
Draconian Wars en Kardfy



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

DSIC
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

TREBALL FINAL DE MÀSTER

MÀSTER EN INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL,
IMATGE DIGITAL
I RECONeixEMENT DE FORMES

Juan Andrés Gimeno Crespo

Departament de Sistemes Informàtics i Computació
Universitat Politècnica de València

Setembre 2012

Dirigida per:
Ramón Mollá Vaya

Dedicatoria

Don't remember where I was
I realized life was a game
The more seriously I took things
The harder the rules became

I had no idea what it'd cost
My life passed before my eyes
I found out how little I accomplished
All my plans denied

So as you read this know my friends
I'd love to stay with you all
please smile when you think of me
My body's gone that's all all all...

A tout le monde
A tout mes amis
Je vous aime
Je dois partir
These are the last words
I'll ever speak
And they'll set me free

A tout le monde - Megadeth

Agraïments

Principalment agrair al tutor d'aquest Treball Final de Màster, Don Ramón Mollá, els seus consells i direcció, sense els quals no haguera sigut de cap manera possible la realització d'aquesta, degut a vasta extensió del món dels videojocs del que mai es deixa d'aprendre, exigeix el màxim de tantes disciplines i on Don Ramón ha sigut clau a l'hora de definir els ítems més importants i destacables de cada camp.

Al Màster d'Intel·ligència Artificial, Imatge Digital i Reconeixements de Formes, on no només se m'han ensenyat moltes i diverses tècniques d'IA que han inspirat directament aquest TFM, sinó que també he adquirit nocions importants d'altres camps que l'envolten que han sigut de gran ajuda per al desenvolupament del videojoc i del middleware.

Al equip Kardfy: Ricard López, Francesc López i Luís Valls. Sense un equip així no s'haguera pogut arribar fins on s'ha arribat fins ara, és fàcil començar un projecte tan ambiciós, el que no és tan fàcil és acabar-lo i amb el Draconian Wars ens hem demostrat que ho podem fer, des de zero.

Al laboratori 108 del DSIC ;)

Al institut IDEAS perquè han sabut inspirar-nos en màrketing, com trobar el client final sabent els seus: gustos, pensament, agrupacions, resta de videojocs i jocs als que juguen, i com millorar la manera de vendre's buscant la manera més adient de comunicar-se amb els futurs jugadors, els llocs on donar-se a conèixer i, aprofitar el feedback dels beta-testers per millorar alguns aspectes del videojoc.

A tots aquells que han provat el joc i la plataforma fins al moment.

Índex

1	Introducció	1
1.1	Objectiu	1
1.2	Resum	1
2	Anàlisi de mercat	5
2.1	Videojocs	5
2.2	Els Jocs de Cartes Col·leccionables	8
2.2.1	Món físic	9
2.2.2	Món dels videojocs	10
2.3	Anàlisi DAFO	11
2.3.1	Elements externs	11
2.3.2	Elements interns	12
2.4	Mercat al que ens dirigim	14
2.5	Competència i comparatives	14
2.6	Distinció de la resta del mercat	16
2.7	Model de negoci	17
3	Disseny del joc	19
3.1	Història	19
3.2	Mecànica del joc	21
3.2.1	Disposició bàsica	21
3.2.2	Desenvolupament de la partida	22
3.2.3	Fases	22
3.2.4	Tipus de cartes	24
3.3	Presentació	26
3.4	Interfície d'usuari	27
3.5	Jugabilitat, Documentació i Corba d'Aprenentatge	28
3.6	Intel·ligència Artificial	28
3.7	Estimació de l'esforç	30
4	Plataforma	33
4.1	Arquitectura del sistema	33
4.2	Requisits del videojoc	34

4.2.1	Motor del joc	34
4.2.2	Representació del món	38
4.2.3	Joc individual	38
4.2.4	Joc multijugador	39
4.3	Conclusions	39
5	Desenvolupament del videojoc	41
5.1	Mecànica del joc	41
5.2	Plataformes, SO i dispositius	43
5.3	Codi extern	43
5.4	Objectes	43
5.5	Bucle principal	46
5.6	Multijugador	47
5.7	Intel·ligència Artificial	51
5.7.1	Motivació	51
5.7.2	IA en altres JCC	51
5.7.3	IA Draconian Wars	52
5.7.4	Decisions fase per fase	56
6	Treball futur	59
7	Conclusions	61
	Bibliografia	63

Índex de figures

2.1	Proporció de població que juga a videojocs per any i sexe: Europa	6
2.2	Temps VS edat, genere i plataforma en Europa	7
2.3	Vendes de videojocs en E.E.U.U. en 2010 i tendències.	7
2.4	Quota de mercat en Àsia per edats.	8
3.1	Mapa de Hyperborea	20
3.2	Disposició de les cartes a l'inici de la partida	21
3.3	Fases de combat	23
3.4	Cartes de tipus Unitat: (a) i (b)	24
3.5	Cartes de tipus Arma: (a) i (b)	25
3.6	Cartes de tipus Equipament: (a) i (b)	26
3.7	Cartes de tipus Interrupció: (a) i (b)	27
3.8	Fate Step, furtant destí a la primera fase de combat.	28
3.9	La carta amb neó verd indica que pot ser oritge d'una acció.	29
3.10	Diagrama de treball.	31
4.1	HUD usuari: (b) i oponent:(a)	38
4.2	Estructura principal de la plataforma.	40
5.1	Menú principal Draconian Wars.	41
5.2	Editor baralla Draconian Wars.	42
5.3	Diagrama de Carta, tipus, subtipus i instàncies	53

Índex de taules

2.1	Elements externs: oportunitats i amenaces	12
2.2	Elements interns: fortaleses i debilitats	13
2.3	Comparativa característiques de la competència	16

Capítol 1

Introducció

En aquest capítol es descriu l'objectiu principal d'aquest Treball Final de Màster i s'ofereix un resum de cadascun dels capítols que la comprenen.

1.1 Objectiu

La temàtica d'aquest Treball Final de Màster gira al voltant dels Jocs de Cartes Col·leccionables o JCC, que són jocs de cartes on cada carta posseeix personalitat pròpia o compleix amb un rol específic que ve descrit en aquesta i que dona certs avantatges durant el joc. La naturalesa d'aquests tipus de joc és molt social, ja que no només es col·leccionen cartes sinó que també es bescanvien cartes amb altres jugadors i molts jugadors coneixen a la perfecció totes les cartes per saber quines estratègies són les més adients per atacar o defensar's davant cada rival.

L'objectiu ha sigut per tant, el desenvolupament d'un middleware per a la creació de jocs de tipus JCC complexos i amb cartes que poden trencar aquestes regles establertes per la mecànica, acompanyat d'una posada en escena implementant un videojoc basat en JCC, anomenat Draconian Wars, des de zero, amb mode de joc individual, creant una Intel·ligència Artificial complexa i competitiva alhora que flexible.

També s'ha creat una plataforma on-line per aglutinar aquests tipus de jugadors al voltant d'aquests jocs, on puguem discutir sobre el joc, les diferents estratègies o diferents cartes, bescanviar amb altres jugadors les cartes que vulguem i organitzar lligues i tornejos amb els seus amics tenint en compte l'aspecte social inseparable i inherent al joc, aglutinant aquests jugadors independentment de la plataforma, consola o SO del que facen ús.

1.2 Resum

Aquesta Treball Final de Màster s'ha organitzat de la següent manera, al capítol 2 s'ha realitzat un estudi de mercat al món dels videojocs en Europa,

E.E.U.U. i Àsia on s'explica a quin tipus de public anirà adreçat el nostre producte, buscant tota la informació possible del nínxol objectiu, per a les diferents plataformes, consoles, Sistemes Operatius i dispositius, en un context tan especial que ens ofereix la suma dels següents factors: la generació de consoles més llarga de l'història, la barreja de diferents tipus de dispositius mòbils capaços d'executar jocs d'altres exigències gràfiques, la globalització i democratització del Internet junt a la sincronització dels diferents dispositius gràcies al núvol i sumat al canvi econòmic mundial i les tendències dels últims anys al món del videojoc, garanteixen un canvi en el model de negoci tradicional que dona una gran possibilitat de triomfar i d'accés a empreses menudes i independents sense molts recursos entre les quals ens considerem.

En el capítol 3 veurem els factors de disseny del joc que s'acobla a les qüestions discutides i al graf DAFO creat a l'anterior capítol. Així doncs, s'explica la mecànica del joc, les diferents fases, tipus de cartes i les seves característiques, deduint que és un joc alhora complex i addictiu, diferenciant-se de la competència que tendeix a la simplicitat i al món dels jocs casuals, quan s'ha observat al anterior capítol que la tendència d'un mercat madur és a que la gent de mitjana edat i major també jugue i que cada vegada ho facen més hores. La història en la que es basa el joc s'inspira en novel·les de ciència-ficció, barrejant elements de diferents estils, com dracs, mitologia, tecnologia de vapor, que representen les tres faccions principals del joc: Draconian, Technocrat i Neutral, amb una estètica clàssica del món de la fantasia en el cas dels primers, un estil *steam-punk* per al cas dels segons i per últim amb un toc de la cultura Inca i Maia per a la darrera facció, sempre procurant abarcar un públic juvenil o madur. Es remarca en aquest capítol també el tipus de interfície d'usuari que s'ha emprat, imitant la realitat en la mesura del possible i essent fidels als jugadors més puristes, i també s'explica de quins avantatges s'aprofitem pel fet de tractar-se d'una versió digital, es a dir un videojoc, i perquè. Finalment és realitza una estimació de l'esforç del seu desenvolupament.

En el capítol 4 es tracten els requisits del videojoc desenvolupat i, les eleccions que s'han hagut de fer per poder reaprofitar al màxim l'esforç realitzat. Una d'aquestes eleccions que condiona la resta del desenvolupament és l'elecció del motor gràfic i del videojoc que en aquest cas s'ha decantat a favor de Unity 3D per la seva facilitat d'ús, potència, versatilitat, possibilitat d'expansió, preu i la seva capacitat d'exportar a diferents dispositius, consoles i S.O. Aquesta diversitat de plataformes de destí que podem abarcar amb un esforç mínim quadra perfectament en el nostre plantejament que va en consonància amb la maduresa del mercat, que ja no només exigeix jocs casuals, sinó que també hi ha lloc per al jocs més elaborats i que representen un repte per als jugadors, no només de PC i consola com ha vingut essent tradicionalment sinó als diferents dispositius, amb els avantatges que representa el poder fer partides de jocs basats en torns en diferit sense desapropitar la potència gràfica i de càlcul que hui en dia han adquirit aquestos dispositius.

El desenvolupament del joc en sí s'explica al 5 on es fa un recorregut pels principals objectes de joc i classes creades en pro de la programació modular i organitzada, pensant en futures ampliacions amb més cartes amb noves característiques. Es descriu el bucle principal del videojoc, on s'observa que està distribuït en diversos objectes del joc, a través de les diferents accions que condueixen el joc com el TurnHelper, GameHelper, Table o SmartPlayer. Seguidament s'explicaran les diferències entre la modalitat multijugador i joc individual, i quin tipus d'arquitectura i tecnologia s'ha utilitzat per desenvolupar el mode multijugador.

En aquest capítol mereix una menció especial la Intel·ligència Artificial que l'autor d'aquest treball ha desenvolupat, on tradicionalment la competència ha creat simples màquines d'estats amb alguna carta escriptada. D'altra banda, observant la competència més capaç, MTG/MDP ¹, tenim una solució que alhora que complexa, requereix molt de càlcul i molt de processament, no apte a tots els dispositius sempre, utilitzant arbres de decisió amb heurístiques que tracten de predir que passarà diverses jugades després i especulen amb les cartes que el oponent pot tenir a la mà, llençant diversos fils en paral·lel per fer aquests càlculs mentre el oponent decideix que va a fer. En el cas del Draconian Wars, s'utilitzen diverses tècniques depenent de la fase en la que es troba el joc i de les cartes que hi ha en joc, i la decisió sempre és el resultat d'una subhasta anglesa d'una ronda en la que participen totes les cartes en joc, donant una funció d'utilitat observant el context. Aquesta avaluació es realitzarà a diversos nivells de classe de carta, depenent de si és una unitat o una arma o si és una interrupció o fins i tot donant la possibilitat d'abaixar fins al punt de tenir la decisió presa per l'individu/carta particular en sí, tractant-se de la decisió en aquest cas més concreta i eficient, degut a que en aquest cas, s'aprofitem dels avantatges que pot comportar utilitzar aquesta carta en un determinat moment o context en concret, retallant molt l'arbre de decisions buscant combinacions i jugades més útils amb informació sensible de primera mà i a molt baix nivell, presentant com a principal avantatge el fet de que no estem utilitzant tant de càlcul i les decisions van a ser molt pròximes a la més eficient. Cal destacar que la IA creada per al Draconian Wars és modelable a nivell estratègic, definint una serie de variables, comunicarem de manera central a les nostres cartes diversos lindars per a realitzar atacs, realitzar desplegaments, conquerir àrees o moure's per aquestes.

Aquest Treball Final de Màster finalitzarà amb un capítol per a possibles treballs futurs 6 i un de conclusions 7. També es podrà veure amb més detall tot el que s'exposa en aquest treball a la bibliografia i els annexes disponibles al final d'aquest.

¹Magic: The Gathering, primera versió on-line del famós JCC i com a següent versió Magic: Duels of Planeswalkers.

