntuació al jugador que ha llençat el dard.

Pel desenvolupament de la primera prova s'ha afegit un component als jugadors per definir-los com a interaccionadors, és a dir, objectes que interaccionen amb altres objectes. Per altra banda, els objectes utilitzats pels jugadors com els dards se'ls hi afegeix el component interaccionable, és a



Fig. 4: Model del Jugador

dir, objectes que seran interaccionats per altres objectes.

En el centre de la zona de joc s'ha creat una zona anomenada SpawnZone on mentre duri la prova s'instanciarà un globus cada 2 segons, i serà destruït en ser impactat per un dard. Per aconseguir aquest spawn s'ha creat una corutina que durant un minut instància un globus en una posició aleatòria dins de la SpawnZone i espera dos segons.

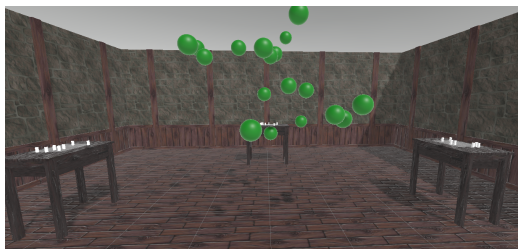


Fig. 5: Primera prova

TAULA 1: TAULA DE DIRECCIONS DE LA PILOTA

Original $Z < 0$	Original $X > 0$	Final Z	Final X
True	True	-X	-Z
True	False	X	Z
False	True	X	Z
False	False	-X	-Z

7.2 Segona Prova

La segona prova consisteix en un ping-pong en 3 dimensions, en el que a la sala es generen 4 parets diagonals on la pilota rebota amb la següent lògica amb el vector de velocitat:

A més es generen 4 zones de puntuació on si la pilota hi impacta es suma puntuació al últim jugador que ha impactat la pilota amb la raqueta. Per últim, es genera un sostre i un terra on quan la pilota rebota inverteix la velocitat aplicada a l'eix Y. A més a més les taules són marcades com a inactives perquè el renderitzat no sigui visible i s'instancien una raqueta per cada jugador la qual en l'impacte d'una pilota aplica a aquesta la seva velocitat multiplicada pel vector perpendicular a la raqueta.



Fig. 6: Segona prova

7.3 Tercera Prova

La tercera prova consisteix en un Whac A Mole. En iniciar la prova s'instancien 7 talps a cada taula i un martell. Aquests talps estan formats per un cos en forma de càpsula i un objecte que representa el forat d'on surten el qual te forma toroide. Es creen els mètodes hideMole i showMole que s'encarreguen de moure el cos verticalment, és a dir, a l'eix Y, d'aquesta manera s'aconsegueix que la part del cos pugi i baixi sense moure el toroide. Quan el talp es troba pujant o elevat del tot es permet que el martell hi impacti, en aquest cas s'anota puntuació pel jugador, es canvia el talp de color vermell i crida al mètode hideMole, que en acabar torna el color a l'original.



Fig. 7: Tercera prova

7.4 Quarta Prova

L'última prova es basa a disparar a l'objectiu. Amb la mateixa lògica i estructura que la primera prova apareixen dianes que giren sobre el seu propi eix al mig de la zona de joc de manera aleatoritzada. A cada taula d'instància una pistola, d'on del canó quan es prem el botó d'acció, per defecte el corresponent al dit índex del controlador de Meta Quest 2, s'instancia una bala que agafa velocitat i es mou en el sentit que estava apuntant la pistola en el moment de la instanciació. Quan la bala impacta en algun objecte es destrueix, si aquest objecte era una diana s'afegeix puntuació al jugador que ha disparat en funció de la zona d'impacte de la diana.

