



MurryUp, videojoc de cartes

Nom Estudiant: Marc Macià Roca

Màster Universitari en Desenvolupament d'Aplicacions per a Dispositius Mòbils

Nom Consultor/a: Pau Dominkovics Coll

Professor/a responsable de l'assignatura: Carles Garrigues Olivella

Data Lliurament

06/06/2018



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

Llicències alternatives (triari alguna de les següents i substituir la de la pàgina anterior)

A) Creative Commons:



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](#)



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Espanya de Creative Commons](#)



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial 3.0 Espanya de Creative Commons](#)



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](#)



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-CompartirIgual 3.0 Espanya de Creative Commons](#)



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement 3.0 Espanya de Creative Commons](#)

B) GNU Free Documentation License (GNU FDL)

Copyright © ANY EL-TEU-NOM.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free

Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

C) Copyright

© (l'autor/a)

Reservats tots els drets. Està prohibit la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment, compresos la impressió, la reprografia, el microfilm, el tractament informàtic o qualsevol altre sistema, així com la distribució d'exemplars mitjançant lloguer i préstec, sense l'autorització escrita de l'autor o dels límits que autoritzi la Llei de Propietat Intel·lectual.

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>MurryUp, videojoc de cartes</i>
Nom de l'autor:	<i>Marc Macià Roca</i>
Nom del consultor/a:	<i>Pau Dominkovics Coll</i>
Nom del PRA:	<i>Carles Garrigues Olivella</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2018</i>
Titulació o programa:	<i>Màster Universitari en Desenvolupament d'Aplicacions per a Dispositius Mòbils</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules clau	<i>Videojoc, cartes</i>
Resum del Treball (màxim 250 paraules): <i>Amb la finalitat, context d'aplicació, metodologia, resultats i conclusions del treball</i>	
<p>Els videojocs cada vegada tenen més pes dins de la societat. Alguns d'ells han aconseguit destacar en el mercat mòbil de manera sorprenent gràcies a l'ús de la potència dels últims dispositius i d'altres perquè el mòbil és un mitjà que ens dóna ales a jugar a tot arreu. Es tracta sobretot de videojocs d'aparença casual i senzilla que permeten als usuaris distreure's durant petites estones i que no requereixen d'un equip de centenars de persones per desenvolupar-los com els coneguts videojocs AAA.</p> <p>La idea d'aquest treball serà la de realitzar un petit videojoc per <i>iOS</i> i <i>Android</i> utilitzant el motor multiplataforma <i>Unity</i>. Es passarà per totes les fases necessàries incloses en la realització d'una aplicació d'aquestes característiques, des del plantejament inicial, disseny, modelatge 3D, desenvolupament de scripts, proves, etc.</p> <p>Concretament, es crearà un videojoc de cartes en temps real, un joc basat en el concepte del conegut <i>Clash Royale</i>. Es dissenyarà una interfície d'usuari efectiva i una arena de combat on l'usuari pugui fer ús de diferents estratègies per aconseguir guanyar la partida. En acabar el treball podrem comprovar com de difícil és que una sola persona desenvolupi un videojoc en solitari i quines estratègies i mètodes he utilitzat per completar els diferents reptes.</p>	

Abstract (in English, 250 words or less):

Video games increasingly have more weight in society. Some of them have managed to stand out in the mobile market in a surprising way thanks to the use of the power of the latest devices and others because the mobile is a means that gives us wings to play everywhere. It is mostly casual and easy-looking video games that allow users to relax during small periods and do not require a team of hundreds of people to develop them as well-known AAA video games.

The idea of this work will be to make a small video game for *iOS* and *Android* using the *Unity* multiplatform engine. It will pass through all the necessary phases included in the implementation of an application of these characteristics, from the initial approach, design, 3D modeling, development of scripts, tests, etc.

Specifically, a real time card video game will be created, a game based on the concept of the well-known *Clash Royale*. An effective user interface and a combat arena will be designed where the user can use different strategies to win the game. At the end of the work we can see how difficult it is for a single person to develop a video game alone and what strategies and methods have I used to complete the different challenges.

Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Context i justificació del Treball	1
1.2 Objectius del Treball.....	2
1.3 Enfocament i mètode seguit	2
1.4 Planificació del Treball.....	4
1.5 Incidències en la planificació	8
1.6 Breu sumari de productes obtinguts	8
1.7 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	8
2. Concepte	9
2.1 Selecció de cartes	9
2.2 Manà i rotació de cartes	9
3. Disseny.....	11
3.1 Usuaris i context d'ús	11
3.2 Disseny conceptual	11
3.3 Prototipat i avaluació	13
3.4 Disseny tècnic	16
3.4.1 Definició dels casos d'ús	16
3.4.2 Disseny de l'arquitectura	18
4. Implementació	20
4.1 Persistència de dades	20
4.2 Cartes.....	21
4.2.1 Visió general	21
4.2.2 Tropes	21
4.2.3 Encanteris	25
4.3 Escenari	27
4.3.1 Situació	27
4.3.2 Funcionament	29
4.4 Pathfinding	31
4.5 Scripts de Control	34
4.6 IA rival	34
4.7 Contingut de tercers	35
5. Conclusions.....	36
5.1 Anàlisi de la planificació i metodologia	36
5.2 Millores i desenvolupament futur	36
6. Glossari	38
7. Bibliografia.....	39

Llista de figures

Il·lustració 1: Captura del joc Flappy Bird	1
Il·lustració 2: Captura de Clash Royale	3
Il·lustració 3: Diagrama GANTT	7
Il·lustració 4: Flux d'interacció de la app.....	12
Il·lustració 5: Disseny Final Menu.....	14
Il·lustració 6: Disseny Final Battlefield.....	14
Il·lustració 7: Disseny Final Menu: Apertura Cofre	15
Il·lustració 8: Disseny Final Results.....	15
Il·lustració 9: Disseny Final Credits	16
Il·lustració 10: Arquitectura de escenes del projecte	18
Il·lustració 11: Arquitectura de les classes principals de l'escena Battlefield ...	19
Il·lustració 12: Escena de Persistent en DontDestoryOnLoad.....	20
Il·lustració 13: Arquitectura de l'agorimse compartida per les tropes	22
Il·lustració 14: Primera carta, Frankenstein	22
Il·lustració 15: Modelat 3D de Frankenstein	23
Il·lustració 16: Segona carta, Skeletons	23
Il·lustració 17: Modelat 3D Skeletons	24
Il·lustració 18: Tercera carta, Werewolf.....	24
Il·lustració 19: Modelat 3D Werewolf	24
Il·lustració 20: Quarta carta, Witch	25
Il·lustració 21: Modelat 3D Witch.....	25
Il·lustració 22: cinquena carta, Explosion	25
Il·lustració 23: Seqüència del Sistema de Partícules d'Explosion	26
Il·lustració 24: Sisena carta, Lightning.....	26
Il·lustració 25: Seqüència del sistema de partícules de Lightning	27
Il·lustració 26: Escenari de fons del camp de batalla	27
Il·lustració 27: Vista Superior de la torre i colliders.....	28
Il·lustració 28: Vista Lateral de la torre i colliders	28
Il·lustració 29: Vista general de l'escenari	29
Il·lustració 30: Rang de la torre lateral.....	30
Il·lustració 31: Rang de la torre Central.....	30
Il·lustració 32: Projectil de les torres.....	31
Il·lustració 33: Grid del pathfinding	32
Il·lustració 34: Exemple de pathfinding.....	33
Il·lustració 35: Diagrama de flux de la intel·ligència artificial rival.....	35

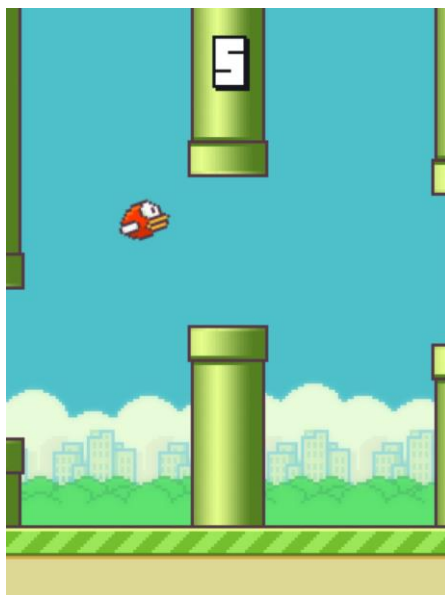
1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

Des de que era petit sempre he volgut crear un videojoc, és una espina que sempre he tingut clavada i gràcies a la realització del treball per fi en tindrè la oportunitat. Crearé quelcom en petita escala tenint en compte que aquesta és una fita que en el món laboral requereix de molta dedicació i un d'equip especialitzat de vàries persones amb diferents capacitats per poder-la tirar endavant.

En els últims anys els videojocs per *smartphones* i *tablets* han suposat un gran *boom* pel sector¹. Han sorgit jocs dirigits a un *target* molt més gran de l'habitual, que engloba totes les edats i està a l'abast de tothom. Molts d'aquests jocs han escollit un model gratuït *free to play* que està funcionant molt bé basat en publicitat o en microtransaccions.

Empreses com *Rovio*, *Supercell* o *Socialpoint* estan dominant el mercat del videojoc mòbil² en l'actualitat. Es tracta d'empreses dedicades al entorn mòbil que estan aconseguint grans beneficis. D'altra banda també existeixen desenvolupadors autònoms que han estat capaços de realitzar un videojoc en solitari i aconseguir un gran èxit, com és el cas de *Flappy Bird*.



Il·lustració 1: Captura del joc Flappy Bird

¹ Mobile games booming as global games market hits \$108.9B in 2017 – Newzoo: <https://www.gamesindustry.biz/articles/2017-04-20-mobile-games-booming-as-global-games-market-hits-usd108-9b-in-2017-newzoo>

² Global Social Gaming Market - Forecast to Reach \$19 Billion by 2022 - Research and Markets: <https://www.businesswire.com/news/home/20170925005961/en/Global-Social-Gaming-Market---Forecast-Reach>

Així doncs aquest treball consistirà en desenvolupar un videojoc per mòbils des de zero i en solitari, per tal de descobrir de primera mà com n'és el procés i amb l'objectiu d'aconseguir un producte atractiu pels usuaris.

La temàtica escollida per a la realització del videojoc serà la d'un joc de cartes. És un gènere que em crida molt la atenció pel seu component estratègic i que cada vegada sembla que va guanyant més pes dins dels eSports³.

1.2 Objectius del Treball

- Aprendre els diferents aspectes que componen la creació d'un videojoc per a dispositius mòbils.
- Explorar les possibilitats que ofereix Unity3D.
- Utilització de materials audiovisuals no propis de contingut lliure.
- Dissenyar una interfície d'usuari atractiva i efectiva: Un "splasher" i un menú central basat en 4 "tabs" per centralitzar tota la informació que l'usuari necessita.
- Dissenyar unes mecàniques de joc satisfactòries: Recol·lecció de manà, interacció entre cartes, fluïdesa de joc.
- Implementar un joc de cartes amb sentit comú.
- Implementar un sistema de IA eficient. Tant de les cartes amb comportament definit com de l'adversari del jugador.
- Implementar un joc per a un únic jugador.
- Aconseguir un bon ús de les capacitats tàctils dels dispositius mòbils.
- Aconseguir un joc funcional per iOS i Android.
- Aconseguir un joc capaç de ser jugat per persones de diferents edats.
- Ser capaç de realitzar un joc divertit per als usuaris.

1.3 Enfocament i mètode seguit

Per a la realització d'un videojoc per a mòbils en la actualitat se'ns presenten diferents alternatives. La primera seria crear-lo de manera nativa. Aquesta opció suposaria haver de fer un desenvolupament paral·lel en iOS i Android per aconseguir el joc funcional en ambdues plataformes, per tant aquesta estratègia no seria la més indicada.

Com a segona opció tenim la de crear el videojoc amb un *engine* especialitzat. Existeixen diferents tipus de motors per la creació de

³ Clash Royale League, la nueva apuesta de Supercell:
<http://eclasher.com/blog/2018/03/25/clash-royale-league-la-nueva-apuesta-de-supercell-opinion-eloy/>

videojocs multiplataforma però segurament els més coneguts i utilitzats siguin Unity3D (1) i Unreal Engine (2).

