

Grau en Disseny i Producció de Videojocs

L'EVOLUCIÓ DE LA INTERACCIÓ EN LA REALITAT MIXTA

Memòria

Claudi Lázaro Gil
Tutor: Marco Rodríguez
Curs 2018-2019

Aquest treball té com a principal objectiu estudiar la situació actual i evolució de la realitat mixta (MR) així com realitzar una proposta de millora per als futurs videojocs de MR. Per a fer-ho possible, es realitzarà una breu enquesta per a detectar les febleses de la tecnologia MR envers l'experiència dels jugadors. Tot seguit, es plantejarà una proposta de millora en relació amb la connexió jugador-màquina. Finalment, es realitzarà un disseny de joc i prototipatge del mateix en base aquesta proposta de millora.

Resumen

Este trabajo tiene como principal objetivo estudiar la situación actual y evolución de la realidad mixta (MR) además de realizar una propuesta de mejora para los futuros videojuegos de MR. Para hacerlo posible, se producirá una breve encuesta para detectar las debilidades de la tecnología MR en relación con la experiencia de los jugadores. Seguidamente, se planteará una propuesta de mejora en lo que se refiere a la conexión jugador-máquina. Finalmente, se realizará un diseño de juego y prototipo del mismo basado en dicha propuesta de mejora.

Abstract

The aim of this project is to study the current situation and evolution of the Mixed Reality (MR) as well as to make an improvement proposal for future MR games. To make this possible, a brief survey will be conducted to detect the weaknesses of MR technology in relation to the players' experience. Then, an improvement proposal regarding the player-machine connection will be considered. In order to put into practice and prove my objective, a game design and prototype will be made to test the already stated proposal.

Índex

Índex	1
Índex de figures	7
1. Introducció.....	9
2. Marc Teòric	11
1.1 Definició i taxonomia dels tipus de realitats.....	11
Realitat Augmentada.....	11
La Realitat Virtual.....	11
Realitat Virtual vs Realitat Augmentada.....	11
La Realitat Mixta i el Continu de Virtualitat.....	12
Altres Realitats: La Virtualitat Augmentada.....	13
2.2 Història de la Realitat Augmentada	13
Primeres Aparicions de Realitat Augmentada	13
Ivan Shuterland i el primer prototip de AR.....	14
Thomas.Caudell: Popularització del terme Realitat Augmentada	14
Paul Milgram i Fumio Kishino: Aparició del concepte de Realitat Mixta.....	15
La Realitat Augmentada a l'abast de tothom: ARToolKit.....	15
Google Glass	16
Microsoft Hololens.....	16
Smartphone amb tecnologia AR/MR	17
2.3 La interacció en la Realitat Mixta.....	18
El model Human Computer Interaction	18
El Paradigme WIMP	19
2.4 Tipus d'inputs en la Realitat Mixta.....	19
Interfície d'usuari tangible	19

Interfície d'usuari hàptica	19
Interfície d'usuari tàctil.....	20
Reconeixement de gestos	20
Eye Tracking.....	21
Reconeixement de veu	22
2.5 Limitacions y Problemes de la AR	22
Dimension Gap	22
Oclusió d'objectes.....	23
Falta de resposta hàptica en les interfícies virtuals	23
2.6 Situació actual.....	24
2.7 El futur de la tecnologia de Realitat Mixta.....	25
2.8 El futur de la MR en els videojocs	26
3. Referents	29
3.1 Referents històrics	29
Ivan Shuterland i el primer hardware de Realitat Augmentada.....	29
Thomas P Caudell.....	29
3.2 Primers videojocs amb Realitat Augmentada.....	30
L'experiment: Quake AR.....	30
3.3 Referents en l'actualitat.....	31
Niantic.....	32
El cas Pokémon GO	33
3.4 Referents en el desenvolupament de jocs amb tecnologia MR	33
Unity Labs.....	33
Unity Labs: "Looking to the future of mixed Reality"	33
Conclusions de l'equip de realitat mixta de Unity Labs	34
4. Objectius/Pregunta de Recerca/Hipòtesis	37
5. Disseny metodològic i Cronograma.....	39

5.1 Part teòrica	39
Documentació i estudi de referents	39
5.2 Part pràctica	39
Realització de l'enquesta.....	39
Experimentació amb tecnologies d'inputs de Realitat Mixta.....	39
Sistema d'inputs híbrid en MR i proposta de joc	39
5.3 Requeriments: Hardware	40
5.4 Requeriments: Software.....	40
5.5 Cronograma de Gantt.....	41
6. Desenvolupament part pràctica	43
6.1 Introducció: L'ús de les funcionalitats AR en els videojocs com a punt de partida ..	43
6.2 Instrument: Enquesta	43
Identificació del problema.....	43
Determinació del diseny de l'investigació	43
Especificació de la hipòtesi	44
Definició de les variables	44
Selecció de la mostra.....	44
Disseny del qüestionari	44
Organització del treball de camp.....	45
6.3 Resultats de l'enquesta.....	45
6.4 Experiment 1: Interacció amb Image Targets	46
Objectiu de l'experiment.....	46
Requeriments.....	46
Desenvolupament	46
Virtual Buttons	48
Conclusions	50

6.5 Experiment 2: Reconeixement de Gestos	51
Objectiu de l'experiment.....	51
Requeriments	51
Desenvolupament.....	51
Conclusions.....	52
6.6 Experiment 3: Inputs am reconeixement de veu	53
Objectiu de l'experiment.....	53
Requeriments	53
Desenvolupament.....	53
Conclusions.....	54
6.7 Experiment 4: Temps atmosfèric.....	55
Objectiu de l'experiment.....	55
Requeriments	55
Desenvolupament.....	55
Conclusions.....	56
6.8 Proposta de millora: Sistema Híbrid Multi Input	57
Funcionament de Sistema	57
Mòdul d'Image Tracking	57
Mòdul de Voice Input	57
Gesture Reconognition.....	57
Mòdul Weather Input.....	58
6.9 Desenvolupament de la proposta de joc	59
Mòdul Image Tracking	59
Mòdul de Reconeixement de gestos	59
Mòdul de Voice Input	59
Mòdul de Weather Input	59
6.10 Prototipatge del joc	59

Requeriments de Hardware	60
Requeriments de Software	61
Preparació de l'entorn	61
Image Targets: Preparació de base de dades	62
Creació del Taulell de joc (Grid).....	62
Codificació d'Unitats de joc (Torretes, Murs, Trampes) + Spawn al Grid.....	63
Aplicació de art de prototipatge	64
Manager de Rondes i Spawn de unitats enemigues	65
Fusionament de Unitats i Elements.....	66
Aplicació de commandes de veu	67
Aplicació de Reconeixement de Gestos	68
Aplicació de Weather Api.....	70
Conclusions del prototipatge.....	70
7. Conclusions	71
Modificacions del plà de treball.....	71
Problemes Sorgits	71
Acompliment d'Objectius.....	72
8. Bibliografia/Referències.....	73

Índex de figures

Fig. 2.1. Burdea et Al. (2003). Virtual Reality VS Augmented Reality.....	12
Fig. 2.2. Milgram (1994). El continu de Virtualitat.	12
Fig. 2.3. University of Glasgow (2014). Augmented Virtuality Prototype.	13
Fig. 2.4. The Master Key, L Frank Braum.	14
Fig. 2.5. (2000) ARToolKit Demo.	15
Fig. 2.6. Ulleres Google Glass.....	16
Fig. 2.7. Microsoft Hololens.....	17
Fig. 2.8. Dino Park AR IOS	17
Fig. 2.9. PHANTOM Omni Haptic Device.	20
Fig. 2.10. Leap Motion.	21
Fig. 2.11. (2010) Reconeixement de gestos, Microsoft Kinect.	21
Fig. 2.12. Funcionament del Eye tracking. Oculus Rift.	22
Fig. 2.13. Manus VR (2019) Haptic Gloves.....	23
Fig. 2.14. Gartner (2018). Hype cycle for Emerging Technologies.....	24
Fig. 2.15. Google Trends “Augmented Reality” Term 2016 -2019.	25
Fig. 2.16. Ikea (2018). Ikea Place Application.....	25
Fig. 2.17. John Hanke (2019) – Niantic CEO, GDC 19.....	26
Fig. 2.18. El videojoc Minecraft, versió per a Microsoft Hololens.....	27
Fig. 3.1. “The Sword of Damocles”, Ivan Shuterland, 1966.....	29
Fig. 3.2. Thomas P. Caudell.	30
Fig. 3.3. University of South Australia.(2000). Quake AR.	31
Fig. 3.4. El videojoc “Ingress”, Niantic 2012.....	32
Fig. 5.1. Cronograma de Gantt del projecte.	41
Fig. 6.1. Gràfic Resultats “Ús de funcionalitats AR”.....	45
Fig. 6.2. Detecció d’un Image Target, Vuforia.	47
Fig. 6.3. Posicionament d’un Image Target, Vuforia.	48
Fig. 6.4. Exemple de Virtual Button 1.....	49
Fig. 6.5. Exemple de Virtual Button 2.....	49
Fig. 6.6. Image Target com a comandament.	50
Fig. 6.7. Detecció de mans amb Leap Motion.....	51
Fig. 6.8. UI Virtual, Leap Motion.	52
Fig. 6.9. Esquema funcionament Voice Input Manager.....	53

Fig. 6.10. Voice Manager Component.	54
Fig. 6.11. Funcionament Weather Manager.	55
Fig. 6.12. Weather Component Unity Sense dades.	56
Fig. 6.13. Weather Component Unity amb dades obtingudes.	56
Fig. 6.14. Esquema sistema híbrid multi input.	58
Fig. 6.15. (esquerra) Càmera i sensor Leap Motion, (dreta) Fotòmetre.	60
Fig. 6.16. Taula amb equipaments.	61
Fig. 6.17. Reconeixement d'un Image Target.	62
Fig. 6.18. Moviment i ancoratge del taulell de joc.	63
Fig. 6.19. Interfície d'usuari tridimensional en un entorn tangible.	63
Fig. 6.20. Creació d'unitats sobre el taulell de joc.	64
Fig. 6.21. Aplicació d'art sobre el taulell de joc.	64
Fig. 6.22. Canvi en l'angle de visió mitjançant moviment de càmera.	65
Fig. 6.23. Desplegament d'unitats de joc sobre el taulell.	65
Fig. 6.24. Enemic corrent pel mapa.	66
Fig. 6.25. Fusió de cartes (separades).	66
Fig. 6.26. Fusió de cartes (juntetes).	67
Fig. 6.27. Component de Voice Input (Unity).	68
Fig. 6.28. Renderització de mans del jugador.	69
Fig. 6.29. UI Virtual amb reconeixement de mans.	69

1. Introducció

Ens trobem en una època on la indústria del videojoc es troba en la seva millor etapa. Cada setmana, es publiquen centenars de jocs nous, des de jocs per a videoconsoles de sobretaula, consoles portàtils i ordinadors o jocs per a dispositius mòbils.

Un mercat tan immens quant a oferta de producte, com la indústria dels videojocs, crea una situació important pel que fa a competència entre creadors d'aquest producte. Els desenvolupadors, joc rere joc, intenten innovar amb noves mecàniques, formes de jugar, o amb el fet d'adoptar noves tecnologies. L'estandardització de l'ús del telèfon intel·ligent, ha fet que un gran nombre de desenvolupadors creïn jocs per a dispositius mòbils.

Una de les tecnologies més innovadores pel que fa a videojocs en dispositius mòbils en els últims anys ha sigut la incorporació de tecnologies de realitat augmentada, Pokémon Go, de la mà de Niantic, és l'exemple més exitós. No obstant això, l'ús de la AR en el cas del Pokémon Go, no va ser la característica amb més pes dins del joc, i avui dia, Niantic, continua intentant millorar l'ús d'aquesta tecnologia en el seu videojoc.

La realitat mixta, a diferència de la realitat augmentada, ens brinda l'oportunitat d'incorporar elements virtuals dins la nostra realitat i que aquests, es comuniquin amb l'entorn en temps real. Aquests elements, han suposat una revolució però els falta una empenta per a connectar amb el gran públic. Els grans jocs que tenen funcionalitats de MR, no aprofiten tot el potencial d'aquesta tecnologia per a crear experiències úniques.

La finalitat d'aquest treball és crear una millora en l'experiència de l'usuari en els jocs de realitat mixta, es pretén crear un sistema que connecti el jugador amb el joc de manera contínua realitzant inputs en el seu entorn real.

Per a fer possible aquest propòsit, s'estudiarà l'evolució que han tingut les virtualitats i la situació actual de la realitat mixta. Seguidament s'estudiaran les mancances dels elements virtuals en els jocs de MR i es dissenyarà un joc que disposi d'un entorn d'input constant del jugador envers el joc, que el mantingui connectat durant tota la sessió de joc.

2. Marc Teòric

1.1 Definició i taxonomia dels tipus de realitats

Per a entendre el concepte de realitat mixta, es classifiquen els diferents tipus de realitats vigents en l'entorn tecnològic segons:

Realitat Augmentada

Billingham (1997), defineix el terme de realitat augmentada com la visió de manera directa o indirecta d'un entorn real que conté elements "augmentats", generats per un ordinador de manera perceptiva. la realitat augmentada compleix tres regles:

- Fusiona elements reals amb elements virtuals.
- Es produeix i és interactiva en temps real.
- Es registra en tres dimensions.

Per a complir aquests tres requeriments, una aplicació de realitat augmentada necessitarà una font d'entrada (*Inputs*) com podria ser una càmera, sensors de proximitat, un micròfon, entre d'altres. També necessitarà un ordinador que processi la informació i generi el contingut virtual i una font de sortida (*Outputs*) per a mostrar els resultats.

La Realitat Virtual

La realitat virtual (VR) representa un entorn fictici mitjançant gràfics simulats per ordinadors. Pretén que l'usuari pugui interaccionar amb l'entorn que l'envolta i aconseguir immersió. En la realitat virtual, l'observador o participant, s'endinsa en un entorn totalment sintètic. Aquest entorn pot ser de caràcter realista, és a dir, que simula les lleis d'entorn del nostre món, o bé, pot ser totalment fictici.

Realitat Virtual vs Realitat Augmentada

Quan un usuari fa ús d'un casc de realitat virtual, la seva visió i percepció del món es reemplaça completament per a gràfics generats per ordinador. L'usuari, en un entorn VR queda separat del món real, i aïllat en el casc de realitat virtual, l'ordinador també es torna invisible per als usuaris. En contrast, les interfícies de realitat augmentada estan dissenyades per millorar la realitat afegint contingut digital d'una forma no immersiva. (Burdea et Al, 2016)

	Virtual Reality Replacing Reality	Augmented Reality Augmenting Reality
Scene Generation	requires realistic images	minimal rendering okay
Display Device	fully immersive, wide FOV	non-immersive, small FOV
Tracking and Sensing	low accuracy is okay	high accuracy needed

Fig. 2.1. Burdea et Al. (2003). Virtual Reality VS Augmented Reality.

La realitat virtual és un sistema immersiu molt dependent dels aspectes visuals, és a dir, requereix gràfics d'alta poligonació i de caràcter realista per a poder ser immersiu. Per tant, requereix un dispositiu tecnològic capaç de poder reproduir aquests gràfics. La VR no requereix tenir una precisió molt gran pel que fa al seguiment del moviment de l'usuari que en fa ús per a ser immersiu, amb el seguiment de la visió del jugador en pot ser suficient.

La realitat augmentada es contraposa als requeriments de la realitat virtual. En la AR, l'entorn és la mateixa realitat, per tant, no necessita ser generat per gràfics digitals. No obstant això, la AR requereix una precisió molt gran en el moviment de la càmera que fa visible l'entorn, en el reconeixement de l'entorn i també en el seguiment de moviments diversos dins del mateix entorn.

La Realitat Mixta i el Continu de Virtualitat

El continu de realitat, definit l'any 1994 per Paul Milgram i Fumio Kishino, és una escala que estableix una relació entre objectes reals i virtuals. (Milgram, 1994)

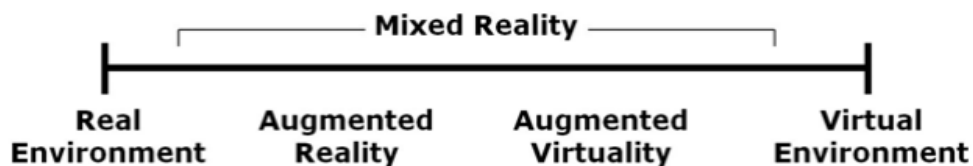


Fig. 2.2. Milgram (1994). El continu de virtualitat.

En el costat esquerre de l'esquema representa l'entorn del nostre món real, constituït per elements reals. És a dir, representa la visió de la realitat del nostre entorn, sigui en persona o a través d'imatges enregistrades. L'altre extrem fa referència a la definició d'un entorn totalment virtual, simulat gràcies a gràfics generats per un ordinador. Aquest entorn purament virtual pot ser una simulació d'un entorn real, o pot tenir unes regles físiques diferents de la realitat.

El punt mitjà del continu defineix el que és la realitat mixta. La MR és la fusió entre elements purament virtuals, que conviuen en el món real. A diferència de la realitat augmentada, en la realitat mixta, els elements virtuals interactuen i s'adapten a l'entorn real, creant una realitat que es barreja amb la virtualitat. (Milgram et Al, 1994)

Altres realitats: La Virtualitat Augmentada

La virtualitat augmentada consisteix a fer aparèixer elements reals, dins d'un entorn totalment virtual. Aquesta modalitat de realitat és la menys utilitzada i més experimental. És una modalitat amb més limitacions, ja que ha de reconèixer elements de l'entorn real i representar-los dins el món virtual en temps real. Diversos estudis i Universitats estan treballant en prototips de virtualitat augmentada per a trobar possibles usos en diferents àmbits.

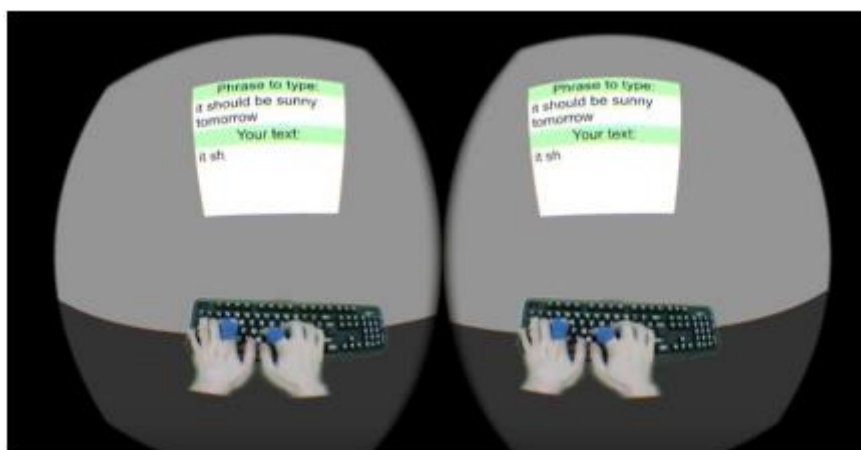


Fig. 2.3. University of Glasgow (2014). Augmented Virtuality Prototype.

2.2 Història de la Realitat Augmentada

Primeres Aparicions de realitat Augmentada

Tot i semblar un terme un molt actual, el terme realitat augmentada no es un terme creat en l'actualitat. La primera aparició del concepte de AR va produir-se en una novel·la de l'any 1901: "The Master Key", de l'autor L. Frank Baum, l'escriptor del conegut llibre "The Wonderful Wizard of Oz". En la seva novel·la, el protagonista, de manera accidentada, invoca al dimoni de l'electricitat, aquest el brinda de poders, un d'ells, poder veure una lletra fictícia a sobre de la gent que l'envolta, que els identifica i marca com a bons o dolents. (Frank, 1901)

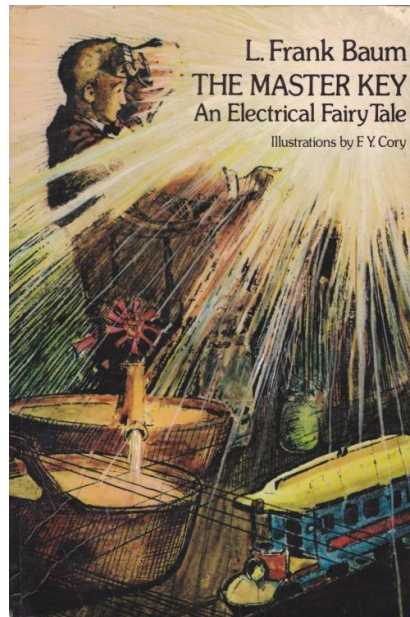


Fig. 2.4. The Master Key, L Frank Braum.

Ivan Shuterland i el primer prototip de AR

Ivan Shuterland, considerat el pare de la computació gràfica, l'any 1966 es va posar a treballar en el primer dispositiu de realitat augmentada.

La idea li va sorgir després d'una visita al fabricant d'helicòpters Bell:

"Vaig veure com s'usava un visualitzador muntat al cap del pilot per a permetre que vegi el que li envoltava a través d'una càmera infraroja muntada en la part inferior de l'helicòpter. Em vaig adonar que podíem substituir la cambra per una computadora, i veure així un món matemàtic, sintètic, dins de la computadora". (Shutterland, 1966)

Ivan Shuterland va crear doncs el que seria el primer prototip "Head Mounted Displays". Es tractava d'un casc que permetia visualitzar representacions matemàtiques gràcies a gràfics generats per ordinador. Aquest casc innovador serveix com a referència per a futures creacions.

Thomas.Caudell: Popularització del terme Realitat Augmentada

Va crear el terme de realitat augmentada", l'any 1992. Caudell definia la realitat augmentada com la integració de gràfics, àudio i altres millores sensibles sobreposades sobre un món real i mostrades a temps real. El paper de Thomas Caudell va ser vital, ja que tot i existir la AR com a concepte des d'anys enrere, ell la va popularitzar i anomenar amb el creixement informàtic d'aquella època.

Paul Milgram i Fumio Kishino: Aparició del concepte de Realitat Mixta

Van definir el concepte i composició de la realitat mixta en el seu estudi “*Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*”. Aquest estudi, realitzat l’any 1994, és essencial per entendre l’evolució d’aquesta tecnologia. Va establir una relació entre les diferents virtualitats existents.

La realitat mixta es diferencia de la realitat augmentada gràcies a la relació que estableix el continu. La MR, a partir de l’any 1994, s’entén com una evolució de la realitat augmentada pel que fa a connexió dels elements virtuals amb els reals.

La Realitat Augmentada a l’abast de tothom: ARToolKit

Fins aquest punt, totes les proves realitzades amb realitat augmentada tenien un punt en comú: eren proves de caràcter científic. Per tant, la tecnologia de realitat augmentada no estava a l’abast de qualsevol treballador en l’àmbit de la informàtica. A causa d’aquesta manca d’accessibilitat, l’any 2000, Kato and Billinghurst creen el ARToolKit.

L’ARtoolKit són un conjunt de llibreries obertes de realitat augmentada que proporcionen algorismes per a reconèixer imatges, posicionar objectes en entorns i registrar el seu moviment, entre altres característiques. Es va convertir en la llibreria més utilitzada per a la recerca científica, i va obrir les portes a tots els desenvolupadors de software al món de la realitat augmentada.

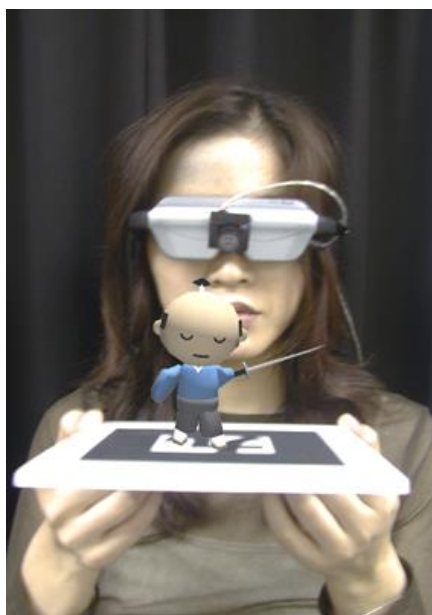


Fig. 2.5. (2000) ARToolKit Demo.