Capítol 2

Anàlisi de mercat

2.1 Videojocs

L'indústria dels videojocs o, indústria de l'entreteniment interactiu, és el sector econòmic que comprèn el desenvolupament, *marketing* i vendes de videojocs. Implica dotzenes de diferents disciplines de treball i centenars de llocs de treball arreu del món.

Considerat per alguns com una curiositat a meitat dels 70, tant els ordinadors com els videojocs han passat d'estar en mercats molt focalitzats al gran públic. En 2007 donaren un benefici net de US\$9.500 milions, en 2008 foren US\$11.700 milions i en 2010 més de US\$25.100 milions [4].

La plataforma principal per a jugar ha anat alternant-se, començant amb les primeres proves de concepte i primers prototips amb computadors, que prompte arribaren en forma de màquines d'arcade situades en massa a bars i recreatius, poc a poc es popularitzaren les consoles de casa i els ordinadors personals que milloraven de manera exponencial amb el temps, fins ser capaços d'executar jocs tan potents com les consoles de casa. Poc a poc les consoles s'han especialitzat en l'execució de jocs i la seva qualitat/preu és superior al d'un ordinador personal utilitzat per jugar. Hui en dia la potència del maquinari, ha dotat a aparells com els mòbils de suficient potència com per executar qualsevol tipus de joc amb molta qualitat, també ha esdevingut en un nou tipus d'ordinador personal: les tauletes, considerades un pas intermedi entre l'ordinador portàtil i el mòbil, on també es disposa de potència suficient per mostrar tot tipus de gràfics [17].

No només ha evolucionat i s'ha ampliat el món del maquinari en aquest camp, també ho ha fet la manera en la que els videojocs es venen, començant per les màquines arcade on es pagava per jugar durant un temps determinat, passant per la compra dels jocs físics per a la consola, PC o l'arrendament d'aquests. Hui en dia la compra es pot fer mitjançant molts dels portals disponibles a les diferents plataformes de les pròpies consoles, mòbils i fins i tot PC on els productes s'adquireixen dirèctamet de la xarxa. Molts dels jocs

ofereixen dues versions, una gratuïta amb opcions limitades per a que l'usuari el pugui provar i una altra ja completa amb totes les opcions desbloquejades. Altra tècnica de venda és ofertar el videojoc totalment gratuït oferint millores o ítem a canvi d'una xicoteta suma de diners.

Ens trobem en un sector que ha sabut transformar-se, adaptar-se i que continua adquirint adeptes de tot tipus i gustos i, abarcant àmbits cada vegada més interdisciplinars. És per tant indispensable separar el mercat de potencials jugadors per diverses característiques com: sexe, edat, país o continent, cultura, estudis, treball, intentant vincular aquests amb plataformes utilitzades, tipus de joc, temàtica, entre molts altres. Per tant s'ha realitzat un estudi de mercat atenent a diferents característiques de tres regions, Europa, E.E.U.U. i Japó, on s'estudien amb detall i s'analitzen alguns factors prèviament esmentats de la població en general i especialment dels jugadors de videojocs de qualsevol tipus de plataforma tant mòbil, consola com PC.

A la Europa dels 27 un 18% dels poseidors d'una casa fan ús de la consola, i comptant les 8 majors nacions s'estima que a 2010 hi havia un total de 79.2 milions de jugadors, si comptem 18 països la suma s'eleva fins als 95.2 milions de jugadors essent el 29% d'una edat compresa entre els 30-49 anys, on la major part del que resta és un públic jove d'un 57% mentre que el percentatge reservat per als majors de 55 anys és d'un 9%. Si fem l'anàlisi per edats de jugadors i no jugadors, el 68% dels joves entre 16 i 19 anys juguen assíduament, aquest percentatge baixa paulatinament conforme l'edat augmenta com es pot observar en la figura 2.1.

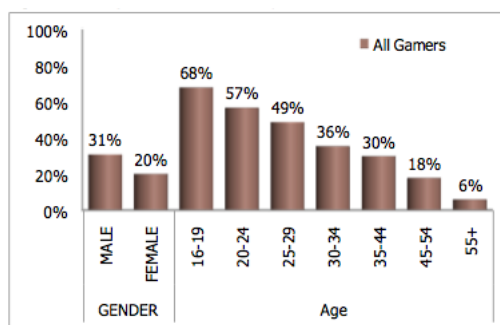


Figura 2.1: Proporción de població que juga a videojocs per any i sexe: Europa

Un factor molt interessant a l'hora de dissenyar un joc és el temps que el jugador va a dedicar-li a aquest, depenent de l'edat i de la plataforma emprada o el sexe. Com s'observa a 2.2 si fem un joc que cal dedicar-li un hora al dia o més, disposem de menys del 50% de quota de jugadors, sent el mínim en el cas de les dones amb un 32% i màxim en el cas dels homes de 16 fins als 24 anys, amb un percentatge del 49% de quota. Per plataformes, amb poca variabilitat tenim que els jugadors més dedicats són aquells que utilitzen el PC, seguit dels dispositius mòbils i per últim les consoles. Amb l'edat s'ob-

serva un ús més casual dels videojocs ja que va disminuint el temps dedicat a aquests [3] [6] [10] [11].

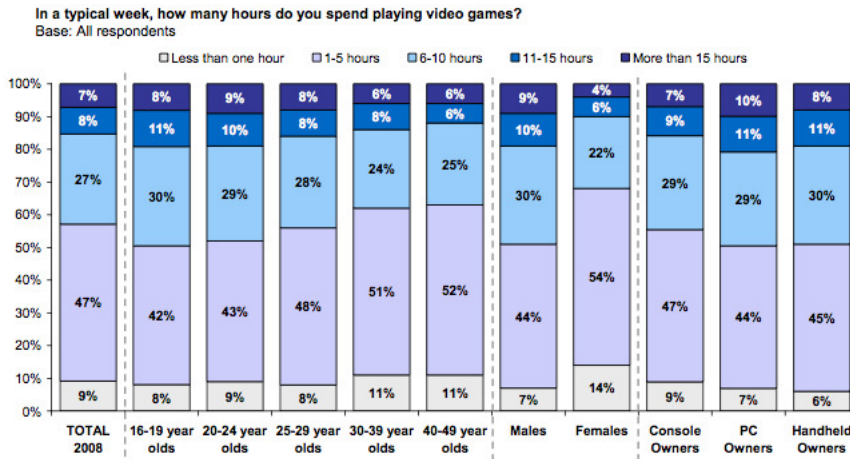


Figura 2.2: Temps VS edat, genere i plataforma en Europa

En els E.E.U.U. el 65% dels propietaris d'una casa juguen a videojocs, comptent el 49% d'aquests una edat entre 18 i 49 anys, el 26% no arriba als 18 anys mentre que el restant 25% té més de 50 anys. Així doncs, ja comença a notar-se la maduresa de la cultura del videojoc en aquesta regió. En la època arcade foren els màxims exportadors de maquinari especialitzat, subcontractant moltes vegades el desenvolupament de videojocs a diferents empreses de Japó com Atari o Taito. Hui en dia és el màxim exportador de consoles, mòbils i PC encara que tots ells de fabricació xinesa, també és el màxim exportador de videojocs amb les franquícies més fortes [12].

Aquest mercat és suficientment madur com per prendre's com a referència del que va a passar a la resta de regions del món en un futur, és per això que és molt interessant analitzar la figura 2.3.

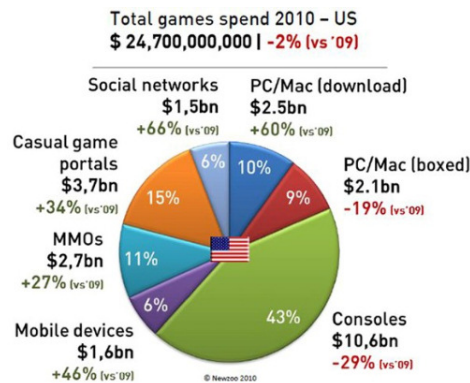


Figura 2.3: Vendes de videojocs en E.E.U.U. en 2010 i tendències.

Com pot observar-se, el mercat tradicional de videojocs en caixa per a consoles i PC ocupa encara més de la meitat del diagrama, però amb una tendència forta a la baixa respecte a només un any enrere, mentre que els videojocs descarregables i jugats de manera on-line dintre de xarxes socials, mòbils, o en portals creixen fortament. Entre els sectors més a l'alça es troben les xarxes socials, jocs descarregables i dispositius mòbils, amb creixements que van des del 46% fins al 66% anuals.

Al Japó el 40% de la població adulta juga assíduament a videojocs, és també un mercat madur com l'Amèrica, llevat que en Àsia els jugadors són bastant més assidus i juguen durant més hores a la setmana. Dintre del continent asiàtic cal destacar que Japó és la gran rival dels E.E.U.U. en quant a exportació de jocs i consoles es refereix, mentre que Corea del Sud és un mercat on es consumeix molt tot tipus de producte relacionat amb els videojocs, creant-se una cultura, manera de viure i economia al voltant d'aquesta, cal destacar també que és el primer país on s'ha creat el que s'anomena *progamer*, jugador professional dedicat a la competició de videojocs [24].

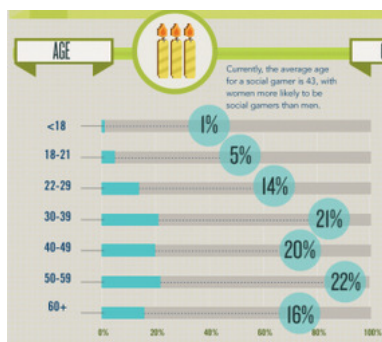


Figura 2.4: Quota de mercat en Àsia per edats.

2.2 Els Jocs de Cartes Col·leccionables

Els Jocs de Cartes Col·leccionables (Collectible Card Games), JCC, també anomenats Jocs de Cartes Bescanviabls o Jocs de Cartes Personalitzables és un tipus de joc que utilitza conjunts de cartes no predefinides i de tipus i característiques diverses que li atorguen individualitat a cada carta. Els jugadors construeixen la seva baralla lliurement d'acord a les regles de cada tipus de joc en particular.

El concepte modern de JCC naix en 1993 amb Magic: The Gathering, joc creat per Richard Garfield i publicat per Wizards of the Coast [27], encara que anteriorment existien jocs de cartes amb regles més simples, baralles predefinides i menor complexitat, el primer d'ells registrat en 1904 per The Allegheny Card Co. i anomenat The Base Ball Card Game [1].

La principal característica d'un JCC és la individualitat de cada carta, la qual, duu escrita la seua funció en el joc, efectes i característiques. Els jocs de naips tradicionals utilitzen sempre les mateixes cartes que cobren efecte segons les regles del joc; els JCCs utilitzen unes regles que defineixen el desenvolupament de la partida i les condicions de victòria però són les cartes les quals defineixen la seua pròpia funció.

Cada joc disposa d'una varietat relativament amplia de cartes que el jugador utilitzarà per crear la seua pròpia baralla per jugar. Aquesta part del joc és tan important com el joc en sí, depenent de l'estratègia a emprar durant el joc, el jugador crearà una baralla atenent a les característiques que li interessin. Aquesta peculiaritat dona com a resultat una variant de tàctiques molt amplia i en definitiva fa que cada partida pugui ser totalment diferent a l'anterior.

Establint un paralelisme, un JCC és un joc d'escacs on cada jugador escull les seues 16 peces inicials de les milers disponibles, essent cada peça especial en moviments i efectes propis jugant sempre baix les normes del tauler d'escacs.

L'empresa Wizards Of The Coast, va difondre aquest concepte, imitat en centenars de jocs distints, cadascú amb les seues pròpies regles i característiques, donant lloc a un segment de l'oci únic, tremendament ampli i que des de 1993 no ha parat de créixer amb milions de aficionats en tot el globus ja que presenta un joc totalment distint conegut, desafiador per la seua profunditat i infinites combinacions d'estratègia, addictiu ja que les successives partides poden conduir-se de manera totalment nova, amb un ampli programa de tornejos i esdeveniments que abasten des de menuts tornejos locals a un circuit professional amb grans premis en metàl·lic. Posteriorment producte de l'èxit d'aquesta empresa apareixerien altres empreses amb nous jocs de cartes col·leccionables, tendint a la simplificació en la majoria dels casos per abarcar un públic cada vegada més jove.

Les baralles es caracteritzen per ser fàcilment transportables, la qual cosa fa que pugui jugar-se en qualsevol lloc contra qualsevol persona, fent així un joc social que pot practicar-se amb un variat nombre de jugadors, donant lloc a tantes situacions de partida que, encara que una baralla d'un jugador siga superior a un rival concret, igualment pot succeir que aquest jugador es veja en seriosos destrets contra un altre. [26]

2.2.1 Món físic

En aquesta secció repassem els títols més significatius i rentables que s'han succeït des que va néixer el nou concepte de JCC, comencem amb el més conegut de tots:

- **Magic: The Gathering, MTG:** publicat per Wizard of the Coast, llençat en 1993, es basa en les novel·les publicades també per Wizard

of the Coast i treu noves cartes cada any o fins i tot més freqüentment. És el primer dels JCC moderns. Organitza competicions arreu del món amb milers d'euros en joc. Es calcula que hi ha 6 milions de jugadors a 70 països diferents i és la franquícia que més ha venut de manera constant al llarg de la seva existència. El temps estimat de joc és de 25 minuts i és per a 2 o més jugadors, l'edat recomanada per a jugar és major de 13 anys.