Per aquest projecte em decantaré per Unity per múltiples raons: La primera és que ja l'he utilitzat anteriorment, tant en l'àmbit professional com a l'educatiu. El segon motiu és que avui en dia és segurament l'*engine* més utilitzat⁴ per crear videojocs per a dispositius mòbils tal i com es pot comprovar si es mira amb detall els últims jocs disponibles a l'Apple Store i al Google Play Store. Altres motius de pes són la seva gran comunitat, documentació i que ofereix una llicència gratuïta si se'n fa un ús personal o no comercial.

D'altra banda per a la realització del joc de cartes com a tal: cartes, habilitats, mecàniques de joc... Existeixen moltes alternatives i infinitat de jocs ja existents com a referència, la majoria d'ells molt complexos.



Il·lustració 2: Captura de Clash Royale

Dins dels jocs de cartes electrònics el més actual i exitós és Clash Royale (3). La seva aparent simplicitat i *look* "cartoon" l'han convertit en un èxit però el seu gran mèrit és aconseguir excel·lent joc d'estratègia accessible a tothom gracies al seu sistema d'IA i invocació de cartes.

Per aquests motius, per a la realització d'aquest projecte em basaré amb la seva senzilla base: Joc de cartes basat en maná i amb cartes que deuen el seu comportament a la IA. Serà l'usuari qui decideix on llança cada carta i quan.

Com a últim punt he descartat que el joc sigui multijugador perquè l'abast d'aquesta funcionalitat faria que el projecte no fos assumible en el

⁴ This engine is dominating the gaming industry right now:
<https://thenextweb.com/gaming/2016/03/24/engine-dominating-gaming-industry-right-now/>

termini marcat. Deixant aquesta funcionalitat per a desenvolupaments futurs.

1.4 Planificació del Treball

Recursos per la realització del projecte:

- Unity 2017.3.1
- Blender 2.79
- Macbook Air (amb Xcode 9.2)
- Dispositiu iPhone 7 (amb iOS 11.2.6)
- Dispositiu Samsung Galaxy S7 Edge (amb Android 7.0)

Tasques a realitzar:

<p>PAC 1 – Pla de treball:</p> <p>1.1: Recerca d'idees (5h): Reserca de idees, productes semblants i possibles eines d'implementació.</p> <p>1.2: Definició de la app (8h): Detallar els aspectes del projecte i l'abast complet de la app. Que vull aconseguir i com ho aconseguiré.</p> <p>1.3: Memòria del Pla de treball (10h): Omplir el capítol 1 de la Memòria.</p> <p>1.4: Diagrama GANTT (5h): Una vegada definides les tasques a l'1.1 passar-ho a diagrama GANTT.</p> <p>1.5: Esbossos i idees (10h): Realització de esbossos de la part visual de la app i de les cartes que formaran part del joc.</p>	<p>Inici: 21/02/18</p> <p>Lliurament: 14/03/18</p>
<p>PAC 2 – Disseny:</p> <p>2.1: Usuaris i context d'ús (5h): Característiques dels usuaris, objectius i context d'ús</p> <p>2.2: Disseny conceptual (5h): Elaboració dels escenaris d'ús.</p> <p>2.3: Prototipat (10h): Prototip horitzontal de la part estàtica de l'aplicació: Splasher i menú de tabs.</p>	<p>Inici: 15/03/18</p> <p>Lliurament: 04/04/18</p>

<p>2.4: Implementació en Unity (20h): Implementació dels dissenys en Unity. Definició de escenes, modelatge de tropes, animacions i prefabs.</p> <p>2.5: Avaluació (5h): Revisió dels dissenys de Unity dins del procés iteratiu.</p> <p>2.6: Disseny tècnic (15h): Definició dels casos d'ús i disseny de l'arquitectura de l'aplicació.</p>	
<p>PAC 3 – Implementació:</p> <p>3.1: Lògica de menú (10h): Implementa els dissenys del menú de tabs.</p> <p>3.2: Controlador de la partida (10h): Determina el comptador de mana, vida dels jugadors, guanyador...</p> <p>3.3: Sistema de selecció de baralla (10h): Sistema que permet al jugador seleccionar la baralla de cartes amb la que vol jugar.</p> <p>3.4: Sistema d'obtenció de cartes (10h): Sistema que permet al jugador obtenir noves cartes</p> <p>3.5: IA adversària (30h): Implementar una IA rival progressiva.</p> <p>3.6: IA de les cartes (40h): Per a cada una de les cartes implementar la seva lògica i intel·ligència dins del terreny de joc</p> <p>3.7: Tests en Android (5h): Proves per assegurar el correcte funcionament en Android.</p> <p>3.8: Tests en iOS (5h): Proves per assegurar el correcte funcionament en iOS.</p>	<p>Inici: 05/04/18</p> <p>Lliurament: 16/05/18</p>
<p>PAC 4 – Lliurament final:</p> <p>4.1: Proves del joc en Android (4h): Tests finals per comprovar que tot funciona com s'espera en Andoird.</p>	<p>Inici: 17/05/18</p> <p>Lliurament: 06/06/18</p>

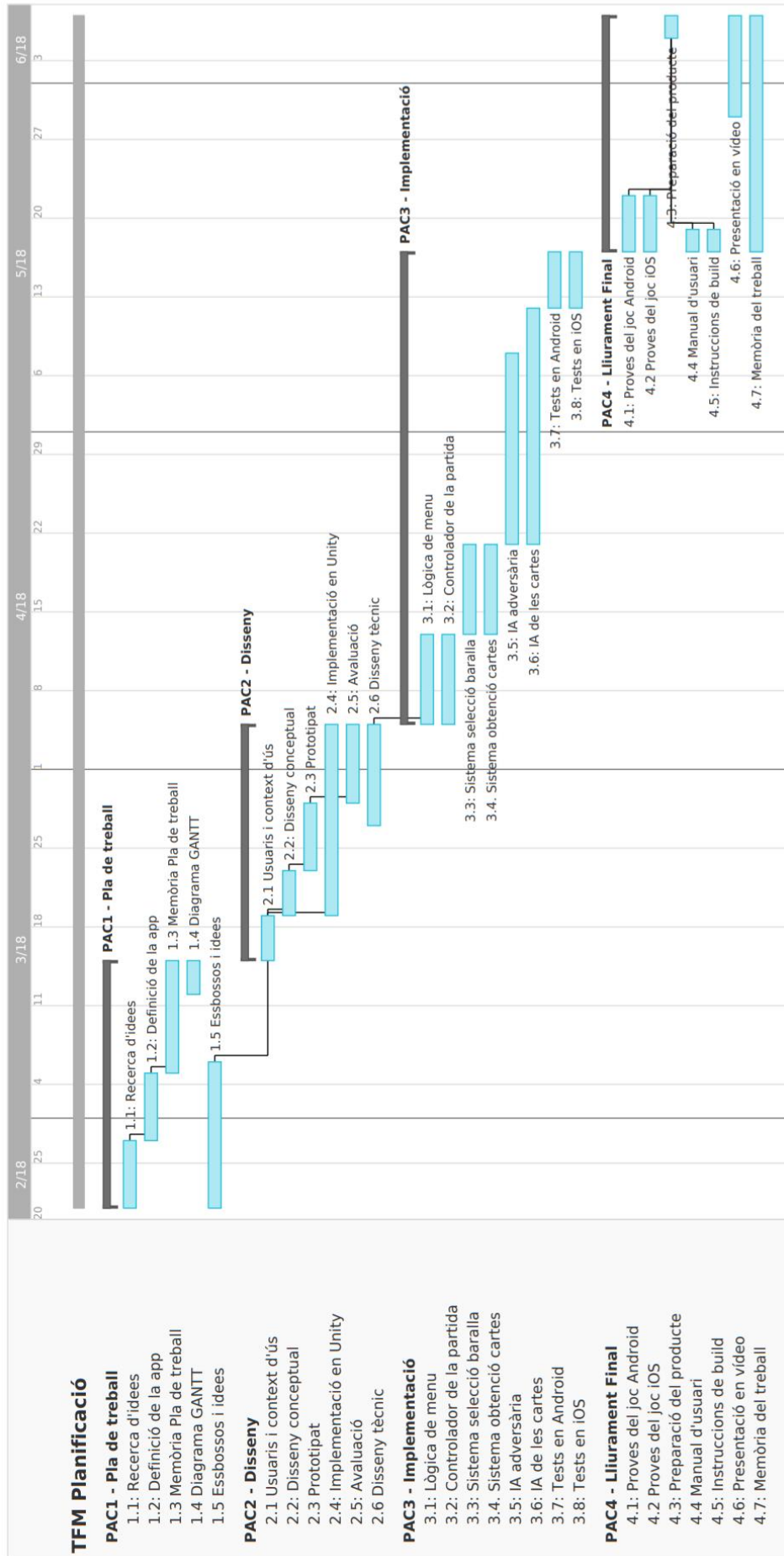
<p>4.2: Proves del joc en iOS (4h): Tests finals per comprovar que tot funciona com s'espera en iOS.</p> <p>4.3: Preparació producte final (2h): Preparació de l'arxiu zip que inclou el codi i el binaris de l'aplicació</p> <p>4.4: Manual d'usuari (3h): Fitxer que explica com utilitzar el joc degudament i quines són les seves característiques.</p> <p>4.5: Instruccions de build (3h): Fitxer amb les instruccions per compilar i executar la app en els diferents dispositius</p> <p>4.6: Presentació en vídeo (20h): Creació de la vídeo-presentació del treball</p> <p>4.7: Memòria del treball (28h): Retocs finals a la memòria del treball</p>	
<p>Tribunal Virtual:</p>	<p>Inici: 18/06/18</p> <p>Fi: 22/06/18</p>

Planificació temporal:

Dedicació:

La dedicació al treball serà de 2 hores els dies laborables i 5 hores els dies festius.

Diagrama GANTT:



II-lustració 3: Diagrama GANTT

1.5 Incidències en la planificació

Degut a la falta de temps en els primers mesos del treball a causa de compromisos laborals tota la planificació del projecte es va veure trastocada. No tant en la feina a realitzar sinó en les dates de realització i entrega.

Si en la planificació hi havia estimades 15 hores setmanals de feina aquestes van ser de 5 o inclús menys alguna setmana. Això va provocar que gran part del treball és retardés a l'últim més on si vaig poder dedicar-me al treball a *full time*.

1.6 Breu sumari de productes obtinguts

- **Codi font** del projecte Unity3D: Codi que permet fer una *build* del joc en qualsevol de les plataformes suportades per Unity. És necessària Unity per poder obrir el projecte.
- **APK per Android**: Build de la aplicació per Android generat directament per Unity.

El codi font del **Projecte XCode** per poder compilar el joc en un dispositiu iOS no l'entregaré perquè és fàcil de crear a través de Unity i ocupa molts MB.

1.7 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Els següents capítols recolliran els diferents punts més destacats en la creació del videojoc, els dividiré en:

Concepte: Explicació detallada del funcionament del videojoc. Quins són els seus aspectes i característiques principals.

Disseny: En aquest apartat parlaré de tota la part visual i justificaré les decisions de disseny conceptual preses basades en un anàlisi inicial dels potencials usuaris i els contextos d'ús. A més a més detallaré el flux d'interacció de la aplicació i els dissenys finals de la mateixa.

Desenvolupament: Detallaré el que he aconseguit durant la realització del projecte parant especial atenció als punts més importants.

Conclusions: Comentaré els punts que han quedat pendents o a mitges, també avaluaré la planificació inicial i si s'han complert els objectius marcats a l'inici.

2. Concepte

2.1 Selecció de cartes

El primer concepte del joc i la seva principal base és l'elecció de cartes. L'usuari tindrà cartes a la seva disposició hi haurà de poder seleccionar les que ell vulgui per fer-se la seva baralla. Per aquest motiu serà necessari un menú anterior al combat on l'usuari pugui modificar quines cartes vol fer servir.

Per raons de temps cada baralla estarà formada per sis cartes, ja que limitaré la creació de les cartes a sis per tal de no perdre excessiu temps creant contingut inútil pel desenvolupament del projecte.

Cada carta tindrà una habilitat/funció específica. Per exemple, hi haurà cartes que instanciiin varies unitats, cartes amb més o menys rang, d'altres que es podran tirar a qualsevol punt del mapa i altres que no, etc.