Google Glass

Google Glass va ser el primer apropament amb la realitat augmentada de part de Google. Es tractava d'unes ulleres de realitat virtual que permetien fer ús de les funcionalitats d'un telèfon intel·ligent a través d'unes ulleres de realitat augmentada. El prototip va ser anunciat el 2012, tenia un preu elevat per als desenvolupadors d'aplicacions Android. Va despertar molt interès i generar moltes expectatives envers els consumidors. Finalment, l'any 2015 Google va anunciar la seva discontinuïtat amb el producte.



Fig. 2.6. Ulleres Google Glass.

Microsoft Hololens

La resposta de Microsoft a crear un dispositiu pensat exclusivament per a la realitat mixta. El Microsoft Hololens, és un ordinador hologràfic que permet als usuaris interactuar amb hologrames i elements virtuals en un entorn real.

La posada en marxa d'aquest dispositiu va produir-se l'any 2016. Microsoft ha ensenyat molts exemples d'ús en diferents àmbits, com l'aprenentatge, la medicina, els videojocs, entre d'altres. Han tingut una bona acceptació per part del públic no obstant això, encara no es comercialitzen per al consumidor i el seu kit de desenvolupament costa uns 3000 dòlars.

Actualment Microsoft està treballant en una següent versió del producte, les Microsoft Hololens 2, el producte s'ha anunciat, però encara està en desenvolupament.

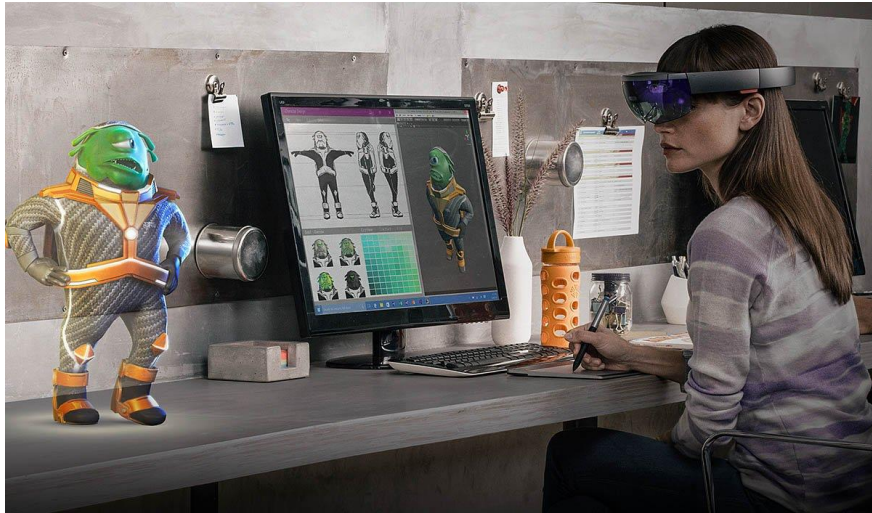


Fig. 2.7. Microsoft Hololens.

Smartphone amb tecnologia AR/MR

Els smartphone produïts en aquest darrer any, han començat a incloure circuits integrats per suportar tecnologia de realitat augmentada. Apple ha apostat per incloure un xip dedicat a la AR, Google, d'altra banda també prepara dispositius compatibles amb la seva llibreria de realitat augmentada.

És evident que la plataforma smartphone tindrà una major extensió que els cascs de realitat mixta i augmentada, ja que els dispositius mòbils s'han convertit en una eina d'ús diari en la nostra societat. En quant potència gràfica, un smartphone no pot assolir el rendiment de les Microsoft Hololens, però, és un atractiu per als desenvolupadors, el fet que milions de persones ja tinguin un telèfon intel·ligent compatible amb tecnologia de realitat mixta a les seves mans.

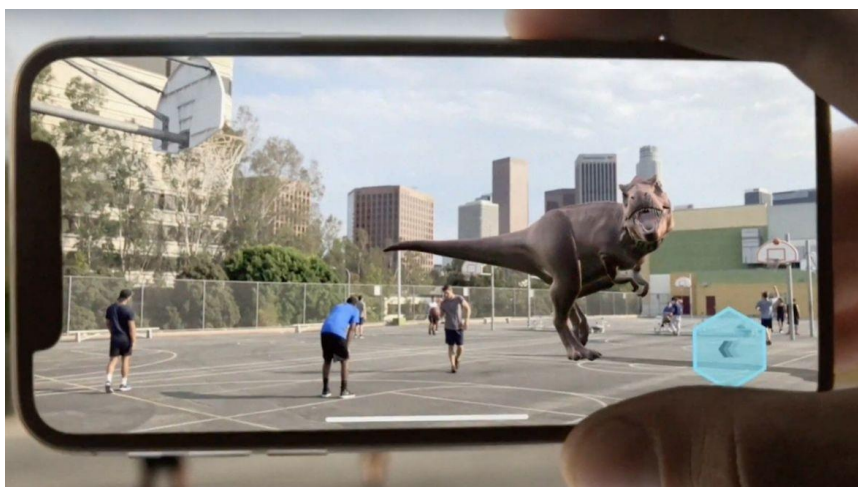


Fig. 2.8. Dino Park AR IOS

2.3 La interacció en la Realitat Mixta

El model Human Computer Interaction

La interacció humà-ordinador (HCI) és l'estudi de la manera en què la tecnologia informàtica influeix en el treball i les activitats humanes. El terme "tecnologia informàtica" actualment inclou la majoria de tecnologia des d'un ordinador amb pantalles i teclats fins a telèfons mòbils, electrodomèstics, sistemes de navegació per a vehicles i fins i tot sensors i actuadors incrustats, com ara il·luminació automàtica. (Blanton, 2009)

Aquesta interacció té una disciplina de disseny associada, de vegades anomenada "Interaction Design" o "User-Centered Design", centrat en la manera de dissenyar la tecnologia informàtica de manera que sigui tan fàcil i agradable d'usar com sigui possible.

Un aspecte clau de la disciplina del disseny és la noció de la Usabilitat, que sovint es defineix en termes d'eficiència, efectivitat i satisfacció. No obstant això, el terme més important a tenir en compte pel que fa a el model HCI és l'Experiència d'Usuari, com l'usuari se sent a mesura que utilitza el sistema d'interacció. (Dix, 2017)

Impulsat per la investigació acadèmica, HCI ha esdevingut un instrument fonamental per popularitzar la idea que la interacció entre un ordinador i l'usuari hauria de semblar-se a un diàleg obert entre un humà i un altre humà. Inicialment, els investigadors d'HCI es van centrar a millorar la usabilitat de les computadores d'escriptori. Tanmateix, gràcies a l'augment de tecnologies com l'Internet i el telèfon intel·ligent, l'ús de l'ordinador s'ha anat desbordant de l'escriptori per abraçar el món mòbil i el model de HCI ha anat englobant més camps. (Interaction-Design, 2017)

El creador del camp HCI va comentar el següent, en relació amb l'evolució tecnològica i el model HCI:

"... ja no té sentit considerar HCI com una especialitat en informàtica; HCI ha crescut fins a ser més àmplia, més gran i molt més diversa que la informàtica mateixa. HCI s'ha ampliat des del seu enfocament inicial cap al comportament d'usuaris individuals i genèrics per incloure la informàtica social i organitzativa, l'accessibilitat per a la gent gran, la discapacitat cognitiva i física, i per a totes les persones, i per al major espectre possible d'experiències i activitats humanes. S'ha ampliat des de les aplicacions d'oficina d'escriptori fins a incloure jocs, aprenentatge i educació, aplicacions comercials, sanitàries i mèdiques, planificació i resposta d'emergències i sistemes de suport a la col·laboració i la comunitat. "

El Paradigma WIMP

Avui dia la gent està acostumada al paradigma WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointing) per interactuar amb els ordinadors. Aquest paradigma va ser definit per Merzouga Wilberts l'any 1980.

EL WIMP s'ha estandarditzat de manera global fins a ser el mètode convencional en el món de les interfícies d'usuari. La majoria de sistemes operatius orientats a grans mercats funcionen amb aquest sistema.

No obstant això, aquest mètode no és aplicable a la realitat augmentada. Segons Blanton (2009), no té sentit visionar un gran nombre de finestres flotants dins la realitat, la AR va més enllà que posicionar finestres en dues dimensions en l'entorn real.

El WIMP, tot i ser el model més antic, ha evolucionat molt pel que fa a usabilitat. Amb el paradigma WIMP els usuaris poden manipular objectes, escalar-los, moure'ls per la pantalla, etc. Aquestes accions bàsiques s'han d'adaptar a la realitat augmentada per a crear experiències noves i fer evolucionar la interacció i l'experiència d'usuari.

2.4 Tipus d'inputs en la Realitat Mixta

Per a estudiar la situació actual i el futur de la interacció dins la realitat mixta, s'ha d'analitzar la interacció de l'usuari en la MR. Segons Blanton (2009), Els inputs dins les interfícies d'usuari en la realitat mixta es poden classificar en 7 tipus:

Interfície d'usuari tangible

Es tracta de la interacció més natural per als usuaris, en la que es fa ús d'objectes reals que existeixen fora i dins del sistema, és a dir, en el món real com a objecte físic i dins el joc de forma virtual. Aquests dispositius disposen de sensors per a poder comunicar-se amb el món virtual.

Interfície d'usuari hàptica

Els dispositius hàptics són aquells dispositius en els quals la comunicació tàctil no ve només de part de l'usuari cap al dispositiu, sinó que també del dispositiu cap a l'usuari. Són dispositius que proporcionen una resposta hàptica envers l'usuari. Aquests dispositius no són gaire presents en el gran públic. Un exemple de dispositiu de UI Hàptica és el PHANTOM Somni Hepàtic Device.



Fig. 2.9. PHANTOM Somni Hepatic Device.

Interfície d'usuari tàctil

Les pantalles tàctils convencionals en formen part. Les interfícies de pantalla tàctil són força limitades, ja que les pantalles tàctils funcionen en 2D, mentre que l'empremta humana té un gran nombre de nervis sensitius. En funcionar en dues dimensions, la pantalla només pot detectar si es prem o es deixa de prémer una zona de la pantalla.

Reconeixement de gestos

El reconeixement de gestos és un dels sistemes d'inputs més naturals per als usuaris, ja que aquests poden usar les seves pròpies mans per a interactuar amb l'ordinador. Aquesta tecnologia requereix càmeres i sensors per al seu funcionament, i tot i que el seu ús no està gaire estandarditzat, grans companyies estan apostant per aquesta tecnologia, com el producte Lean Motiu.



Fig. 2.10. Lean Motiu.

Un altre exemple rellevant pel que fa al reconeixement de gestos va ser l'aposta de Microsoft, el dispositiu "Kinect". Aquest dispositiu utilitza un avançat sistema de càmeres de profunditat i un conjunt de sensors per a registrar inputs de gestos de forma precisa.



Fig. 2.11. (2010) Reconeixement de gestos, Microsoft Kinect.

Ella Tracking

El Ella Tracking és el seguiment del moviment de l'ull de l'usuari. Es tracta d'un dels inputs més poderosos, ja que el que mira l'usuari és el seu focus principal d'atenció i d'interès. Existeixen càmeres especialitzades per a aquesta tecnologia, un dels dispositius més punters per al gran públic és el sensor de Eye Tracking que porten les ulleres Oculus Rift. Aquest sistema funciona amb un sensor situat entre l'ull i la pantalla, que registra els moviments de la retina per a obtenir els inputs.

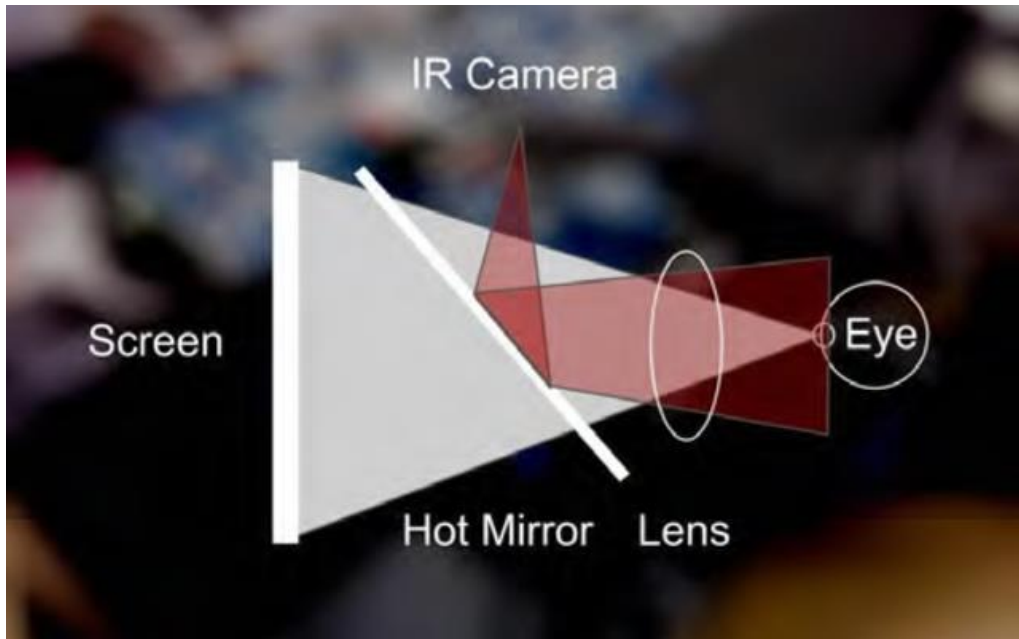


Fig. 2.12. Funcionament del Eye tracking. Oculus Rift.

Reconeixement de veu

L'input usant la veu, és un dels inputs més naturals per a comunicar-se. Gràcies a micròfons i software específic, l'ordinador o dispositiu pot registrar i interpretar les comandes de veu i donar resposta a aquests inputs. Aquesta tecnologia s'ha estandarditzat amb els famosos assistents de veu com Siri, de la mà d'Apple, Cortana de Microsoft o l'assistent de Google, disponible als dispositius amb Android. No obstant això, és una tecnologia que, tot i tenir un gran potencial, no s'ha fet servir de forma massiva dins del món dels videojocs.

2.5 Limitacions y Problemes de la AR

L'estudi sobre la AR de la mà de Blanton (2009), conclou que la realitat augmentada disposa de tres grans problemes o limitacions importants. L'estudi diu que aquestes limitacions són en part responsables que la tecnologia AR no s'hagi estandarditzat de manera global avui dia, però també afirma que són problemes que es resoldran amb l'avenç tecnològic. Aquests problemes són:

Dimension Gap

La visualització de videojocs o aplicacions en pantalles es realitza en 2D. És a dir, les pantalles tenen relació d'aspecte amb valors horitzontals (X) i verticals (Y) però no existeix un altre eix (Z) que proporcioni la profunditat que existeix en el món real. Les pantalles 2D que mostren jocs en 3 dimensions, tenen sistemes interns que realitzen càlculs per a simular un espai en tres dimensions. No obstant això, no deixa de ser una simulació.

Si una aplicació de AR mostra la realitat a través d'una càmera, la imatge que es registra es converteix automàticament en 2D, per a ser mostrada en una pantalla en forma de píxels. En aquesta conversió és on es produeix la pèrdua d'un dels eixos.

La millor solució són els dispositius Head Up Display. Es tracten de dispositius que incorporen una pantalla transparent posicionada davant dels ulls de l'usuari per sobreposar gràfics renderitzats en l'entorn real que percep l'usuari.

Oclusió d'objectes

Un altre dels problemes més vigents de la AR va relacionat amb el seguiment d'objectes que es poden reconèixer. Les càmeres amb software AR poden detectar imatges, formes i fins i tot escanejar objectes de la realitat. No obstant això, quan l'usuari interacciona amb aquests objectes, sovint tapa una part de la superfície de l'objecte escanejat amb la mà. En aquest moment, se solen produir pèrdues d'informació en el seguiment de l'objecte escanejat, ja que la visió de l'objecte per part de la càmera queda limitada per un obstacle, la mà humana.

Falta de resposta hàptica en les interfícies virtuals

Un altre problema és la falta de resposta hàptica o sensorial per part de les interfícies d'usuari. Quan un usuari prem un botó físic a la vida real, el mateix botó, en ser un objecte físic i real, proporciona una resposta hàptica directa a l'usuari. En canvi, les interfícies que mostren botons virtuals, no poden donar resposta hàptica a l'usuari, ja que es tracten de botons virtuals renderitzats en l'entorn real.

S'han realitzat experiments per a millorar la resposta hàptica com per exemple guants amb sensors i mecànica que proporciona sensacions hàptiques als usuaris.



Fig. 2.13. Manus VR (2019) Haptic Gloves.

2.6 Situació actual

"El potencial de la realitat augmentada comença a ser visible i avui dia hi ha més oportunitats que mai per a crear experiències de AR convincents. El software i el hardware que requereix aquesta tecnologia cada vegada és més accessible. Existeixen eines fins i tot perquè els no-programadors puguin crear les seves pròpies experiències amb aquesta tecnologia. No obstant això, encara s'han de complir certs objectius de recerca per a veure el potencial total de la realitat augmentada." (Billinghurst et Al, 2015)

Segons Billinghurst (2015), la realitat augmentada i mixta està creixent i evolucionant notablement en els últims anys, no obstant això, encara hi ha una manca de potència tecnològica pel que fa a hardware, que ofereixi una experiència més atractiva per al gran públic.

L'evolució de la realitat mixta encaixa amb la corba de desplegament publicitari de Gartner. Segons l'esquema de Gartner, "hype for emergent technologies", l'impacte en el públic creix per la innovació que suposa aquesta nova tecnologia. Aquesta corba creixent arriba al seu màxim amb les expectatives que genera l'audiència, però comença a caure amb l'espera de resultats i productivitat d'aquesta tecnologia.

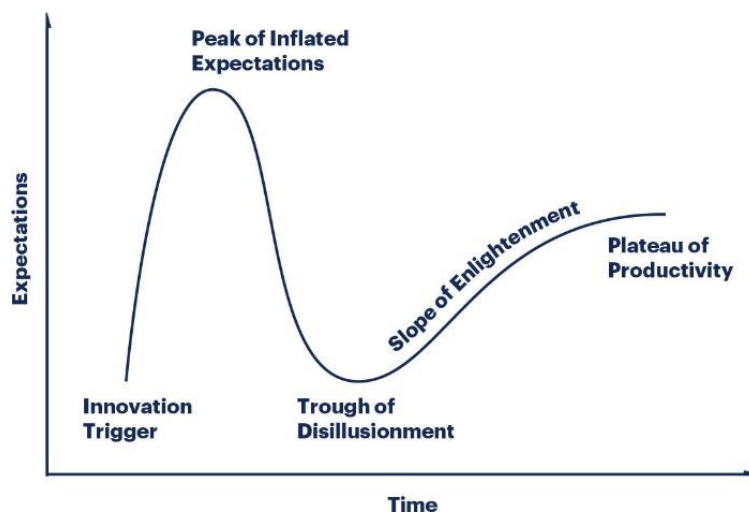


Fig. 2.14. Gartner (2018). Hype cycle for Emerging Technologies.



Fig. 2.15. Google Trends “Augmented Reality” Term 2016 -2019.

Les dades de Google Trends, mostren que quan es va anunciar el joc per a plataformes mòbils, Pokémon Go, el terme realitat augmentada va establir un record en tendències, que concorda en gran part amb la corba del hype de Gartner. El segon màxim en tendència, es produeix a finals del 2017, quan Apple anuncia el seu dispositiu iPhone 8, i parla del seu hardware dedicat a la realitat augmentada en la seva presentació.

2.7 El futur de la tecnologia de Realitat Mixta

Els telèfons intel·ligents són el millor ecosistema perquè la realitat augmentada arribi a la quantitat més gran de gent possible, els fabricants de mòbils més importants en són conscients. Apple, Samsung o Sony, entre d'altres, estan incorporant xips i sensors dedicats a la realitat augmentada en els seus dispositius.

Tim Cook, el director executiu d'Apple, va dir en una entrevista a la cadena ABC News: "La realitat augmentada abasta més que la realitat virtual, probablement amb diferència, perquè ens dóna la possibilitat d'estar presents i de comunicar-nos, però també que gaudim d'altres coses en l'àmbit visual".

Amazon i Apple estan avui dia treballant en l'estandardització d'aplicacions per a veure objectes que vols comprar en un futur pròxim per via de realitat augmentada. D'aquesta manera volen aconseguir millors vendes o feedback per part dels consumidors a l'hora de comprar productes en botigues a la xarxa.

Una altra aplicació força viral és l'aposta de IKEA per a la AR. Ikea Place, és una aplicació per a smartphone, que permet als usuaris veure com queden els seus mobles abans d'adquirir els mateixos productes.

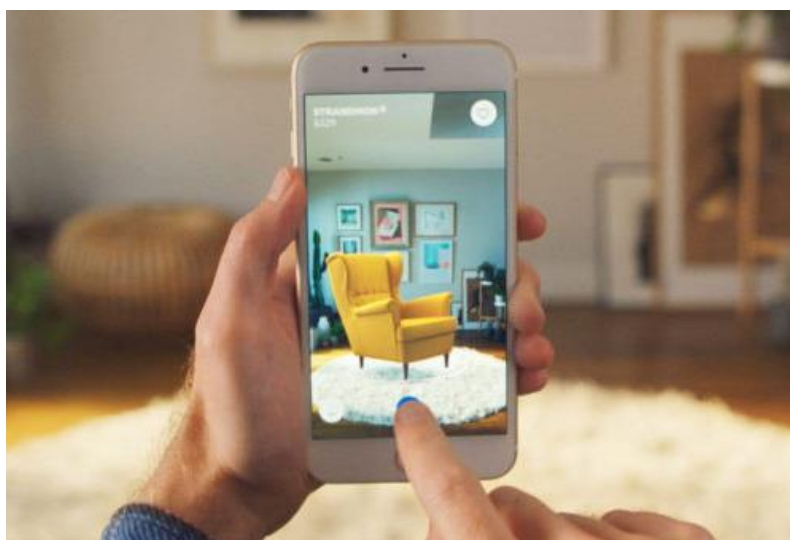


Fig. 2.16. Ikea (2018). Ikea Place Application.

2.8 El futur de la MR en els videojocs

El líder actual indiscutible en videojocs AR és Niantic. El CEO de Niantic, John Hanke, prediu que els videojocs amb MR tenen un brillant futur en un ecosistema tecnològic format per: dispositius mòbils intel·ligents, rellotges intel·ligents, ulleres intel·ligents, emmagatzemament de dades al *cloud* i algoritmes de *deep machine Learning* que millorin constantment les experiències de realitat augmentada.

És força evident que els videojocs de realitat augmentada tenen un futur assegurat en les plataformes Mobile. Grans desenvolupadores de jocs, com Niantic, tenen departaments centrats en la recerca i innovació tecnològica enfocats a la realitat augmentada (Niantic Labs), empreses com Google estan millorant els seus algoritmes per a un millor funcionament i les grans companyies Mobile treballen per dissenyar dispositius amb hardware dedicat a aquesta tecnologia.