- **Legend of Five Rings, L5R:** es tracta d'un joc també publicat per Wizard of the Coast, basat en una època medieval oriental, ha donat pas a novel·les publicades per la mateixa companyia editora. El joc va sortir a 1995 la mecànica es pareix molt a la de MTG, amb un temps estimat de joc d'1 hora, poden jugar de 2 fins a 8 jugadors la mateixa partida i l'edat recomanada és de 12 anys o més .
- **Star Wars CCG, SW CCG:** publicat per Decipher, Inc. Es basa en el món de les pel·lícules de Lucas: Star Wars. Va ser produït a 1995 fins 2001 on va ser cedit al Comitè Star Wars CCG on continua desenvolupant-se el joc de manera altruista. Es tracta d'un joc per a dos persones que té una durabilitat aproximada d'un hora. Anys més tard Decipher va desenvolupar un altre CCG basat en la mateixa mecànica anomenat Wars TCG, que va durar de 2004 fins 2005 però amb un impacte mitjanament alt tenint en compte la seva curta vida.
- **Star Trek Customizable Card Game, STCCG:** publicat per Decipher, Inc. Està basat en la sèrie televisiva de ciència ficció de Star Trek. És per a jugadors de més de 8 anys, la partida té una durada d'un hora i calen 15 minuts per a la posada a punt del joc. Per jugar es calen dos jugadors.
- **Yu-Gi-Oh!:** publicat per Konami, es basa en altre joc anomenat Duel Monsters però que agafa la història dels dibuixos manga amb el mateix nom. Aquest joc té el rècord de cartes venudes amb 22 bilions arreu del món. La durabilitat del joc depèn molt del tipus de cartes i pot variar dels 5 minuts als 30, poden jugar 1 vs 1, 2 vs 2 ó 3 vs 3, des d'una edat de 6 anys.
- **Pokémon:** es basa en el joc per a consola portàtil de Nintendo i la seva versió física és editada per Wizard of the Coast que compta amb un ampli abanec de tornejos arreu del món amb diverses categories.

2.2.2 Món dels videojocs

Les empreses que posseeixen llicències de propietat intel·lectual, IP, dels JCC tenen en compte el creixement del món del videojoc i la seva popularització aquests darrers anys. Per tant de manera natural aquest tipus de jocs ha

anat virtualitzant-se i és un gènere en completa expansió acompanyant els bons resultats que ja hem esmentat al món dels videojocs.

Queda patent la tendència a acudir al món digital per part de tots els jocs tradicionals de tauler, entre els que comptem amb els JCC. Passem a analitzar alguns dels videojocs basats en aquest gènere, existint o no també en el món físic:

- **Magic: The Gathering, MTG:** basat en la saga del mateix nom, va ser llançat en juny de 2002 i ja va per la tercera versió i la seva editora considera que representa d'un 30 a un 50% del total de les vendes de MTG.
- **Pokémon:** joc inicialment creat per a GameBoy i portat a les noves consoles de Nintendo DS, va ser creat a 1995 i encara es manté com una franquícia amb un gran èxit encara que la seva millor època ja ha passat. Treu expansions temàtiques de manera freqüent que van de la mà de la seva corresponent expansió al món físic.
- **Yu-Gi-Oh!:** basat en la franquícia física amb el seu mateix nom, està disponible per a Game Boy Advance, Nintendo DS, PC i Playstation
- **Shadow Era:** joc desenvolupat per Wulven Game Studios, només existeix la versió on-line per a PC, navegador, iOS i Android, abarçant el mateix usuari qualsevol d'aquestes plataformes.

2.3 Anàlisi DAFO

Passem a analitzar en dos matrius l'estat actual de l'indústria dels JCC per tenir una visió empresarial global de la situació d'aquest mercat i fer-nos una idea de les nostres possibilitats dintre d'aquest mercat.

Primer veurem els elements externs on es tenen en compte a gran escala les TIC i les tendències dels jugadors. Seguidament passarem vista als elements interns, on s'analitzen des del punt de vista de la nostra idea de negoci les fortaleses i debilitats en aquest mercat.

2.3.1 Elements externs

Com s'aprecia al resum fet a la taula 2.1 les TIC són una clara oportunitat que no tots els propietaris d'alguna IP relacionada amb els JCC han agafat, tal vegada per falta de recursos, o bé per un estudi de mercat obsolet o bé per oposició al fet de l'efecte de col·leccionar cartes físiques a diferència de les virtuals, però és aquesta una oportunitat que no pot perdre's cap empresa, tenint en compte que tots dos mons poden coexistir. La vessant social tampoc perd res al món virtual, tenint a les xarxes socials com aliades per aquesta tasca. Cal tenir molt present que la reputació guanyada pels

JCC ja existents al món físic ajuden molt al seu pas al món virtual, fins i tot tenint pitjor qualitat que la competència a la xarxa. El continu canvi de tecnologies i plataformes és també una amenaça per a tots aquells estudis de desenvolupament, essent aquesta aposta molt important per a l'èxit de vendes del joc que ara mateix apunta a un estancament després d'haver crescut diversos anys, podem per tant senyalar a que es deu a la situació de crisi mundial viscuda aquests darrers anys als E.E.U.U. i Europa.

Oportunitats	Amenaces
Expansió d'Internet i facilitat d'accés des de dispositius mòbils. Internet és cada dia més barat i es troba a l'abast de més persones.	Competència reputada. Existeixen competidors que duen en funcionament diversos anys. Hi ha que respondre a aquesta amenaça atacant al gran desfasament tecnològic del que fan gala.
Canvi del model social del jugador. Els jugadors estan acostumats a compartir les seves experiències lúdiques en Internet.	Rapidesa en avanços tecnològics que poden deixar la nostra tecnologia obsoleta. Es necessari una millora continua i una cerca de la innovació permanent.
Desaparició paulatina de la por a comprar per Internet i una acceptació cada volta major de productes digitals, per exemple llibres electrònics o bens digitals en Second Life.	Situació actual de crisi econòmica que fa que la inversió dedicada al oci siga menor. És necessari doncs, buscar el "sweet spot"es a dir un preu adequat per vendre el producte, que sembla raonable al client i que done beneficis a l'empresa.
Distribució mundial assequible en comparació a un model físic. No és necessari imprimir milers de cartes i pagar els costos de transport. Les cartes virtuals solucionen tots aquests problemes.	
Competència amb tecnologia desfasada o amb ambició menor, doncs plantegen solucions més senzilles i menys completes de cara al client.	

Taula 2.1: Elements externs: oportunitats i amenaces

2.3.2 Elements interns

L'estudi a nivell intern de la nostra idea dona com a resultat una fortalesa respecte a la resta de JCC actualment a la xarxa i és la creació d'una plataforma especialitzada en JCC on una volta registrat pots provar qualsevol d'ells de manera gratuïta, amb preus assequibles per a la posterior adquisició

de cartes si el jugador ho considera oportú. Aquesta especialització ens ha dut a crear un *middleware* que ens ajuda i facilita la creació de JCC amb un temps raonable per a dissenyadors d'aquests tipus de jocs o bé per a altres companyies posseïdores de IPs i que no volen arriscar-se a crear un departament de creació de la versió virtual, tenint com a *handicap* el fet de que som un nou servei que fins ara és desconegut tant per a jugadors, com per a dissenyadors com per propietaris de IPs, donant com a resultat la creació d'un primer títol propi per al llançament de la plataforma i creació de reputació. A la taula 2.2 es pot veure un resum de la situació interna.

Fortaleses	Debilitats
Aglutinament de diferents JCCs. Oferint múltiples jocs s'aconsegueix una major difusió entre els jugadors i una massa crítica d'usuaris.	Necessitat d'una forta comunitat o una gran oferta de jocs. Al principi és necessari 'subvencionar' una de les dues parts, ja que sense una no es té tampoc l'altra.
La comunitat de jugadors crea un punt únic d'encontre per als nostres clients. La comunitat crea una barrera d'eixida per al consumidor ja que el temps invertit en la mateixa es perd. Per tant també aconseguim una fidelització del nostre client.	Desconeixement de la nostra existència per part dels nostres potencials socis. Es per això que hem de desenvolupar bons jocs en el moment inicial de manera que potencials socis es senten atrets a cooperar amb nosaltres.
Middleware propi per a la creació de JCCs online. La creació d'aquest middleware ens permet crear nous JCCs amb un cost mínim i en temps reduït.	Múltiples tecnologies. Els nostres productes estan enfocats a funcionar en multitud de dispositius: PC, iPad, Android, consoles. Tota aquesta varietat tecnològica pot retardar el desenvolupament de nous productes o debilitar la seva qualitat. Es per tant necessari desenvolupar un middleware potent i robust.
Coneixement del mercat. Tots els integrants del grup són i han sigut jugadors de JCCs. Per tant coneixem les necessitats i gustos dels nostres clients. Els nostres coneixements també ens permeten quantificar amb certesa l'èxit comercial de futurs jocs.	
Degut a la natura del producte que s'oferta, el projecte requereix una xicoteta inversió inicial. De manera que el risc per inversions externes és mínim i les possibilitats de creixement molt altes.	

Taula 2.2: Elements interns: fortaleces i debilitats

2.4 Mercat al que ens dirigim

En un àmbit general ens dirigim al mercat del videojoc, més concretament al jugador que és també assidu als jocs de taula, cartes i concretament als JCC. Ens trobem en el mercat de l'oci digital i videojocs anomenat *hardcore*, que juga més d'un hora al dia i que està habituat a unes determinades mecàniques de joc no trivials i que continuament busca millorar la seva destresa al joc com un repte personal o com una manera de mostrar a la comunitat les seves habilitats.

El producte que oferim va dirigit principalment a usuaris joves i adults, que gaudeixen de moments d'oci jugant a videojocs online. Dintre d'aquest gran grup d'usuaris definim tres subgrups específics depenent de la seva relació amb els videojocs i els JCC:

- Aquell que ja ha jugat a jocs de cartes físiques però actualment li resulta difícil jugar per raons de disponibilitat, de temps o de companys amb els que jugar.
- Gent que no coneix els JCCs però li agraden els videojocs accessibles mitjançant xicotets pagaments i que no suposen un fort desemborsament inicial.
- Jugador d'ambdós tipus de jocs, es a dir, de videojocs i de JCCs. Aquest usuari buscaria ajuntar en un sol producte les bondats dels dos mons.

2.5 Competència i comparatives

La nostra competència més directa està formada fonamentalment per altres jocs de cartes col·leccionables online. Entre els més destacats trobem: Star Wars Galaxies, Magic The Gathering Online i Shadow Era. A continuació es mostra una taula 2.3 comparativa de les qualitats que ofereix cada producte on es pot veure a simple vista que encara falta un producte que pugui abarcar totes aquestes.

L'intercanvi de cartes és un al·licient més per a que cada jugador socialitzi amb la resta i també, tracte, de manera molt beneficiosa per a ell d'aconseguir les cartes que necessita de manera gratuïta. A més a més, s'aconsegueix d'aquesta manera que el jugador es fidelitzi al joc, coneixent-lo millor i adaptant-se a ell de manera més accelerada. Aquesta característica l'han implementada MTG i SE, però en diferents variants depenent del tipus de carta, o del tipus de versió o dispositiu en el que s'està jugant, tenint l'intercanvi tradicional en el que es canvien N cartes per M cartes o directament

tornant la carta a un preu fixe prèviament establert, i amb aquest pagament es poden realitzar noves compres.

Una de les màximes dificultats als nous JCC és el fet de crear una comunitat, degut a la difícil adopció per part dels jugadors a un nou JCC, aquesta tardaria un temps en crear-se, tenint nosaltres la facilitat d'aglutinar diferents tipus de JCC a la plataforma i reunir potencials clients i creant més activitat i interacció que no només a un joc i lloc aïllat. En el cas de MTG no només existeixen diverses comunitats oficials arreu del món, també existeixen comunitats no oficials de diferents mesures que van des de agrupacions de barri, fins agrupacions estatals on s'organitzen tornejos o, fins i tot, congressos que giren al voltant del MTG, degut al llarg recorregut i el nombre de jugadors és normal que aquest joc hui en dia dispose d'aquest ampli suport social. En el cas del SWG, la comunitat més important girava al voltant de la seva plataforma web, on s'aglutinaven en forma de fòrums la resta de jugadors, no va comptar amb molt de temps per aglutinar massa crítica però sí que disposava de dues marques reconegudes que donaven suport al nom del joc, i la plataforma que el suportava i desenvolupava.

La característica més complicada, i pot ser la més crucial, és la creació del joc a dispositius mòbils degut a la mesura de la pantalla i la natura no casual d'aquests jocs, que podrien arribar a canviar un poc la seva mecànica per adaptar-se a aquests o canviar el concepte de joc deixant-lo al món dels jocs continus, on cada partida queda congelada fins que el posseïdor del torn contesta, no donant opció a la interacció immediata que posseeixen hui en dia aquests ja que podrien passar fins i tot dies des d'un torn fins al següent. SE és l'únic JCC que ha passat als dispositius mòbils en totes les seves versions, tant tauleta com mòbil, amb una gran acceptació. Aquest any està provant sort MTG per al dispositiu iPad amb una versió en la que s'ha intentat reduir el temps de joc a partides de 10 minuts.