2.2 Manà i rotació de cartes

Una vegada les cartes estan seleccionades començarà la batalla. El segon concepte està relacionat amb la manera que els jugadors poden fer servir les cartes. Cada cert temps els jugadors rebran una quantitat de manà. El manà es paga a canvi de fer servir les cartes, cada carta tindrà certa quantitat de manà assignada.

El mecànica del jugador serà la de fer servir una carta o altra en funció de la necessitat i del manà disponible. El manà es pot acumular però només fins a un màxim de 10.

L'usuari sempre podrà elegir entre 4 cartes de les que ha triat. Cada vegada que s'utilitza una carta aquesta es posarà al final de la rotació i una nova carta apareixerà a entre les 4 elegibles.

2.3 Camp de batalla

Una vegada el jugador tira una carta al camp de batalla aquesta cobra vida i actua de manera pròpia gracies a la seva IA.

L'objectiu principal pel qual un jugador voldrà tirar cartes és per destruir els edificis del jugador rival. Cada jugador tindrà 3 edificis i guanyarà el jugador que aconsegueixi tombar més torres rivals. El temps de la batalla serà de 3 minuts.

2.4 Recompensa i recol·lecció

Una de les claus d'un joc de cartes és la recol·lecció de les mateixes. A més a més, per fer que els jugadors no s'avorreixin del joc se'ls ha d'incentivar d'alguna manera. Aquests dos motius fan que al final de cada partida el jugador obtingui una recompensa en forma de or i d'un cofre amb cartes. Les cartes obtingudes del cofre seran les mateixes que el jugador ja té però aquestes li permetran pujar de nivell. La idea de l'or serà la de comprar altres cofres a la botiga per obtenir més cartes.

Novament, per raons de temps no he implementaré un sistema de nivells en les cartes ja que no seria molt útil per l'abast del projecte. Però la obtenció d'elles com a recompensa sí.

3. Disseny

3.1 Usuaris i context d'ús

Els usuaris potencials de l'aplicació seran aquells amb ganes d'entretenir-se o desconnectar durant una estona. Es tracta d'un joc d'estratègia però és pot gaudir d'ell degut a que tot i ser un joc de cartes no té una barrera d'aprenentatge gaire gran.

És joc que proporciona partides ràpides, de 3 minuts. Els jugadors de mòbil es caracteritzen per no jugar llargues estones al mòbil. Hi ha diversos factors que ho impedeixen, com l'esgotament de la bateria o el simple fet de que la gent sempre té el dispositiu a sobre i per tant poden jugar en qualsevol moment, ja sigui mentre es va al metro, es fa el dinar o s'està a preparant per dutxar.

L'edat dels usuaris podrà ser variada però el nucli estarà format principalment en el joves (14-30 anys). Tot i que l'aplicació busca un públic molt casual, també és capaç de retenir a les persones que busquen enfrontar-se a un repte.

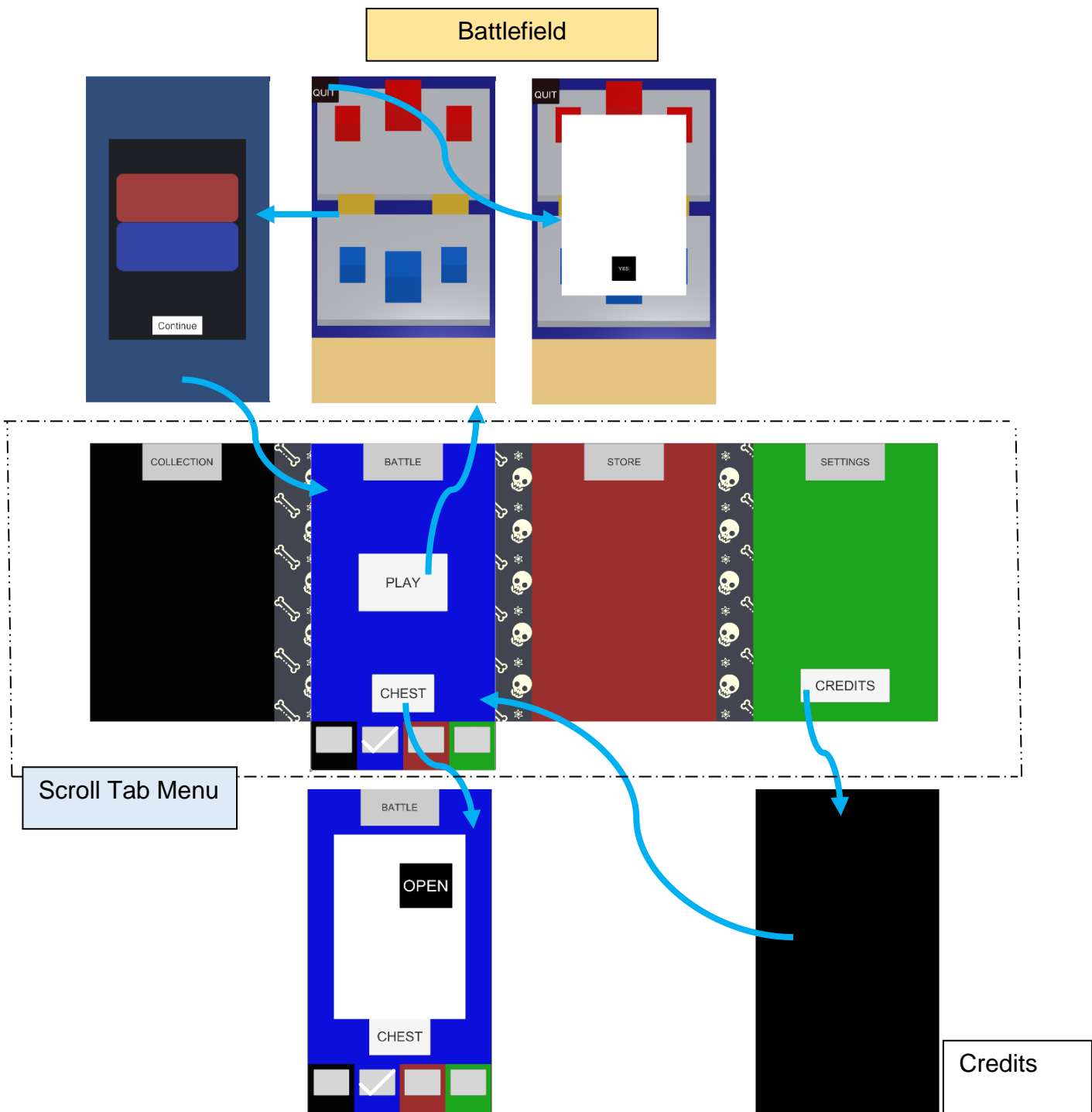
3.2 Disseny conceptual

Tal com s'ha vist en el punt anterior aquesta aplicació no consta de gaires escenaris d'ús. Bàsicament és pot resumir en un únic escenari. Un usuari disposa d'uns minuts per distraure's i necessita que l'aplicació li proporcioni una manera d'evadir-se del món enfrontar-se a un desafiament lleugerament intel·lectual.

Donat aquest escenari, per tal de satisfer les seves necessitats, podem determinar els següents patrons de disseny per a la nostra aplicació:

- L'aspecte visual de l'aplicació ha de ser atractiu
- El jugador haurà de poder canviar de cartes amb facilitat
- El primer que ha de veure l'usuari ha de ser el botó de jugar perquè en cas que ja tingui la baralla preparada ja pugui jugar.
- El menú d'abans de la partida ha de ser auto contingut i ràpidament accessible. Per aquest motiu proposo un menú *scrollable* basat en tabs.
- És necessària una pantalla on veure els resultats
- Dins de la partida s'ha de poder sortir al menú principal sense acabar la partida iniciada.
- Ha de tenir recompenses que premiïn les victòries del jugador.

Tenint en compte el punts anteriors el flux de l'aplicació resultant per la aplicació és el següent:



Il·lustració 4: Flux d'interacció de la app

Vist l'anterior diagrama podem definir les següents pantalles per l'aplicació:

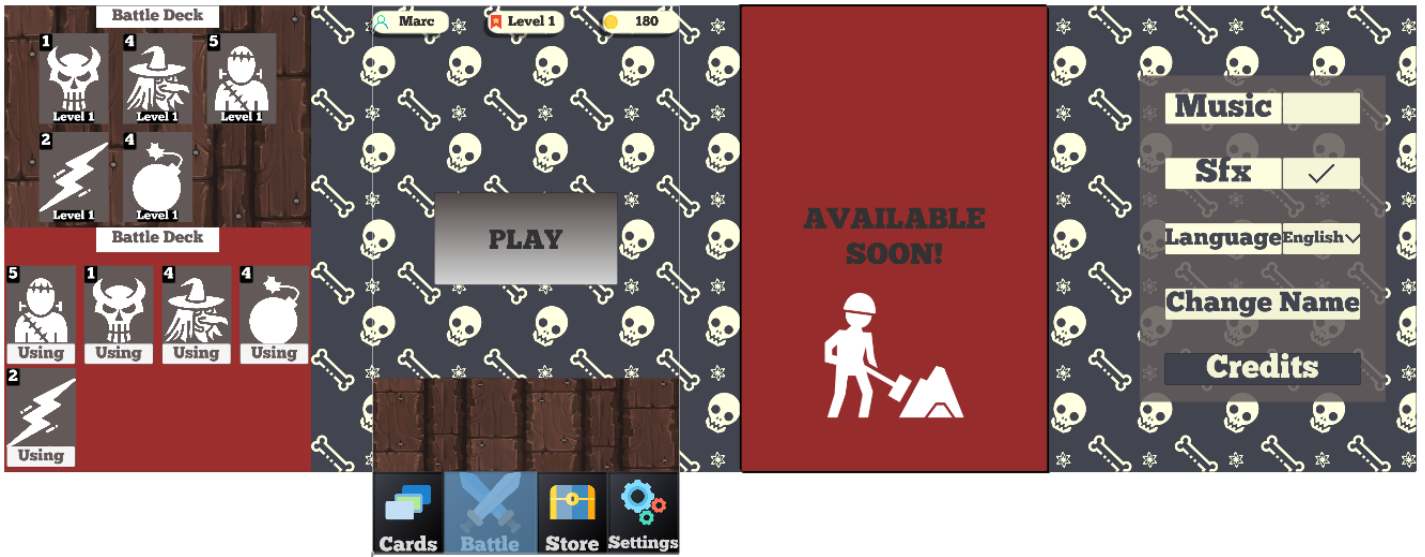
- 1- Splasher senzill amb el nom de l'aplicació.
- 2- Menú de tabs *scrollable*:
 - Selecció de baralla: Aquí es troba la informació de les cartes i es permet seleccionar-les per formar la baralla desitjada.
 - Inici de batalla: Es mostrarà la informació del jugador, el nivell i les monedes aconseguides, així com els cofres desbloquejats en batalla.
 - Botiga de cartes: Pantalla que permetrà a l'usuari diferents maneres d'obtenir cartes comprant cofres. No s'implementarà degut a que els nivells de cartes han estat descartats per estalviar temps tal hi com s'ha explicat en el punt 2.4.
 - Opcions: Control de volum/efectes, canvi de nom, botó per veure els crèdits, etc.
- 3- Arena de batalla: Lloc on es duren a terme els combats.
- 4- Pantalla de resultats de la batalla: Es mostrarà les diferents recompenses obtingudes i el resultat de la partida.
- 5- Crèdits.

3.3 Prototipat i avaluació

Degut a la dificultat de fer un prototip d'una aplicació creada amb Unity i de no conèixer amb seguretat les opcions de Unity per implementar segons quines casuístiques no vaig realitzar un prototip d'alt nivell de l'aplicació.

En comptes d'això vaig aplicar de manera continua les etapes de prototipat i avaluació directament sobre l'Editor de Unity, utilitzant com a punt de partida les pantalles utilitzades per fer el flux d'interacció de la app, que estaven creades a través de Unity.