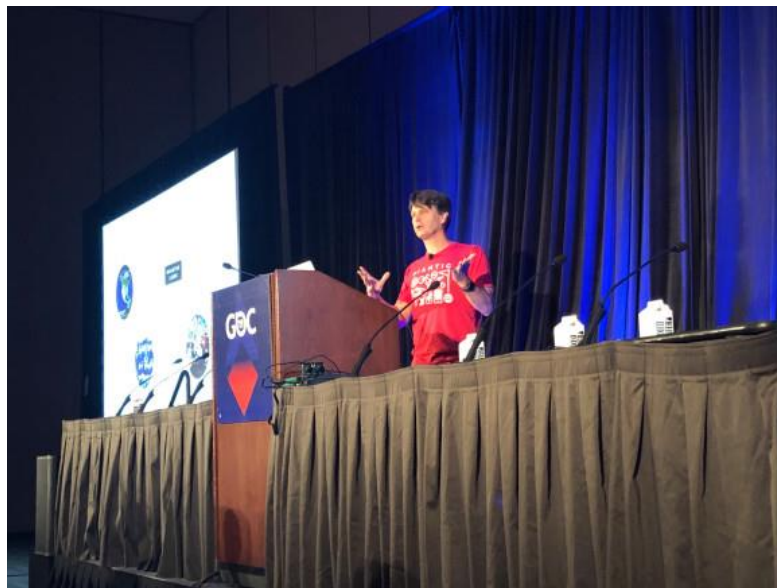


Fig. 2.17. John Hanke (2019) – Niantic CEO, GDC 19.

“Volem crear credibilitat, aquest és el nostre principal objectiu” va dir John Hanke. Que els usuaris puguin compartir experiències i que les representacions de realitat virtual puguin esdevenir al mateix instant en múltiples dispositius. Hanke, parla de l'arribada imminent de la connectivitat 5G a les grans ciutats i de la millora que suposarà l'augment de velocitat, que crearà un entorn de connectivitat social immens.



Fig. 2.18. El videojoc Minecraft, versió per a Microsoft Hololens.

Microsoft també està apostant per als videojocs amb el seu dispositiu dedicat, Microsoft Hololens. Tot i no ser un dispositiu a l'abast del gran públic, l'equip de Microsoft ha presentat diverses propostes de jocs, com per exemple una versió del popular Minecraft fent servir realitat mixta. Amb l'anunci recent de la segona revisió d'aquest innovador dispositiu, les Microsoft Hololens 2, és molt probable que en un futur pròxim es mostrin noves experiències de joc que aprofitin el potencial que proporciona aquest hardware dedicat plenament a la MR.

3. Referents

3.1 Referents històrics

Ivan Shuterland i el primer hardware de Realitat Augmentada

Ivan Shuterland, va ser el creador del primer dispositiu Head Mounted Display (HMD) tridimensional, segons Shuterland (1966), la idea principal de la representació tridimensional es basa a presentar a l'usuari una perspectiva d'imatge que canvia mentre aquest es mou. La visió de la retina dels humans, en realitat, és de dues dimensions. Per això, si col·loquem imatges que reaccionen al moviment, en dues dimensions dins de la visió de l'usuari, podem crear la il·lusió de què està veient una imatge tridimensional.

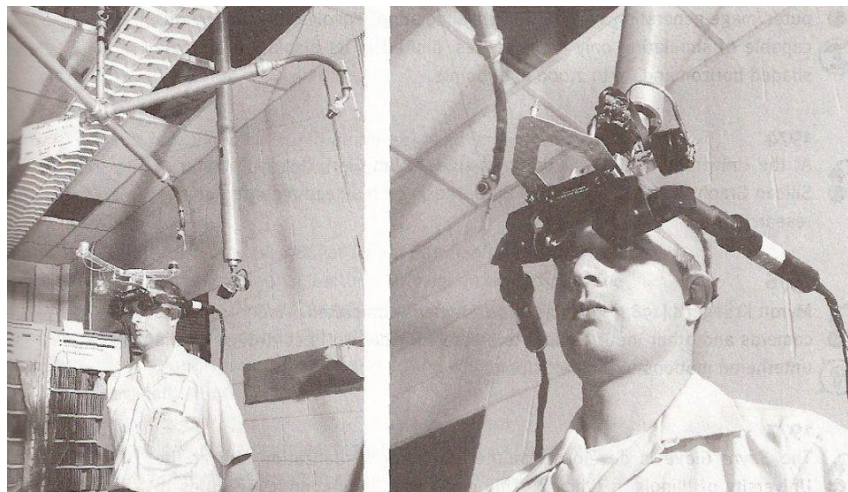


Fig. 3.1. "The Sword of Damocles", Ivan Shuterland, 1966.

El dispositiu, anomenat "The Sword of Damocles" es tractava d'un sistema amb una pantalla estereoscòpica que donava la capacitat de veure representacions matemàtiques a l'ull humà a través d'un visor. Aquest dispositiu, tot i ser un experiment es va convertir en un referent i va servir de punt de partida per al desenvolupament dels cascos de realitat virtual que coneixem avui dia.

Thomas P Caudell

Thomas P Caudell, va crear i popularitzar el terme de realitat augmentada, l'any 1992. Caudell treballava per la multinacional estatunidenca "Boeing", empresa especialitzada en el disseny i fabricació de components per a avions, helicòpters, míssils i satèl·lits. A Caudell se li va encomanar la tasca d'organitzar taulers de configuració de cables electrònics, aquests eren difícils de gestionar sense manuals, i era tediós mirar els cables i els manuals al mateix

instant. D'aquí va sorgir la idea de Caudell de "Augmentar" la realitat, creant una visió d'una interfície d'informació visible en l'entorn real.

Caudell va definir la realitat augmentada com una tecnologia que augmenta la percepció sensorial humana amb informació auxiliar, que pot millorar potencialment el rendiment en la realització d'una tasca o experiència. (Caudell, 1992).



Fig. 3.2. Thomas P. Caudell.

3.2 Primers videojocs amb Realitat Augmentada

L'experiment: Quake AR

L'any 2000, Wayne Piekarski i Bruce Thomas van crear el primer videojoc en primera persona, fent servir tecnologia de realitat augmentada. Es tractava d'una versió del popular joc de trets en primera persona "Quake". L'experiment va crear l'atenció dels fans de la saga i també dels entusiastes en el món de la realitat virtual.

Wayne i el seu equip, van demostrar al món el potencial d'aquesta tecnologia i la connexió que estableix el joc amb el jugador en poder tenir una visió del joc integrada en el món real.

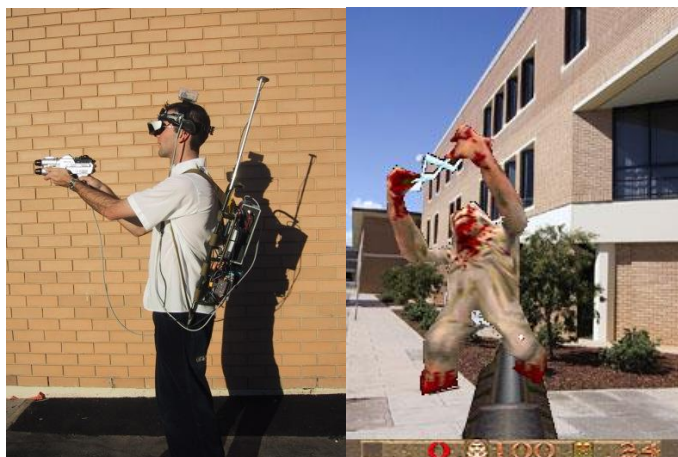


Fig. 3.3. University of South Australia.(2000). Quake AR.

Aquesta versió del popular shooter no funcionava en un ordinador qualsevol, darrere portava un conjunt de sensors, ordinadors, i bateries per proporcionar una experiència portàtil. Wayne Piekarski, en una entrevista de la "universitat South Australià" va explicar que per a funcionar, Quake AR fa servir un gran equipament de software per a captar tracking magnètic, giroscòpic i de localització, tot comprimit en un ordinador col·locat a l'esquena i un dispositiu de head-mounted display propi.

Quan li van preguntar si aquesta versió del popular joc es podria comercialitzar, Wayne i el seu equip van respondre:

"Bé, la resposta és probablement no, a causa del preu de l'equipament. Per exemple, el preu total dels components usats pel prototip suma els 10 mil dòlars, sense contar els costos addicionals dels cables, càmeres, controladors de hardware i software. Estem parlant doncs duna suma molt gran per a poder-la comercialitzar." (Wayne, 2000)

La tecnologia portàtil de l'any 2000 no era suficient per a comercialitzar un videojoc amb aquestes prestacions per al gran públic. No obstant amb els últims avenços tecnològics, seria possible veure una experiència similar en un futur no gaire llunyà.

3.3 Referents en l'actualitat

La realitat virtual sempre ha estat un dels grans atractius pel que fa a avenços tecnològics, sobretot en el món dels videojocs. Aquella necessitat es va calmar amb l'arribada al mercat de productes com les Oculus Rift i els seus principals competidors, HTC VIVE, o inclús les PlayStation VR. No obstant això, tot i que aquestes tecnologies eren molt innovadores, no van acabar de complir les expectatives que havien creat.

En el marc actual, la febre que la realitat augmentada va generar, ha estat substituïda en certa manera per la realitat augmentada. La realitat virtual és una experiència diferent de la realitat augmentada però té un aliat vital per a triomfar, el smartphone.

Avui dia, les grans empreses en tecnologia mòbil, com Google, Microsoft i Apple tenen equips i divisions per a treballar en aquestes noves tecnologies, i els seus últims dispositius al mercat venen preparats per a treballar amb intel·ligència artificial i amb realitat augmentada. En són clars exemples els dispositius amb sistema operatiu Android que ara suporten Google ARCore de forma nativa o els dispositius Apple que porten un xip integrat per a processar realitat augmentada d'una manera més fluida.

Niantic

L'arribada dels dispositius mòbils i l'obertura de llibreries com ARToolKit, van fer que els desenvolupadors de videojocs enfoquessin part del seu interès en el telèfon intel·ligent i en la seva portabilitat, qualitat idònia per a la realitat augmentada. És en aquest moment on companyies que avui dia lideren el mercat, comencen a treballar en els seus prototips. N'és un cas clar, la desenvolupadora de videojocs Niantic.

Niantic, l'any 2012, treu al mercat mòbil el videojoc "Ingress", aquest joc és l'antecedent del famós joc Pokémon Go i va demostrar el potencial que donava el telèfon intel·ligent amb la AR. Es tractava on la funcionalitat principal gira entorn el geo-posicionament. Ingress, es tracta d'un videojoc de rol de combat, on els jugadors, organitzats per equips, han de dur a terme accions de manera presencial en punts concrets del mapa per a guanyar punts i dominar la zona.



Fig. 3.4. El videojoc "Ingress", Niantic 2012.

El cas Pokémon GO

L'estudi del cas Pokémon Go, realitzat per Agnes Zsila, explora les motivacions dels jugadors en jugar al famós joc de mòbil. Després d'analitzar molts casos, van concloure que els tres factors que van motivar a la gent a jugar el joc van ser: l'activitat fora de la llar, la nostàlgia i combatre l'avorriment. Tot i ser un joc que va innovar per les seves funcionalitats amb realitat augmentada, aquesta no ha estat un dels pilars claus per a cridar l'atenció dels jugadors.

La característica més important i que va cridar més l'atenció dels jugadors va ser la funcionalitat de geo-localització. Va ser un joc trencador amb la saga Pokémon, passant de les consoles de sobretaula i portàtils al smartphone, de jugar assegut al sofà, a sortir de casa per a capturar un exemplar Pokémon.

En les últimes actualitzacions, Niantic va voler reforçar la funcionalitat de realitat augmentada, per a introduir realitat mixta. L'empresa ha anomenat aquesta actualització com a "AR plus". Aquesta nova modalitat només en funcional en dispositius que suporten realitat augmentada avançada, com el ARCore de Google o l'ARKit de Apple. Mentre que a la versió senzilla, els Pokémon apareixen en pantalla sense gairebé reconèixer superfícies, en la nova versió, els Pokémon amb MR, caminen per les diferents superfícies del món real i mantenen la seva posició en l'espai, fent ús de funcionalitats pròpies de la realitat mixta.

3.4 Referents en el desenvolupament de jocs amb tecnologia MR

Unity Labs

Unity Labs és un conjunt d'equips de recerca que es dedica a la investigació i implementació de noves tecnologies en l'àmbit del desenvolupament de videojocs. L'objectiu de Unity Labs és explorar l'evolució de la intel·ligència artificial, el Deep Learning, la realitat virtual i augmentada i el storytelling en els videojocs de la dècada vinent.

L'equip de Unity Labs està format per diversos equips de treball que s'encarreguen de crear prototips, desenvolupar nova tecnologia, articles científics, xerrades i investigació en els diferents àmbits que formen el desenvolupament de jocs. Els diferents equips publiquen diversos articles científics, comunicats través del seu bloc en línia, i software experimental per fer proves.

Unity Labs: “Looking to the future of mixed Reality”

L'equip estudia l'impacte i el futur que tindran les tecnologies basades en realitat augmentada i mixta en un futur pròxim. També treballen per formular una estratègia perquè els desenvolupadors de joc facin ús d'aquestes tecnologies en la nova era de la computació. El grup treballa en la recerca avançada de noves tecnologies, formular hipòtesis i preveure el futur d'aquesta tecnologia i els seus possibles escenaris.

Aquest equip dedicat a la MR ha escrit un bloc de tres parts en el que parla sobre el futur de la realitat augmentada i mixta.

El bloc, de caràcter científic, analitza les diferents àrees que haurien d'adreçar-se cap a la realitat mixta per a fer-se populars, no només millorant solucions existents, sinó reinventant i influint en l'acollida massiva de tecnologies de realitat augmentada.

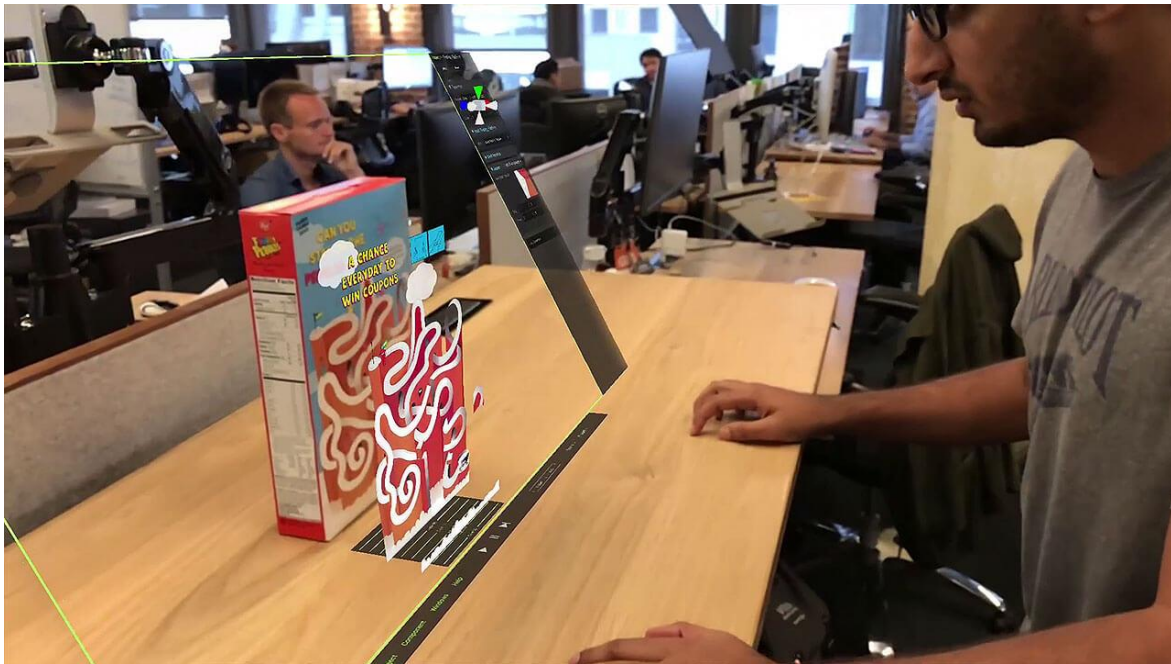


Fig. 3.5. Unity Lab Team (2018). Looking to the future of Mixed Reality.

Conclusions de l'equip de realitat mixta de Unity Labs

Les conclusions realitzades per l'equip de Unity Labs en el seu treball sobre el futur de la realitat mixta, són un bon punt de partida per a fer-se una idea de cap a on està evolucionant la indústria dels videojocs pel que fa a noves tecnologies d'immersió.

L'equip afirma que en uns cinc anys en endavant, la millora en la resolució de les pantalles durà a la realitat mixta a un escenari més consistent, que farà possible que la gent pugui treballar directament amb MR durant llargs períodes de temps. A més, preveu que la MR es convertirà en una tecnologia més social i que els sistemes sense fils i els sistemes de seguiment ocular es normalitzaran. Els dispositius de realitat mixta en el futur, permetran als jugadors, seure al voltant d'una taula i jugar jocs de taula virtuals, veure un partit de e-sports assegut al sofà o estirares al llit i poder jugar a videojocs. Afirmen que, els desenvolupadors de jocs, han de canviar la seva mentalitat per a adaptar-se a aquestes noves fórmules de disseny. (Gonzalez, 2017)

També conclouen que els actors digitals (avatars, assistents de veu) tindran veus més realistes, capaces d'expressar emocions, i ser idèntica a la d'una persona real. La MR permetrà tenir un cos virtual als assistents de veu i aconseguir que tinguin un impacte més positiu pel que fa a immersió en la societat.

4. Objectius/Pregunta de Recerca/Hipòtesis

Aquest treball està format per una primera part de recerca i documentació sobre la tecnologia de la realitat augmentada. La primera part del treball se centrarà en els següents punts:

- Documentar l'origen i evolució de la realitat augmentada i mixta.
- Analitzar quins els referents actuals que fan ús de tecnologia de realitat mixta.
- Crear una enquesta en mode de sondeig per observar les preferències dels jugadors pel que fa a funcionalitats de MR.
- Analitzar l'enquesta i concloure sobre els resultats d'aquesta.

L'objectiu de l'enquesta és respondre la hipòtesi plantejada:

"Els jugadors de jocs actuals amb Mixed Reality no se senten atrets per les funcionalitats de MR."

Un cop analitzats els resultats i comprovada la hipòtesi plantejada, es pretén realitzar una segona part pràctica basada en els següents punts:

- Experimentar amb diferents tecnologies d'input de Mixed Reality.
- Creació d'una proposta de joc que disposi d'un gameplay basat en funcionalitats MR en la seva totalitat.
- Creació del prototip de joc mitjançant el motor Unity amb el hardware i software requerit per a l'input.

5. Disseny metodològic i Cronograma

5.1 Part teòrica

Documentació i estudi de referents

El disseny metodològic d'aquest apartat es divideix en els següents punts:

- Estudiar la taxonomia de la realitat augmentada i els tipus de realitats.
- Documentar-se sobre l'evolució de la realitat mixta.
- Fer un estudi de referents pel que fa a desenvolupament de jocs i avenços en la MR.
- Analitzar els jocs més jugats que disposen de funcionalitats de realitat mixta.

5.2 Part pràctica

Realització de l'enquesta

Una vegada obtinguda tota la documentació, es durà a terme l'enquesta que donarà resposta a la hipòtesi plantejada en l'anterior apartat. Per a realitzar l'enquesta, es definiran les variables a estudiar, la població i el tipus de perfil a estudiar. Seguidament, s'agafarà una mostra per analitzar i observar els patrons de conducta pel que fa als jocs amb funcionalitats MR.

Experimentació amb tecnologies d'inputs de Realitat Mixta

Després de respondre la hipòtesi plantejada, es duran a terme 4 experiments sobre l'input en l'entorn de la realitat mixta per a investigar formes d'implementació d'aquests inputs dintre d'un joc actual.

Per a realitzar aquests experiments, es duran a terme els següents punts:

- Estudi dels diferents inputs existents per a la MR en els videojocs.
- Experimentar amb inputs gestuals.
- Experimentar amb inputs de veu.
- Experimentar amb detecció de l'entorn, ancoratge d'elements virtuals i tracking d'imatges.
- Experimentació amb inputs de l'entorn externs al jugador, com l'obtenció del temps atmosfèric real.

Sistema d'inputs híbrid en MR i proposta de joc

Una vegada s'hagin realitzat tots els experiments amb diferents sistemes d'inputs es plantejarà una proposta d'input, híbrida i multi input, formada amb els resultats del conjunt d'experiments realitzats.

Per a implementar aquest sistema d'inputs, es crearà una proposta de joc estil "Tower Defense" que tindrà un gameplay basat en aquest sistema.

Finalment, es crearà un prototip de la proposta de joc fent servir el motor de jocs Unity.

El prototip de joc, com el seu nom indica, no pretindrà ser una versió balancejada del mateix joc, ni pretén disposar de gràfics atractius per a l'ús comercial. Es tracta d'un prototip de joc que vol aplicar i testejar la proposta d'input híbrida que s'ha establert per comprovar el seu funcionament.

5.3 Requeriments: Hardware

Es necessitarà el següent hardware per a realitzar aquest projecte:

- Ordinador amb sistema operatiu Windows 10.
- Càmera Web USB. Logitech C920 HD Pro.
- Sensor Leap Motion
- Fotòmetre
- Focus de llum i paper difusor de fotografia.

5.4 Requeriments: Software

El software escollit per a realitzar el treball serà el següent:

- **Google Forms:** Per a la realització i propagació de l'enquesta en xarxa.
- **Unity 2019:** com a motor per a realitzar el prototip de joc i experiments amb MR.
- **Vuforia SDK :** es farà ús de les llibreries Vuforia de realitat augmentada per fer escanejar imatges en temps real, obtenir la visió d'una càmera, i posicionar objectes en l'entorn virtual i real, per crear una experiència de realitat mixta.
- **Leap Motion SDK:** es farà ús del sensor Leap Motion per a detectar i fer el seguiment de les mans de l'usuari i poder reconèixer gestos i moviments amb la SDK disponible per a Unity.
- **Windows Speech Recognition SDK:** Conjunt de llibreries per detectar comandes de veu mitjançant un micròfon USB.
- **Apixu Weather API:** llibreries per obtenir condicions atmosfèriques en temps real.

5.5 Cronograma de Gantt

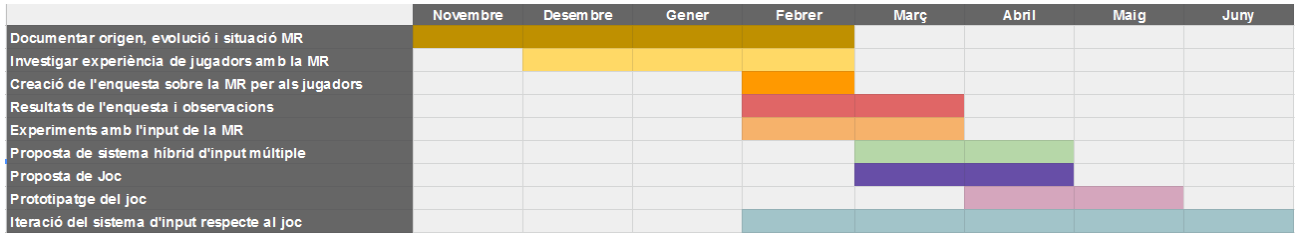


Fig. 5.1. Cronograma de Gantt del projecte.

6. Desenvolupament part pràctica

6.1 Introducció: L'ús de les funcionalitats AR en els videojocs com a punt de partida

Estudis com el de Agnes Zsila, expliquen que l'èxit de grans jocs que usen AR, com és el cas del joc Pokémon Go, han triomfat per diversos factors però no pas únicament per les seves funcionalitats de MR. Aquesta falta d'interès o poc atractiu envers els jugadors es deu al fet que les experiències donades als jugadors sovint són força pobres. En el cas del Pokémon GO, el joc fa servir realitat augmentada per posicionar diversos elements del joc en el món real, però en la majoria dels casos, aquests elements no encaixen amb l'entorn, simplement es visiona el joc com en una capa superior a la del món real, desconnectant al jugador de l'experiència de la MR. (Zsila et Al, 2017)

La finalitat d'aquest treball és qüestionar si amb les tecnologies actuals es pot crear una experiència més rica de MR, una experiència que mantingui connectat el jugador amb l'entorn en tot moment, i en la que hi hagi un feedback continu d'entrades i de sortides de dades que connecti el jugador amb el joc. Per a realitzar una proposta de millora en la interacció de l'usuari en la MR, es necessitarà fer un breu qüestionari sobre l'ús de funcionalitats MR i l'impacte que tenen envers els jugadors actuals.