Les microtransaccions és la modalitat més utilitzada hui en dia als jocs casuals, per a mòbil i a les xarxes socials, i no és descartada per la resta de l'oferta com són els JCCs. Es tracta d'oferir el joc itemitzat o partit en xicotets trossos que el jugador haurà d'anar pagant, a base quantitats menudes, fent que l'adquisició final del producte la realitzen aquells als que realment els agrada el que estan veient. Aquesta tècnica ja s'utilitzava a les versions físiques dels JCC, però les companyies fortes han preferit buscar el màxim benefici, en contra de la fidelització d'un client que ja els coneix i ja és fidel, com va ser el cas de SW on es pagava una mensualitat o el MTG on es paga per un subconjunt del joc sencer i té l'opció de compra de noves cartes de manera addicional. No obstant les noves companyies, com és el cas de SE, han preferit utilitzar el sistema de les microtransaccions des del principi, regalant la baralla principal per poder començar a jugar, es a dir, microtransaccions combinada amb *freemium*.

Altra opció que només ofereix SE és el fet de no necessitar grans requisits i tenir l'opció d'executar-se en un navegador, a la seva pròpia web, per a jugar

de manera casual des de qualsevol ordinador i provar-lo, també té l'opció de descarregar-se i executar-se de manera standalone, al contrari que SW i MTG on s'han utilitzat motors propis que no donen aquesta opció.

Un altre al·licient és el trobar la versió física, que ajuda a que el jugador es relacione amb el joc, tinga més disponibilitat i si vol, pugui jugar de la manera tradicional amb la gent amb la que acostuma a fer-ho. Hui en dia és inevitable pensar en fer la versió digital, i si triomfa, crear la versió física venent o arrendant la IP a qualsevol distribuïdora de JCC, com és el cas de la previsió de SE. En el cas de SW, no es va arribar a cap acord i es va crear altre joc diferent. El cas de MTG, ja ve d'un llarg camí plagat d'èxits al món físic, per tant, és la pròpia distribuïdora i posseïdora de la IP la que subcontracta un estudi de programació per a crear aquesta versió online.

	Magic The Gathering Online	Star Wars Galaxies	Shadow Era
Intercanvi de cartes	X	X	
Comunitat Online	X	X	
Joc des de dispositiu mòbil			X
Microtransaccions			X
Sense necessitat d'instal·lació			X
Versió física	X		

Taula 2.3: Comparativa característiques de la competència

2.6 Distinció de la resta del mercat

L'experiència d'haver creat un JCC complicat i pensant en futures expansions i noves cartes amb diferents accions, ens ha portat a la creació d'un middleware capaç de desenvolupar en poc de temps un JCC tan ric com el Draconian Wars. S'aprofitarà aquest joc per promocionar el nostre middleware i crear JCC basats en dissenyadors de jocs independents atrets per la idea de crear conceptualment el joc i deixar-nos a nosaltres la implementació i la subcontractació de l'art, creació de comunitat, etc. Oferint un servei de desenvolupament especialitzat en JCC aglutinant en la nostra comunitat i plataforma a tots els jugadors de JCC que tindran com a referència el nostre portal per a nous jocs i expansions i per als jocs més fidels als gustos dels jugadors de tot tipus. De manera resumida anem a oferir aquesta sèrie de característiques respecte a la competència:

- Aglutinar usuaris del mateix tipus de jocs de taula: JCC en el mateix punt.

- Creació de la comunitat al nostre portal, facilitant l'atracció d'altres jugadors d'altres JCC del mateix sistema.
- Jocs disponibles en diferents sistemes i dispositius.
- Unificació d'usuari per als diferents jocs, diferents sistemes i diferents plataformes.
- Mode campanya, mode joc ràpid contra una IA predefinida i multijugador.
- Organització de tornejos per part dels jugadors.
- Intercanvi de cartes entre usuaris, retorn de cartes al sistema.

2.7 Model de negoci

El desenvolupament inicial del primer títol ha sigut pensat per a ser ampliable i crear nous jocs de manera fàcil. Per tant, s'ha creat un *middleware* que ens permet desenvolupar següents versions i altres jocs de tipus JCC de manera còmoda.

Per vendre aquest primer joc, que finançarà posteriors desenvolupaments, s'utilitzarà el mateix mecanisme que per a la resta, fent més confortable per al usuari en un futur veure altres jocs i utilitzar el mateix sistema. La part d'adquisició de noves cartes es trobarà dintre del joc on podrà tirar les noves cartes, packs o sobres que pagarà amb microtransaccions.

Ja s'han aderit desenvolupadors independents al projecte amb 3 nous títols que estem estudiant per a veure la seva factibilitat en un mercat on com s'ha observat cal mirar amb deteniment i ja que hui en dia podem afirmar que el nostre *middleware* és totalment capaç de ser usat per implementar aquests. Ací el dissenyador s'emportarà una part del benefici, i l'altra, l'estudi de desenvolupament, essent aquesta dependent de la complexitat de la mecànica del joc, de si hi ha que subcontractar l'art, importància actual del joc o si hi ha un desemborsament inicial per part del dissenyador.

Sempre va a treure's una versió per a navegador, standalone per a tots els SO i tauletes Android i iOS, degut a la comoditat d'exportar-se i a la interfície ja definida i utilitzada al Draconian Wars. D'aquesta manera és encara més fàcil atreure nous jugadors o fer que els jugadors ja fidels, ho siguin més, tenint més facilitats per jugar.

Per a la part web, es crearà un subdomini en la pàgina principal de l'estudi per albergar una web totalment diferent per a cada joc, que contindrà un fòrum per al contacte entre jugadors, el joc en les seves diferents versions, historia de fons del joc, manual, alguns *screenshots* i les imatges de les cartes del joc per acabar de mostrar al potencial jugador si és del seu gust aquest

joc o no. Aquest subdomini vindrà apuntat pel domini principal, que serà la referència dels nous jocs llençats o de les noves expansions.

Al nostre model de negoci contemplarem per tant desenvolupar aquests serveis i productes:

- JCC disponibles per a navegador, *standalone* i dispositius mòbils amb Android i iOS.
- Modalitat de joc *freemium*.
- Modalitat adquisició de noves cartes mitjançant microtransaccions en tenda inclosa dintre del joc.
- Comunitat del joc a la nostra plataforma, que constarà d'una web pròpia en un subdomini del domini principal on es trobarà:
 - Fòrum
 - Xarxa Social
 - Classificacions
 - Historia de *background* del joc
 - Notícies
 - Col·lecció de cartes que componen el joc
 - Manual
 - Joc en versió navegador i *standalone* Windows i MacOS.
- Joc individual i multijugador.

Capítol 3

Disseny del joc

En aquest capítol es pretén explicar el disseny del videojoc basat en JCC que s'ha creat, començant amb una descripció general de l'història de fons, personatges, característiques especials, i s'introduirà també la mecànica del joc, basada en el manual que es troba en el apèndix B. Es justificarà també la interfície d'usuari emprada, efectes especials, música, jugabilitat, equilibri entre aleatorietat i destresa del jugador, corba de aprenentatge, i cost estimat de desenvolupament del projecte.

3.1 Història

El videojoc desenvolupat s'anomena Draconian Wars i està ambientat en una terra anomenada Hyperborea que actualment ocupa la facció dels Draconian, comandada pels Antics, grans sacerdots que comandaren la conquesta de cada racó d'aquesta terra, en la que perderen la vida no pocs humans i altres estranyes espècies. El seu poder es basa en la força i la màgia. Els invasors de Hyperborea saben com aprofitar-se de la força interior que guarden els boscos i muntanyes d'aquestes terres per augmentar la seva destresa amb encanteris i el seu coneixement màgic es feren finalment amb la quasi totalitat del terreny. Moltes de les tribus humanes s'exiliaren a terres més segures, els que van romandre, anomenats Natus, actuaren com a esclaus dels Draconian i els tractaren com autèntics Deu. Durant aquests anys d'aparent tranquil·litat els Antics s'han obsessionat amb la immortalitat i els Joves han descuidat la vigilància de la terra que ara mateix els pertany.

El èxode dels humans exiliats de les seves terres, conegut com El Llarg Camí, ja dura segles. Durant aquests anys aquests han hagut de fer front a terribles perills, creuar deserts en flama i, acampar en l'estepa gelada i, finalment trobaren un lloc on viure, al que poder anomenar casa. Els humans ja no són aquells animals espantats del poder dels dracs, ara habiten i han construït enormes ciutats d'acer ennegrides pel fum dels forns i fàbriques que treballen dia i nit construint armes. Dintre dels búnquers d'acer

que exhale vapor, els Technocrats s'han estat preparant per a la guerra. El Llarg Camí és per a la major part dels humans d'aquesta civilització un mite i Hyperborea és la terra promesa. De la mateixa manera que els Draconian, els Technocrats han après a obtenir poder de Hyperborea, però en contra, aquests fan ús de tecnologia construïda a base de carbó i vapor. Amb fam de poder i venjança, els Technocrats somnien en dominar Hyperborea, no només per obtenir els seus recursos, per a les seves factories, també per avasallar els Draconians i obtenir el que un dia els va ser propi.



Figura 3.1: Mapa de Hyperborea

Les naus dels Technocrats estan atracades repartides per les costes de Hyperborea. Els primers assentaments i factories ja han sigut construïts. Algunes de les tribus natives d'humans veuen els Technocrats com salvadors, altres tribus prefereixen defensar els seus mestres i no encarar-se a la colera draconiana. Alguns dels Antics s'han despertat amb els primers moviments per defensar el que els pertany i d'altres encara es troben ensopits en el seu somni de immortalitat.

La guerra per Hyperborea ha començat i depèn de l'estratègia, gestió de recursos i elecció de l'exercit que lluite per determinar de quin costat caurà

la balança finalment.

3.2 Mecànica del joc

El Draconian Wars és un JCC que combina el control de recursos, estratègia, tàctica i combat en el que han de participar dos jugadors.

Els jugadors comencen la partida amb 50 cartes cadascun, que pertanyen a una sola facció a la seva elecció, Draconian o Technocrat, podent també triar tantes cartes de la facció Nativa o Neutral com es desitge. Aquesta elecció s'exercita prèviament a la partida, construint la baralla veient les cartes que tenen disponibles i que millor s'acoblen a la seva estratègia o manera de jugar. Caldrà tenir en compte que el nombre màxim de cartes repetides és de 4 per baralla.

3.2.1 Disposició bàsica

La distribució de cartes per a cada jugador és: 7 cartes en la mà, que només pot veure el propietari d'aquestes i, que s'han obtingut de manera aleatòria d'entre les 50 cartes escollides inicialment. La resta de cartes romandran en la pila principal, ordenades de manera aleatòria. Tots dos jugadors tenen capacitat per produir 4 recursos al principi del seu torn, aquesta producció d'energia es representa amb 4 cartes que passen de la pila principal a la pila de recursos, que inicialment es troba buida per als 2 jugadors. La pila de recursos al seu temps passarà cartes a la pila de consum mentre vaja fent-se ús dels recursos disponibles.

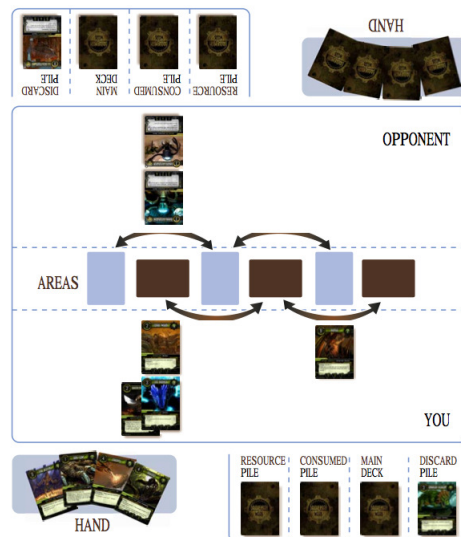


Figura 3.2: Disposició de les cartes a l'inici de la partida

Com es pot veure a 3.2 hi ha 6 cartes disposades entre els dos jugadors, són les localitzacions, les horitzontals son localitzacions de subtipus terra i les verticals tenen el subtipus d'aire. A cada àrea només es podran dipositar unitats amb el mateix subtipus que el àrea destí. És en aquestes àrees on es duren a terme els combats si hi ha unitats dels dos jugadors, podent fer perdre cartes als dos jugadors de diferent manera, depenent del desenvolupament d'aquest, o bé, si només un dels jugadors té unitats en una àrea, extraient cartes en la fase d'extracció, que s'explica més endavant.

3.2.2 Desenvolupament de la partida

Al inici de la partida el torn se li assigna a un dels dos jugadors, determinat per l'atzar.

Quan un dels jugadors té el torn pot efectuar diferents accions, depenent de la fase en la que es trobe, els seus recursos i característiques especials de les cartes en joc. El seu oponent podrà reaccionar amb alguna acció sempre que vulga i tinga la possibilitat.