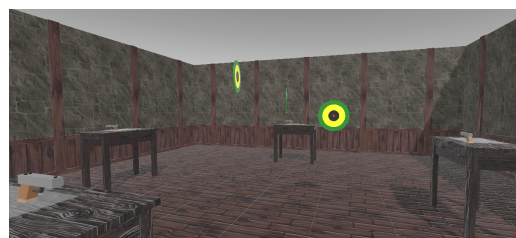


Fig. 8: Quarta prova

7.5 Flux del joc i Handicaps

El flux principal del joc s'obté a partir de col·locar cada prova a una subrutina, afegir el nom d'aquestes subrutines a un array i cridar de manera aleatoritzada a cada posició del array sense repetir-ne cap. Entre cada execució s'afegeix un temporitzador amb el temps de cada prova més un marge de 10 segons on s'eliminen els objectes particulars de cada prova.

Com s'ha comentat a l'inici del document, per donar dinamisme al joc s'ha implementat un sistema de handicaps per entorpir o afavorir l'avanç dels jugadors durant les proves. Aquests handicaps es troben en un inventari amagat en el barret de cada jugador de manera que per accedir a ell han de fer el gest de treure's el barret. En agafar un d'aquests objectes de l'inventari es genera un Raycast invisible pel jugador i permet seleccionar altres jugadors com a objectius.

7.6 Menú

Per poder començar a la partida i poder canviar algunes configuracions s'ha desenvolupat un menú inicial. Aquest es troba en una escena diferent de la partida principal i no carrega cap dels objectes que no es trobin a l'escena del menú.



Fig. 9: Menú

De la mateixa manera el menú és una instància local i no hi ha accés a internet fins que no es premi el botó de començar.

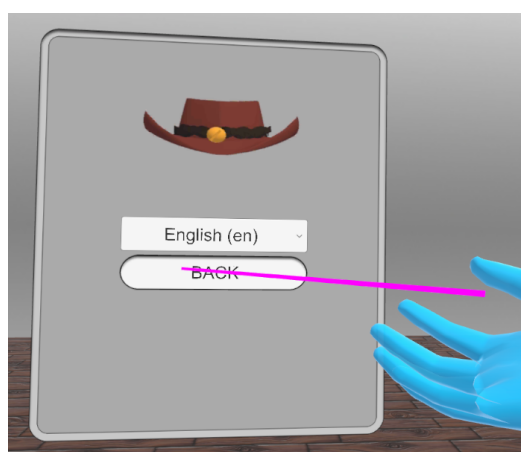


Fig. 10: Menú en anglès

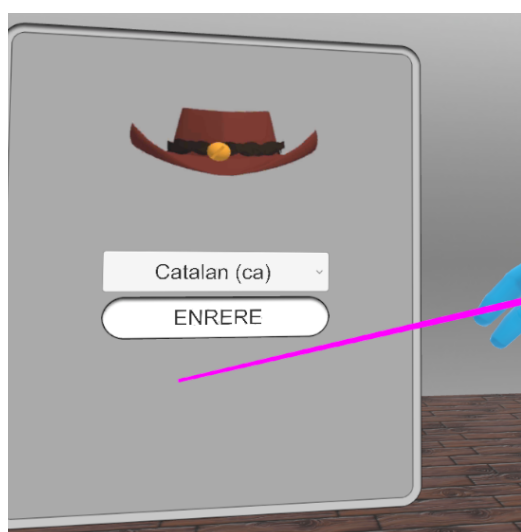


Fig. 11: Menú en català

Dins de les configuracions s'ha implementat un sistema

de localització per poder canviar l'idioma del joc, tenint com a llengües disponibles el català, el castellà i l'anglès. Això s'ha aconseguit gràcies a unes taules de localització de strings.