6.2 Instrument: Enquesta

Aquest qüestionari pretén donar resposta a una breu hipòtesi que servirà de punt de partida en cas d'afirmar-se. No es realitzaran relacions extenses entre variables, ni s'executarà cap tècnica avançada de tractament de dades.

Identificació del problema

Prenent com a punt de partida les conclusions estretes de l'estudi Zsila, s'identifica el següent problema: Els jugadors actuals de jocs de realitat mixta no se senten atrets per les funcionalitats de la MR. Per tant, es considera que les funcionalitats MR dins els videojocs de gran públic es troben en una situació marginal. Abans de definir propostes de millora, serà necessari contrastar aquest plantejament a través d'un qüestionari.

Determinació del disseny de la investigació

Es planteja la creació d'un qüestionari transversal i observacional.

Aquest qüestionari es realitzarà durant un període de temps concret i no pas en dos períodes diferents, es volen obtenir dades d'un fenomen d'interès dins un espai de temps determinat. Les variables del qüestionari no seran modificades per a observar canvis en els resultats, sinó que es plantejaran un conjunt de variables fixes de les quals s'extrauran uns resultats i conclusions.

Especificació de la hipòtesi

Es planteja la següent hipòtesi a demostrar amb la realització del qüestionari:

"Els jugadors de jocs actuals amb Mixed Reality no se senten atrets per les funcionalitats de MR."

Definició de les variables

Per a fer susceptible la mesura de l'objecte d'investigació, es plantejaran un conjunt de variables. Aquestes variables correspondran a les magnituds que són objectes d'estudi. Les variables escollides per estudiar en l'enquesta són:

- Edat
- Sexe
- Freqüència de joc
- Coneixement del terme realitat augmentada
- Juga algun joc amb funcionalitats de realitat augmentada
- Ús de les funcionalitats a la pràctica i motiu
- Grau d'interès envers la AR.
- Creença d'importància de la AR en el futur

Selecció de la mostra

Per a obtenir dades del qüestionari, es treballarà amb una mostra representativa de 80 subjectes que comparteixin la següent característica:

-Persones entre 15 i 40 anys.

Tret d'aquesta característica, el resultat de les variables podria ser molt diferent segons el subjecte, per tant es podria considerar una mostra esbiaixada.

Disseny del qüestionari

S'ha realitzat un disseny de qüestionari en forma d'embut. Establint un sistema de filtratge de variables de més amples a més concretes. El qüestionari consta de les següents preguntes:

1. Sexe
2. Edat
3. Saps que és la realitat augmentada (AR)?
4. Jugues a videojocs?
5. Has jugat/jugues a algun joc amb AR? Quin?
6. Si el joc et deixa escollir, utilitzes la funcionalitat?, o la desactives?
7. Perquè no en fas ús de la AR? (contestar en cas de marcar "No les faig servir", en la pregunta anterior)
8. Puntua de l'1 al 10, quin és el teu grau d'interès envers la realitat augmentada.

Organització del treball de camp

El qüestionari s'ha distribuït mitjançant l'aplicació en línia "Google Forms".

6.3 Resultats de l'enquesta

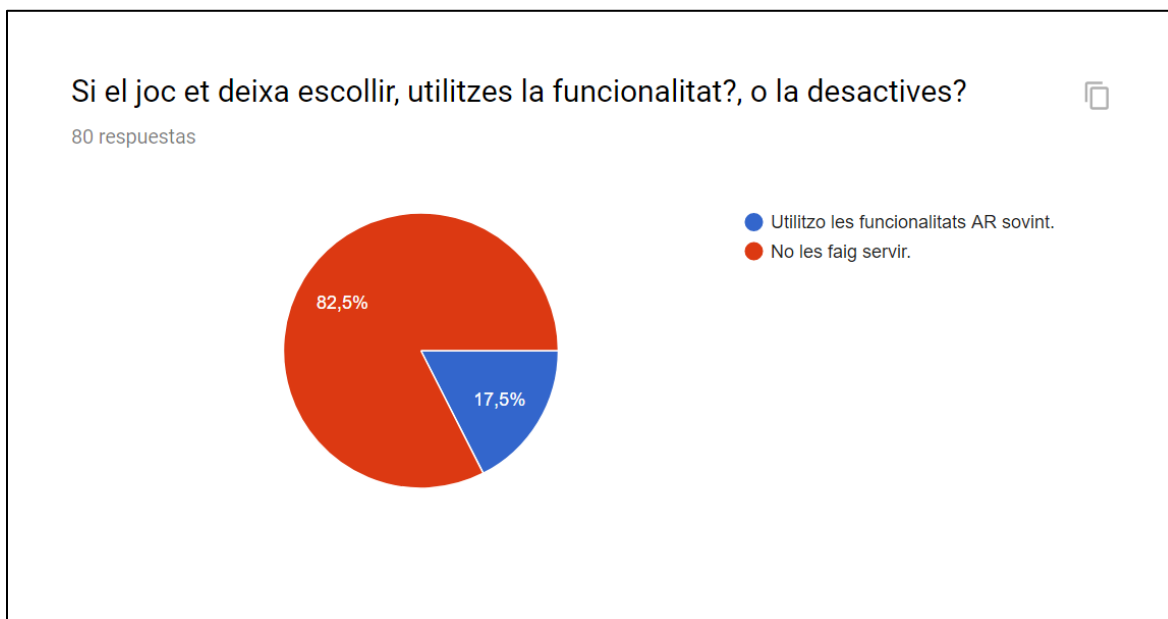


Fig. 6.1. Gràfic Resultats "Ús de funcionalitats AR".

Després d'analitzar els resultats de l'enquesta, es pot observar que la realitat augmentada en els videojocs es troba en una situació marginal. És una tecnologia que està fent grans passos (nous telèfons dedicats a la AR, aposta de Microsoft per les Hololens, etc.), però la gent no obstant això, no ha acabat d'interioritzar l'ús d'aquesta tecnologia tot i tenir dispositius compatibles com és el smartphone.

Es pot observar que la majoria de gent coneix el terme de realitat augmentada, i que també considera que aquesta tecnologia té importància en el futur dels videojocs. No obstant això, el grau d'interès personal en la realitat augmentada se situa entre un 5 i 6 sobre 10 punts. Els usuaris estan familiaritzats amb el terme però no se senten gaire atrets per les seves funcionalitats. Es considera que la MR en el món dels videojocs necessita videojocs que centrin les bases del seu gameplay en la interacció en entorns de MR i que deixi de ser una funcionalitat opcional extra en els grans jocs.

Amb els resultats d'aquesta petita enquesta, tot i que la mostra podria ser no fidedigne, queda resposta la hipòtesi i es planteja la creació d'un disseny de joc que faci ús d'un sistema que

millori la connexió entre el jugador i la màquina fent servir mecàniques i funcionalitats exclusives de la realitat augmentada.

Per a realitzar aquesta proposta de millora i donar solució al problema que planteja la hipòtesi, es duran a terme 4 experiments enfocats a la interacció de l'usuari envers la màquina en entorns de realitat mixta.

6.4 Experiment 1: Interacció amb Image Targets

Objectiu de l'experiment

L'objectiu d'aquest experiment és testear les funcionalitats que proporcionen les llibreries de Vuforia per a Unity.

Vuforia és una de les llibreries més completes per a la AR i competeix directament amb la proposta de Google per la realitat augmentada, el Google ARCore i també amb les llibreries de ARKit de Apple.

Per a aquest treball s'ha escollit fer ús de les llibreries Vuforia perquè tenen un codi força estable per al motor Unity, a més que estan dissenyades per funcionar tant en dispositius més simples, com és un ordinador amb una càmera web, fins a telèfons intel·ligents d'última generació, amb múltiples càmeres i sensors.

Requeriments

- Unity 2019
- Vuforia SDK
- Ordinador
- Càmera Web USB

Desenvolupament

Els Image Targets representen imatges que Vuforia Engine pot detectar i rastrejar. A diferència dels marcadors, matriu de dades i els codis QR, els objectius d'imatge no necessiten regions o codis blancs i negres especials per ser reconeguts. Per a funcionar, Vuforia requereix una base de dades d'imatge per a ser reconegudes. L'usuari pot escanejar imatges, i a partir dels seus algorismes, Vuforia crea una còpia en la base de dades del projecte amb els paràmetres necessaris per a poder detectar la imatge desitjada. Un cop detectat l'objectiu d'imatge, Vuforia Engine farà un seguiment de la imatge sempre que estigui almenys parcialment al camp de la càmera.

Per a aquest experiment, s'han fet servir cartes de pòquer convencionals per a ser detectades, ja que disposen d'una mida idònia per a l'experiment i són clarament diferenciables entre elles.

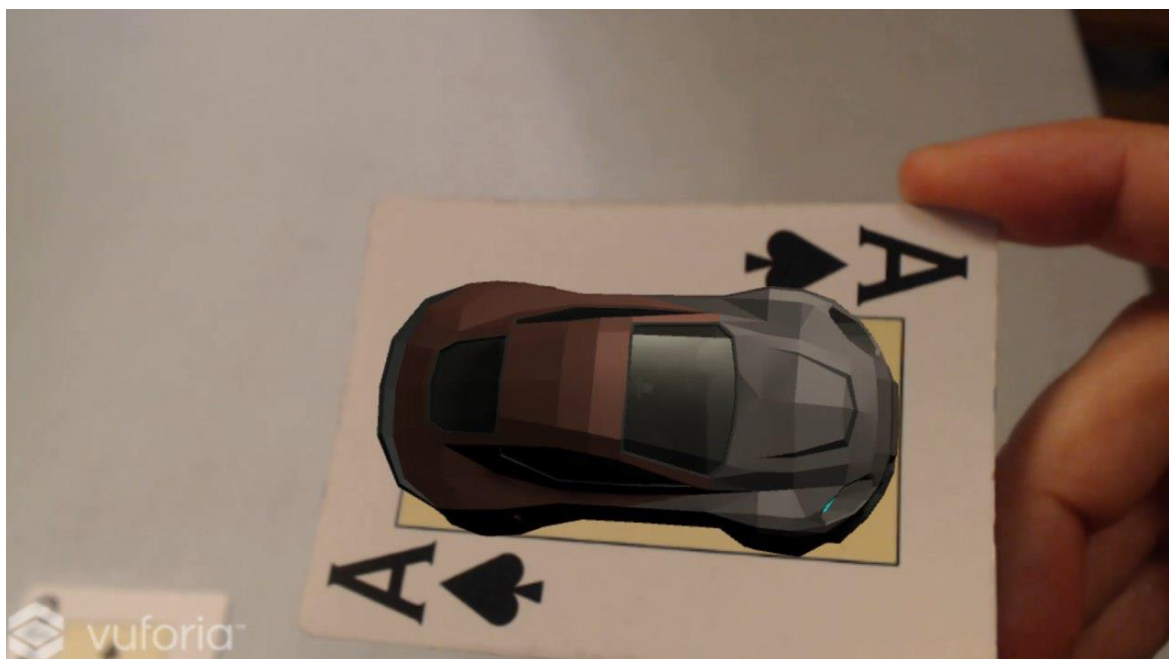


Fig. 6.2. Detecció d'un Image Target, Vuforia.



Fig. 6.3. Posicionament d'un Image Target, Vuforia.

Vuforia, per a detectar els Image Targets, porta un script base anomenat "Default Trackable Event Handler". Aquest script, escrit en C#, s'encarrega de gestionar quan una imatge ha sigut detectada per la càmera. Quan es detecta la imatge per càmera, aquest script busca tots els components de tipus "MeshRenderer" dins els gameObjects associats a la mateixa imatge. La finalitat d'aquest codi de la mà de Vuforia és "Apagar" o "Encendre" el conjunt d'objectes associats a la càmera accedint als seus components que fan renderitzar la imatge a la càmera.

Aquest script base és una mica limitat, ja que només permet gestionar el funcionament d'un tipus de component. Per a tenir més funcionalitats a l'abast, s'ha creat una variant d'aquest script anomenat "Trackable Action Caller".

Aquesta variant del script gestiona la detecció del mateix Image Target i contempla un sistema d'accions en C# que permet al programador fer una crida de qualsevol funció de qualsevol script del projecte, sempre que coexisteixi en el mateix espai de treball i projecte. A més disposa d'una opció per a desactivar els gameObjects associats al Image Target.

Virtual Buttons

Els botons virtuals proporcionen un mecanisme útil per fer que els Image Targets siguin interactius. La mida i la ubicació dels botons virtuals s'han de tenir en compte en dissenyar una experiència que els utilitza.

En el següent experiment, es planteja crear un botó virtual sobre una carta detectada que serveixi de detonador d'un explosiu situat en una altra carta, també detectada en temps d'execució.

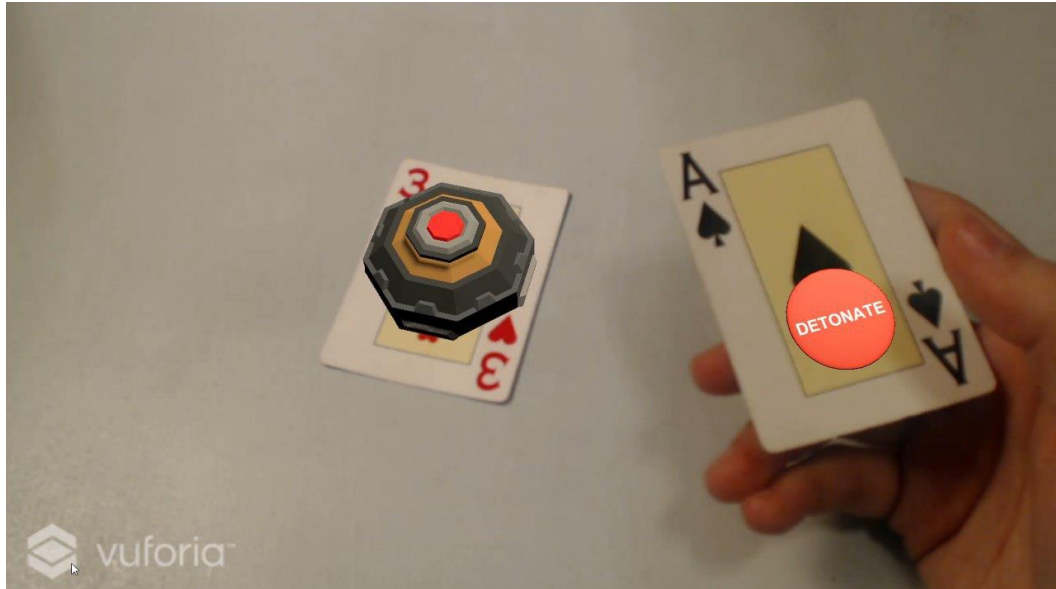


Fig. 6.4. Exemple de Virtual Button 1.



Fig. 6.5. Exemple de Virtual Button 2.

Una altra funcionalitat que s'ha programat és la d'usar els Image Targets com comandaments de joc. S'ha creat un script que registra i detecta canvis en el moviment i la rotació dels Image Targets detectats. Per a provar aquest script, s'ha posicionat una imatge d'un volant de cotxe sobre un Image Target i un cotxe amb un petit controlador sobre un altre Image Target.

L'Image Target amb el volant, registra els moviments de la carta, i aplica rotació al controlador del cotxe, com si es tractés d'un volant real molt simplificat. Amb la inclinació de la carta el cotxe també pot accelerar o frenar segons l'angle de la carta.

Aquest script es força interessant, ja que permet convertir objectes de la realitat, en aquest cas cartes de pòquer, en comandaments per a objectes del mateix joc en l'entorn virtual. Per

tant crea un entorn de comunicació híbrid, real i virtual, envers la comunicació del jugador i la màquina.

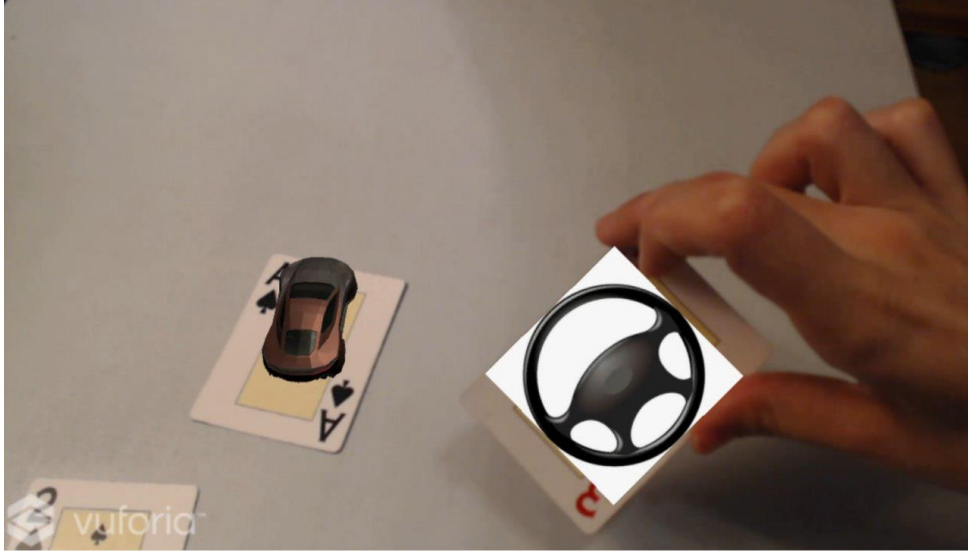


Fig. 6.6. Image Target com a comandament.

Conclusions

Vuforia és una de les llibreries més avançades per a la realitat mixta. Aquest experiment s'ha basat en l'ús de les funcionalitats més comunes, com els Image Targets. Vuforia conté més funcionalitats que no s'han contemplat en aquest experiment, com és la detecció de superfícies (Ground Detection). Aquesta funcionalitat és capaç d'estudiar l'entorn i buscar una superfície plana per establir l'entorn de joc de manera automàtica. Tot i que és una opció amb molt potencial, queda fora de l'abast d'aquest projecte, ja que es troba en fase experimental i només és compatible amb dispositius smartphone d'última generació.

Les llibreries de Vuforia són molt accessibles i tot que no disposin de comportaments desitjats pel programador, estan dissenyades per a ser modificades fàcilment amb coneixements base en programació en C#.

6.5 Experiment 2: Reconeixement de Gestos

Objectiu de l'experiment

L'objectiu d'aquest experiment és testejar les funcionalitats que proporcionen les llibreries de Leap Motion per al motor de desenvolupament Unity. Aquest estudi se centrarà en testejar l'input i les interfícies virtuals que es poden generar amb aquest sensor de reconeixement gestual.

Requeriments

- Unity 2019
- Sensor Leap Motion
- Ordinador

Desenvolupament

El primer pas a realitzar és configurar i calibrar el sensor de Leap Motion amb els drivers corresponents, en aquest cas, s'han fet servir els drivers per al sistema operatiu Windows 10. El següent pas a realitzar és crear un projecte de Unity nou i importar les llibreries de Leap Motion.

La funcionalitat base de Leap Motion és el posicionament de dos models 3D de mans humanes i el control d'aquestes sincronitzant el moviment de la mà real amb la mà virtual dins l'espai de joc.

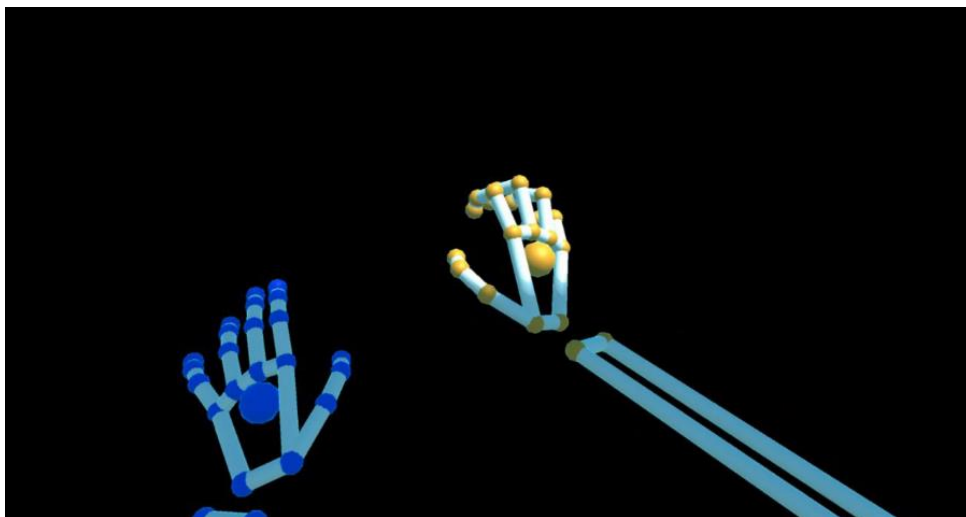


Fig. 6.7. Detecció de mans amb Leap Motion.

Les llibreries de Leap Motion per al motor Unity disposen d'una proposta d'interfície d'usuari força estable i extensible. EN l'entorn virtual se situa una UI amb text per a mostrar informació i botons virtuals.

Els botons virtuals de Leap Motion tenen un funcionament similar al de la realitat, funcionen amb càlculs de físiques. Mitjançant components de col·lisió, detecten si un dit de la mà ha tocat el mateix botó i s'enfonsa amb físiques per a detectar si es prem o deixa de prémer. Es tracta d'un model d'input molt natural i responsiu però no és un sistema gaire òptim pel que fa a rendiment, ja que cada botó calcula la seva trajectòria i estat fet ús de càlculs amb físiques del motor.

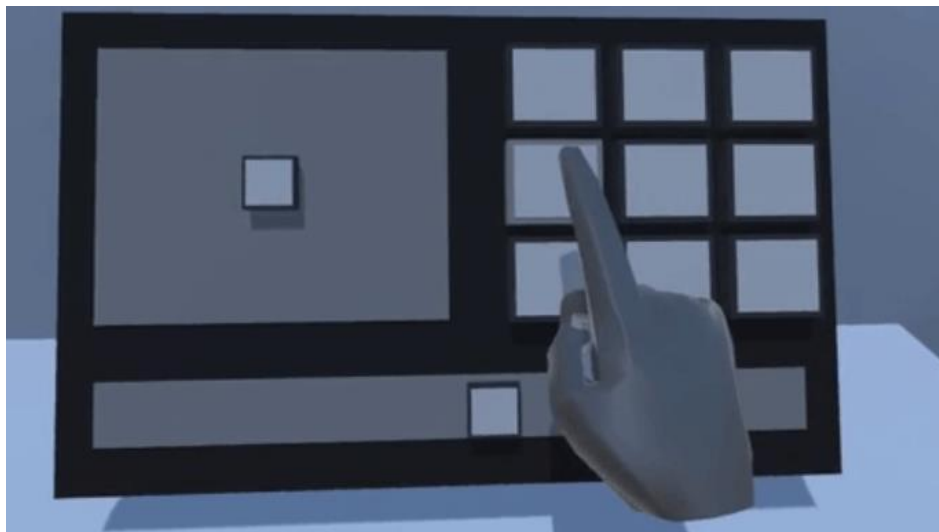


Fig. 6.8. UI Virtual, Leap Motion.

Conclusions

Leap Motion proporciona una experiència molt completa per al reconeixement de gestos amb les mans. A més, el sensor té una mida petita i es pot colomer fàcilment sobre un trípode, càmera o casc de realitat virtual. El més important a destacar és el potencial del qual disposa la interfície d'usuari amb reconeixement de gestos, ja que aporta una experiència d'input de caràcter realista per al jugador.