3.2.3 Fases

Aquest és un breu resum de les fases i les accions que es poden realitzar:

- **Production Phase** o Fase de producció: com s'ha comentat abans, en aquesta fase es produeixen els recursos pertinents que es gastaran en aquest torn o s'estalviaran per a propers torns. La producció base és de 4.
- **Extraction Phase** o Fase d'extracció: en cas de dominar un àrea, el jugador té l'opció d'eliminar una carta a l'oponent.
- **Summon Phase** o Fase d'evocació: ací el jugador pot, opcionalment, i si té suficients recursos, dipositar una unitat en una de les localitzacions, un arma en alguna unitat o equipament, pagant el seu cost en forma de recursos que passen de la pila de recursos a la pila de consum.
- **Combat Phase** o Fase de combat: en cas d'haver unitats del rival en un àrea on té unitats el jugador, pagant 1 unitat de recursos, pot començar un combat, que té en sí 3 subfases:
 - **Disrupt Step 1** o Interrupció 1: última oportunitat dels dos jugadors per variar el destí, nombre que representa les variacions que pot prendre un combat real.
 - **Fate Step** o Pas de destí: aquest nombre sumarà 0 al nombre destí en cas de no sumar destresa 4 o més entre totes les unitats pròpies situades a l'àrea de combat, en cas contrari s'agafa la carta de dalt de la pila principal i es mira el nombre destí i se li sumarà

al destí ja obtingut en la Interrupció 1. Cada jugador haurà de ferir tantes unitats com siga necessari per arribar amb l'armadura de les unitats ferides al nombre destí obtingut per l'oponent. En cas de ser superior, es feriran totes les unitats del combat.

- **Disrupt Step 2** o Interrupció 2: última oportunitat dels dos jugadors per variar la força total del combat.
- **Force Step** o Pas de força: es sumarà al nombre destí obtingut prèviament la força total de les unitats pròpies en aquesta àrea. Determina el guanyador de la batalla qui major té aquest nombre i la diferència entre aquests dos nombres serà el mal infligit al perdedor de la batalla. Aquest mal haurà de ser absorbit comptant les unitats ja ferides (mirant l'escut) o bé ferint-ne de noves a aquesta àrea (mirant l'escut) o descartant cartes de qualsevol pila o de la mà (comptant 1 carta com 1 unitat d'absorció).
- **Disrupt Step 3** o Interrupció 3: última oportunitat per utilitzar habilitats o llençar interrupcions.
- **Regroup Step** o Pas de reagrupació: cada jugador destruirà en l'ordre que vulga les unitats ferides. El combat ha acabat i el jugador que té el torn pot començar altra batalla en altra àrea on no s'haja iniciat cap combat aquest torn.

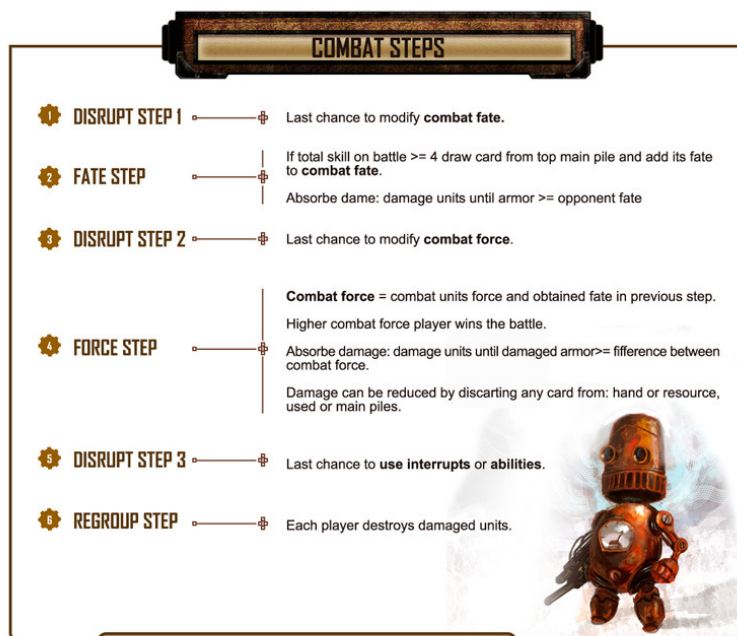


Figura 3.3: Fases de combat

- **Move Phase** o Fase de moviment: en aquesta fase el jugador podrà moure unitats a àrees adjacents o, en cas de ser una unitat de terra, a unitats d'aire amb suficient capacitat disponible. L'acció de moure té un cost d'1.
- **Pool Phase** o Fase de reserva: en aquesta fase el jugador pot ampliar una unitat la producció descartant una carta de la mà.
- **Draw Phase** o Fase de furtar: el jugador podrà furtar una a una tantes cartes com vulga que la pila de reserva per col·locar-les a la seva mà.
- **End of turn Phase** o Fase de final de torn: els dos jugadors mouen les cartes de la pila de consum i la col·loquen baix de la pila principal. La pila de recursos queda tal com l'hem deixat.

3.2.4 Tipus de cartes

Totes les cartes tenen un comú denominador que les fa al mateix temps úniques: el text que explica quin efecte especial posseeixen. Aquest text predomina sobre les regles del joc prèviament establertes, es a dir, si el text contradiu una regla, el resultat final el dictarà el text de la carta. A més a més també tenen un tipus assignat, que jugarà un rol específic al joc dependent de la fase, amb característiques en comú dintre dels mateixos tipus.

- **Unitat:** té dos subtipus: aire i terra. Dependent del seu subtipus, podrà ser dipositada en una localització de terra, aire o fins i tot al damunt d'una unitat amb Transport.



(a) Unitat terra: Albino Sorcerer (b) Unitat aire: Red Storm

Figura 3.4: Cartes de tipus Unitat: (a) i (b)

Totes les cartes del tipus unitat comparteixen els nombres de:

- Fate o destí: és un nombre utilitzat en combat en algunes passes. Es situa dalt a la dreta.
- Cost: el que costa en recursos treure al joc aquesta carta, és el nombre situat dalt a l'esquerra.
- Force o força: és el primer nombre de baix. S'utilitza en combat.
- Skill o destresa: és el segon nombre de baix. S'utilitza en combat.
- Armor o escut: és el tercer nombre de baix. S'utilitza en combat.

A més les unitats d'aire tenen un atribut anomenat Transport opcionalment i de la mateixa manera les unitats de terra poden tenir un atribut anomenat combat aeri (Air Combat).

- **Arma:** és un tipus de carta que al incloure's a alguna unitat amplia les possibilitats d'aquesta. A voltes s'especifica entre parèntesi el tipus d'unitat que podrà dur l'arma.



(a) Arma (Antic): Iron Claws

(b) Arma (Unitat): Zapper

Figura 3.5: Cartes de tipus Arma: (a) i (b)

- **Equipament:** representa algun tipus d'avantatge sobre l'oponent, alguns s'inclouen a altres cartes, s'especifica entre parèntesi el tipus o subtipus, si no s'especifica res, la carta es juga damunt la taula. Quan l'equipament és jugat, permaneceix en joc fins que és destruïda, descartada o sacrificada per alguna resolució de combat o algun efecte.
- **Interrupció:** pot comparar-se amb un truc estratègic o màgic per arruïnar els plans de l'oponent. La principal diferència respecte la resta



(a) Equipament: A Second Opportunity (b) Equipament (Unitat): Cloak Of Shadows

Figura 3.6: Cartes de tipus Equipament: (a) i (b)

és que pot ser jugada en una fase diferent a la d'evocació, concretament en la indicada en negreta a la carta. Una volta s'ha fet ús de la carta, aquesta anirà a la pila de consum o a la descartats depenent del que s'indique entre parèntesi en aquesta.

3.3 Presentació

Podem dividir en tres estils el joc de manera global, en el que s'inspiren les tres faccions. L'art i el context de la facció Technocrat es basa en la revolució industrial amb molta indústria, màquines a vapor, electricitat, armament inspirat en un futur des de la perspectiva del segle XIX, pretén ser atemporal afegint elements imaginaris o barrejar diferents tipus d'estils com el victorià o el punk.

La facció Draconian agafa la seva arrel del món imaginari dels dracs i animals fantàstics que poden veure's a molts dels mons fantàstics creats per la literatura fantàstica de Lovecraft, Tolkien entre d'altres.

La part Neutral comporta una suavització de la personalitat, ja que existeixen diversos tipus d'estils, mercenaris, mariners, corsaris, busca vides, sers solitaris i aparells amb barreja d'arrels entre la tecnologia i la màgia. Els nadius són sers tribals, que viuen a la selva i per tant abunden els bruixots, xamans, amb aires agrícoles i quetzals.



(a) Interrupció (Consum): Com- (b) Interrupció (Consum): En-
bat Stress trench!

Figura 3.7: Cartes de tipus Interrupció: (a) i (b)

3.4 Interfície d'usuari

Per al disseny de la interfície s'ha pensat principalment en ratolí i teclat, podent ser fàcilment extrapolable al món tàctil en cas de ser necessari. Durant la partida s'ha dissenyat un sistema que facilite la interacció del jugador amb les cartes i indique en tot moment de quina acció es tracta i quines són les cartes que poden ser objecte de qualsevol acció.

- Carta font d'una acció: aquestes cartes s'iluminen amb un neó verd.
- Carta destí d'una acció: s'indicarà amb un neó roig.
- Pila de la que es pot seleccionar la carta de dalt de tot: es senyala amb un neó grog.
- En el cas concret de la fase de Producció: s'indica amb una finestra i una barra el nombre de cartes que es desitgen produir.

En el cas de la construcció de la baralla, s'ha creat una finestra dividida en dos parts, en una que inicialment es troba buida i en l'altra on es troben les cartes de la col·lecció de l'usuari. Aquest disposa d'una serie de radio-buttons per activar o desactivar les faccions que no li interessin. Cada clic passa d'una meitat a l'altra la carta seleccionada, introduint o descartant la carta a la nova baralla a crear. També es té l'opció de carregar una baralla ja creada per editar-la.

La interfície està adaptada al multilingüisme, encara que no s'ha aprofitat aquesta encara.



Figura 3.8: Fate Step, furtant destí a la primera fase de combat.

3.5 Jugabilitat, Documentació i Corba d'Aprenentatge

L'addicció que presenten aquests tipus de jocs és molt alta per aquells jugadors adients, no és fàcil aprendre però aquells que estan disposats a aprendre i superar la barrera inicial de conèixer la mecànica, solen ser jugadors assidus per a tota la vida, com a exemple podem posar els milions de jugadors del MTG o, separant-nos més del món dels JCC tenim els escacs, un joc amb regles no trivials i que una vegada apreses pot ser tan complicat com l'oponent t'ho permeta i amb una addictivitat que sol durar tota la vida.

El fet de que les cartes inicials les trie el jugador pot representar alhora un avantatge donat que l'usuari pot agafar cartes més senzilles i que no representen ninguna dificultat d'ús, millorant la corba d'aprenentatge. Encara que un gran al·licient de tot jugador que s'aprecie és conèixer bé totes les cartes de les que disposa el joc, per conèixer millor les possibles estratègies a utilitzar o de les que es pot ser víctima i per tant a evitar.

Tota la documentació necessària es troba al manual i a uns tutorials que s'han creat per a millorar la retenció de la mecànica de les diferents fases i les particularitats d'algunes cartes.

3.6 Intel·ligència Artificial

El pols per obtenir cada vegada millor oponents continua al món del videojoc. Encara que el joc online connecta cada dia més persones, hi ha gent que només utilitza la modalitat de joc "single" o individual. Aquesta gent



Figura 3.9: La carta amb neó verd indica que pot ser oritge d'una acció.

representa, encara hui en dia, la majoria dels jugadors que cada dia exigeix oponents més complexos i competitius.

La implementació d'una Intel·ligència Artificial que actue de manera humana i natural en aquests jocs no és una tasca trivial, és un vertader repte degut a l'elevat nombre de paràmetres a tenir en compte en els molts i variats contextos que es poden donar en cada partida com s'ha vist a la definició de JCC; a més de contemplar la seva característica principal: cada carta actua d'una manera, arribant a trencar en alguns casos les regles imposades pel joc. No és casualitat que hui en dia només existisca un JCC capaç de fer que la IA estiga a l'altura de les expectatives: Magic. La resta de JCC's pareixen fer un ús intensiu del scripting i del la màquina d'estats, convertint les partides contra la IA en fàcils, repetitives i avorrides.

Després d'un estudi exhaustiu d'un ampli ventall de diferents tècniques, metodologies i ferramentes del camp de la IA s'ha confirmat que la millor opció per desenvolupar una IA de manera que responga el millor possible a les expectatives, es a dir el més humana i intel·ligent possible, és fer-ho considerant la baralla de cartes com un un Sistema Multi-Agent, MAS, en el que cada carta serà considerada un Agent que visualitzarà el context a la seva manera i considerarà amb la resta d'agents en joc, es a dir, la resta de cartes, quina estratègia o tàctica utilitzar en cada moment per aconseguir l'objectiu final de la victòria. En el capítol 5 es dona tot tipus de detall d'aquesta metodologia que s'adapta a la perfecció al caràcter inherent de constant excepció i individualitat dels JCC. Es dona l'oportunitat a cada Agent o carta, a decidir si aquest context és favorable per participar o deu cedir a la resta d'Agents per a que participen.

3.7 Estimació de l'esforç

Aquesta estimació es fa en base a l'experiència d'haver desenvolupat el joc amb 3 programadors i un dissenyador gràfic. Els programadors ajudaran en tasques de posada en marxa dels llocs web al dissenyador i duran a terme la resta de tasques de programació. El dissenyador gràfic s'encarregarà de tenir a punt tot l'art del joc, gestionant la subcontractació i creant en cas necessari tot el material que se li demane per part dels programadors.

- Part artística: 3 mesos. Tenint en compte que el 70% dels dibuixos han sigut subcontractats com sol passar en casi tots els estudis de videojocs.
- Programació de GUI: joc, menú, editor, sala multijugador: 2 mesos.
- Desenvolupament de llibreries per al moviment de les cartes: 2 mesos.
- Lògica: 3 mesos.
- Tutorials: 2 setmanes.
- Adaptació part multijugador: 2 mesos.
- IA: 2 mesos.
- Últims retocs, debug i testeig: 4 mesos.