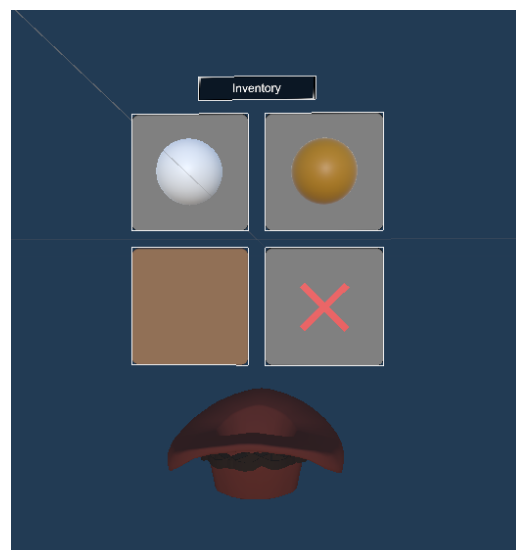


Fig. 12: Inventari

8 TESTING

Per assegurar una bona qualitat del sistema, evitar comportaments indesitjats i complir amb els requeriments previs, s'han realitzat una sèrie de tests funcionals i no funcionals. Els tests funcionals s'han dut a terme principalment de manera manual tot i que els tests relacionats amb la direcció de la pilota de la segona prova s'han fet de manera automàtica. Per aquest test s'han agafat les quatre parets i per cadascuna s'hi han fet rebotar tres pilotes, on l'angle d'impacte era menor, major o igual a l'angle recte. D'aquesta manera es va poder aconseguir la lògica de rebot mencionada anteriorment i comprovar que funcionés realment. La resta de tests es van portar a cap de manera manual en un entorn de depuració on es pot modificar en calent diferents aspectes dels objectes implicats. Les principals funcionalitats testejades d'aquesta manera van ser el flux de les proves, la interacció del jugador amb els objectes i la interacció entre objectes, com les col·lisions o els raycasts.

Respecte als tests no funcionals s'han fet d'eficiència i usabilitat. Pel primer s'han utilitzat eines pròpies de unity on es pot veure el consum de recursos o els fotogrames per segon. Pel segon s'han involucrat diversos stakeholders per poder provar les versions iteratives del joc i conèixer la seva opinió. Gràcies a aquestes proves s'han afegit diverses modificacions al sistema original com la duració de les proves que originalment s'estimaven en més de dos minuts i han acabat durant un, o els objectius de la darrera prova on es va decidir afegir rotació a les dianes.

Els stakeholders s'han involucrat des de la primera versió funcional del joc i ha sigut clau en les decisions de disseny del videojoc.

9 RESULTATS OBTINGUTS

Els objectius del treball han estat complerts o modificats per ajustar-se millor al videojoc, per tant, es pot assumir que els resultats són satisfactoris i s'ha complert amb la planificació inicial. Les funcionalitats més crítiques es troben en plé funcionament així com la connectivitat a internet i la connexió simultània de quatre jugadors alhora per jugar una partida.

Tal com s'ha explicat a l'apartat de desenvolupament, s'han implementat 4 proves i el seu flux agafant aleatòriament cadascuna d'aquestes, així com el sistema de hàndicaps. Per tant, en vista del temps invertit, el projecte és assolible per un enginyer informàtic. S'ha de dir que si el projecte es fes més gran i es busqués un abast major, es necessitaria un equip més gran, sigui pel desenvolupament o per la gestió d'aquest.

L'estructura dels event listeners ha sigut clau pel desenvolupament del projecte, ja que està a gairebé tots els interaccionables del joc i permet modificar el comportament d'un objecte segons l'acció rebuda, com l'impacte dels dards en els globus de la primera prova o el contacte entre martell i talp de la tercera.

La metodologia seguida durant el projecte, ha permès portar un seguiment acurat de les tasques fetes i pendents, així com a on s'havien de focalitzar els esforços o reduir-ne. Com és el cas de la connexió a internet o el sistema de hàndicaps, on tot i haver de dedicar més temps per la seva dificultat tècnica, es va veure que si se li dedicaven més hores la resta del projecte quedaria bloquejat i enrederit.