6.6 Experiment 3: Inputs amb reconeixement de veu

Objectiu de l'experiment

L'objectiu d'aquest experiment és implementar un sistema d'input de veu en la qual l'usuari pugui executar accions dins del joc fent ús de la seva veu.

Requeriments

- -Unity 2019
- -Ordinador
- -Micròfon USB
- -Llibreries de reconeixement de veu de Microsoft.

Desenvolupament

Per a crear comandes de veu, s'han fet servir les llibreries "Speech SDK" de la mà de Microsoft Azure. Per a realitzar l'experiment primer es defineixen un conjunt d'accions o comandes que s'executaran en el joc, per exemple, una comanda per testejar en aquest experiment és la comanda "Fuego".

La SDK de speech recognition està preparada per detectar diferents idiomes. Per a aquest experiment s'ha fet servir el castellà, ja que és l'idioma del sistema on s'ha realitzat el projecte.

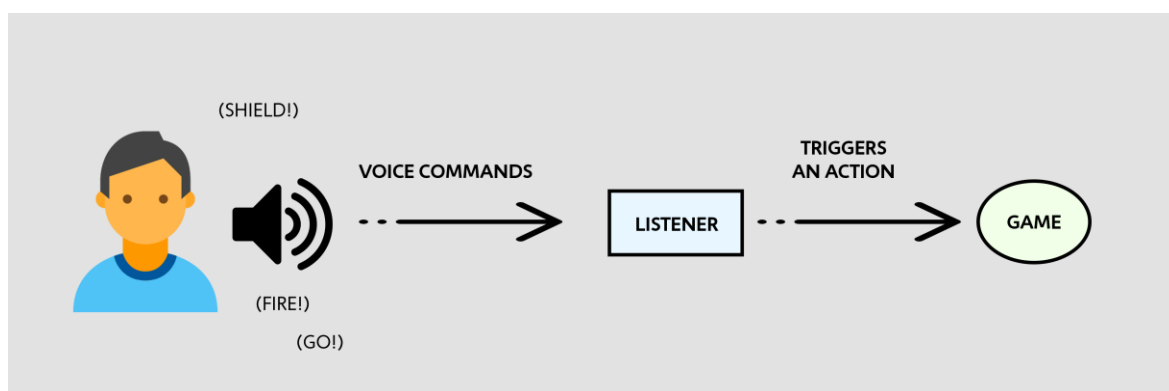


Fig. 6.9. Esquema funcionament Voice Input Manager.

Per a gestionar les comandes de veu, es prepara un projecte de Unity compilat per a plataformes Windows i es dóna permisos a l'aplicació per a accedir al micròfon.

Tot seguit, s'ha creat un mànager que escolta les llibreries de veu, i fent ús de delegats i accions en c#, detecta en temps d'execució, qualsevol comanda de veu escita i predefinida amb anterioritat.

Al mànager d'accions de veu se li ha programat un sistema d'accions obert, que permet cridar a qualsevol classe en C# del projecte. D'aquesta manera s'ha creat una eina que permet definir comandes de veu i assignar funcions que es cridaran de forma automàtica en detectar les respectives comandes en temps d'execució.

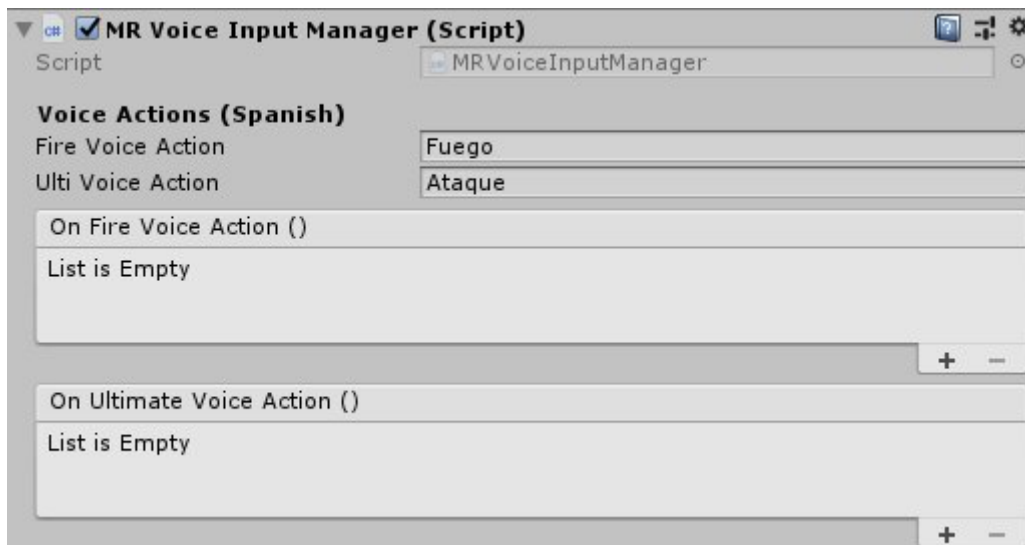


Fig. 6.10. Voice Manager Component.

Conclusions

L'execució d'aquest experiment ha sigut ràpida i satisfactòria. Ens trobem en un dels millors moments pel que fa al reconeixement de veu. Les grans companyies mòbils milloren cada dia els seus assistents de veu com Siri, Alexa o Google Assistant. Moltes llibreries d'aquest tipus, com la de Microsoft estan obertes, per tant els desenvolupadors de joc, tenen via lliure per incorporar aquestes tecnologies en els seus videojocs. L'input a través de la veu humana és una interacció directa per part de l'usuari sense necessitat de comandaments ni botons i pot aportar un gran potencial al gameplay d'un videojoc.

6.7 Experiment 4: Temps atmosfèric

Objectiu de l'experiment

Amb aquest experiment es vol crear una escena de joc en la que el mateix joc obté les dades reals del temps, a través de la ubicació del dispositiu, per a aplicar-les en l'entorn de joc. Es vol crear una escena en què el temps real afecta de manera directa al gameplay del joc. El temps atmosfèric és un input donat per factors externs al jugador, que en un videojoc plogui mentre plou a la vida real, és una extensió de la realitat envers els videojocs.

Requeriments

- Ordinador amb connexió a la xarxa.
- Unity 2019.
- API de temps atmosfèric proporcionades per APIXU Weather.
- Llibreries per serialitzar dades en format JSON.

Desenvolupament

Per a obtenir les dades del temps atmosfèric, el mateix joc farà una petició de dades a un servidor amb una API dedicada al temps atmosfèric. En la petició al servidor, el client envia la ubicació mitjançant el nom de la ciutat en la qual es troba. El servidor, una vegada rebuda la petició, retorna un paquet de dades serialitzades en format JSON amb la informació atmosfèrica a temps real.

El joc deserialitza i classifica les dades per aplicar resultats directes al joc. Per a tractar les dades en JSON, s'ha fet servir les llibreries de JSON de Newtonsoft.

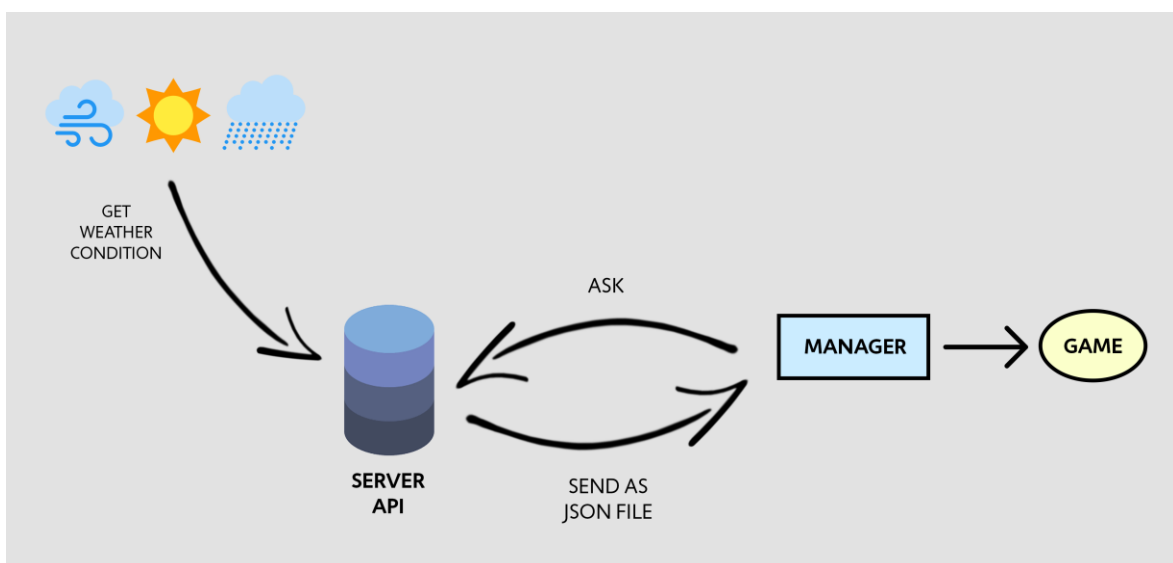


Fig. 6.11. Funcionament Weather Manager.

L'efecte que produeix al joc ve marcada pel mateix disseny del joc. En aquest experiment es fa una classificació entre sol, pluja, núvols i neu. Aquesta classificació de les dades és simple, però suficient per a demostrar la funcionalitat en qüestió. L'API de APIXU, proporciona un gran nombre de dades, com la humitat, previsions de temps, el nivell de vent, etc. Queda en mans del dissenyador de jocs fer ús d'aquestes dades en relació amb el gameplay del joc.

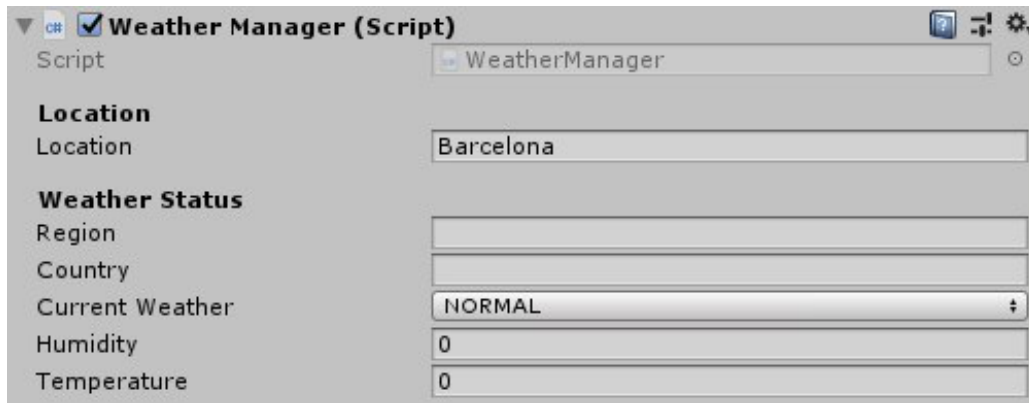


Fig. 6.12. Weather Component Unity Sense dades.



Fig. 6.13. Weather Component Unity amb dades obtingudes.

En aquest experiment es fa una classificació entre sol, pluja, núvols i neu. Aquesta classificació de les dades és simple, però suficient per a demostrar la funcionalitat en qüestió.

Conclusions

L'API de APIXU Weather, proporciona un gran nombre de dades, com la humitat, previsions de temps, el nivell de vent, etc. Queda en mans del dissenyador de jocs fer ús d'aquestes dades en relació amb el gameplay del joc. Connectar el temps atmosfèric de l'entorn real amb l'entorn virtual del videojoc, proporciona una millora en la immersió del jugador respecte el joc i pot donar lloc a situacions interessants pel que fa al gameplay. Cal esmentar que l'obtenció de les dades va lligada a la ubicació del dispositiu, els dispositius mòbils amb GPS es converteixen en els millors candidats per a aquest experiment.

6.8 Proposta de millora: Sistema Híbrid Multi Input

En finalitzar la fase d'experimentació amb els diferents tipus d'interacció en entorns de realitat mixta, es proposa un sistema híbrid d'inputs múltiples per a millorar l'experiència d'usuari pel que fa a la interacció en els jocs de MR.

Funcionament de Sistema

El sistema d'inputs múltiples obtindrà inputs de dues fonts:

- El jugador
- L'entorn

Aquest sistema d'inputs està dissenyat per existir en un entorn de realitat mixta, i té com a objectiu que sigui còmode i natural per al jugador. Per tant, no es farà ús de comandaments clàssics. Tot l'input de part del jugador es realitzarà amb les seves mans i veu.

El sistema d'inputs està compost per 4 mòduls que gestionen diferents tipus d'inputs i un mànager que obté les dades dels 4 mòduls individuals per a poder-les processar i aplicar dins de l'entorn de joc. Aquests mòduls d'inputs són:

Mòdul d'Image Tracking

És el mòdul encarregat de visualitzar l'entorn real a través d'una webcam. Aquest mòdul s'encarregarà de gestionar la detecció d'imatges o formes, i d'enregistrar la seva posició, rotació així com de fixar la posició d'aquests elements en el món real. El mòdul pot detectar múltiples imatges en temps d'execució i executar el codi desitjat mitjançant un sistema d'accions i subscripcions en detectar o perdre una imatge en el camp de visió de la càmera.

Mòdul de Voice Input

S'encarrega d'escoltar la veu del jugador en temps d'execució, i detectar si l'usuari llença alguna acció a través de comandes de veu per a realitzar una resposta dins del joc.

Gesture Recognition

És el mòdul encarregat de gestionar el reconeixement de gestos amb les mans. Durant el temps d'execució registrarà la posició de les mans del jugador i les sincronitzarà amb unes mans virtuals que es mostraran en pantalla. Aquest mòdul permetrà al jugador crear interfícies virtuals que es podran posicionar a les mans del jugador o fixar en l'entorn virtual per a poder comunicar-se amb el joc.

Mòdul Weather Input

El mòdul Weather Input, manega els inputs obtinguts de les dades de les condicions atmosfèriques reals, per tant es tracten d'inputs externs i no intencionats pel jugador. Aquest mòdul s'encarregarà d'obtenir dades de condicions atmosfèriques segons la ubicació del jugador. Un cop obtingudes les dades, les descodificarà i interpretarà per a poder aplicar-les dins del joc.

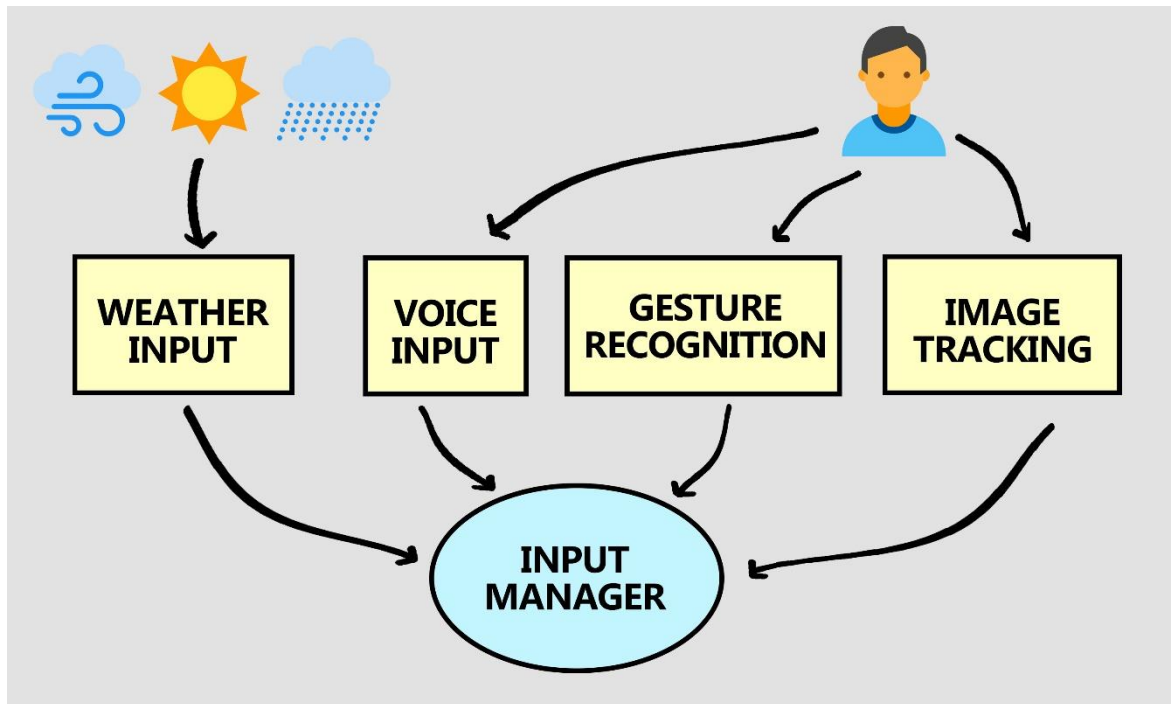


Fig. 6.14. Esquema sistema híbrid multi input.

6.9 Desenvolupament de la proposta de joc

El document complet de la proposta de joc es pot trobar en l'apart d'annexos d'aquest treball.

Després de crear la proposta d'Inputs Múltiples, s'ha creat una proposta de joc que disposi d'un gameplay basat en aquest sistema en la seva totalitat. A continuació s'explica quin efecte té cada mòdul del sistema dins del joc proposat:

S'ha escollit fer un joc del gènere Tower Defense, ja que es creu que disposa de totes les característiques per a aplicar-li el sistema multi input que s'ha dissenyat en l'apartat anterior. L'entorn en el Tower Defense és compatible amb el concepte de taulell de joc, i aquest es pot aplicar de forma fàcil sobre una superfície de l'entorn real.

Mòdul Image Tracking

En els jocs de gènere Tower Defense, el jugador escull on vol que apareguin les unitats de jocs, com les torretes. Gràcies a les funcionalitats de la realitat Mixta, l'usuari pot col·locar, de manera física, cartes reals d'aquestes unitats, que seran escanejades per la càmera i col·locades en l'entorn real i virtual, crear una experiència híbrida de realitat mixta.

Mòdul de Reconeixement de gestos

Un altre dels pilars dels jocs Tower Defense és la gestió de recursos. Amb les funcionalitats que proporciona el sensor Leap Motion, s'ha optat per crear una interfície d'usuari virtual posicionada a la mà esquerra del jugador, que mostra la informació de les torretes del joc i gestiona l'input de botons virtuals amb el moviment de la mà dreta.

Mòdul de Voice Input

El mòdul de veu s'encarregarà d'executar algunes interaccions, com per exemple, realitzar atacs especials de les torretes amb el comandament de veu "Atac Especial!".

Mòdul de Weather Input

El mòdul del temps atmosfèric afecta de manera directa al joc Tower Defense en l'entorn de joc on succeeix, i en aquest estil de joc, és fàcil aplicar efectes i restriccions a les unitats de joc, segons les dades obtingudes.

D'aquesta manera els 4 mòduls d'inputs proposats, queden aplicats a la proposta de joc, aprofitant totes les característiques i funcionalitats amb les quals s'ha experimentat durant el treball.

6.10 Prototipatge del joc

Una vegada s'ha experimentat amb els diferents inputs i s'ha dissenyat un joc basat en mecàniques d'input amb realitat mixta, es procedeix a muntar el prototip del joc dissenyat.

Requeriments de Hardware

- Ordinador PC amb Windows 10
- Càmera Web Logitech C920 Pro HD
- Micròfon USB
- Sensor Leap Motion
- Fotòmetre
- Focus de Llum
- Paper difusor de Llum
- Superfície plana (taula)



Fig. 6.15. (esquerra) Càmera i sensor Leap Motion, (dreta) Fotòmetre.



Fig. 6.16. Taula amb equipaments.

Requeriments de Software

- Unity 2019
- Microsoft Visual Studio
- APIXU Weather API
- Leap Motion SDK
- Vuforia SDK
- Microsoft Speech Recognition API

Preparació de l'entorn

Per a crear aquest prototip es necessitarà una superfície plana. S'ha escollit una taula auxiliar d'un metre de llarg per a realitzar el muntatge del joc. L'entorn de joc, ha d'estar ben il·luminat, així doncs, és necessari un focus de llum que il·lumini la superfície de joc amb èxit. Per a evitar reflexos de llum sobre les cartes de joc, s'ha fet servir paper difusor de llum per a crear una llum més neutral.

A més, s'ha calculat el valor òptim de llum de l'entorn fent ús d'un fotòmetre. Els valors del càlcul de llum són orientatius i cada entorn necessita uns valors diferents.

Amb l'ajuda del fotòmetre s'ha ajustat l'apertura focal de la càmera en un valor de 3.67 mm per obtenir la quantitat més gran de llum possible. Aquest valor va lligat al model de càmera i la quantitat de llum disponible a l'entorn on es jugarà.

Image Targets: Preparació de base de dades

El primer pas del muntatge del prototip és crear la base de dades d'imatges a detectar amb el software de Vuforia. Per a prototipar aquest joc, s'han fet servir cartes de pòquer convencionals, ja que tenen icones i números ben diferents i la mida estàndard de cartes. S'hi han escanejat diferents cartes per a cada unitat (torretes, trampes i murs) i també per les unitats d'elements (aigua i foc) i una altra carta que servirà per posicionar el taulell de joc.



Fig. 6.17. Reconeixement d'un Image Target.

Creació del Taulell de joc (Grid)

Per a gestionar el posicionament de les unitats de joc, s'ha dividit l'espai de joc en caselles de manera quadriculada, generant una matriu tridimensional de 10 per 10 unitats. Aquest entorn de joc, conté 100 caselles, on l'usuari podrà col·locar els elements de joc.

Fent ús del tracking d'imatges, s'estableix una relació d'ancoratge dimensional entre la carta de pòquer i l'entorn de joc, a partir d'aquest moment, l'usuari pot moure i rotar el taulell de joc amb les seves mans.

Una vegada l'usuari posiciona la carta sobre una superfície preferiblement plana, havent decidit on vol reproduir el joc, el taulell es desvincula del tracking o moviment de la carta per a ancorar-se en les seves coordenades. D'aquesta manera el taulell on es produirà el joc, queda fixat en les coordenades desitjades pel jugador.

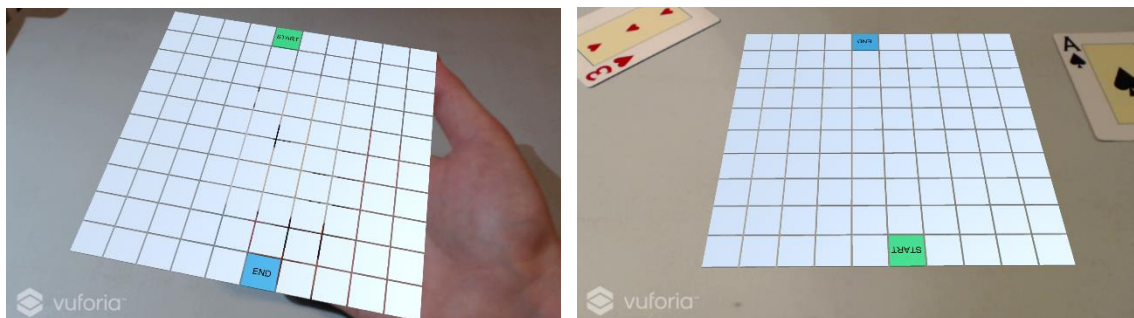


Fig. 6.18. Moviment i ancoratge del taulell de joc.

Codificació d'Unitats de joc (Torretes, Murs, Trampes) + Spawn al Grid

Tot seguit, s'ha de dotar l'usuari de la capacitat de poder col·locar els elements de joc sobre el taulell, per a fer-ho possible s'ha fet servir la funcionalitat d'imatge tracking. En aquest cas, es fan servir dues cartes de pòquer addicionals, una per poder col·locar murs en les caselles de l'entorn i una d'altre per a crear torretes.