Total temps emprat per desenvolupar el Draconian Wars, tenint en compte que la part artística ha sigut desenvolupada en paral·lel totalment i que es disposa de 3 programadors a temps complet i que actuen en paral·lel en el desenvolupament de la majoria de les tasques, és d'un any.

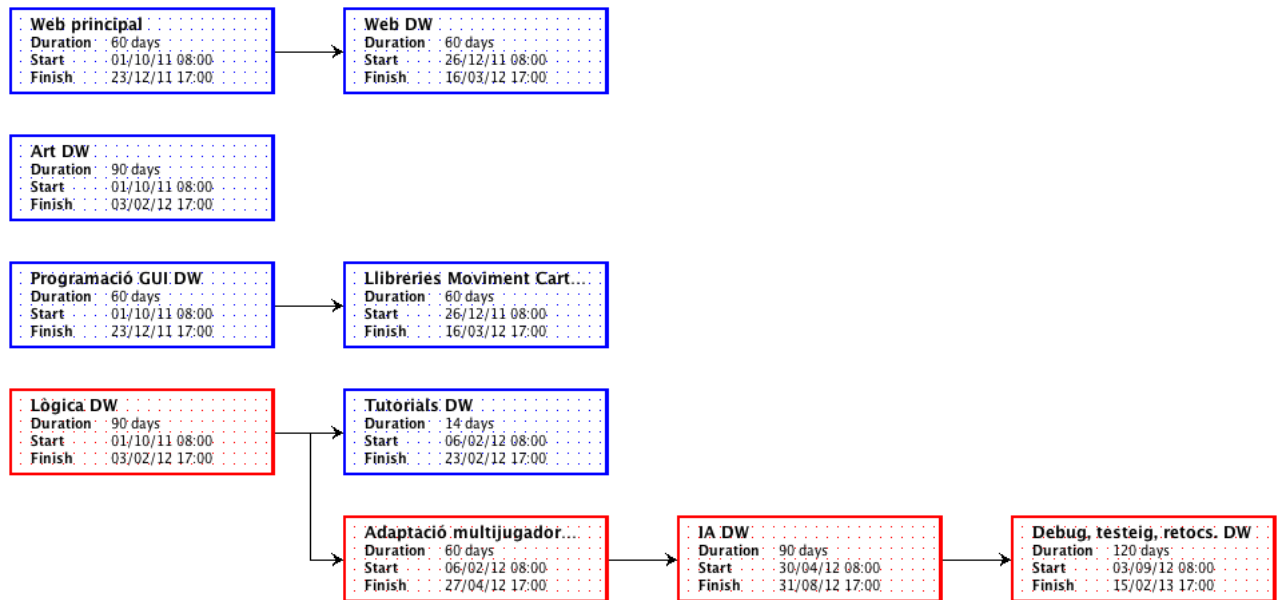


Figura 3.10: Diagrama de treball.

Capítol 4

Plataforma

El que es pretén en amb l'empresa creada és oferir uns serveis als jugadors de JCC que no es troben hui en dia en cap dels jocs oferts per la competència, de manera econòmica i augmentant la comoditat dels jugadors, tenint centralitzats els JCC a una plataforma central, sobre la qual giraran els serveis, els propis jocs i la comunitat d'usuaris a nivell de JCC de manera global i a nivell de JCC individuals. Tot això sense descomptar l'opció de jugar amb les teves cartes des de qualsevol dispositiu mòbil.

4.1 Arquitectura del sistema

Com a punt central es troba la web principal del projecte, que explica de manera breu i concisa de què es tracta aquesta plataforma i com s'utilitza per començar a jugar ràpidament a qualsevol dels JCC disponibles. Dintre de la secció de jocs, cadascun d'ells redireccionarà a la seva web on s'albergarà, en un subdomini, tota mena d'informació sobre aquest JCC en concret, i el joc en diferents versions, també amb la versió per a navegador [9] [8].

Per aquest desenvolupament s'ha decidit triar el CMS Joomla! per la seva versatilitat i qualitat/preu. Aquesta plataforma de codi lliure i obert, ens permet de manera automàtica registrar usuaris al sistema i autenticar-los per que puguem veure contingut propi com per exemple a la secció de col·lecció de cartes. També permet adaptar i crear mòduls o components, com ha sigut el nostre cas per a mostrar les cartes disponibles de cada usuari i efectuar la compra de d'aquestes des d'una moneda virtual que s'adquireix des de la secció de compra de la web utilitzant PayPal o bé des de dintre de l'aplicació fent ús de diferents Terminals Virtuals o bé el que el tipus de API imposat per la plataforma Android, iOS, Windows o macOS. En el cas de la web s'utilitzarà com a passarel·la de pagament PayPal amb un component anomenat VirtueMart. Per a la part social, s'ha afegit el component JomSocial, per a tenir un mur on poder escriure les victòries, nous nivells, comentaris, crear grups i fer amistats que després podran participar

en tornejos propis. [13] [7] [23] [15]

La part web ha sigut totalment adaptada per l'equip per a l'ocasió, havent sigut ja creada la part principal i un subdomini per al joc desenvolupat, Draconian Wars. L'allotjament de la pàgina ve subcontractat i s'utilitzarà el mateix allotjament per crear diferents B.B.D.D. que desaran la diferent informació de cada usuari, tenint per a cada joc una B.B.D.D. diferent que servirà a cada joc independentment del dispositiu en el que es trobe i en el que s'autenticarà fent ús de la B.B.D.D. principal.

4.2 Requisits del videojoc

La meta perseguida amb el Draconian Wars i la resta de jocs que van a crear-se en l'empresa resultant d'aquest Treball Final de Màster pretén que es pugui jugar des de qualsevol plataforma i dispositiu al joc de cartes del que s'han adquirit cartes, podent dur des de qualsevol dispositiu les cartes col·leccionades prèviament, sense haver de fer cap desemborsament addicional.

Abaratint costos de producció, logística i resta d'intermediaris, podem facilitar la vida al jugador amb millors preus, comoditat alhora de col·leccionar cartes, des de qualsevol dispositiu capaç de connectar-se a Internet, la comoditat de tenir la lògica implementada tant de la mecànica com de les regles de cada carta, podent jugar contra una IA competent i sobre tot, contra els seus amics allà on estiguen.

En canvi la competència es basa en separar productes per a diversos dispositius o plataformes, amb diferents preus i no guardant sempre els avantatges o cartes adquirides en la resta.

És per això i per la seva assequibilitat per a gent *indi*, que s'ha triat el Motor de Joc Unity3D del que s'explica amb més detall a la següent secció 4.2.1 amb el que es pot exportar de manera fàcil el projecte per als sistemes operatius: Windows, Linux i MacOS i als dispositius amb sistema operatiu de tipus Android i iOS, tenint fins i tot l'opció d'exportar a Flash, Xbox 360 i PlayStation 3. Encara que per a la primera fase de testeig s'ha preferit utilitzar la versió per a navegador i conforme s'estabilitze anirà ampliant-se per als diferents SOs i dispositius [22].

4.2.1 Motor del joc

Unity 3D és una ferramenta d'autor integrada amb un motor de jocs per crear videojocs 3D o altres continguts interactius com visualitzacions arquitectòniques o animacions 3D en temps real. Aquest entorn de desenvolupament corre sobre Microsoft Windows i Mac OS i els jocs que produeix poden ser executats des de Windows, Mac, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, iPad, iPhone, Android i Linux. També produeix jocs per a navegador que el plugin de Unity per a navegador sobre Windows i Mac poden executar. També pot

exportar els jocs a Flash però alguns dels avantatges que presenta Unity no estan presents per limitacions de Flash. S'estima que Unity és utilitzat per uns 500.000 desenvolupadors arreu del món [21].

Unity consisteix en un editor per desenvolupar/dissenyar contingut i un motor de joc per executar el producte final. Unity es similar a Director, Blender game engine, Virtools, Torque Game Builder i Gamestudio que també utilitzen un entorn gràfic integrat com a principal mètode de desenvolupament.

Ací s'enumeren algunes de les principals característiques d'aquest motor:

- Entorn de desenvolupament integrat amb jerarquies, editor visual, inspectors de propietats i vista prèvia.
- Multiplataforma
- Compilació per a diversos sistemes, dispositius, plataformes i consoles.
- Ítems carregats en Unity són automàticament importats i, re-importats si aquest és actualitzat.
- Integració amb 3ds Max, Maya, Softimage, Blender, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Photo Shop, Adobe Fireworks i Allegorithmic Substance.
- El motor gràfic utilitza Direct3D, OpenGL, OpenGL ES i APIs propietaris per a l'exportació a consola (Wii)
- Suporta bump mapping, reflection mapping, parallax mapping, oclusió espacial, mapes d'ombres, renderitzat de textures i efectes post processats a pantalla completa.
- Llenguatge ShaderLab per la utilització de shaders. També suporta programes per al shader escrits en Cg i GLSL.
- Sistema de física de Nvidia PhysX inclòs amb casting de raig i capes de col·lisió entre altres.
- Scripting utilitzant Mono, implementació oberta del Framework .NET que utilitza C#. També es pot utilitzar JavaScript, Boo o UnityScript. Es fa ús del MonoDevelop adaptat per Unity.
- El àudio utilitza la llibreria FMOD.
- El vídeo utilitza el codec Theora.
- Editor de terrenys.
- Per a la il·luminació fa ús de Beast.

- Per al networking fa ús de Raknet.
- Unity Asset Store, repositori amb milers de ítems llestos pera ser importats i facilitar models, codecs, scripts o diferents tipus de compendis.
- Algorisme de cerca de camins implementat i, mapes de navegació només per a versions PRO.

Sistema de renderització

Com s'ha comentat anteriorment, el motor utilitza Direct3D per a l'execució de gràfics a entorns amb el SO Windows, mentre fa ús de OpenGL i OpenGL ES per a la resta de SOs i dispositius mòbils. També utilitza APIs propietaris en alguns casos com és l'exportació a la consola Wii de Nintendo.

Suporta les últimes característiques del estàndard OpenGL encara que no sempre es pot fer ús d'elles degut a límits imposats per la plataforma on va a ser executat, com passaria en un ús normal d'aquest estàndard.

Podem destacar aquestes característiques sobre la resta:

- Deferred Renderer: canvi de llums dinàmiques.
- Tècnica introduïda per Unity per crear Surface Shaders i Path Renders per a diversos dispositius, escrivint un programa en Cg.
- 100 shaders predefinitos, entre ells: Diffuse, Glossy, Bumped Specular, etc.
- Unity escala els gràfics a tot tipus de dispositiu exprimint al màxim la capacitat gràfica d'aquests.
- Efectes de processat de gràfics, com per exemple: rajos de sol, profunditat de camp, efectes de lents, alteració cromàtica, correcció de color amb corba entre d'altres.
- Batching, minimitza la cridada de dibuixat, ampliant la flexibilitat i sobrecarregant al mínim el sistema gràfic.
- Occlusion Culling, imprescindible en grans mapes o en mapes on l'excés de polígons pot resultar un problema.
- Optimitzador GLSL, Unity utilitza OpenGL ES quan el dispositiu ho permet en cas contrari, utilitza un optimitzador GLSL desenvolupat propi.
- Suport de LOD, agrupació d'objectes i diferents nivells de detall quasi automàtica gràcies a la jerarquia de l'editor.

Música, efecte especials, càmera i il·luminació

Han sigut creades dos pistes pera la música de fons al Draconian Wars, inspirada pel i per al joc, ha sigut creada per Daisy DJ amb llicència Creative Commons. La principal sona mentre l'usuari navega pels diferents menús, no és una música estrident ni sona repetitiva, és molt suau i alhora acompanya a l'usuari mentre està al lobby del multijugador, bé creant una nova baralla o navegant per les diferents entrades del menú. La segon pista creada té més vitalitat i sona mentre el jugador està en la partida. Aquesta música canvia quan es planteja un combat, on la música emprada té caire de batalla.

Continuament al joc hi ha efectes visuals i sonors o *jingles*, que ajuden a entendre el que passa al jugador, a més de les explicades a 3.4 també tenim els següents indicadors:

- Per a major claredat, les cartes dipositades en taula tenen els nombres de força, destresa i armadura destacats, essent un plànol un poc més inclinat, mirant sempre a càmera.
- Les cartes dipositades en taula poden estar alterades pel context, tenint accions activades que modifiquen les seves propietats. Aquestes modificacions s'indiquen imprimint els nombres en color verd si la modificació és positiva i en roig si és negativa.
- Les cartes en joc també disposen d'icones que assenyalen si el seu extract és major, si accepten unitats al sobre en el cas de les unitats aèries o si tenen escut que protegeix la resta d'unitats en eixa localització.
- El temporitzador, és una barra a prop de l'avatar que indica el temps disponible de reacció a les accions que realitza l'oponent, aquest avança amb un so elèctric mentre una llampada va consumint la barra, l'usuari pertinent pot aturar aquest.
- A la fase d'extracció, es canvia la llum a una tonalitat blava mentre s'espera a que l'oponent trie les cartes a descartar.
- Al combat hi ha canvi de llum a roig i canvi de música i si s'agafa carta de Destí, surt un raig elèctric amb so mentre la carta de dalt de tot de la baralla principal es mostra als dos jugadors.
- A les subfases de combat: "Fate Step" i "Force Step", s'indica d'una en una amb un halo el nombre que representa per comptar el Destí i la Força respectivament i s'actualitza a la taula de recompte.
- A la subfase "Regroup Step" el jugador ha de ferir un nombre determinat d'unitats que tria d'entre les assenyalades amb neó roig, i aquelles seleccionades passaran a estar en horitzontal, indicant-se així les unitats ja ferides.