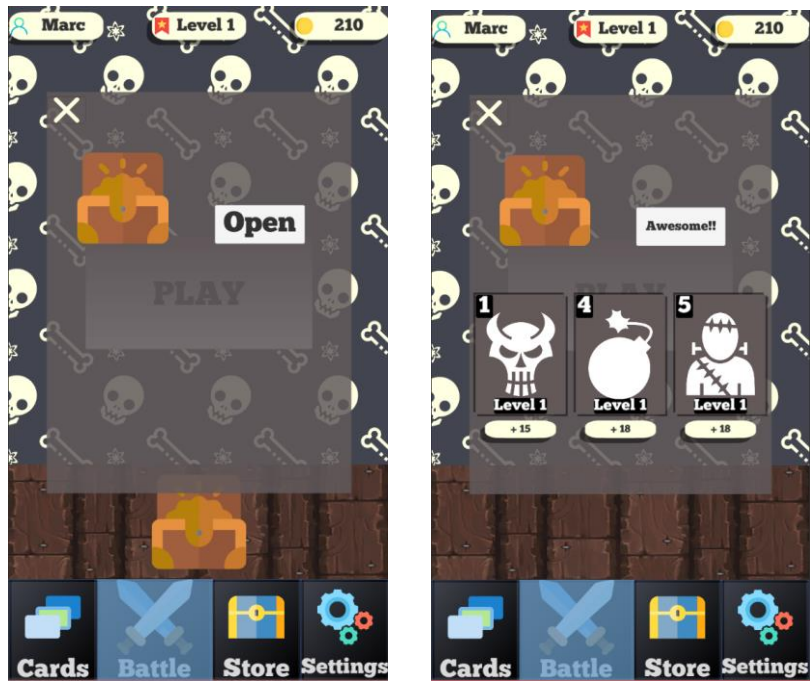
Finalment després de moltes iteracions, el resultat final dels dissenys de l'aplicació van ser els següents, respectant les dedicions de disseny preses en els punts anteriors i posteriors:



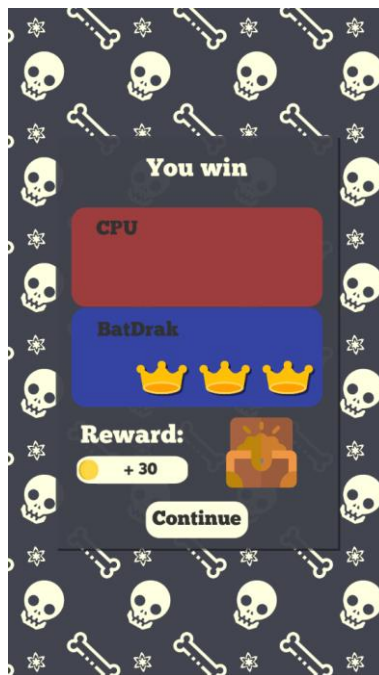
II-Il·lustració 5: Disseny Final Menu



II-Il·lustració 6: Disseny Final Battlefield



Il·lustració 7: Disseny Final Menu: Apertura Cofre



Il·lustració 8: Disseny Final Results



Il·lustració 9: Disseny Final Credits

3.4 Disseny tècnic

3.4.1 Definició dels casos d'ús

En aquest apartat, una vegada vist el disseny conceptual i els dissenys finals, es definiran formalment els casos d'ús de l'aplicació. Els dividiré en cada una de les parts diferenciades de l'aplicació:

A nivell general la aplicació serà capaç de persistir totes les dades relacionades amb l'usuari: Nom, or, experiència, baralla seleccionada, opcions de música i efectes sonors, etc.

El Menú de tabs scrollable tindrà els següents casos d'ús per cada una de les seccions:

La secció de batalla disposarà de 3 continguts principals. El més important serà un botó que permetrà a l'usuari iniciar una partida. També disposarà de una secció amb informació de l'usuari: nivell, monedes d'or i el seu nom. Per últim hi haurà un apartat on s'aniran acumulant els cofres obtinguts a les partides. Aquests cofres seran clicables i faran que s'obri una finestra emergent que ens permetrà obrir el cofre. Una vegada obert veurem la recompensa a la mateixa pantalla.

La secció de la baralla estarà diferenciada en dos blocs. El primer bloc correspondrà a la baralla seleccionada pel jugador i en segon lloc hi haurà la col·lecció total de cartes seleccionables. Cada vegada que jugador seleccioni una carta de la col·lecció aquesta passarà ha estar bloquejada a la secció de col·lecció per evitar

que l'usuari la torni a elegir. L'usuari podrà eliminar cartes de la baralla actual i aquestes tornaran a ser elegibles novament.

La secció de la botiga estarà buida. El motiu de no implementar-la és que arribat a un punt del desenvolupament vaig decidir prescindir dels nivells de cartes del jugador. Sense aquesta funcionalitat la botiga no és indispensable.

L'apartat d'opcions ens permetrà activar o desactivar el música o efectes sonors. Ens deixarà modificar el nom del nostre jugador i disposarà d'un botó per accedir a la secció de crèdits del videojoc.

La pantalla de crèdits no tindrà cap cas d'ús en concret. Es tractarà d'una pantalla amb scroll automàtic que mostrarà qui ha realitzat la aplicació i de quins recursos externs s'ha fet ús.

El combat que es durà a terme al camp de batalla serà la secció del joc amb més casos d'ús. Els dividiré a continuació:

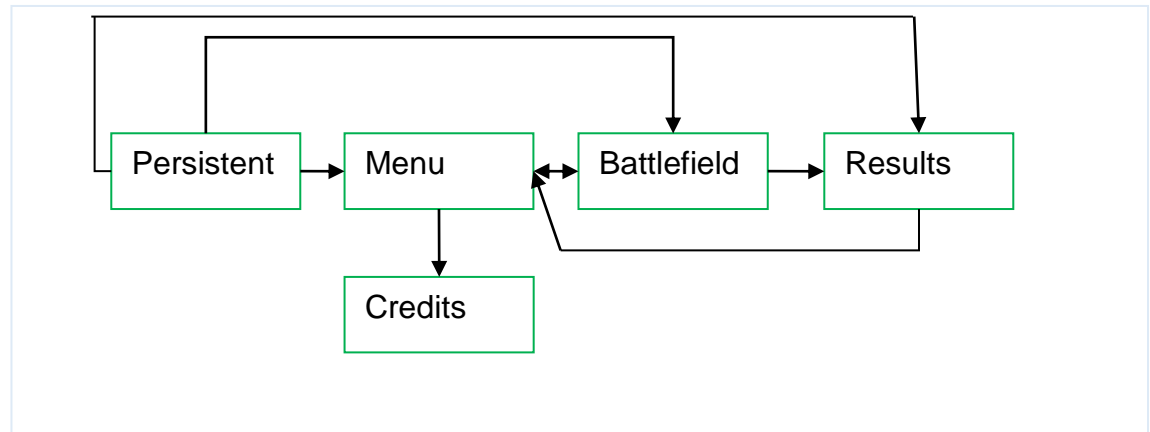
- Tant el jugador com la màquina tindran una barra de manà que anirà augmentant amb el temps i que disminuirà cada vegada que un d'ells utilitzi una carta.
- El jugador disposarà d'un selector de cartes a la part inferior de la pantalla. Podrà arrastrar aquestes per l'escenari i quan les deixi anar aquestes en transformaran en una cosa o una altra segons el seu tipus.
- La pantalla disposarà d'un comptador que anirà marcant quant de temps li queda a la partida. També tindrà un botó per poder cancel·lar la partida en qualsevol moment.
- El jugador rival tindrà una IA que li permetrà tirar cartes al camp de batalla de manera autònoma. La interfície d'usuari disposarà d'un botó que permetrà a l'usuari assumir el rol de jugador rival i desactivar la IA per motius de *testing*.
- El camp de batalla estarà format per dos parts: Dos terrenys simètrics separats per dos ponts. Cada edifici tindrà la capacitat de crear projectils per disparar a les unitats rivals que s'aproximin. Quan una unitat o encanteri rival copegi l'edifici aquest perdrà vida. Un jugador guanyarà un punt per cada torre rival tirada.

Finalment el cas d'ús de la vista de resultats serà senzill. Mostrarà el resultat de la partida que acaba de finalitzar. Atorgarà una recompensa o una altra en funció del resultat. I tindrà un botó per poder retornar al menú principal.

3.4.2 Disseny de l'arquitectura

Per a la realització de l'aplicació seguiré la següent arquitectura:

El projecte estarà construït sobre 5 escenes diferents clarament diferenciades a nivell de lògica i vista.



Il·lustració 10: Arquitectura de escenes del projecte

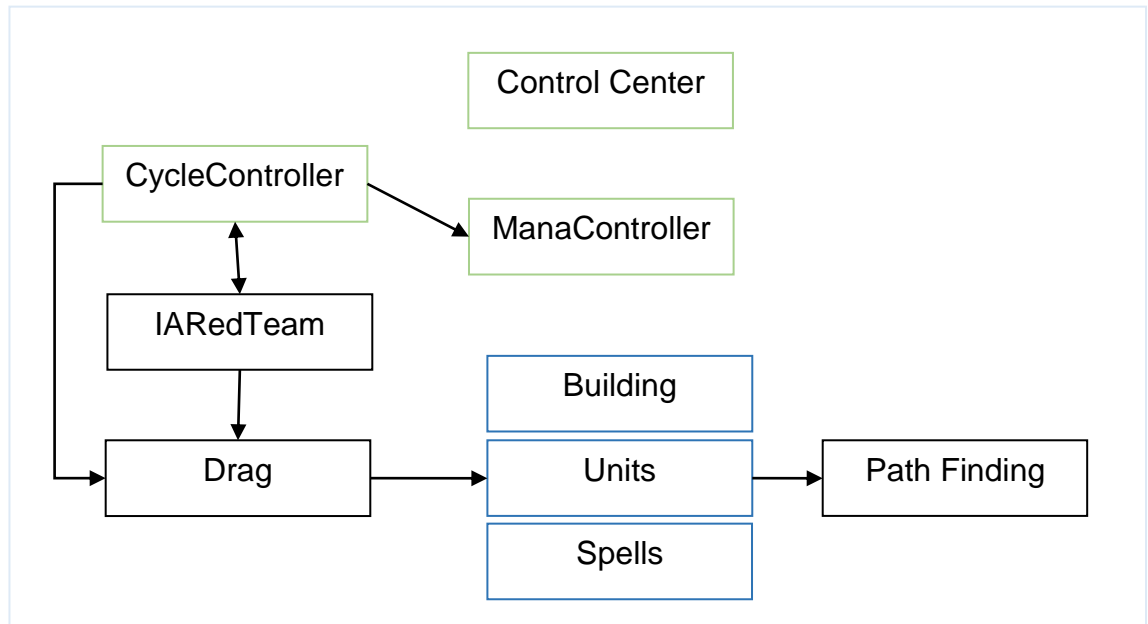
La capa base estarà formada per la escena **Persistent**. Aquesta escena no tindrà cap component visual. Només farà ús d'un script que anomenarem *DataDontrroller*, que serà l'encarregat de gestionar la carga i desat de dades per tal de que el progrés del jugador quedi guardat d'un d'una sessió de joc a una altra.

Aquesta escena serà la primera que es carregarà al iniciar la aplicació i estarà constantment en mode DontDestroyOnLoad⁵ durant els diferents canvis d'escena que s'aniran produint ja que serà la classe contenidora de les dades que les altres escenes necessitaran.

La escena **Menu** estarà formada completament per components UI de Unity. Per a poder realitzar el menú de tabs scrollable faré ús del Unity UI Extensions (4). Les escenes de **Result** i **Credits** seran encara més senzilles i novament faran servir només components de UI.

Per acabar la escena **Battlefield** tindrà una arquitectura interna amb diferents actors a tenir en compte, tal i com mostra la següent gràfica:

⁵ <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Object.DontDestroyOnLoad.html>



Il·lustració 11: Arquitectura de les classes principals de l'escena Battlefield

En el següent apartat explicaré quin rol juga cada entitat i com es relacionen entre elles per fer el gameplay del videojoc.

4. Implementació

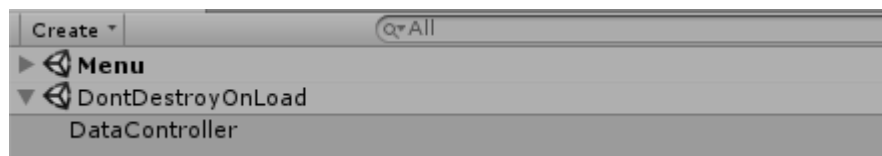
Aquest apartat engloba conceptes molt diferents entre ells, per a fer-ho més entenedor estructuraré la secció de la següent manera: Primer explicaré com he desenvolupat el sistema de persistència de dades de l'aplicació. Al següent punt parlaré de les cartes, quines diferències hi ha entre elles, per a que serveix cada una i quines són les seves característiques principals.