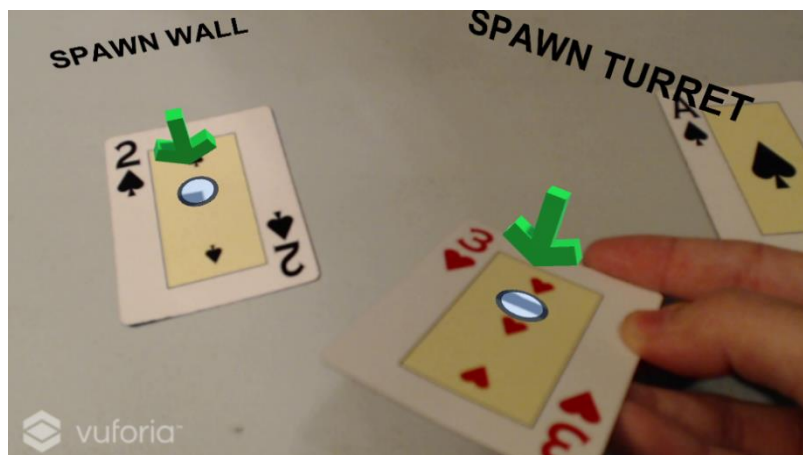


Fig. 6.19. Interfície d'usuari tridimensional en un entorn tangible.

Per a connectar l'usuari amb el joc, es proporciona una interfície d'usuari tridimensional que se situa sobre de la imatge que detecta i que dota al jugador de precisió per a decidir on col·locar les seves unitats.

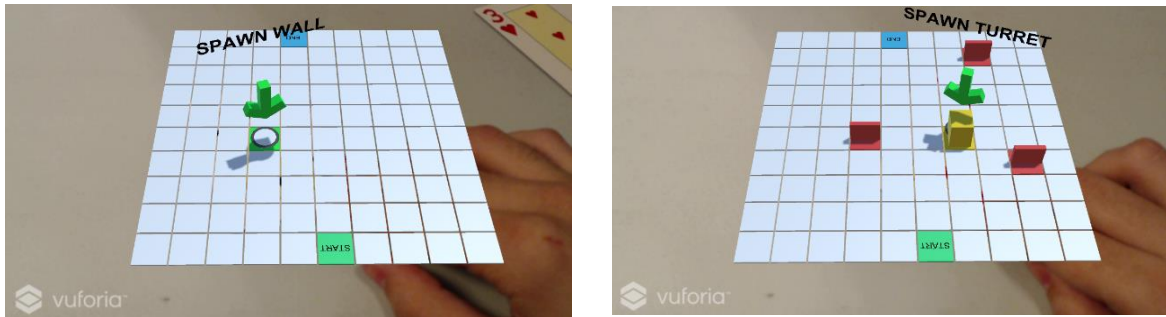


Fig. 6.20. Creació d'unitats sobre el taulell de joc.

Aplicació d'art de prototipatge

Per a canviar l'aspecte d'aquest prototip, s'han fet servir un pack de assets, models de baixa poligonació ambientats en el futur, de la mà de Polygon.

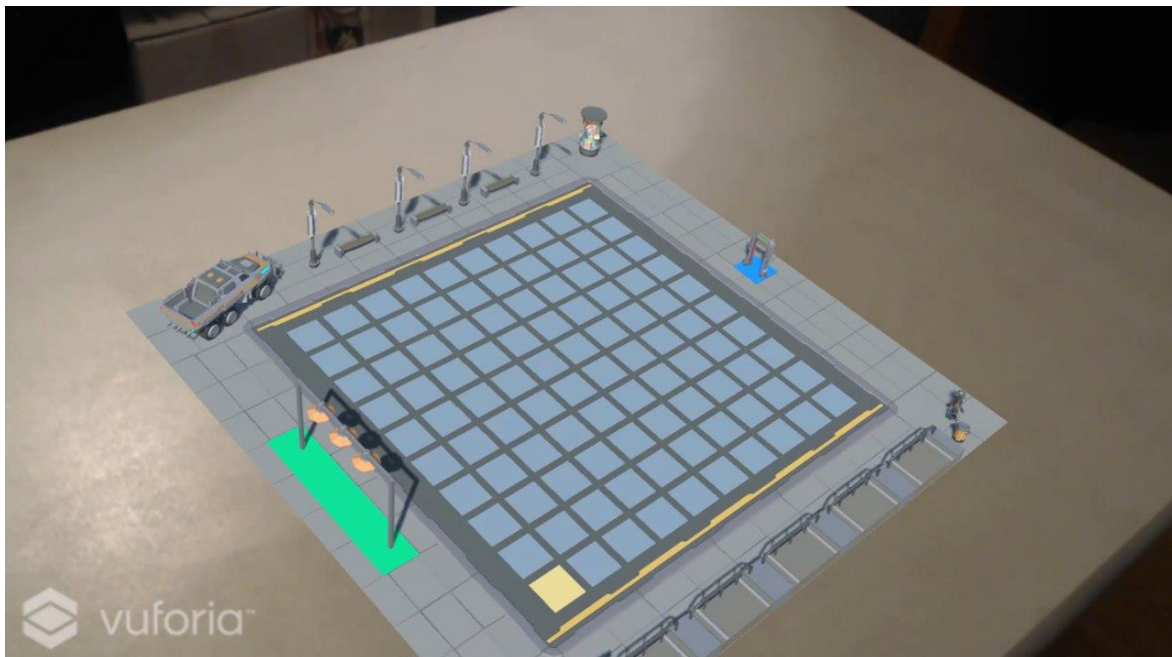


Fig. 6.21. Aplicació d'art sobre el taulell de joc.

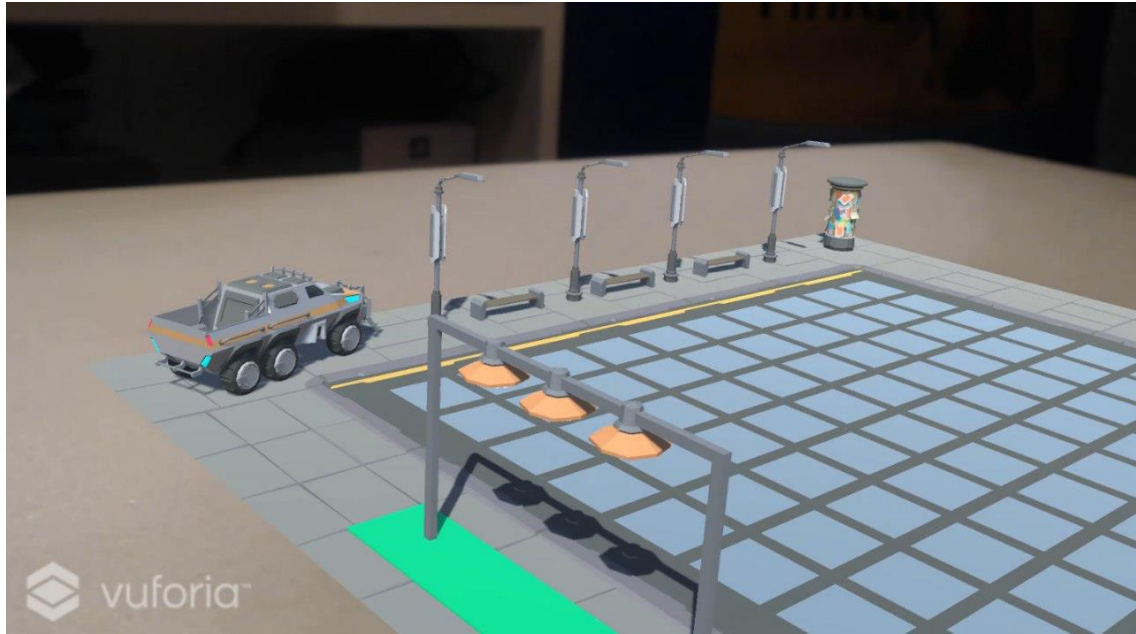


Fig. 6.22. Canvi en l'angle de visió mitjançant moviment de càmera.

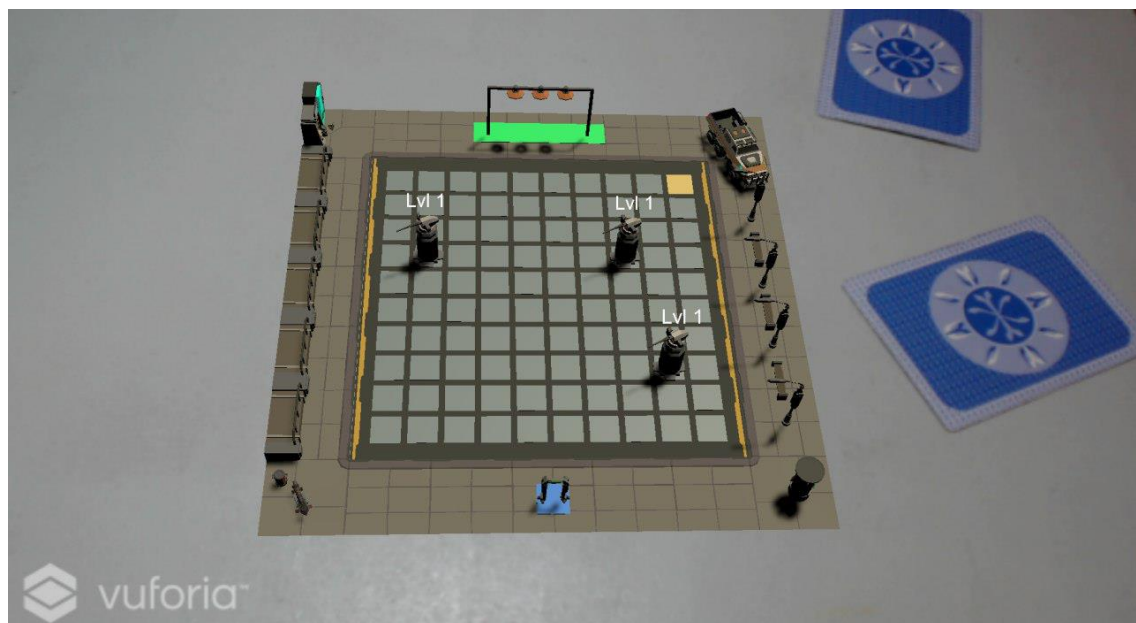


Fig. 6.23. Desplegament d'unitats de joc sobre el taulell.

Manager de Rondes i Spawn de unitats enemigues

Per a tancar el cicle del joc, s'ha creat un mànager que gestiona les rondes del joc i instància enemics des del punt de sortida. A mesura que les rondes es van superant, la velocitat i la quantitat d'enemics augmentada per tal de generar una corba de dificultat.

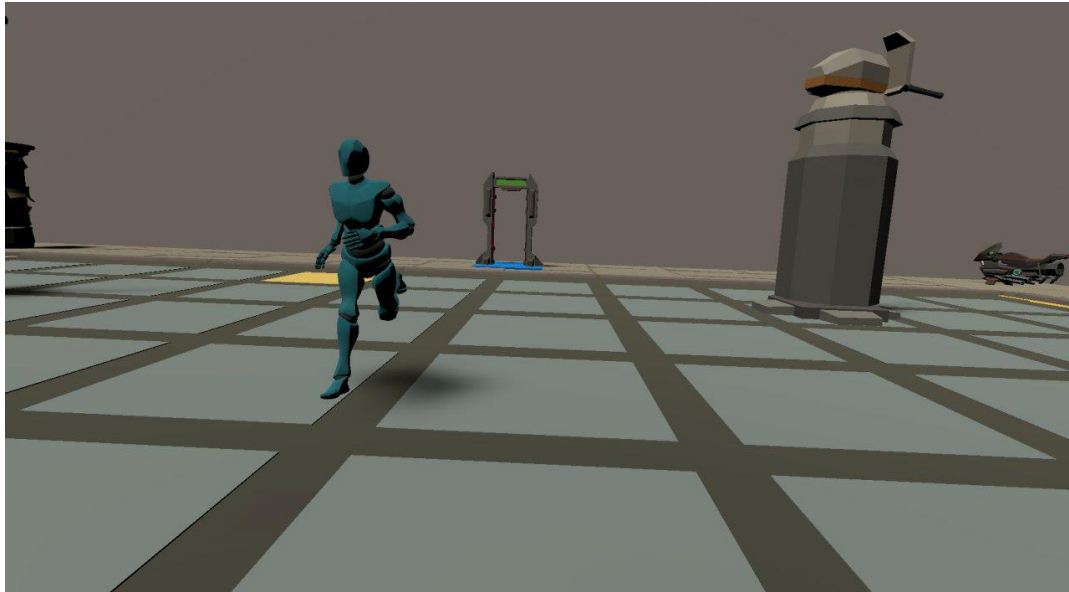


Fig. 6.24. Enemic corrent pel mapa.

Fusió d'Unitats i Elements

Segons estableix el document game proposal, les cartes d'unitats (les torretes i les trampes) s'han de poder fusionar amb cartes de tipus element (aigua o foc). Per a fer-ho s'ha creat un script mànager que gestiona la posició de qualsevol carta que s'està mostrant davant la càmera. Aquest mànager comprova si les imatges estan a una distància suficient per a poder fusionar-les segons el tipus de les cartes, desbloqueja la unitat variant perquè el jugador la pugui usar durant el joc.

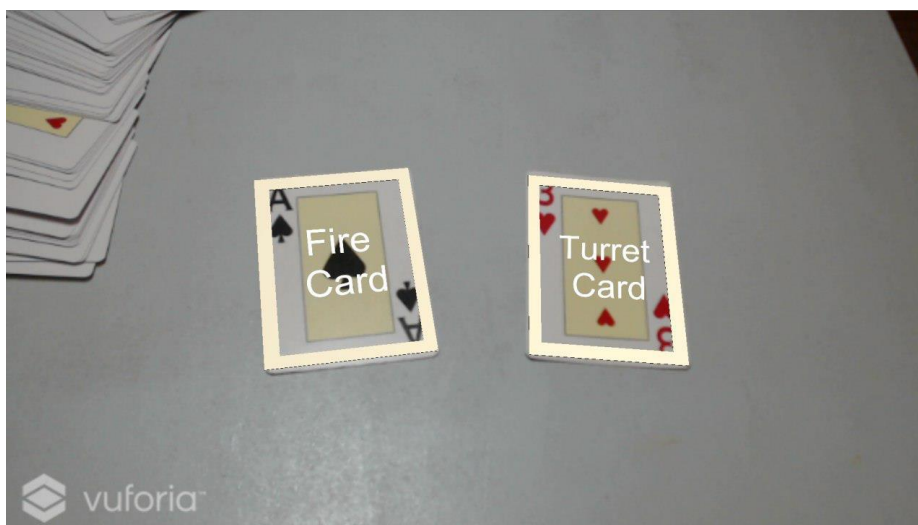


Fig. 6.25. Fusió de cartes (separades).

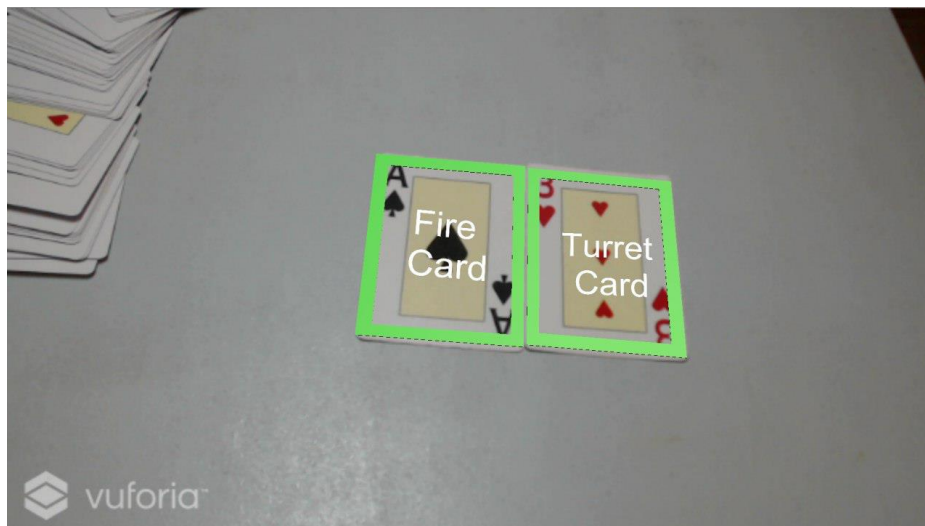


Fig. 6.26. Fusió de cartes (juntres).

Aplicació de comandes de veu

Aprofitant el mòdul que s'ha creat durant la fase d'experimentació. S'afegeix al mànager d'input el mòdul encarregat d'escoltar i gestionar les comandes de veu per tal de l'usuari. Es defineix un conjunt de comandes de veu per a aplicar al gameplay:

- "Fusió": comanda utilitzada per a fusionar dues cartes que s'hi han ajuntat.
- "Iniciar": Comanda per a començar el joc una vegada s'hi han desplegat les unitats de joc.
- "Atac Especial": comanda de veu utilitzada per a realitzar un atac especial.

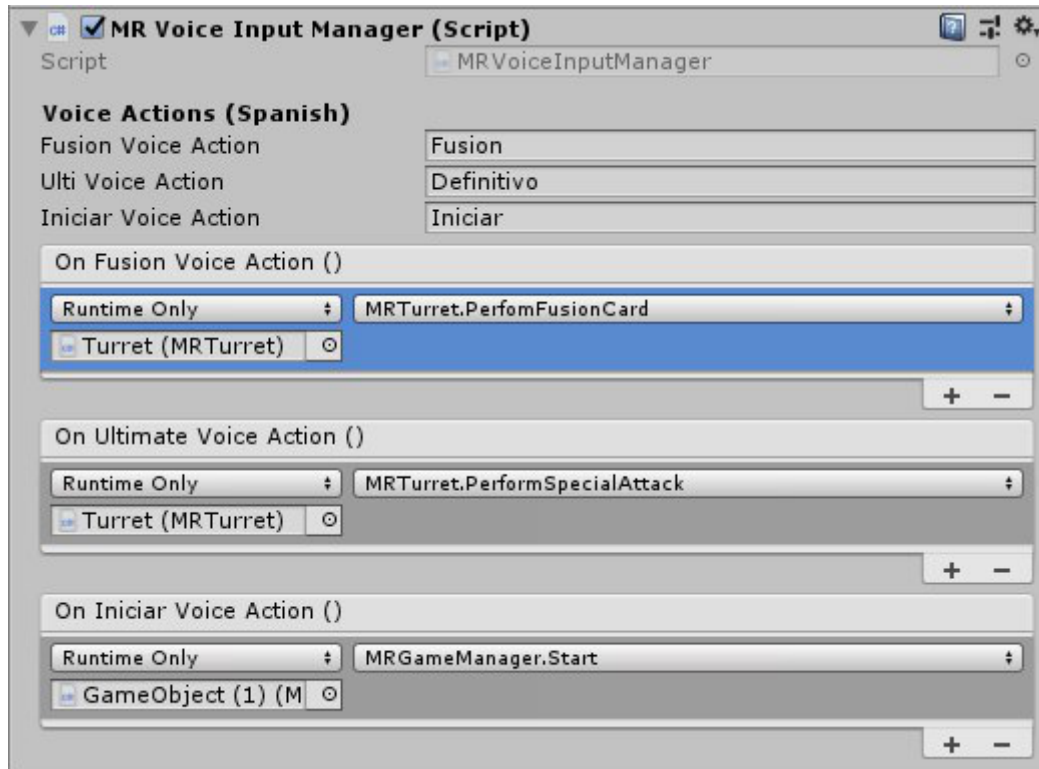


Fig. 6.27. Component de Voice Input (Unity).

Aplicació de Reconeixement de Gestos

Segons estableix la proposta de joc, s'ha creat una interfície d'usuari virtual que es posiciona sobre la mà esquerra del jugador. Per a fer-ho possible, s'han fet servir les llibreries de Leap Motion i també el seu sensor USB per a reconèixer les mans.

Per a gestionar l'input, el joc assigna una model de mà preparar per al reconeixement gestual per a cada mà real de l'usuari. El sensor de Leap Motion i els scripts sincronitzen el moviment de la mà real amb el de la mà virtual dins el joc.

Per a renderitzar les mans en un primer pla dins del joc, es crea una càmera específica que es pinta renderitzada sobre de l'altre càmera. D'aquesta manera la pantalla del joc mostra les mans de l'usuari en un primer pla, per sobre de les imatges de la realitat captades amb la càmera i els gràfics del joc.

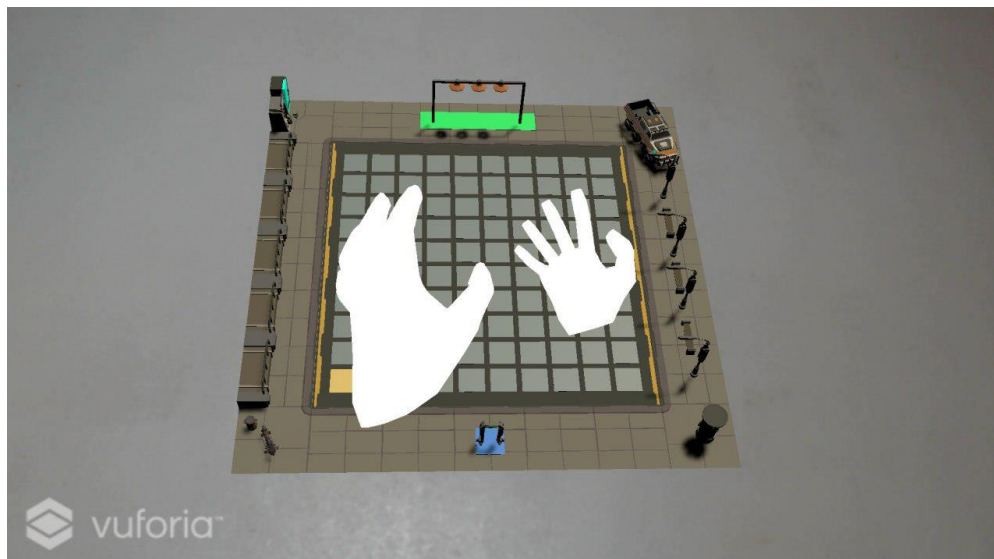


Fig. 6.28. Renderització de mans del jugador.

Per a gestionar les torretes del joc, s'ha creat un script que gestiona un panell virtual de UI. Aquest panell mostra la informació de totes les torretes del joc i disposa d'un botó per a pujar de nivell les torretes, a més de mostrar les monedes de les quals disposa l'usuari.

El panell s'autogestiona de manera automàtica, cada vegada que es crea una nova torreta afegeix els seus marges respectius i mostra accedeix a la informació de la nova torreta en temps d'execució.

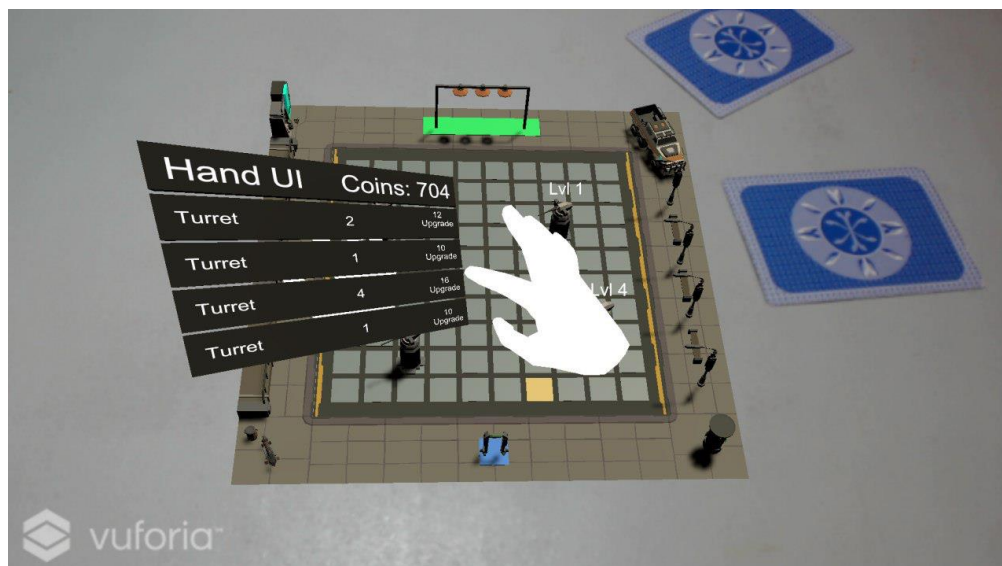


Fig. 6.29. UI Virtual amb reconeixement de mans.