4.2.2 Representació del món

En els jocs tipus JCC el món ve representat sempre per cartes, bé siguin: unitats, armes, equipament, conjurs i fins i tot les localitzacions on es duu a terme el joc, indiquen de quin tipus d'element es tracta, no només la il·lustració senyala les característiques, aquestes venen en forma de nombres repartits per la carta, que canvien dinàmicament depenent de la situació.

Aquestes cartes es dipositen damunt d'una taula, que en el cas del *Draconian Wars*, ha sigut modelada en 3D per a imitar el punt de vista natural del jugador tradicional.

Es fa ús d'un HUD per a cada jugador on es representa de manera comú: el seu avatar, baix d'aquest hi ha 3 icones amb un nombre al sobre, que representen d'esquerra a dreta: cartes de producció, cartes totals (representa la vida que li queda a aquest jugador, que és la suma de les cartes en mà, pila principal, pila d'energia i pila de consum) i a la dreta les cartes que té en mà. Al cantó de l'esquerra superior, en el cas de l'oponent, hi ha una icona amb una fletxa apuntant cap a dalt, per a veure les cartes descartades fins al moment, en el cas de mirar el propi HUD es troba baix a la dreta. A la part dreta de l'avatar oponent i en el cas del del propi jugador a l'esquerra, es troba el nom del jugador, si és el seu torn es veu el nom de la fase i baix la barra de temps de reacció que s'activa quan ha adquirit l'iniciativa. En el cas del propietari de l'avatar, a més també es troben dos icones al costat dret, en línia vertical amb la icona per veure les cartes descartades, enmig es troba una icona amb un rellotge per aturar el temps en cas de voler reaccionar a les jugades del rival on es dona l'oportunitat d'adquirir la iniciativa, i dalt de tot, dues fletxes senyalant cap a la dreta que permet passar de fase o acabar amb el temps si el temporitzador està actiu.



(a) HUD del oponent.

(b) HUD del jugador.

Figura 4.1: HUD usuari: (b) i oponent:(a)

En qualsevol moment de la partida es pot fer zoom a la carta seleccionada, per poder veure el que diu al text i saber les propietats especials que té aquesta carta.

4.2.3 Joc individual

Una de les opcions del joc individual és la campanya en la que es seguirà una història on en el mapa de Hyperborea es podà veure l'avanç conforme

es guanyen partides contra una IA que augmentarà la seva dificultat paulatinament, ajustant els paràmetres de manera que es presenten diferents estratègies. Aquesta campanya contribuirà a que el jugador es familiaritze amb la mecànica de joc i descobreisca alguns detalls importants d'aquesta. No totes les partides van a ser senceres, es plantejaran situacions concretes amb cartes ja jugades a diferents localitzacions i cartes predefinides a la mà del jugador per forçar aquest a realitzar una tasca específica i que així fer la corba d'aprenentatge més suau si cap. Les hores estimades de joc de campanya són de 20 hores, encara que dependrà molt de la astúcia del jugador.

L'altra opció és fer una partida individual ràpida, enfrontant-se aleatòriament a una de les IA predefinides amb baralles aleatòries. Altra opció disponible és customitzar la partida que va a jugar-se, triant la IA pel seu nom, i la baralla que jugarà, escollint entre les baralles predefinides del propi jugador.

La partida contra la IA, es desenvolupa de la mateixa manera que es faria contra un oponent humà, havent variants en quant als premis obtesos o els punts d'experiència que es guanyen.

4.2.4 Joc multijugador

Per jugar una partida contra qualsevol jugador humà s'haurà d'entrar al xat global existent al menú, i una vegada connectat, acceptar qualsevol repte rebut o bé llençar reptes als jugadors disponibles i esperar que algun d'ells siga acceptat.

Cada jugador triarà la seva baralla d'entre les creades per a combatre's.

Les partides són jugador VS jugador, i el nombre de jugadors concurrents al joc dependrà del que es pague pel servei a *Exit Games*, ja que s'utilitza la tecnologia Cloud Photon, que actua de proxy i crea quan és necessari un pont entre les NAT dels dos jugadors i omet aquest pas en cas de que no siga necessari utilitzant-se el típic peer-to-peer, s'explicarà amb més detall tècnic a l'apartat [19].

4.3 Conclusions

Una vegada analitzats tots els requisits de cada videojoc en concret i de la plataforma en general, es pot resumir de la següent manera la arquitectura necessària per dur a terme els serveis que s'ofereixen:

- Allotjament amb domini, servei web i B.B.D.D.
- Disseny i adaptació de la B.B.D.D. per als requisits de cada joc.
- Layout CMS Joomla! per web del domini principal, que gestiona els usuaris.

- Layout CMS Joomla! per web dels diferents jocs, component que gestiona la col·lecció de cada usuari.
- Motor de joc, Unity3D, per creació de jocs multiplataforma i multisistema fent ús de *middleware* propi.
- Photon Server per a la part multijugador, amb contractació gradual d'usuaris concurrents conforme creix la demanda.

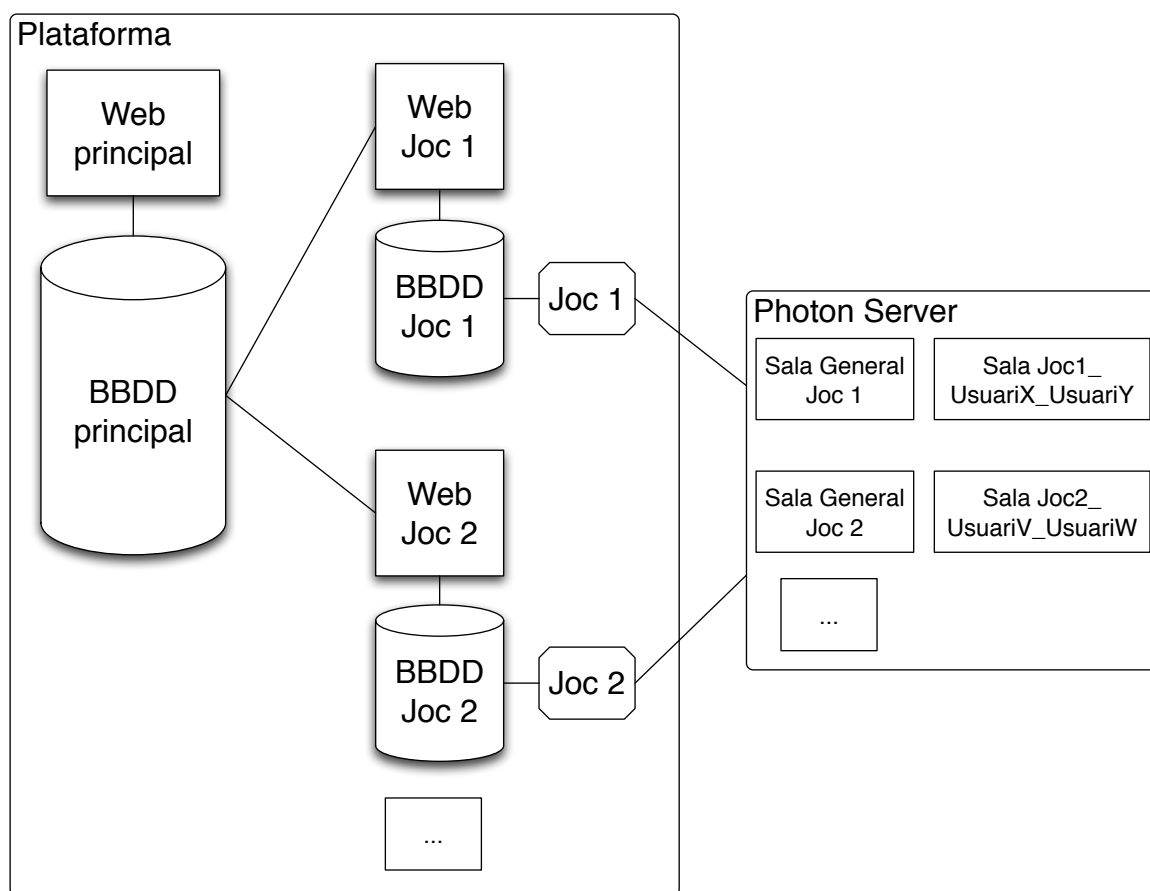


Figura 4.2: Estructura principal de la plataforma.

Capítol 5

Desenvolupament del videojoc

5.1 Mecànica del joc

El desenvolupament del Draconian Wars i d'un videojoc en general, ve condicionat molt pel motor utilitzat, en el nostre cas, Unity 3D.

El primer pas ha sigut separar en diferents nivells les diferents parts del joc: en un nivell es crearan els diferents menús; menú principal, menú multijugador, menú joc individual, opcions del joc o entrar a l'editor, en aquest nivell no hi haurà càrrega 3D, tot seran labels extrets d'un xml del idioma adient, botons, sliders i polsadors de tipus *radio button*.



Figura 5.1: Menú principal Draconian Wars.

En el nivell per a l'entorn de l'editor de baralles, es carregarà de la base de dades del joc pertinent que es trobarà al nostre servidor, la taula de cartes del jugador i amb aquesta es crearà la baralla de cartes disponibles que estarà

situada a la meitat superior de la pantalla. A la meitat inferior es situen les cartes actuals de la baralla que esta essent creada o bé essent editada.

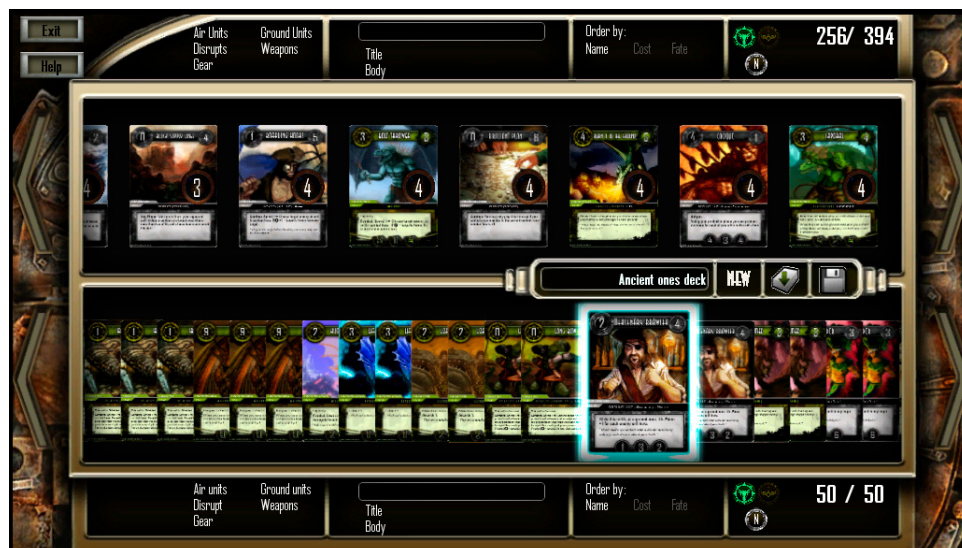


Figura 5.2: Editor baralla Draconian Wars.

Per últim tenim el nivell de la partida, on es desenvoluparà el joc, que té els dos HUD explicats amb anterioritat i una taula en 3D de manera estàtica. De manera dinàmica es creen les 50 cartes per jugador, basades en les cartes de les baralles de cada jugador, es barregen i 7 d'elles aniran a parar a les mans de cada jugador, la resta aniran a la pila principal.

En els JCC com tot joc, segueix una mecànica que pot ser implementada de manera tradicional, amb una serie d'estructures que obliguen a l'usuari a realitzar determinades accions, així és com es comporta també un JCC de manera genèrica però, la part interessant i que representa tot un repte és la de donar a cada carta l'opció de trencar aquesta mecànica, de botar-se les regles i crear continues excepcions i interrupcions que canvien les normes preestablertes per al cas concret de la carta. Per tant queda un pas més enllà la implementació típica d'una estructura estàtica de dades explícita per a la mecànica del joc, passant a ser una estructura més flexible i que dote a les cartes del millor poder de canvi possible.

Aquesta estructura es basa en accions atòmiques i simples, que de manera natural venen apilades per a cada fase del joc, obligant al jugador a realitzar algunes d'elles o en altres casos donant l'opció de passar. Per al cas de les cartes, tenen una sèrie d'accions personalitzades dependent de la seva habilitat especial, que serà definida en un script realitzat exclusivament per a cada una d'elles, en el que es segueix el planell d'una interfície per a apilar accions.

5.2 Plataformes, SO i dispositius

Inicialment només s'ha donat suport al navegador amb el plugin de Unity 3D instal·lat, els requisits mínims de maquinari en qualsevol cas, seria d'1 GB de RAM amb processador Core 2 Duo, targeta gràfica amb acceleració 3D i sense requerir espai d'instal·lació al disc dur. Aquest plugin només està actualment disponible per a SO Windows i Mac OS.