Després parlaré de l'escenari o camp de batalla, detallaré els punts a tinguts en compte i quines són les mecàniques que s'hi duen a terme. Després dedicaré un capítol a parlar de l'algorisme de pathfinding que utilitzen les tropes per tal de trobar els diferents objectius que hi ha a l'escenari.

Els dos darrers apartats parlaré dels algorismes més importants de control i de la IA rival.

4.1 Persistència de dades

En el punt 3.4.2 ja he parlat de quina seria la idea darrera a implementar una escena que gestionés el control de Dades. Aquesta escena és la primera en arrencar i inicialitza la classe *DataController*. Bàsicament el que fa és carregar totes les dades dels fitxers en memòria per tal de que les altres escenes les puguin utilitzar.



Il·lustració 12: Escena de Persistent en DontDestoryOnLoad

En aquesta aplicació diferenciarem entre 3 tipus de dades:

Dades editables pel desenvolupador: Per tal d'afegir noves cartes a la col·lecció de cartes actual o per editar el contingut de les velles faig servir un fitxer JSON. Després el component que renderitza la col·lecció de cartes farà ús de la informació per mostrar les cartes. En aquest cas faig servir un JSON perquè és fàcilment editable externament.

A més vaig crear un component de Unity Editor per poder modificar el fitxer directament dins del programa.

Dades de preferències del jugador: Aquestes són dades poc sensibles i de caràcter simple. Només es permeten tres tipus de dades (int, float, string). És fa ús de *PlayerPrefs*⁶. En la nostra aplicació guardarem aquí el nom del jugador, l'or acumulat i les opcions de música i efectes sonors.

⁶ <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerPrefs.html>

Dades de complexes i sensibles: Aquestes són dades que no volem que siguin llegides externament amb un editor de text ja que es guarden en un fitxer binari. A més poden contenir estructures de dades complexes formades per diferents objectes. En el cas de l'aplicació utilitzarem aquest tipus per guardar la baralla i els cofres de recompensa actuals del jugador.

4.2 Cartes

4.2.1 Visió general

Per al desenvolupament de l'aplicació era necessari crear un mínim de cartes per tal de poder jugar una partida en condicions. Després de fer unes quantes proves amb les primeres cartes vaig decidir que sis serien suficients pel desenvolupament del projecte.

Les cartes poden ser de dos tipus, tropes o encanteris. Les tropes són personatges, quan un jugador n'utilitza una s'instancia un objecte 3D amb unes animacions associades al camp de batalla. Cada tropa té un comportament i característiques pròpies. Les tropes només es poden tirar a la part local del camp de batalla.

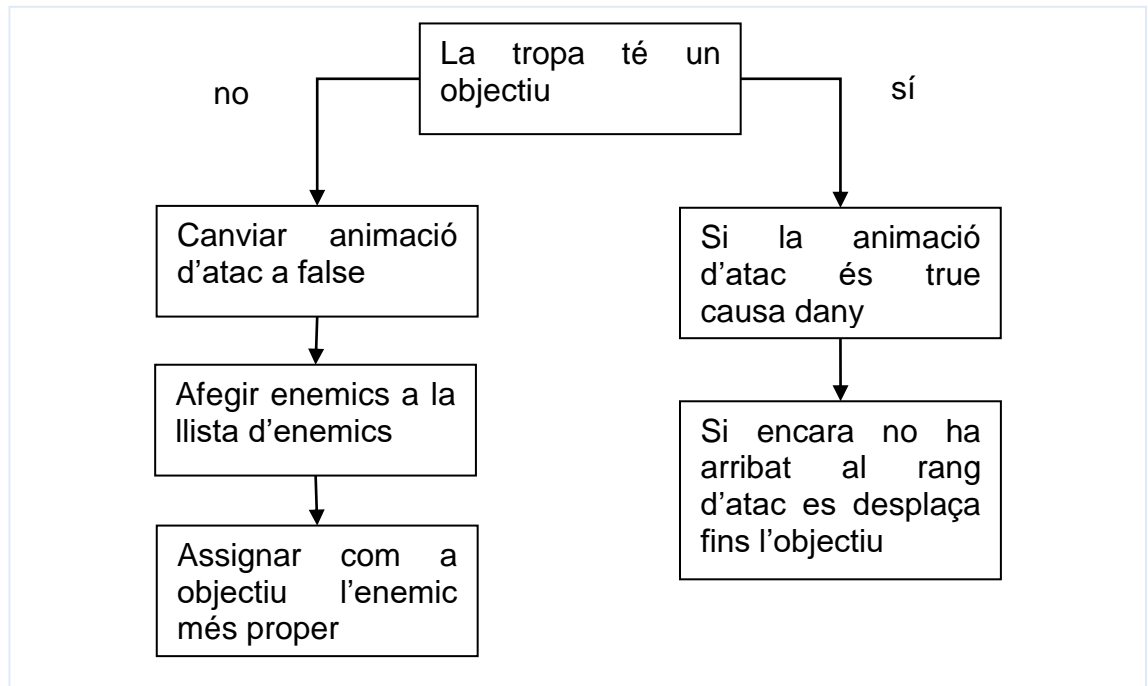
Els encanteris són fenòmens naturals provocats per una carta. Aquests tenen un Sistema de partícules associat que ens permet gaudir d'efectes realment vistosos. Es poden tirar a l'altra banda del riu.

4.2.2 Tropes

Abans de definir cada una de les tropes de manera individual comentaré alguns dels punts en comú en totes elles. Estan formades per un seguit de components clau, el primer es un *collider* que permet detectar les col·lisions amb altres objectes del món. També tenen un *Rigidbody* que atorga a l'objecte d'un cos rígid i una massa.

Tenen un tag que em permet assignar de quin equip són i una barra de salut que va disminuint cada vegada que rep un impacte. A més a més disposen d'animacions i d'un *Animator* que ens permet gestionar les transicions entre elles.

Cada una d'elles disposa d'un script especial que els i dona el comportament desitjat. Comparteixen algunes característiques clau que estan detallades en el següent gràfic:



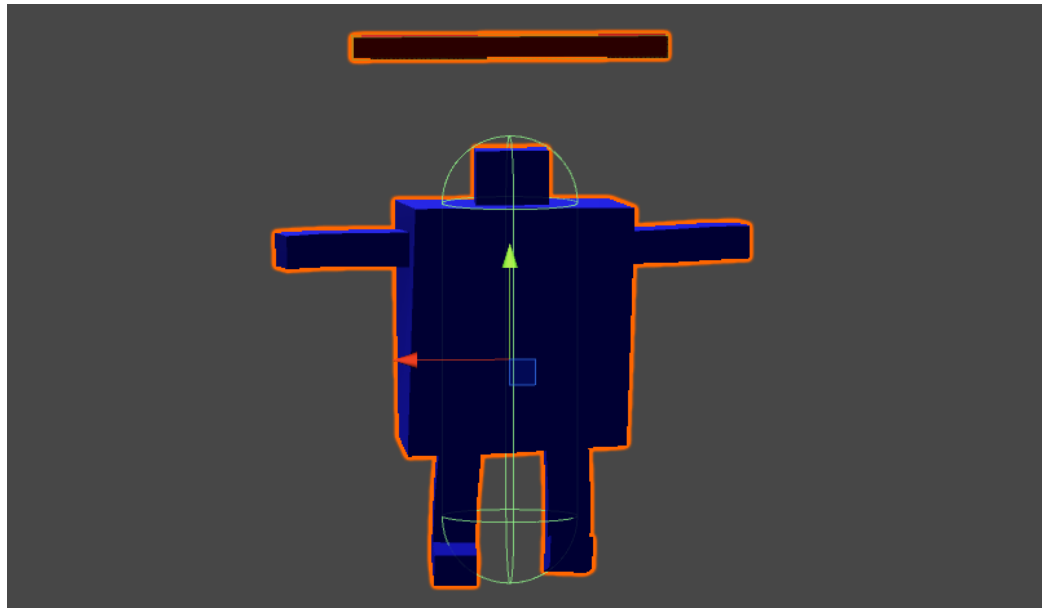
Il·lustració 13: Arquitectura de l'agorimse compartida per les tropes

A continuació definiré cada una de les tropes desenvolupades:


	Nom	Frankenstein
	Vida	3344
	Dany	211
	Velocitat moviment	4.5
	Velocitat d'atac	1 atac/s
	Massa	18
	Rang	Melee
	Objectiu	Edificis

Il·lustració 14: Primera carta, Frankenstein

Es tracta d'una unitat amb molta vida i molt lenta. La seva principal utilitat és "tanquejar" el dany de l'enemic ja que només ataca als edificis rivals.

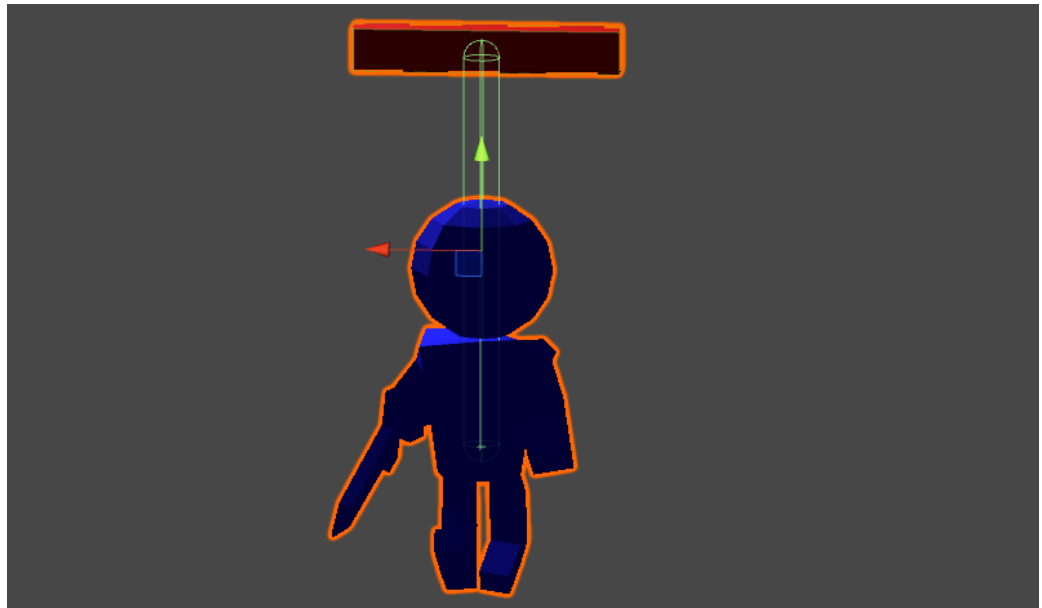


Il·lustració 15: Modelat 3D de Frankenstein

	Nom	Skeletons
	Vida	67
	Dany	67
	Velocitat moviment	9
	Velocitat d'atac	1 atac/s
	Massa	1
	Rang	Melee
	Objectiu	Tots

Il·lustració 16: Segona carta, Skeletons

És una unitat amb molt poca vida i dany però que només costa un de manà. Pot ser útil per distraure una tropa enemiga o per ciclar la baralla. Es tracta d'una carta que instancia 4 unitats en comptes de només una.