10 LÍNIES DE FUTUR

A causa del temps limitat del projecte, hi ha aspectes de UI i UX que no s'han pogut tractar, com són el so i millores visuals als models dels gameObjects. Quan es va plantejar l'abast del projecte es van deixar aquests dos aspectes com a futura millora del producte una vegada acabat el treball de final de grau.

Existeix algun bug menor que s'ha detectat durant les proves realitzades i s'ha decidit no implementar solució per falta de temps, com per exemple limitar l'espai del jugador a una taula per no poder intercedir en la jugabilitat dels altres. Si el projecte sortís a productiu sense aquesta funcionalitat, es generaria un exploit i els jugadors en podrien abusar. També s'afegiria al flux d'execució de les proves un temporitzador on mostraria a cada jugador el temps restant de la prova. A més a més s'afegiria un botó per cada jugador per polsar quan estiguin llestos, de manera que el joc no començaria fins que tots estiguessin preparats (s'aplicaria un marge de temps perquè l'espera no fos indefinida).

Finalment, es podria eliminar les zones de puntuació, taules i objectes instanciats on no hi hagi jugadors presents, de manera que si només hi juguessin 2 persones, hi apareixerien 2 taules o dues raquetes...

A més a més es poden continuar afegint proves i hàndicaps per fer més ampli i variat el joc.

11 CONCLUSIONS

Com s'ha comentat en anteriors apartats, tots els objectius han estat assolits dins de la planificació inicial seguint la

metodologia escollida, per tant, es pot concloure que el projecte ha estat exitós.

Els coneixements adquirits durant el grau han permès obtenir els objectius amb un resultat positiu. L'assignatura de Disseny del Software ha sigut especialment valuosa a l'hora de dissenyar el sistema així com poder comprendre de manera adequada els observers i listeners que com s'ha dit en punts anteriors es veuen involucrats en la majoria d'objectes. A més a més l'assignatura de Requisits del Software ha permès fer un bon recull de requeriments així com una gestió adequada dels stakeholders i dels prototips generats. Per altra banda, les assignatures de Laboratori Integrat de Software i Gestió de Projectes han contribuït en la planificació, la metodologia i la documentació del projecte.

D'altra banda, els coneixements inicials que es tenien sobre Unity eren bastant limitats, i alguns conceptes s'han hagut d'investigar exhaustivament entre documentació oficial i exemples de la comunitat, com els colliders o els raycasts. Tot i això, ha sigut possible entendre l'eina utilitzada i els recursos disponibles.

Gràcies, els punts mencionats s'han adquirit els coneixements suficients per a usar l'eina Unity i començar a endinsar-se en l'àmbit VR. Això pot obrir portes professionals dins de la indústria dels videojocs o de manera més amplia a la indústria VR o inclús AR/MR sense estar lligat exclusivament als videojocs.

12 AGRAÏMENTS

Vull agrair la seva participació i suport en aquest projecte a tots els stakeholders implicats que han seguit el desenvolupament del projecte i han cregut en el futur del projecte, entre els quals destaco parella i amics. Cal agrair també a la tutora d'aquest treball Helena Bolta pels seus consells, seguiment constant i la motivació oferida.

REFERÈNCIES

- [1] Photon Realtime. <https://doc.photonengine.com/en-us/realtime/current/getting-started/realtime-intro> [Accessed 07 April 2022]
- [2] Unity - Manual: XR Interaction Toolkit. <https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.xr.interaction.toolkit.html> [Accessed 07 April 2022]
- [3] Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software (English Edition). Gamma Erich, Helm Richard, Johnson Ralph, Vlissides John
- [4] Game programming patterns in Unity with C# — Habrador. <https://www.habrador.com/tutorials/programming-patterns/> [Accessed 07 April 2022]
- [5] Scrum for One: Adapting Agile Scrum Methodology for Individuals — Lucidchart Blog. <https://www.lucidchart.com/blog/scrum-for-one> [Accessed 19 february 2022].
- [6] What is scrum. <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum> [Accessed 20 february 2022].