Aplicació de Weather Api

Finalment, s'ha aplicat el mòdul creat en la fase d'experimentació referent a l'obtenció de les dades del temps atmosfèric. A més, s'ha modificat el codi font de les torretes per a aplicar les penalitzacions o bonificacions a les variants de torretes segons el temps atmosfèric real.

Conclusions del prototipatge

En finalitzar la fase de prototipatge, s'ha obtingut una versió estable i interessant pel que fa a la interacció de l'usuari envers el joc. La implementació del sistema multi input proporciona un entorn d'inputs en el que el jugador ha d'estar enviant accions de veu, fent gestos amb les mans i també posicionant objectes reals de manera constant. Per tant, l'objectiu de crear un entorn d'input en què l'usuari estigui connectat en tot moment amb el joc queda complert. D'altra banda, el prototip de joc, com el seu nom indica, no disposa d'un apartat visual atractiu ni treballat ni tampoc té darrere un gran treball pel que fa a disseny i balanceig de joc, per tant és una versió que es pot jugar però no és pas comercial. La finalitat del prototip és mostrar un gameplay lligat al sistema d'interacció plantejat al llarg d'aquest treball.

La dimensió d'aquest prototip és fàcilment portable a altres dispositius, ja que existeixen alternatives a Leap Motion per a dispositius mòbils, com és la llibreria de reconeixement de gestos Manomotion SDK per a Android i IOS. Vuforia a més, és compatible amb els smartphone, per tant, en un futur, es podria migrar aquest prototip a una versió per a dispositius mòbils, que seria més accessible per al gran públic.

També es podria incorporar un mode multi-jugador en el qual cada jugador enviï unitats enemigues al seu contrincant mitjançant cartes i accions de veu.

7. Conclusions

Realitzar aquest treball ha sigut una gran experiència. En el punt de partida inicial d'aquest treball no es tenia cap coneixement en profunditat de la tecnologia de realitat augmentada i mixta. S'ha finalitzat el projecte amb una gran base de coneixements sobre la tecnologia estudiada i amb grans propòsits de futur per a seguir estudiant-la i veure com evoluciona en els pròxims anys.

Perquè el mercat de jocs MR evolucioni, és necessària l'aparició d'una Killer APP, d'un joc que esdevingui un fenomen mundial, com va ser Pokémon Go en la seva sortida, però que tingui un funcionament basat de manera exclusiva en la MR i que revolucioni el mercat per assentar unes bases pel que fa als videojocs amb MR. L'estandardització de la MR serà més evident i inevitable amb el pas del temps, ja que els avenços tecnològics proporcionen dispositius cada vegada més preparats per suportar aquestes tecnologies.

Modificacions del pla de treball

El pla de treball s'ha modificat força durant la realització d'aquest treball. Als inicis, el treball anava enfocat a la preparació d'un entorn MR per a aplicar Machine Learning, ajuntant de forma paral·lela aquest treball amb el del company Roger Llovera. Durant la memòria intermèdia, es va observar que la part de la MR era molt simple i la del ML tenia moltes dificultats i endarrerier el treball. Finalment, es va optar per desvincular aquest treball del Machine Learning per centrar-lo en les experiències d'usuari, en fer una enquesta per demostrar l'interès dels usuaris en les funcionalitats MR actuals i finalment fer una proposta de joc basat en inputs MR després de fer els experiments i proves necessàries.

Problemes Sorgits

La fase de documentació no ha sigut gens fàcil. Els termes de realitat augmentada i mixta ja fa uns anys que existeixen, no obstant això, la majoria d'articles acadèmics o llibres respecte a aquestes tecnologies són de pagament i no estan obertes al públic.

La recerca de referents pel que fa a videojocs de MR ha estat la part de documentació més difícil d'assolir, ja que avui dia no existeixen un gran nombre d'empreses líders en MR per a videojocs, a diferència de la realitat virtual en els videojocs, que sí que té un gran nombre de títols amb milions de còpies venudes.

L'enquesta ha estat una de les parts més gratificants d'assolir, ja que finalment la hipòtesi estudiada ha quedat validada amb els resultats obtinguts. La majoria de les persones enquestades, en finalitzar l'enquesta comentaven que és cert que la realitat augmentada en els videojocs està en un estat bastant inicial i que li falten anys per a ser interessant.

Realitzar els diferents experiments ha estat difícil, ja que cadascun requereix hardware o software específic. El servei SERMAT del Tecnocampus i el tutor d'aquest treball s'han ofert per a deixar material per a realitzar aquestes proves, estic molt satisfet amb el comportament del tutor i dels serveis universitaris. No obstant això, per a la realització del treball s'ha

necessitat adquirir hardware i dispositius addicionals que no estaven disponibles a la universitat, com una càmera web d'alta definició, un focus de Llum i un trípode.

La realització dels experiments ha estat gratificant, però ha ocupat gran part de la part pràctica d'aquest treball, ja que enfrontar-se a una nova SDK o API requereix una gran quantitat de temps per a aprendre com funciona internament i plantejar com fer ús de les funcionalitats que disposen.

El prototipatge del joc en Unity ha suposat molts problemes, ja que muntar diferents SDKs en un mateix projecte ha suposat errors de compilació i de versions. Finalment, dedicant un temps a arreglar aquests problemes, s'ha pogut realitzar el prototipatge amb èxit.

Acompliment d'Objectius

Tots els objectius proposats s'ha complert, tret de l'objectiu inicial d'aplicar de fusionar la realitat mixta amb el Machine Learning, que va ser eliminat del projecte més tard. Alguns objectius han suposat ser un verdader repte, com ajuntar diferents tecnologies amb les seves llibreries dins d'un mateix motor, però finalment ha valgut la pena l'esforç dedicat.

8. Bibliografia/Referències

- Blanton, M. (2009). Human-Computer Interaction. *Springer Science & Business Media, LLC*.
- Caudell, T. P. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*.
- Coleman, B. (2009). Using Sensor Inputs to Affect Virtual and Real Environments. *MIT Open Access Articles*.
- Coleman, B. (2019). *Using sensor inputs to affect virtual and real environments*. Massachusetts : Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Drank, L. (1901). *The Master Key*.
- Flavian, C. (2018). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*.
- Gomez, V. (2018). Quantitative evaluation of overlaying discrepancies in mobile augmented reality applications. *Elsevier*.
- Gonzalez, D. (9 / October / 2017). *Looking to the future of mixed reality*. Recollit de Unity3D: https://blogs.unity3d.com/es/2017/10/09/looking-to-the-future-of-mixed-reality-part-iii/?_ga=2.234899457.1003230634.1549806706-2069560670.1547502293
- K.Litts, B. (2018). Mobile Augmented Reality: Exploring a new genre of learning. *GetMobile*.
- Kato, M. B. (2000). Out and about — real world teleconferencing. *BT Technol J Vol 18 No 1 January* .
- Kirkley, S. E. (2017). Creating Next Generation Blended Learning Environments Using Mixed Reality, Video Games and Simulations . *TechTrends*.
- Koivisto, J. (2019). *Getting Healthy by Catching Them All: A Study on the Relationship between Player Orientations and Perceived Health Benefits in an Augmented Reality Game*. Tampere University - Gamification Group .
- Krevelen, R. V. (2007). *Augmented Reality: Technologies, Applications, and Limitations*. Amsterdam: University Amsterdam.
- MAIMONE, A. (2017). *Holographic Near-Eye Displays for Virtual and Augmented Reality*. Microsoft Research.

- Mann, S., & Furness, T. (2018). AllReality: Virtual, Augmented, Mixed(X), Mediated(X,Y), and Multimediated Reality.
- Marion Koelle, P. L. (2014). *Human-Computer Interaction with Augmented Reality*. Embedded Interactive System Laboratory.
- Mark Billinghurst, A. C. (2015). *A survey of Augmented Reality*. New Zealand: University of Canterbury.
- Milgram, P., Takumura, H., Utsumim, A., & Fishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of display on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Techonologies*.
- Piekarski, W., & Bruce, T. (2002). *ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System*. COMMUNICATIONS OF THE ACM.
- Ternier, S. (2012). *ARLearn: Augmented Reality Meets Augmented Virtuality*. Netherlands: Open University of the Netherlands.
- Zsila, Á., Orosz, G., Böthe, B., Tóth-Király, I., & Kiraly, O. (2017). *An empirical study on the motivations underlying augmented reality games: The case of Pokémon Go during and after Pokémon fever*. Elsevier.
- Y. Ohta and H. Tamura, *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds*, Springer-Verlag, 1999.



Centres universitaris adscrits a la



41

Grau en Disseny i Producció de Videojocs

L'EVOLUCIÓ DE LA INTERACCIÓ EN LA REALITAT MIXTA

Annex

Claudi Lázaro Gil
Tutor: Marco Rodríguez
Curs 2018-2019



Índex Annex

Index Annex	77
Index Figures	79
8. Annex 1: Resultats de l'enquesta	81
Sexe.....	81
Edat	81
Coneixement del concepte Realitat Augmentada	82
Freqüència de sessions de joc	82
Jocs jugats amb funcionalitat AR?.....	83
Ús de les funcionalitats de AR.....	83
Grau d'interès personal respecte a la AR.....	84
Importància de la AR en el futur dels videojocs.....	84
Annex 2: Game Proposal Tower Defense	85
Títol.....	Error! Bookmark not defined.
Target	85
Requeriments de Hardware.....	85
Platforma.....	Error! Bookmark not defined.
Gameplay	85
Elements del joc	86
Grid (Taulell de Joc)	86
Torretes.....	86
Murs	86
Trampes	87
Enemies	87
Les 3 C's: Character, Camera & Controls	87
Character: El jugador	87
Càmera	87
Controls	87
Inputs físics	87
Inputs de veu	87
Mode Fusió de Cartes.....	88

Mode Tower Defense.....	88
3,5s i la progressió del joc	88
Interfícies d'usuari.....	88
GEMS	88
Annex 3: Programació Prototip de Joc.....	89
Trackable Action Handler Class.....	89
MR Voice Input Manager Class	90
Hand UI Manager Class	92
Weather Input Manager Class	93
Game Constants Class	94

Índex Figures

Fig. 1.1. Gràfic resultat “Sexe”.....	81
Fig. 1.2. Gràfix resultats “Edat”.....	81
Fig. 1.3. Gràfic resultats “Coneixement terme AR”.....	82
Fig. 1.4. Gràfic resultat “Freqüència de joc”.....	82
Fig. 1.5. Gràfic resultat “Juga joc amb AR”.....	83
Fig. 1.6. Gràfic resultat “Ús de funcionalitats AR”.....	83
Fig. 1.7. Gràfic resultat “Grau d’interés”.....	84
Fig. 1.8. Gràfic resultat “Importancia AR”.....	84
Fig. 2.1. Sketch inicial de proposta de joc.....	86

8. Annex 1: Resultats de l'enquesta

A continuació es s'exposen els resultats de totes les preguntes realitzades a l'enquesta representats de manera visual amb diferents gràfics.

Sexe

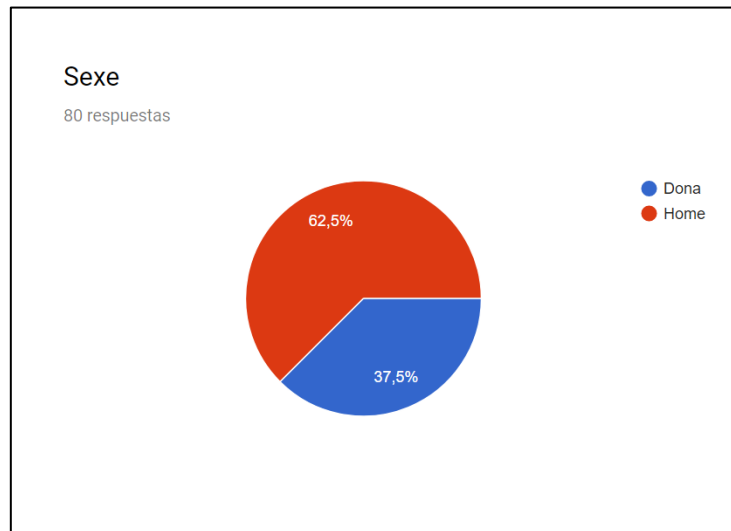


Fig. 1.1. Gràfic resultat "Sexe".

Edat

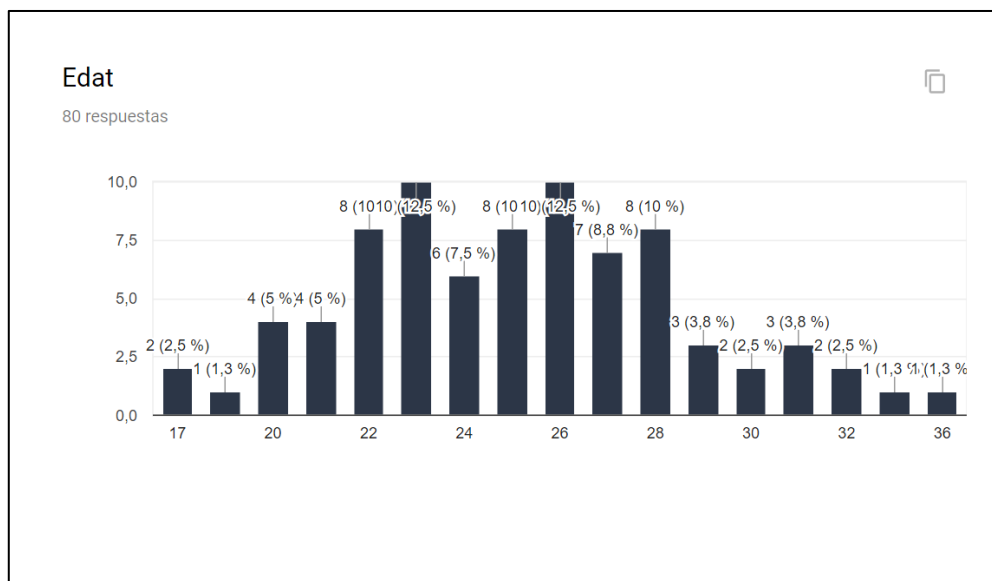


Fig. 1.2. Gràfic resultats "Edat".

Coneixement del concepte Realitat Augmentada

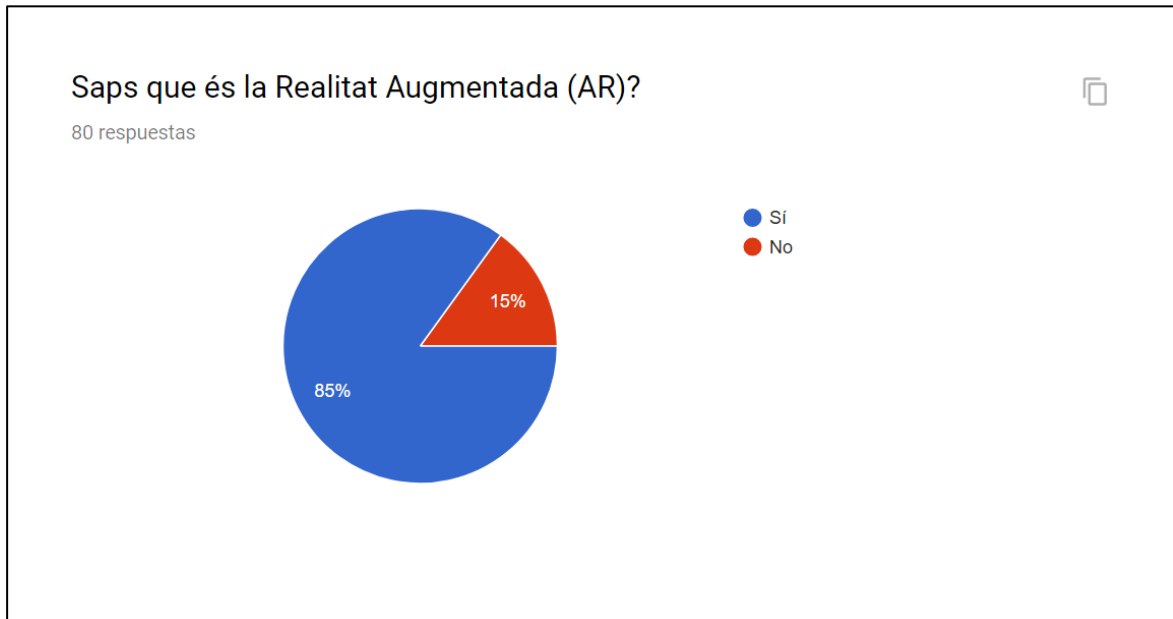


Fig. 1.3. Gràfic resultats “Coneixement terme AR”.

Freqüència de sessions de joc

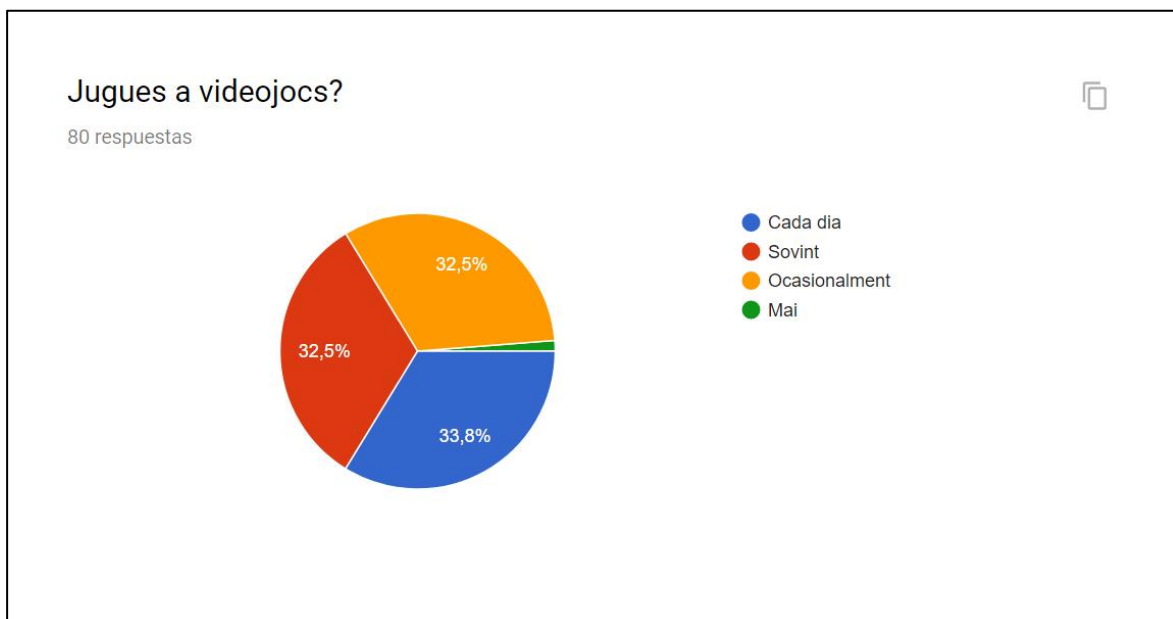


Fig. 1.4. Gràfic resultat “Freqüència de joc”.

Jocs jugats amb funcionalitat AR?

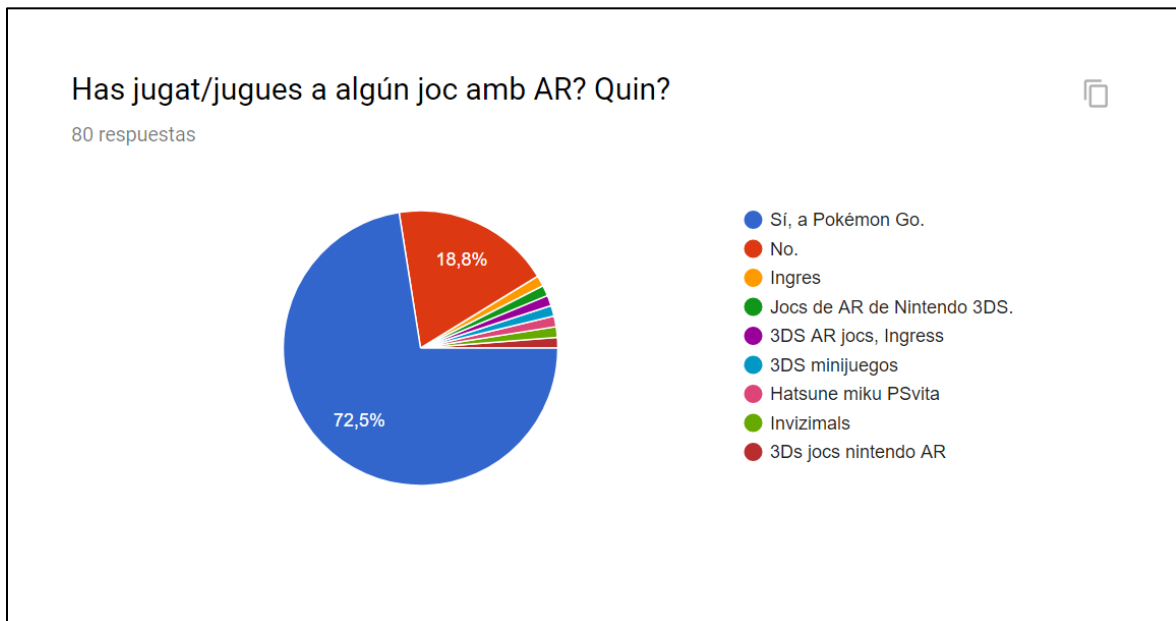


Fig. 1.5. Gràfic resultat “Juga joc amb AR”.

Ús de les funcionalitats de AR

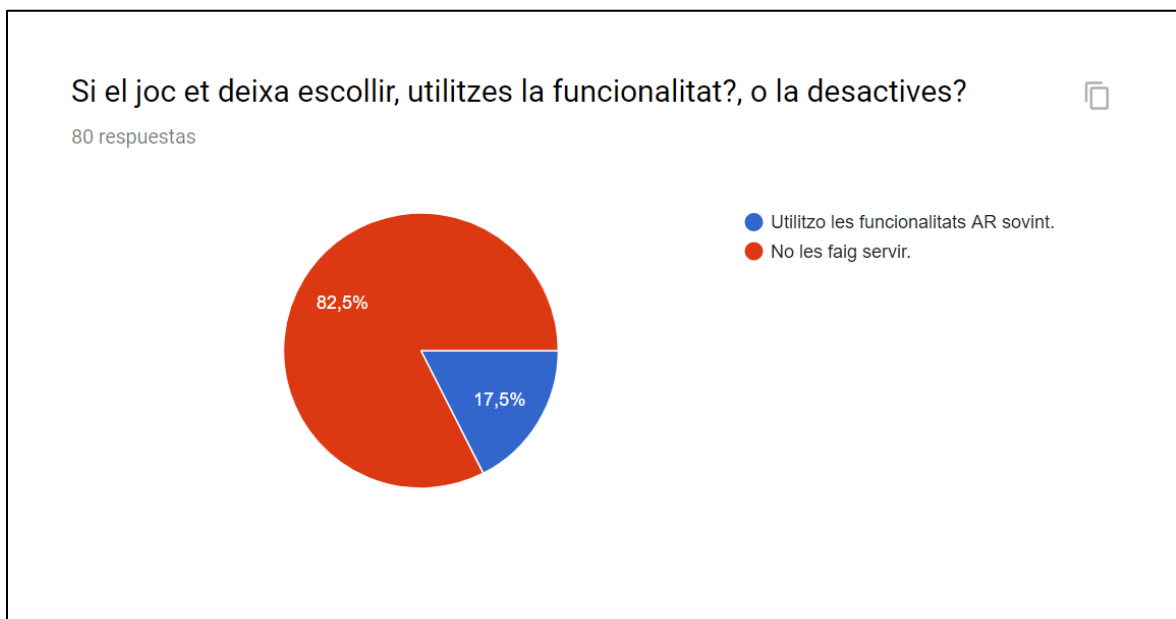


Fig. 1.6. Gràfic resultat “Ús de funcionalitats AR”.