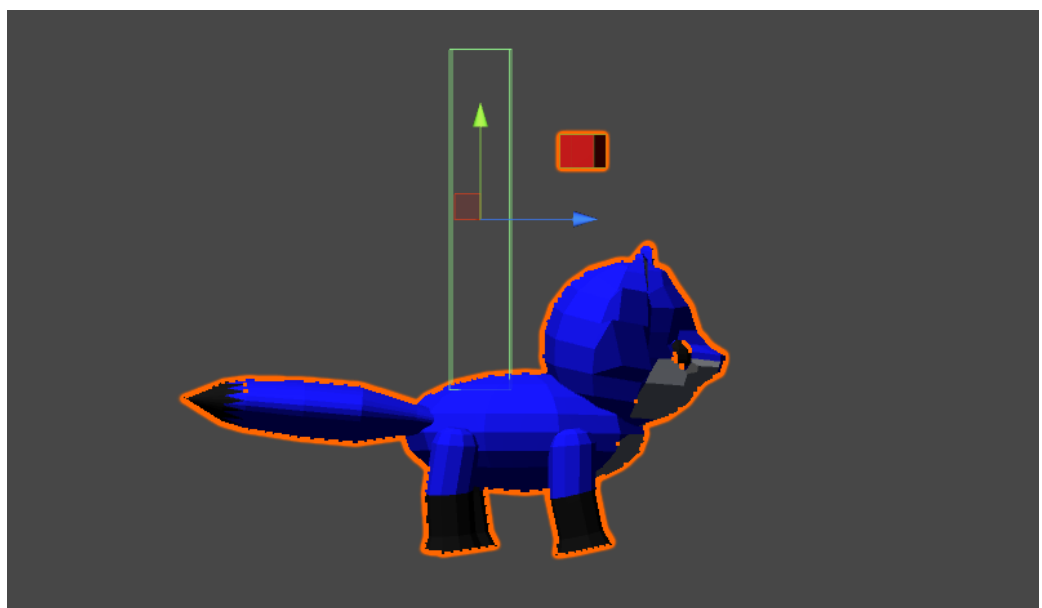


Il·lustració 17: Modelat 3D Skeletons

	Nom	Werewolf
	Vida	1408
	Dany	264
	Velocitat moviment	12
	Velocitat d'atac	1 atac/s
	Massa	4
	Rang	Melee
	Objectiu	Edificis

Il·lustració 18: Tercera carta, Werewolf

Es tracta d'una unitat molt ràpida que es dirigeix directament a atacar la torre just saltar a la batalla. És una unitat que obliga a defensar a l'enemic.

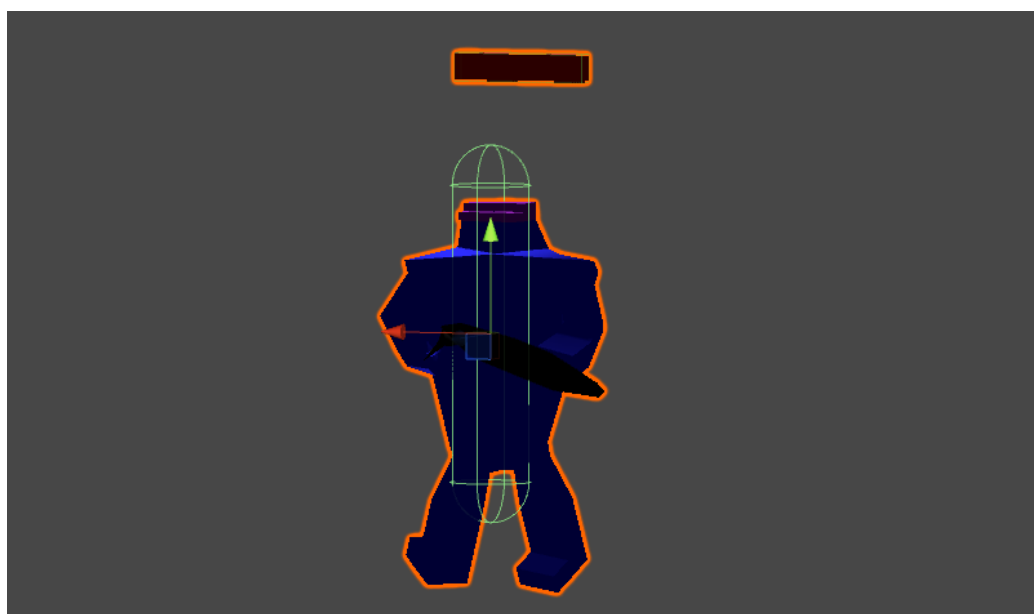


Il·lustració 19: Modelat 3D Werewolf

	Nom	Witch
	Vida	598
	Dany	176
	Velocitat moviment	6
	Velocitat d'atac	1 atac/s
	Massa	5
	Rang	40
	Objectiu	Tot


Il·lustració 20: Quarta carta, Witch

La principal característica d'aquesta carta es que tracta d'una unitat que pot disparar de llarga distancia. És un acompanyament ideal si està tanquejada d'una altra tropa.



Il·lustració 21: Modelat 3D Witch

4.2.3 Encanteris


	Nom	Explosion
	Dany a tropes	572
	Dany a edificis	201
	Diàmetre	22
	Objectiu	Tots

Il·lustració 22: cinquena carta, Explosion

Encanteri en forma d'explosió. Dany immediat, es pot tirar a l'altra banda del riu.



Il·lustració 23: Seqüència del Sistema de Partícules d'Explosion

	Nom	Lightning
	Dany a tropes	56
	Dany a edificis	159
	Diàmetre	18
	Objectiu	Tots

Il·lustració 24: Sisena carta, Lightning

Encanteri en forma de múltiples rajos. Té menys dany i diàmetre que l'anterior encanteri però també té un cost de manà menor.

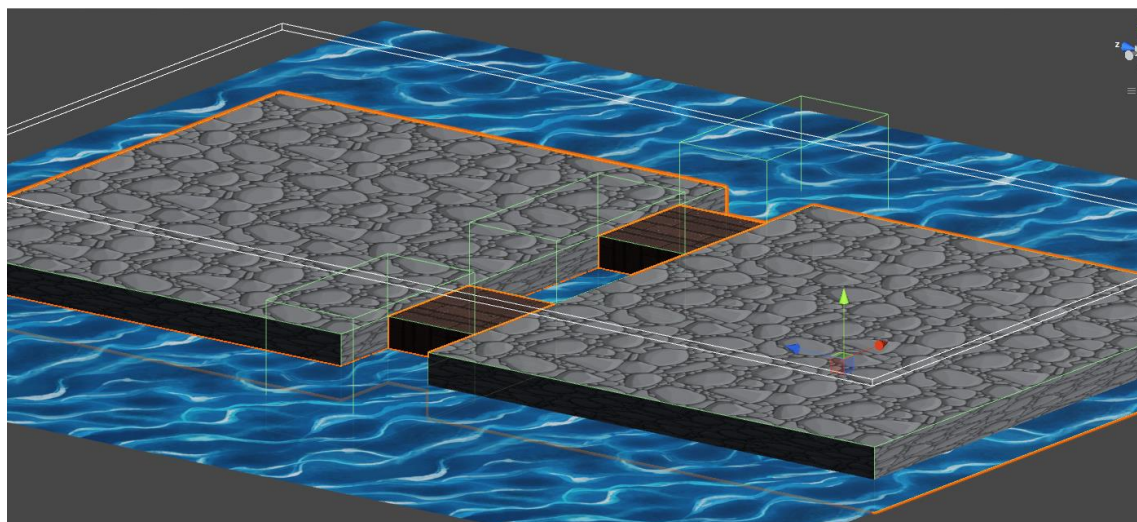


II-lustració 25: Seqüència del sistema de partícules de Lightning

4.3 Escenari

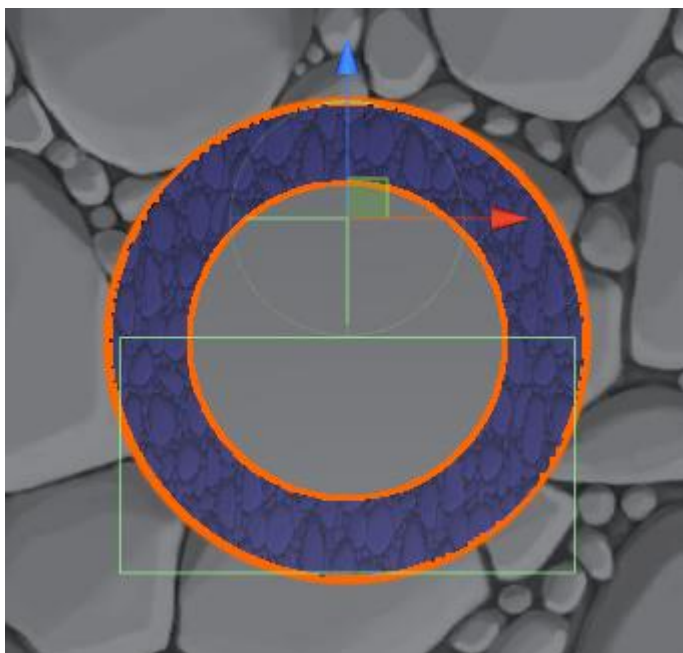
4.3.1 Situació

L'escenari està format per dos illes simètriques connectades per un pont. Per a simular l'aigua s'ha fet servir un *Plane* amb una textura blava. Per construir les illes i el pont he utilitzat l'Objecte 3D de Unity *Cube* i textures semblants a la roca i fusta.

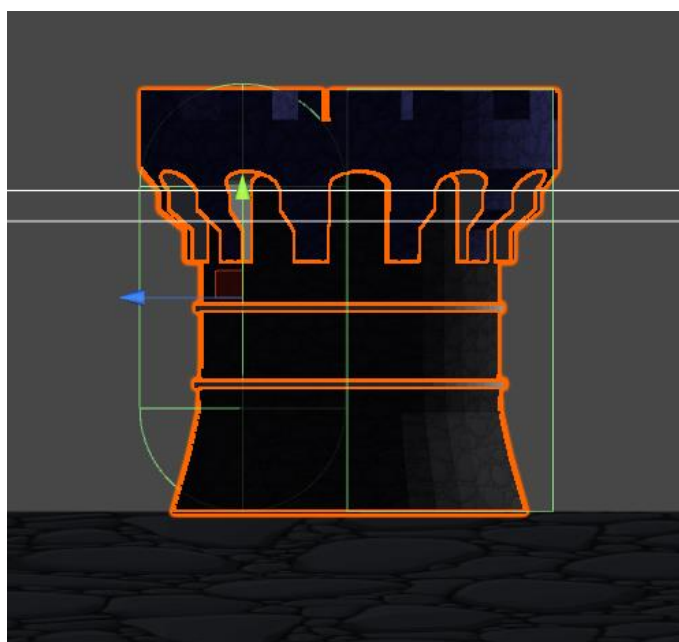


II-lustració 26: Escenari de fons del camp de batalla

Les torres formen una part de màxima importància dins de l'escenari ja que són el principal l'objectiu a destruir. Han estat modelades utilitzant Blender (5).



Il·lustració 27: Vista Superior de la torre i colliders

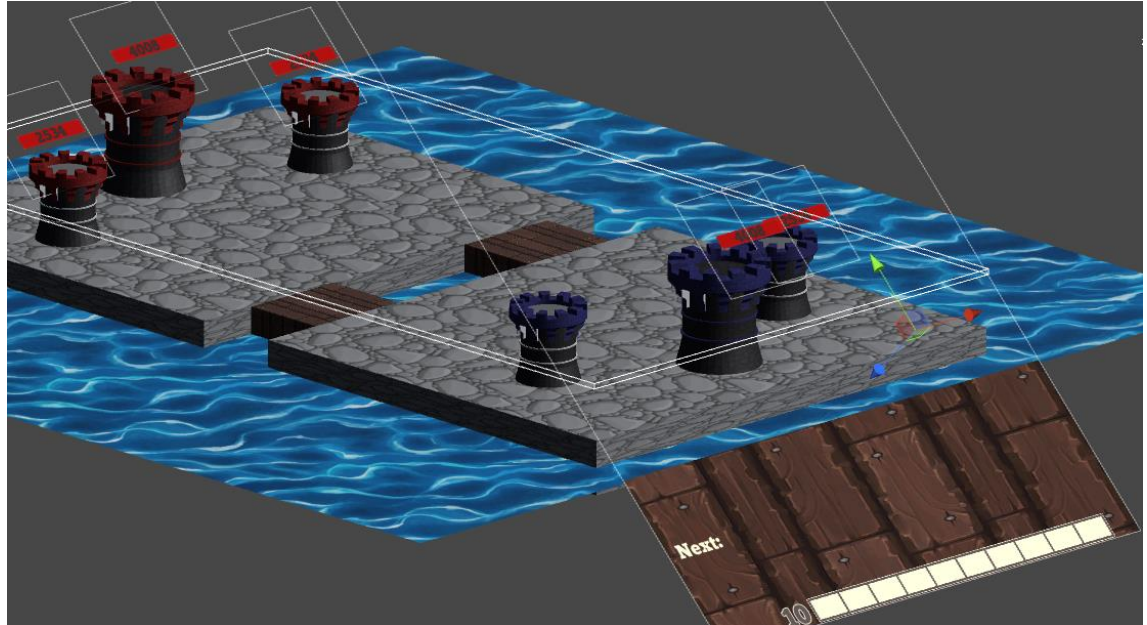


Il·lustració 28: Vista Lateral de la torre i colliders

Les torres tenen dos *colliders*. El primer és un *Box collider* situat al darrere de la torre. Estarà marcat amb un Tag especial i servirà a l'algorisme de pathfinding per detectar l'edifici com un obstacle a rodejar. El segon es un *Capsule collider* situat a la part frontal de la torre i serà l'objectiu al qual les tropes rivals intentaran arribar.