[7] Oculus Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset <https://www.oculus.com/quest-2/> [Accessed 02 March 2022]

APÈNDIX

A.1 Diagrames de flux

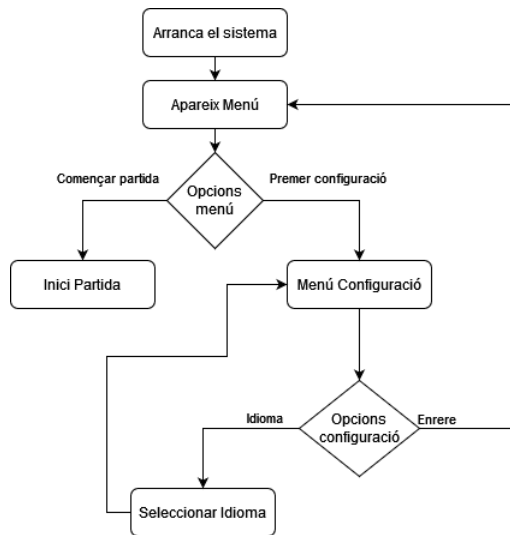


Fig. 13: Flux menú

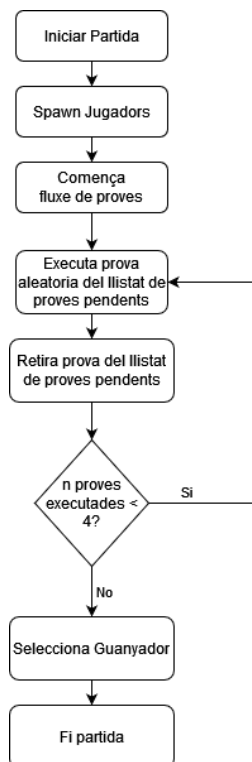


Fig. 14: Flux Partida

A.2 Anàlisi de requisits

Propietat	Valor
ID	RF-01-01
Títol	Menú
Descripció	Tan aviat com l'usuari obri el joc el sistema ha de mostrar un menú d'inici
Prioritat	1
Risc	M

Propietat	Valor
ID	RF-01-02
Títol	Nivells de Menú
Descripció	El menú ha de tenir un màxim de 3 nivells de profunditat en les opcions seleccionables.
Prioritat	2
Risc	B

Propietat	Valor
ID	RF-02-01
Títol	Accés a partida en línea
Descripció	El sistema ha de permetre al usuari unir-se a una partida en línea i multijugador
Prioritat	1
Risc	H

Propietat	Valor
ID	RF-02-03
Títol	Partides com a màxim de quatre jugadors
Descripció	El sistema ha de permetre unir-se a una partida a un màxim de 4 jugadors
Prioritat	1
Risc	H

Propietat	Valor
ID	RF-03-01
Títol	Format Partida
Descripció	El Format de la partida ha de ser de 4 proves i ha de permetre l'ús de handicaps
Prioritat	1
Risc	H

Propietat	Valor
ID	RF-03-03
Títol	Selecció de proves
Descripció	El sistema ha de seleccionar aleatoriament les proves a realitzar.
Prioritat	2
Risc	M

Propietat	Valor
ID	RF-04-01
Títol	Proves amb puntuació
Descripció	El sistema ha de proveir a cada prova uns objectius a realitzar amb una puntuació associada
Prioritat	1
Risc	M

Propietat	Valor
ID	RF-05-01
Títol	Sistema de Handicaps
Descripció	El sistema ha de proveir als jugadors la capacitat d'utilitzar handicaps per impedir l'avanç dels rivals o protegir-se
Prioritat	1
Risc	H

Propietat	Valor
ID	RNF-01-01
Títol	Sistema desplegable a Meta Quest 2
Descripció	El sistema ha de poder ser desplegat i usat a la plataforma Meta Quest 2
Prioritat	1
Risc	B