Grau d'interès personal respecte a la AR

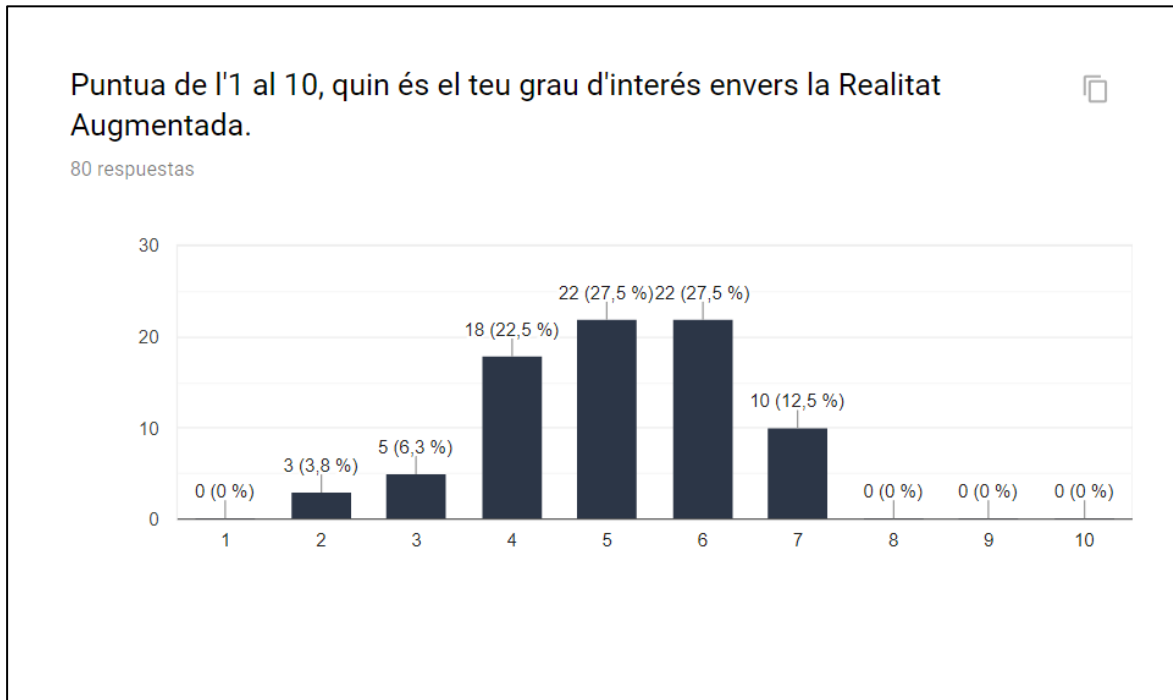


Fig. 1.7. Gràfic resultat “Grau d’interès”.

Importància de la AR en el futur dels videojocs



Fig. 1.8. Gràfic resultat “Importància AR”.

Annex 2: Game Proposal Tower Defense

La següent proposta de joc està formada per a desenvolupadors de joc i no per a vendes, per tant, es tracta d'un document enfocat a la creació del joc i conté llenguatge tècnic necessari per al desenvolupament.

Títol

Tower Defense MR

Target

Jugadors entre els 15 i 35 anys que juguen a videojocs amb freqüència.

Requeriments de Hardware

- Ordinador
- Càmera Web USB d'alta definició.
- Sensor Leap Motion
- Micròfon USB

Plataforma

PC i Microsoft Hololens.

Gameplay

Es tracta d'un joc de l'estil Tower Defense que centra el seu gameplay en les funcionalitats de la realitat mixta. En aquest joc, l'usuari haurà de sobreviure a rondes d'enemics que es mouen pel mapa per arribar al nexa del jugador i destruir-lo. Per a evitar-ho, el jugador ha de col·locar torretes, murs i trampes al taulell de joc, mitjançant cartes reals i posicionant-les en l'espai físic i també virtual. L'espai de joc succeirà en una superfície plana de la realitat, per exemple una taula, amb bones condicions de llum i una càmera web d'alta definició per obtenir les imatges reals.

L'usuari gestionarà els elements del joc, les torretes, mitjançant accions de veu, gestos amb les mans, i a través d'una interfície d'usuari virtual posicionada a les mans del jugador.

L'entorn de joc, es veurà afectat per les condicions meteorològiques reals de la ubicació del jugador. És a dir, si a la realitat plou, en el joc també plourà, i aquest fenomen afectarà el gameplay del joc.

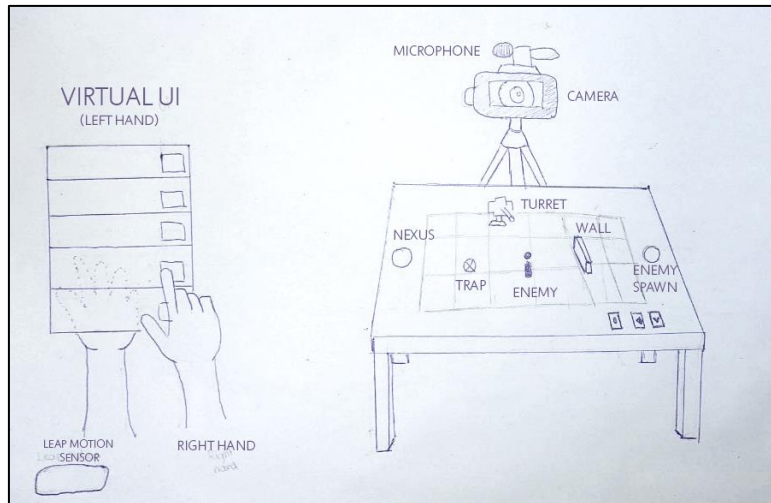


Fig. 2.1. Sketch inicial de proposta de joc.

Elements del joc

Grid (Taulell de Joc)

És l'espai on succeeix el joc. El posicionament d'elements de joc es gestiona amb un sistema de caselles o grid. Cada casella es podrà ocupar només per un element de joc, torreta, trampa o mur. El jugador col·locarà les cartes reals dels corresponents elements del joc en l'espai real, on existirà aquesta grid.

Torretes

Les torretes són els elements principals pel jugador, amb aquestes podrà atacar als enemics que apareguin en l'escena del joc. Les torretes podran ser de dos tipus: Aigua o Foc. L'eficàcia en l'atac entre aquests dos tipus vindrà donada per la situació atmosfèrica dins el joc, que concordarà amb la condició atmosfèrica de la realitat. És a dir, si el jugador juga quan plou en la realitat, en el joc, les torretes de tipus aigua tindrà menys efectivitat pel que fa al seu poder d'atac.

Les torretes disposen de nivell, començant pel nivell 1 en la seva aparició. A mesura que s'avenci en el joc, el jugador podrà pujar de nivell les seves torretes, millorant la força d'atac dels projectils i la velocitat de tir d'aquestes.

Murs

Són els elements més bàsics del joc. Serveixen per a bloquejar el camí dels enemics i forçar-los a caminar per diversos punts del mapa. Així doncs, serviran perquè el jugador pugui crear estratègies de joc, obligant a les entitats enemigues a moure's per un espai determinat. Igual que les torretes, aquestes unitats es posicionaran en l'entorn de joc mitjançant cartes reals que es detectaran amb la càmera web i les llibreries de Vuforia.

Trampes

Es posicionen en l'entorn de la mateixa manera que les torretes o els murs. Els enemics són incapaços de detectar les trampes i aquestes seran útils per protegir punts del mapa i atacar els enemics. Igual que les torretes, el valor del dany de les trampes es veurà afectat per la condició atmosfèrica dins del joc.

Enemies

Els enemics són les entitats que apareixen en grups segons la ronda en què estigui el joc. L'objectiu d'aquests elements serà recórrer el mapa evitant torretes i murs, amb la finalitat d'atacar el nexa del jugador i destruir-lo per acabar la partida.

Les 3 C's: Character, Camera & Controls

Character: El jugador

El protagonista del joc serà el mateix jugador, ja que el joc succeeix en un entorn híbrid entre la realitat i la virtualitat. El jugador es comunicarà amb el joc de manera directa i física posicionant cartes d'elements de joc en una superfície plana.

Càmera

La càmera del joc correspondrà a les imatges captades per una càmera web. La càmera té una gran importància, ja que serà l'encarregada de detectar una superfície plana i alida per a col·locar el taulell de joc i la seva grid, per a començar a jugar. Les condicions de llum de l'entorn real afectaran de manera directa a la visualització, per tant el jugador haurà de jugar en un entorn ben il·luminat per a poder realitzar una sessió de joc sense problemes de tracking.

Controls

El control d'aquest joc es basa en el sistema d'input múltiple que s'ha proposat en aquest treball. El joc obtindrà inputs del jugador i també del seu entorn.

Inputs físics

El jugador es comunicarà amb el taulell de joc, col·locant cartes reals, corresponents als diferents elements del joc. Hi haurà cartes de tipus Torreta, Mur i trampa.

Un cop col·locades les cartes de joc, el jugador gestionarà l'estat de les torretes mitjançant les mans gràcies a les funcionalitats del sensor Leap Motion. Es mostrarà una interfície d'usuari virtual des d'on el jugador podrà gestionar els recursos del joc i millorar les torretes per pujar-les de nivell.

Inputs de veu

Per accionar els atacs especials de les torretes, el jugador haurà d'enviar comandes de veu a través del micròfon incorporat a la càmera web.

Mode Fusió de Cartes

El mode de fusió de cartes no disposa d'un cicle de gameplay. Es tracta d'una escena de joc en la que l'usuari podrà col·locar cartes de diferents tipus sobre una superfície. La càmera del joc, detectarà aquestes cartes i calcularà la distància entre aquestes. Aquest mode s'encarregarà de fusionar cartes per a crear variacions dels elements de joc.

El joc disposarà de cartes d'Unitats de joc (torretes, murs i trampes) i també d'elements (foc i aigua).

En ajuntar una carta de "Element aigua" amb una carta de tipus "Torreta" les cartes brillaran i si l'usuari envia una comanda de veu dient "Fusió!", les cartes es fusionaran i desbloquejaran una variació de la unitat de joc, en aquest exemple, "la torreta de tipus aigua".

Mode Tower Defense

És el mode base del joc. Aquest mode començarà en una fase inicial de posicionament de les unitats de joc. Una vegada s'hi hagin col·locat tots els elements de joc, el joc començarà quan l'usuari envii una comanda de veu ("Iniciar"). A partir d'aquest moment comença una sessió de joc de rondes infinites, en la que aniran apareixent enemics per grups i rondes. En finalitzar cada ronda, el jugador disposarà d'uns segons per a millorar les torretes o recol·locar les unitats de joc.

El joc acabarà quan el nexa del jugador quedi destruir pels enemics, que seran més forts en cada ronda de joc.

3,5s i la progressió del joc

5 Segons: Durant els primers segons del joc, l'usuari estarà reconeixent les cartes de joc i les col·locarà al taulell

5 Minuts de joc: l'usuari s'enfronta a les primeres rondes de joc i decideix la seva estratègia per a guanyar amb els enemics

5 Hores: l'usuari ja sap gestionar estratègies per col·locar les cartes i ha creat alguna variació de les unitats de joc mitjançant la fusió de cartes.

Interfícies d'usuari

La interfície de joc és híbrida i està formada per la informació impresa a les cartes de joc i la UI virtual posicionada a les mans del jugador.

GEMS

-Gameplay basat totalment en funcionalitats MR.

-Joc innovador quant a mecàniques

-Moltes possibilitats de joc, en poder fusionar les unitats de joc amb diferents elements.

Annex 3: Programació Prototip de Joc

Trackable Action Handler Class

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
namespace MRProject {
    /// <summary>
    /// Custom Class that extends the DefaultTrackableEventHandler behaviour
    /// </summary>
    public class TrackableActionCaller : DefaultTrackableEventHandler
    {
        /// <summary>
        /// Specifies if all children from the trackable objects
        /// needs to be activated on found
        /// </summary>
        [SerializeField]
        private bool EnableChildrenOnFound = false;
        /// <summary>
        /// Unity Event trigger
        /// </summary>
        [Space(3), SerializeField]
        private UnityEvent _OnTrackingFoundAction;
        /// <summary>
        /// Unity Event trigger
        /// </summary>
        [Space(2), SerializeField]
        private UnityEvent _OnTrackingLostAction;

        /// <summary>
        /// Overrides the OntrackingFound base to call Actions
        /// listed on the Unity Event on Tracking Found
        /// </summary>
        protected override void OnTrackingFound()
        {
            _OnTrackingFoundAction.Invoke();
        }

        /// <summary>
        /// Overrides the OntrackingFound base to call Actions
        /// listed on the Unity Event on Tracking Lost
        /// </summary>
        protected override void OnTrackingLost()
        {
            _OnTrackingLostAction.Invoke();
        }

        /// <summary>
        /// Toggles the state of all childrens of the trackable GameObject.
        /// </summary>
        /// <param name="setActive"></param>
        private void ToggleChildrenState(bool setActive) {
            for (int i = 0; i < this.gameObject.transform.childCount; i++)
            {
                transform.GetChild(i).gameObject.SetActive(setActive);
            }
        }
    }
}

```

MR Voice Input Manager Class

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using UnityEngine.Windows.Speech;
namespace MRProject
{
    /// <summary>
    /// Voice Input Manager
    /// </summary>
    public class MRVoiceInputManager : MonoBehaviour
    {
        private KeywordRecognizer keywordRecognizer;
        private Dictionary<string, Action> actions = new Dictionary<string,
Action>();

        [Header("Voice Actions (Spanish)")]
        public string FireVoiceAction = "Fusion";
        public string UltiVoiceAction = "Definitivo";
        public string IniciarVoiceAction = "Iniciar";

        [Space(3),SerializeField]
        private UnityEvent _OnFireVoiceAction;
        [Space(2),SerializeField]
        private UnityEvent _OnUltimateVoiceAction;
        [Space(2), SerializeField]
        private UnityEvent _OnIniciarVoiceAction;

        /// <summary>
        /// Start Function
        /// </summary>
        private void Start()
        {
            actions.Add(FireVoiceAction, FireVoiceActionTrigger);
            actions.Add(UltiVoiceAction, UltimateVoiceActionTrigger);
            actions.Add(IniciarVoiceAction, IniciarVoiceActionTrigger);
            keywordRecognizer = new KeywordRecognizer(actions.Keys.ToArray());
            keywordRecognizer.OnPhraseRecognized += RecognizedSpeech;
            keywordRecognizer.Start();
        }

        /// <summary>
        /// Recognized Speech
        /// </summary>
        /// <param name="speech"></param>
        private void RecognizedSpeech(PhraseRecognizedEventArgs speech)
        {
            actions[speech.text].Invoke();
        }
    }
}

```

```
/// <summary>
/// Fire Voice Action Trigger
/// </summary>
private void FireVoiceActionTrigger()
{
    Debug.Log("Fire Voice Action Triggered");
    _OnFireVoiceAction.Invoke();
}
/// <summary>
/// Fire Voice Action Trigger
/// </summary>
private void UltimateVoiceActionTrigger()
{
    Debug.Log("Ultimate Voice Action Triggered");
    _OnUltimateVoiceAction.Invoke();
}
/// <summary>
/// Iniciar Voice Action Trigger
/// </summary>
private void IniciarVoiceActionTrigger()
{
    Debug.Log("Iniciar Voice Action Triggered");
    _OnIniciarVoiceAction.Invoke();
}
}
}
```

Hand UI Manager Class

```

using UnityEngine;
namespace MRProject
{
    /// <summary>
    /// Hand User Interface Manager
    /// </summary>
    public class HandUIManager : MonoBehaviour
    {
        [Header("Turret Panel Prefab")]
        public GameObject TurretInfoPanelPrefab;

        [Space(2), Header("Title Panels")]
        public TurretInfoPanel[] panels;

        [Header("Manager References")]
        public MRGameManager gameManager;
        public TextMesh PlayerCoinsText;

        /// <summary>
        /// Start Function
        /// </summary>
        void Start()
        {
            if (!gameManager) { gameManager = FindObjectOfType<MRGameManager>(); }
            UpdateTurretInfoPanels();
        }

        /// <summary>
        /// Update Function
        /// </summary>
        private void Update()
        {
            if (gameManager.coinManager) { PlayerCoinsText.text = "Coins: " +
                gameManager.coinManager.totalCoins.ToString(); }
        }

        /// <summary>
        /// creates a UI Turret Panel for Each Turret on Scene
        /// </summary>
        public void UpdateTurretInfoPanels()
        {
            gameManager.sceneHolder.FindAllTurrets();
            ClearTurretPanels();
            for (int i = 0; i < gameManager.sceneHolder.AllTurrets.Length; i++)
            {
                panels[i].gameObject.SetActive(true);
                panels[i].turret = gameManager.sceneHolder.AllTurrets[i];
            }
        }

        /// <summary>
        /// Deletes all turrets panels
        /// </summary>
        private void ClearTurretPanels() {
            for (int i = 0; i < panels.Length; i++)
            {
                panels[i].gameObject.SetActive(false);
            }
        }

        /// <summary>
        /// Upgrades the given turret
        /// </summary>
        /// <param name="turret"></param>
        public void handButtonPressed(MRTurret turret) {
            gameManager.UpgradeTurret(turret);
        }
    }
}

```

Weather Input Manager Class

```

using Newtonsoft.Json;
using System.Collections;
using UnityEngine;
namespace MRProject {
    /// <summary>
    /// Weather Manager. This class gets the current
    /// weather using the weather API Apixu.
    /// </summary>
    public class WeatherManager : MonoBehaviour
    {
        [Header("Location")]
        public string location = "Barcelona";
        [Header ("Weather Status")]
        public string Region;
        public string Country;
        public WEATHER CurrentWeather;
        public int Humidity;
        public double Temperature;
        private Weather weatherFromJson;

        IEnumerator Start()
        {
            WWW www = new WWW("http://api.apixu.com/v1/current.json?key=" +
                MRConstants.API_KEY + "&q="+location);
            yield return www;
            weatherFromJson = JsonConvert.DeserializeObject<Weather>(www.text);
            GetWeatherConditions();
        }

        /// <summary>
        /// Gets the weather conditions from json classes
        /// </summary>
        public void GetWeatherConditions() {
            Region = weatherFromJson.location.region;
            Country = weatherFromJson.location.country;
            Humidity = weatherFromJson.current.humidity;
            Temperature = weatherFromJson.current.feelslike_c;
            Temperature = weatherFromJson.current.feelslike_c;
            switch (weatherFromJson.current.condition.text)
            {
                case "Sunny": CurrentWeather = WEATHER.SUNNY; break;
                case "Clear": CurrentWeather = WEATHER.NIGHT_CLEAR; break;
                case "Partly Cloudy": CurrentWeather = WEATHER.CLOUDY; break;
                case "Cloudy": CurrentWeather = WEATHER.CLOUDY; break;
                case "Overcast": CurrentWeather = WEATHER.CLOUDY; break;
                case "Mist": CurrentWeather = WEATHER.MIST; break;
                case "Fog": CurrentWeather = WEATHER.MIST; break;
                case "Freezing fog": CurrentWeather = WEATHER.MIST; break;
                case "Patchy rain nearby": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Light rain": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Moderate rain": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Heavy rain at times": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Heavy rain": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Light freezing rain": CurrentWeather = WEATHER.RAINY; break;
                case "Patchy snow nearby": CurrentWeather = WEATHER.SNOW; break;
                case "Light snow": CurrentWeather = WEATHER.SNOW; break;
                case "Patchy sleet nearby": CurrentWeather = WEATHER.SNOW; break;
                case "Patchy freezing drizzle nearby": CurrentWeather =
                    WEATHER.SNOW; break;
                default: CurrentWeather = WEATHER.NORMAL; break;
            }
        }
    }
}

```

Game Constants Class

```

namespace MRProject {
    /// <summary>
    /// Class that stores all the game constants
    /// </summary>
    public static class MRConstants {

        #region TAGS
        public static string ENEMY_TAG = "EMEMY";
        public static string GOAL_TAG = "GOAL";
        public static string OBSTACLE_TAG = "OBSTACLE";
        public static string TRAP_TAG = "TRAP";
        public static string TURRET_TAG = "TURRET";
        public static string SPAWN_TAG = "SPAWN";
        #endregion

        #region COIN SYSTEM
        public static int MAX_COINS = 9999;
        public static int START_COINS = 300;
        public static int FIRST_UPDATE_PRICE = 10;
        public static float UPGRADE_MULTIPLIER = 0.2f;
        public static int TRAP_PRICE = 50;
        public static int TURRET_PRICE = 100;
        public static int WALL_PRICE = 100;
        public static int ENEMY_KILL_REWARD_BY_TRAP = 50;
        public static int ENEMY_KILL_REWARD_BY_TURRET = 10;
        public static int BONUS_TRAP_EXPLOSION_CHAIN = 100;
        #endregion

        #region GAMEPLAY VALUES
        public static float NEXUS_LIFE_MAX_VALUE = 100f;
        public static float NEXUS_SHIELD_MAX_VALUE = 100f;
        #endregion

        public static float PRESS_DURATION = 0.4f;
        public static string API_KEY = "0d8f1c71bfa642fc9c7190440192605";

        public static int FIRST_WAVE_AMOUNT_ENEMIES = 10;
        public static int WAVE_SPAWN_INCREASE_VALUE = 2;
        public static float ENEMIES_SPAWN_DELAY = 3f;
        public static float DECREASE_VALUE_ENEMY_SPAWN = .4f;
        public static float MINIMUM_ENEMIES_SPAWN_DELAY = .5f;
        public static int MAXIMUM_ENEMIES_PER_ROUND = 50;
        public static float MINIMUM_DISTANCE_REACH_GOAL = 0.2f;

        public static float ENEMY_START_SPEED = 2f;
        public static float ENEMY_MAX_SPEED = 20f;
        public static float ENEMY_INCREASE_SPEED_AMOUNT = 1.5f;

        public static int NEXUS_LIFE = 100;
        public static float TIME_BETWEEN_ROUNDS = 20f;

        public static int TURRET_MAX_LEVEL = 10;
        public static float TURRET_MINIMUM_SPEED_SHOOT = 0.1f;
        public static float TURRET_DECREASE_SPEED_SHOOT_AMOUNT = 0.5f;
    }

    public enum TURRET_TYPE { NORMAL, FIRE_TURRET, WATER_TURRET }
    public enum TRAP_TYPE { NORMAL, FIRE_TRAP, WATER_TRAP }
    public enum TRAP_STATE { WAITING, COUNTDOWN, EXPLODING }
    public enum MR_ELEMENT { WATER, FIRE, WIND }
    public enum CARD_TYPE { ELEMENT_WATER, ELEMENT_FIRE, TURRET, TRAP }
    public enum WEATHER { NORMAL, SUNNY, NIGHT_CLEAR, CLOUDY, MIST, RAINY, SNOW }
    public enum RoundState { WAITING, ACTIVE, FINISHED }
    public enum TurretStates { SEARCHING, SHOOTING, RELOADING }
    public enum GameState { BUILDING, PLAYING, GAMEOVER }
    public enum GameItems { TURRET, WALL }
    public enum GridPosType { FREE, WALL, TURRET, TRAP }
}

```