He hagut de separar la lògica en dos *colliders* perquè era la única manera d'aconseguir el comportament adequat. Si tot l'edifici fes ús d'un sol *collider* després no seria capaç d'arribar a l'objectiu ja que ho consideraria un obstacle.

L'escenari fa ús d'una càmera ortogonal acuradament col·locada perquè el *Canvas* amb la part de la baralla de l'usuari quedi degudament col·locada en la part inferior de la pantalla i el botó de cancel·lar partida i el cronòmetre quedin col·locats en la superior.



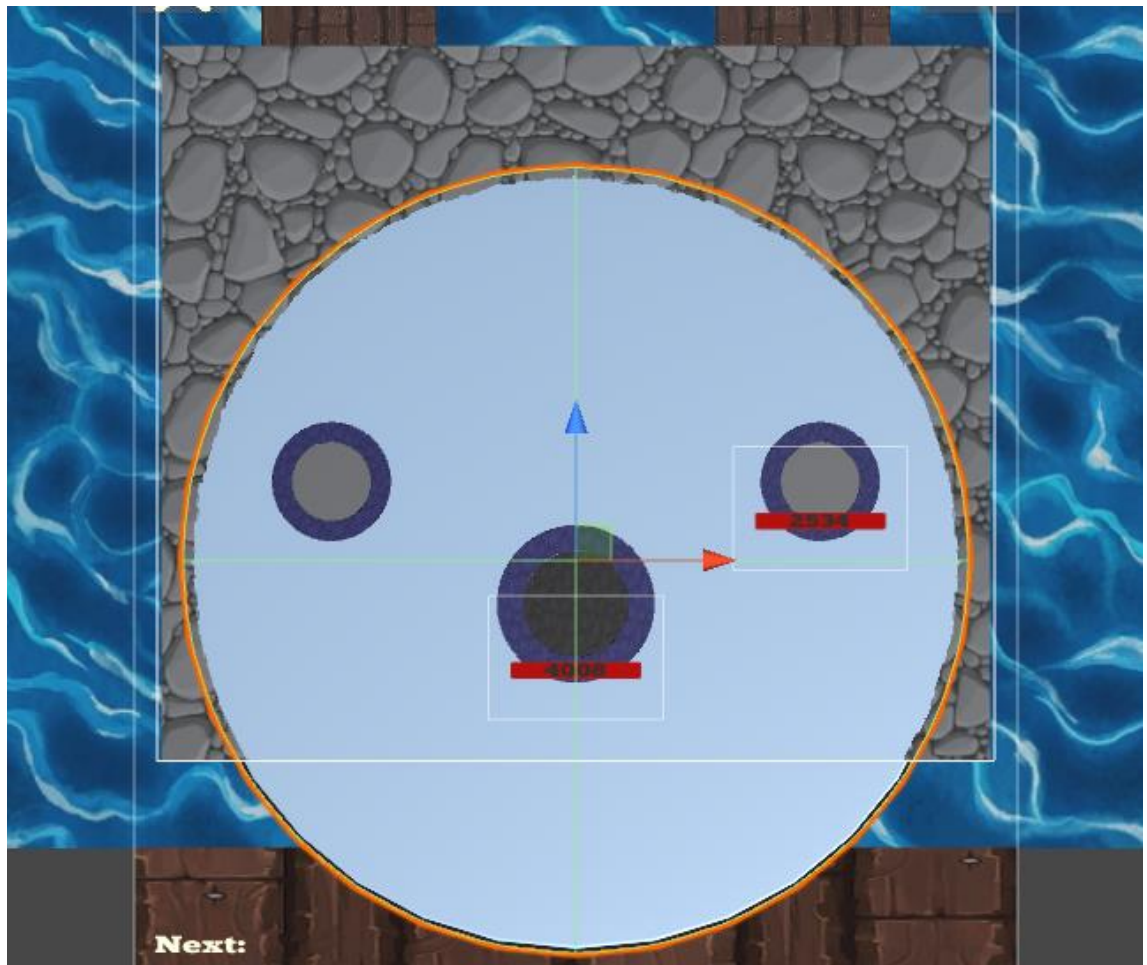
Il·lustració 29: Vista general de l'escenari

4.3.2 Funcionament

El funcionament de les torres és el següent: Quan detecten una tropa de l'equip contrari dins del seu rang la marquen com a objectiu i li disparen projectils fins que mor. Les torres disposen d'un rang de 45 unitats:

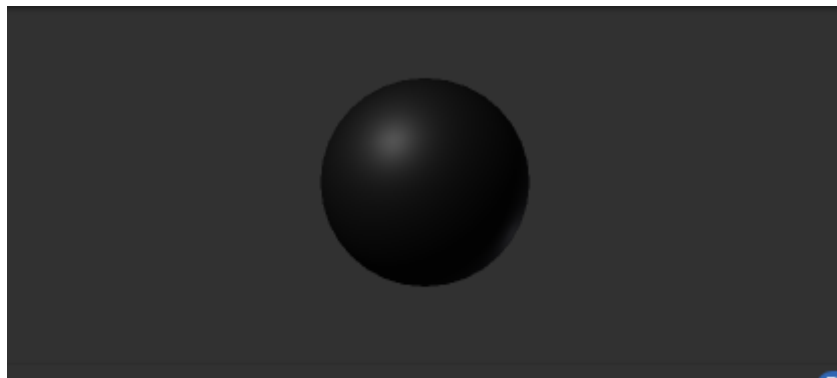


Il·lustració 30: Rang de la torre lateral



Il·lustració 31: Rang de la torre Central

La torre central és més gran que les laterals i també té més vida. Mentre que una torre lateral té 2534 punts de salut, la torre central en té 4008. Els dos tipus de torre fan servir el mateix tipus de projectil per disparar a les tropes, aquest és un projectil negre esfèric que causa 90 punts de dany a l'enemic.



Il·lustració 32: Projectil de les torres

4.4 Pathfinding

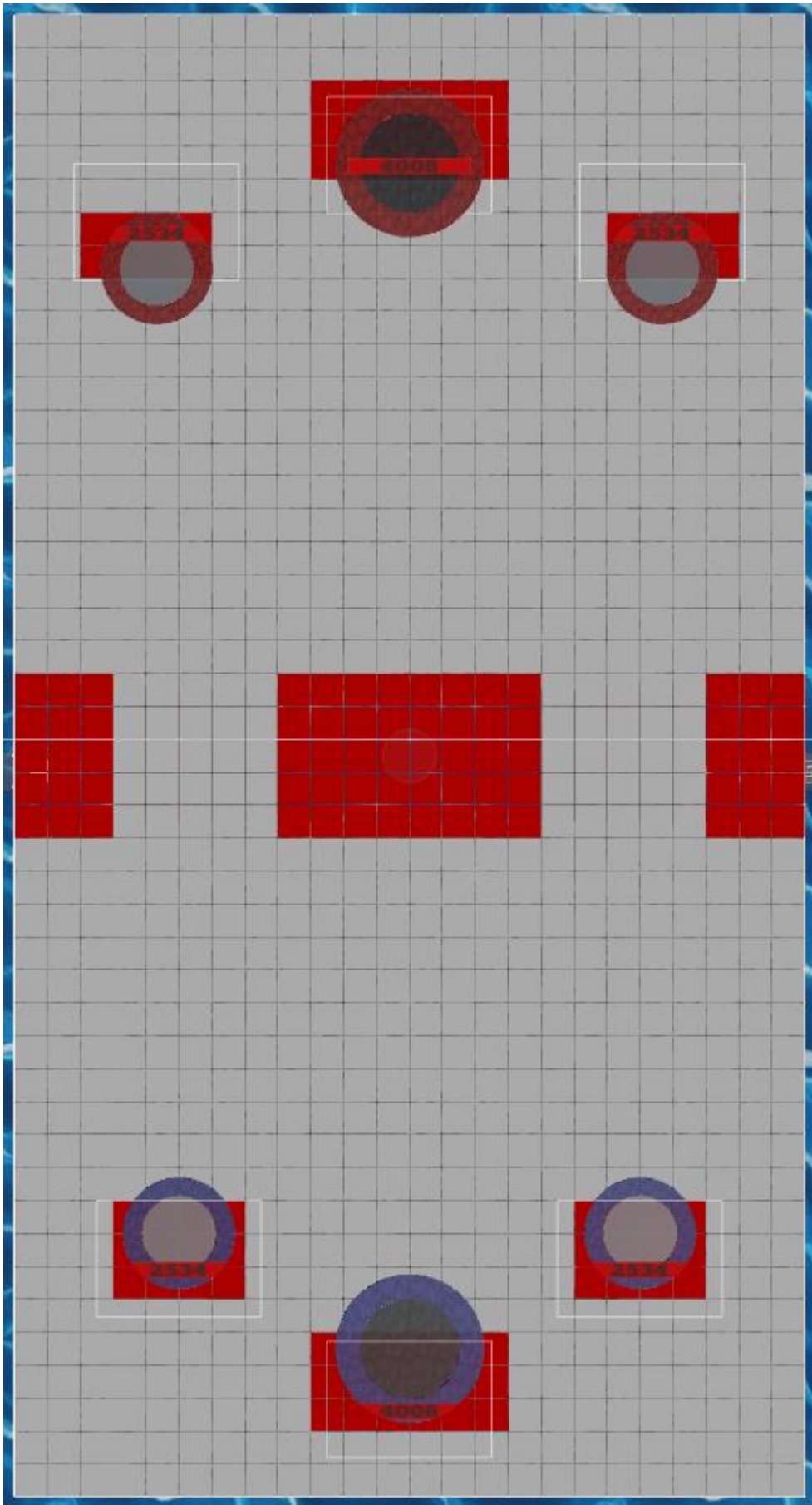
En computació s'anomena pathfinding a un algorisme emprat per buscar la ruta més curta entre dos punts. En el món dels videojocs i en aquesta aplicació en concret es vol fer servir per tal de que les entitats en moviment trobin el camí fins al seu objectiu evitant els obstacles.

Per tal d'implementar l'algorisme he aplicat el sistema que vaig aprendre en un curs de Udemy (6) ja fa uns quants anys. Els scripts utilitzats per resoldre la problemàtica són Node, Grid, Heap, PathFinding i RequestFindingPath.

Node i Grid

S'encarreguen d'estructurar el terreny per on s'haurà de desplaçar l'entitat. El *Grid* serà una graella rectangular formada per *Nodes*. Els nodes són la mínima representació del terreny per al qual es desplaçarà l'entitat. Tant el número de nodes que formen la graella com el radi del Node són paràmetres configurables per poder-se adaptar a diferents situacions d'ús.

En el nostre cas he utilitzat un Node amb radi de 2 unitats i una graella de 96 x 180 nodes. La suficient per cobrir tota la superfície del camp de batalla, quedant la graella com es veu a continuació:



Il·lustració 33: Grid del pathfinding

Heap

Bàsicament serveix per trobar el menor valor possible entre nodes de manera eficient. Això és possible perquè quan s'afegeix un nou *Node* al *Heap* ja han estat ordenats prèviament.

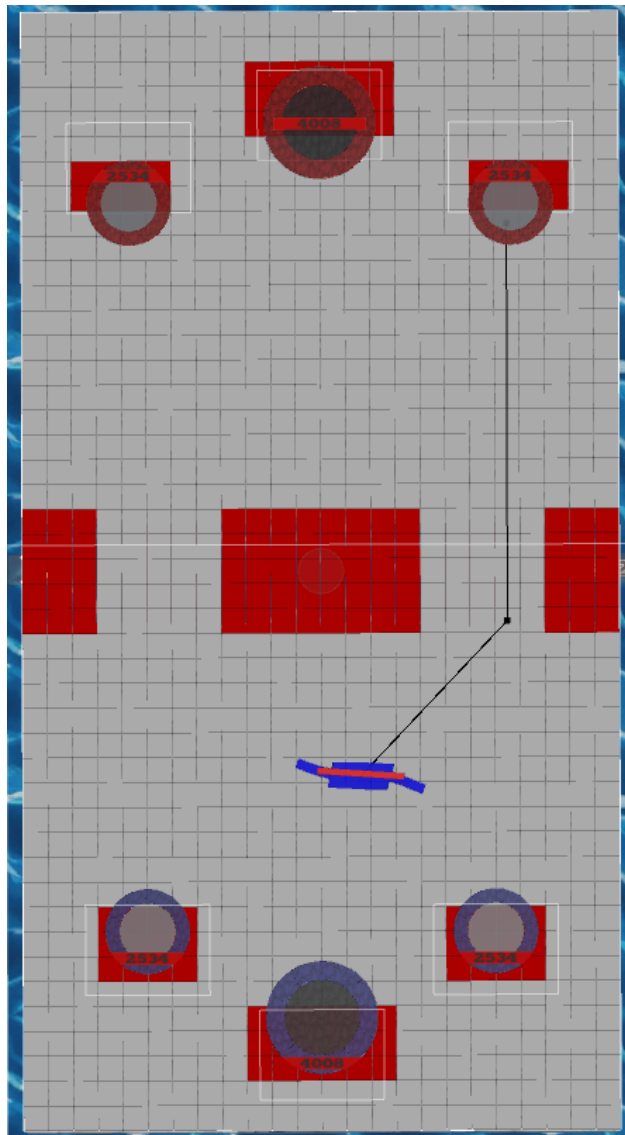
PathRequestManager

Ens permet rebre peticions de *PathRequest* i així poder-les posar en una cua.

Pathfinding

L'algòrisme més important. Fa ús de les anteriors classes per anar trobant el camí més curt fins a l'objectiu i anar movent el personatge en conseqüència entre els diferents nodes.

En la següent imatge podem veure com en llançar una tropa al camp de batalla aquesta se li assigna un *gizmo* amb el camí que recorrerà a continuació:



Il·lustració 34: Exemple de pathfinding

4.5 Scripts de Control

En aquesta secció detallaré el funcionament d'alguns dels scripts més importants del joc que serveixen per centralitzar el gameplay.

Control Center

És l'encarregat d'anar actualitzant el temps restant del joc, també controla quan s'ha de cridar la funció *RefreshGrid* de la classe *Grid* per tal actualitzar el contingut del terreny i fer que l'algorisme de pathfinding ja no consideri l'edifici un obstacle. Per acabar també disposa de la lògica necessària per canviar d'escena quan el joc finalitza.

ManaController

Aquest script té una única funció, proveir de manà als dos equips de manera incremental, de manera que els jugadors en rebin un suplement constant si es que no han arribat al màxim permès.

CycleController

És l'encarregat d'omplir la secció de cartes disponibles de la baralla dins del camp de batalla. A mesura que l'usuari en va gastant unes o altres el script realitza les tasques de substitució de cartes. Passa la última carta emprada al final de la llista i posa la següent dins de la posició de la carta que s'acaba de fer servir.

Drag

És el codi utilitzat en el Prefab⁷ *Card1*, que es l'utilitzat per instanciar les cartes en el *canvas* del camp de batalla. Aquesta classe implementa les interfícies *IDragHandler*, *IBeginDragHandler*, *IEndDragHandler*. Això permet arrastrar l'objecte contenidor per la pantalla i obtenir la posició del dit o ratolí en temps real en el mètode *OnDrag*.

Conté tota la lògica per instanciar un tipus de carta o una altra en funció del seu tipus i del seu equip.

4.6 IA rival

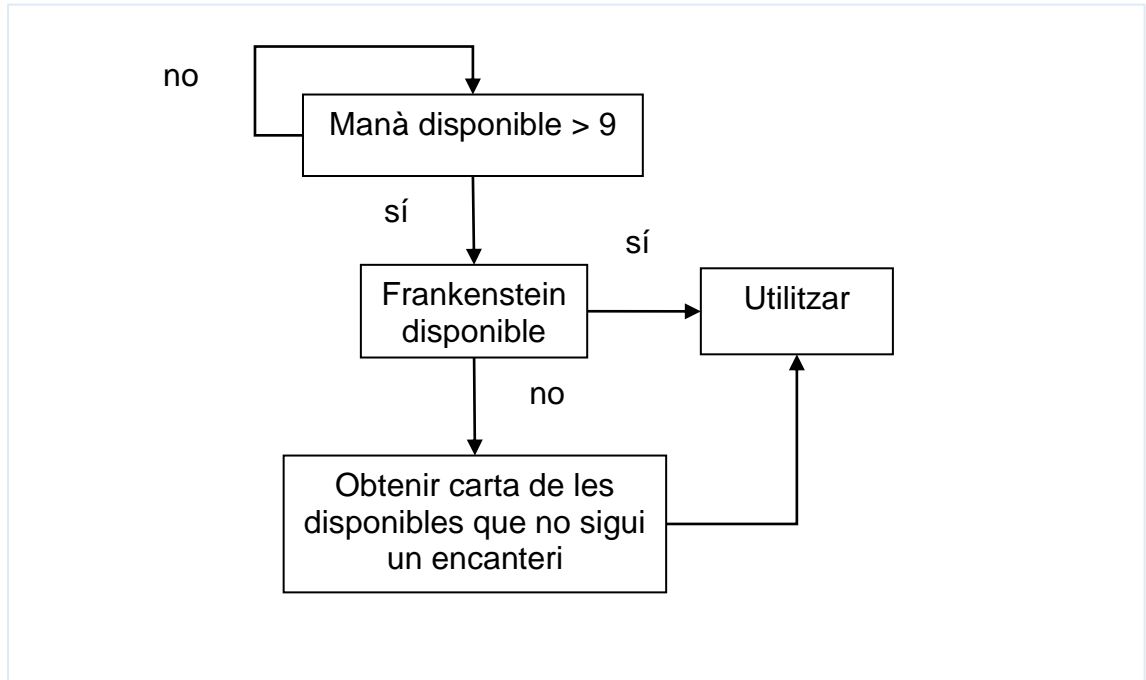
Com ja s'ha explicat en anteriors capítols el jugador s'enfrontarà a una IA que tirarà cartes a la arena de la mateixa manera que ho fa l'usuari. Aquesta intel·ligència artificial serà molt bàsica, només servirà perquè el jugador tingui algú contra qui enfrontar-se ja que no s'ha implementat un mode multijugador.

La IA rival l'he desenvolupat tenint en compte alguns aspectes claus per a un joc d'aquestes característiques: El primer aspecte es intentar aprofitar la tropa de "tanqueig" per absorbir dany. Es per això que la tropa Frankenstein serà clau en l'algorisme. El segon es no malbaratar

⁷ Prefab: <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>

mana, per aquest motiu el sistema no farà servir els encanteris per por a poder fallar o a gastar-los sense sentit. Tampoc deixarà que mai s'arribi al màxim de manà disponible.

En el següent diagrama s'exposa l'algorisme de control de la IA:



II-lustració 35: Diagrama de flux de la intel·ligència artificial rival

4.7 Contingut de tercers

Per a la realització del projecte s'ha fet ús d'un seguit de recursos externs necessaris per al desenvolupament del videojoc, concretament material gràfic i música/efectes sonors:

Material gràfic

Alguns dels recursos gràfics els he creat jo però crear absolutament tot no hauria estat possible. És per això que per a l'obtenció d'icones i textures he fet ús de dos llocs web que proveeixen continguts lliures de llicència, aquests són Flaticon (7) i Game-icons (8).

Per a generar el patró que utilitzo en el fons de l'aplicació he fet ús de BGPatters (9).

Material sonor

Per al material sonor he utilitzat contingut lliure procedent de Epidemic Sound (10). És un lloc web que et deixa fer ús de tot el seu contingut si et subscrius, sent el primer més gratuït. Disposa d'una base de dades amb multitud de temes i efectes sonors per a qualsevol situació.

5. Conclusions

Crec que la millor manera de concloure el treball és assumint que ha estat molt més dur del que em pensava. La idea inicial de fer un videojoc sempre m'havia motivat. A més no tenia cap idea d'aplicació convencional que no em semblés avorrida de realitzar.

Del treball en trec moltes coses positives, i alguna de negativa. Hi ha hagut dies que he estat hores intentant esbrinar com solucionar algun bug de la llarga llista de bugs que anaven sorgint cada dia, fet que em deprimia bastant. Ara tirant la vista enrere veig el munt que he après i estic satisfet de l'experiència.

En general s'han assolit els objectius descrits a la planificació. Els únics punts de caire tècnic que no he aconseguit han estat la implementació dels nivells de cartes i la botiga de cofres, que vaig desestimar per centrar-me en el nucli de l'aplicació. Al igual que la IA del rival, que hauria pogut ser millor.

L'objectiu principal de l'aplicació era aconseguir un joc funcional per a tant per iOS com per Android. M'ha sorprès gratament el funcionament de l'aplicació en els dispositius reals, pensava que tindria més mal de caps en aquest sentit.

Alguns dels objectius eren una mica relatius, ha quedat pales que no serveixo ni de dissenyador ni de modelador 3D. Fer un joc com aquest en solitari és complicat.

5.1 Anàlisi de la planificació i metodologia

Com ja he comentat en l'apartat 1.5, la planificació del màster ha estat un desastre. Vaig ser jo el que va decidir realitzar el TFM sense reduir la jornada laboral, però realment no pensava que la cosa es descontrolés tant. Si no hagués estat per aquest problema crec que la planificació que es va fer al principi era la correcta. Durant l'últim mes de màster he recuperat totes les hores perdudes.

L'únic punt de la metodologia que hauria pogut millorar seria la part de disseny de l'aplicació i prototipat. Degut a la falta d'una eina que em permetés fer un prototip per Unity i que aquest permet realitzar canvis de la UI amb facilitat vaig decidir prescindir del prototip.

5.2 Millores i desenvolupament futur

L'aplicació encara té molts punts a millorar i noves funcionalitats que li donarien molt més valor. Segurament segueixi amb el projecte una

vegada acabat el treball i implementi alguns dels punts que comentaré a continuació ja que em sembla que pot ser molt interessant:

- Pantalla amb la informació de la carta. De manera que una persona aliena al joc pugui saber que fa cada carta sense haver-la de provar abans. Ara mateix l'usuari no té manera de saber que fa cada carta si no llegeix prèviament aquesta memòria.
- Nivells de cartes i botiga de Cofres per tal d'aconseguir que la gent vulgui seguir progressant i aconseguint cartes.
- Millora de la IA del rival. És un tema complicat però seria ideal que la IA tingués diferents nivells d'intel·ligència i et poguessis enfrontar a ella en diferents reptes.
- Noves cartes, la aplicació ara mateix només inclou sis cartes, aquest número és molt pobre de cara a un llançament al mercat. Al menys serien necessàries una vintena de cartes abans de llançar una primera versió del joc.
- Localització i internacionalització de l'aplicació. Per tal d'arribar a tots els llocs del món.
- Millora del modelatge 3D de les cartes.
- La funcionalitat primordial per un joc d'aquestes característiques seria la realització d'un mode multijugador. Això dotaria d'una gran competitivitat el joc.

6. Glossari

APK	Android Application Package
eSports	Esports electrònics
GameObject	Classe base per totes les entitats d'una escena en Unity
Gizmo	Efecte visual permet aconseguir debugging gràfic
IA	Intel·ligència Artificial
JSON	Format de text lleuger per a l'intercanvi de dades
Mana	Font d'energia de jocs de rol i de cartes
Prefab	GameObject instanciable, reutilitzable i customitzat
Splasher	Pantalla d'inici de l'aplicació que serveix de transició
UI	Interfície d'usuari
Unity	Motor de creació de videojocs
XCode	Entorn de desenvolupament d'iOS

7. Bibliografía

1. *Unity3D*. [En línea] unity3d.com.
2. *Unreal Engine*. [En línea] unrealengine.com.
3. *Clash Royale*. [En línea] clashroyale.com.
4. *Unity UI Extensions*. [En línea] <https://bitbucket.org/UnityUIExtensions/unity-ui-extensions>.
5. *Blender*. [En línea] blender.org.
6. *Udemy*. [En línea] <https://udemy.com>.
7. *FlatIcon*. [En línea] flaticon.com.
8. *Game-icons*. [En línea] game-icon.net.
9. *BGPatterns*. [En línea] bgpatterns.com.
10. *Epidemic Sound*. [En línea] epidemicsound.com.