Sense un esforç addicional, es reaprofitaria el codi per fer una versió standalone per als tres SO majoritaris: Windows, Mac OS i Linux, posant el joc gratuïtament a disposició dels usuaris tant a la nostra web, com als respectius repositoris d'aplicacions Windows Marketplace, App Store i Ubuntu Software Center, per a una major difusió, ja que al buscar jocs de cartes, nosaltres seriem una possible opció, bastant més econòmica i interessant per a possibles jugadors d'altres tipus de JCC. També existeixen altres plataformes interessants especialitzades en jocs com Steam. El problema d'aquestes serien les condicions d'entrada, mètodes de pagament, etc. que hi hauria que estudiar des del punt de vista d'un advocat i un gestor de finances per veure si és o no convenient entrar en cadascuna d'elles.

El següent pas seria adaptar la interfície d'usuari al món de les tauletes, que seria molt trivial, ja que només es tractaria d'afegir els events tàctils.

El món mòbil no seria tan adequat pel tamany tan reduït de les pantalles, on s'hauria de pensar en una manera de resumir la informació del tauler per a pantalles de 3 i 4 polsades, que seria igualment plausible en cas de ser necessari i amb canvis mínims.

5.3 Codi extern

El propi motor controla el codi propietari per al renderitzat dels gràfics depenent de la plataforma destí, com ja s'ha explicat. També s'ocupa el propi motor dels codecs de àudio, vídeo i, importació de diferents models de 3D.

S'ha fet ús d'efectes especials importats de manera gratuïta des de l'anomenada "Asset Store" del Unity 3D per als neons que indiquen les accions a realitzar en les cartes o l'efecte de raig que surt al furar destí a la primera fase del combat.

S'utilitza l'API de Exit Games per a fer ús del Photon Cloud a la part multijugador, importada també des de l'"Asset Store" del Unity 3D 5.6.

5.4 Objectes

Només es parlarà per breuetat de les classes més interessants que s'han creat i de la seva cohesió per al desenvolupament d'una partida normal, dintre del nivell del joc.

- SmartPlayer: aquesta classe representa les funcions auxiliars de cadascun dels jugadors. Les principals estructures de dades a les que fa referència aquesta classe són:
 - actions: accions que podrà realitzar en cada moment el jugador gràcies a les cartes que posseeix en mà, o en taula.
 - actionWaitingForChoosing: esperant a que es trie una carta per a realitzar una acció amb aquesta.
 - actionWaitingForTarget: esperant a que es es trie una carta que serà objectiu d'una acció.
 - cardsInPlay: cartes en taula.
 - chat: classe per a bescanviar missatges amb l'oponent.
 - table: accés a la classe que representa la taula de joc.
 - waitingForOpponent: indica si és el torn de l'oponent.
 - LoadDeck: funció que s'encarrega de carregar la baralla de l'usuari. Entre altres tenim funcions per a passar, buscar cartes, calcular diferents estadístiques, pagar costos, agafar cartes de diferents piles, barallar piles, marcar i desmarcar diferents conjunts de cartes, en definitiva, efectuar accions bàsiques.
- PlayerLogic: s'encarrega d'enviar missatges a l'oponent de les accions efectuades per a que actualitzi la seva lògica i de seguir la mecànica de joc, en cas de ser el jugador que fa de servidor, també enviarà al client les accions disponibles en cada moment.
- AIPlayer: Substitueix la lògica del jugador humà cridant diversos mètodes d'altres classes que conformen el raonament. Aquest s'explica amb més detall al llarg en 5.7.
- Table: posseeix classes que seran utilitzades per diversos objectes que fan referència a aquesta classe com per exemple el NetworkManagerGame i més particularment defineix les zones on les cartes van a ser dipositades en la taula, la música, llum i moviments de càmera. Al inicialitzar-se també inicialitza classes estàtiques com TurnHelper o PlayerStats. Capta les dreceres de teclat per realitzar accions com passar, aturar el temps, etc.
- Card: aquesta classe és la classe base de carta, que conté les accions bàsiques i els elements comuns a la resta de tipus i subtipus de cartes. Conté la facció, cost, destí, modificadors, llistat d'accions dels dos jugadors, habilitats activades, si està o no en joc, si té accions pendents, propietari de la carta o, diferents efectes especials. Entre els mètodes més destacables es troben aquells que s'encarreguen d'apilar els efectes que estan sofrint o els que són causats per aquesta carta, causar mal a

la carta, també es troben les funcions que determinen si la carta és o no seleccionable o objectiu d'alguna acció.

- Unit: hereta de la classe Card oferint atributs específics del tipus unitat, de manera genèrica, amb els atributs de força, destresa i escut.
- AirUnit: hereta de la classe Unit i l'amplia amb l'atribut de capacitat.
- GroundUnit: hereta també de la classe Unit sumant l'atribut de Aircombat.
- Gear: amplia la classe Card amb paràmetres que defineixen si va a una unitat pròpia o de l'oponent o al damunt de taula.
- Interrupt: s'extén des de la classe Card amb una llista d'efectes.
- Weapon: hereta de Card, afegint una referència a Unit a la que va adreçada en joc aquesta arma.
- Location: també s'aprofita de Card amb la herència, al contrari que la resta de cartes, aquestes sempre estan en joc i són un nombre determinat: 6, 3 d'aire i 3 de terra. Conté entre altres informació sobre les cartes que s'han jugat en aquesta zona.
- Air: És un tipus de Location, es disposa en vertical, només unitats de subtipus Air poden ser jugades ací.
- Ground: És també un tipus de Location, es troba al tauler en horitzontal i, només unitats del subtipus Ground poden jugar-se ací.
- Pile: Es tracta d'una llista de cartes amb un conjunt de mètodes per a facilitar el seu ús com per exemple, barallar les cartes, afegir cartes, emetre halo o agafar cartes d'aquesta.
- Stack: És una llista d'accions, que temporalment s'apilen i es resolen d'una en una en cada torn conforme es juguen cartes o habilitats d'aquestes. Aquesta classe disposa de tots els elements per tractar aquestes accions, tant de manera visual com lògica.
- TurnHelper: És una classe estàtica que es consultada per moltes classes. Conté la fase actual de joc, el torn, iniciativa, si alguns dels jugadors ha d'actualitzar la seva lògica, si estan llests tant el client com el servidor, aturades de temporitzador, etc.
- UpdateManager: Força la actualització de la lògica dels jugadors.
- NetworkingManagerGame: Aquesta classe centralitza tota la comunicació que es realitza en la part multijugador. S'explica amb més detall a la secció 5.6 d'aquest capítol.

5.5 Bucle principal

El codi del Draconian Wars, degut a la natura del Unity 3D que permet afegir scripts a tots els objectes de l'escena, es troba bastant distribuït entre els diferents objectes que van creant-se al llarg de la inicialització d'aquesta. Una vegada creats aquests objectes, no es destrueixen fins la finalització del joc i, aquests objectes tenen adherit un script, que és una classe, en el nostre cas escrita en C# com ja s'ha comentat, que hereta d'una classe principal que ofereix Unity 3D per a utilitzar atributs i mètodes que es combinen amb l'editor o faciliten les interaccions d'aquest amb la resta. Un d'aquests mètodes utilitzats s'anomena Update i es crida una vegada per frame. No a tots els objectes del joc s'utilitza aquest per no sobrecarregar, però la majoria tenen en compte possibles modificacions del seu estat que comuniquen a la resta gràcies a aquest mètode.

A l'escena del joc es troba com a objecte fixe la taula on es jugarà i a aquesta es troba adjunt el script amb la classe Table. Quan aquest s'inicialitza es posen a punt les classes d'ajuda com TurnHelper, PlayerStats, GameHelper o es troba la referència al NetworkManagerGame per al joc en xarxa si és necessari o si cal fer una càrrega d'una partida amb determinades cartes ja en taula, ma i diferents piles. A la funció Update tenim el control de la música i de la il·luminació depenent de la fase en la que es trobem, amb comprovacions fetes al TurnHelper. Altra tasca que realitza aquesta funció és la recollida de les dreceres de teclat, per moure d'esquerra a dreta les cartes que hi ha en taula per a una millor visualització en cas d'haver moltes cartes en joc. La classe TurnHelper conté la informació del torn actual sense fer ús del mètode Update s'actualitza quan criden el seu mètode: pass, determinant el pròxim torn, fase i iniciativa del joc i, informant amb un missatge de quin tipus d'acció s'ha realitzat, per a mostrar-se en pantalla i facilitar l'enteniment de l'acció realitzada als dos jugadors. Obliga als jugadors a actualitzar la seva lògica en cas de ser necessari i dona el torn a l'inici de la partida a un d'ells aleatòriament.

Altres dels objectes fixes importants de l'escena són el jugador i l'oponent que també posseeixen al seu bucle principal part de la lògica imprescindible per al correcte funcionament de la mecànica del joc. Aquests tenen adjunt un script anomenat PlayerLogic, que com a bucle principal utilitza la funció PlayerUpdate, on decideix quina lògica aplicar depenent si és tracta del jugador servidor, el client o la IA. En el cas d'un jugador humà, siga client o servidor realitzarem les accions que passem a explicar: es comprova si s'ha d'activar el temporitzador per al jugador utilitzant la referència a aquest. La següent comprovació constatarà si ha guanyat la partida el jugador, per avisar al contrari i aturar la lògica de la partida, en cas contrari, es comprovarà que s'han dut a terme les accions inicials de preparació de les diferent piles tant del propi jugador com del oponent. En cas de no haver dut a terme aquestes, es carregarà la baralla i es crearà cadascuna de les cartes, barallant

aquestes una vegada totes carregades i deixant preparada la pila principal i amb les 43 cartes inicials i les 7 cartes restants en la mà del jugador. El primer a comprovar, quan ja totes les accions inicials s'han realitzat, són les accions a la pila, si aquestes ja s'han resolt, es mirarà si hi ha que passar de fase automàticament, degut a que en la fase a la que s'ha passat no es pot realitzar cap acció. Seguidament es comprovarà si la lògica d'aquest jugador ha de ser actualitzada, activat-se el botó del temporitzador, desseleccionant les cartes seleccionables i que poden ser objecte d'una acció, es farà un reset de totes les accions d'aquest jugador i del oponent i de les cartes en joc, s'aplicaran les habilitats a les cartes, actualitzant-se cadascuna d'elles individualment. Dintre d'aquesta comprovació si el jugador ha de fer algun target o blanc en alguna de les cartes, es comprovaran les cartes que poden ser objecte per a que siguin marcades, en el cas d'haver de descartar alguna carta, es realitzarà l'acció de perdre energia, si hi ha triggers o interrupcions es desmarcaran les cartes que poden ser blanc i si és el final de torn, es barrallen es cartes de la pila de consum i es posaran baix de la pila principal i es realitzarà un reset general de cartes en joc.

5.6 Multijugador

Els JCC són inherentment un tipus de joc social i la seva manera de jugar ha sigut buscant gent que també jugue dintre de determinats cercles d'amics, clubs socials, tendes especialitzades o tornejos. Amb la vertent digital, ampliem aquestes possibilitats al món sencer, facilitant la vida al jugador centrant en un punt tots aquelles persones interessades en aquest joc, siga quin siga el seu dispositiu i siga quina siga la seva procedència.

És per tant un avantatge disposar d'un sistema que connecte de manera fàcil, còmoda i immediata dos jugadors que vulguen enfrontar-se entre ells, utilitzant en el nostre cas una sala de xat accessible des del menú principal, on tot el món pot comentar la seva disponibilitat, on es puga veure el seu nivell i reptar la gent que vulga o acceptar el repte que més li abellisca de tots.

La primera tecnologia per la que es va optar és la que ofereix Unity 3D [19], on les partides es defineixen en el que s'anomenen *rooms*, i només els jugadors en la mateixa room poden comunicar-se els uns amb els altres i cada jugador pot estar només en una única room, es a dir, cada partida estarà identificada amb un nom únic on només els dos jugadors van a ser capaços de veure's i interactuar entre ells.

Per configurar la comunicació dels diferents objectes es disposa d'un component anomenat *NetworkView* que al afegir-se a qualsevol objecte del joc li dona l'opció de comunicar-se mitjançant la xarxa amb la resta de jugadors que estiguen a la mateixa room, en el nostre cas, amb l'únic oponent que pot tenir. Aquesta comunicació pot realitzar-se de de diferents maneres, sincro-

nitzant l'estat del objecte, de manera que sempre s'enviarà informació quan l'estat del objecte canvie, o bé a base de "Remote Procedure Call"s o de manera abreviada: RPC's. Per aquesta solució s'utilitza un *Master Server*, on els jugadors poden donar-se d'alta com servidors i els clients que ho desitgen poden obtenir la llista de jugadors que actuen de servidors a la partida i així començar a jugar. Per tant es necessita un servidor amb aquest programari que actue de Servidor Mestre, i els clients apuntant a aquesta direcció del servidor per poder actuar amb ell de la manera que ho desitgen, o bé com a servidors o bé com a clients. També s'ofereix programari per instal·lar-se junt al Servidor Mestre, anomenat *Facilitator* per a fer travessament de NAT i programari per a fer de Proxy, encara que augmentant la latència, moltes vegades, només aquesta és la solució acceptada per molts dels routers instal·lats a les cases a la majoria del món [20]. Aquest servei de Proxy es troba en fase beta i no es recomana el seu ús per part de Unity Technologies a més d'implicar un volum de tràfic extra a servidors que hauríem de mantenir per en cas d'alguna fallada de programari o en cas d'haver fet una infraestimació de la càrrega necessària per poder abastir els clients esperats.

Per les raons descrites amb anterioritat s'ha preferit l'ús d'un middleware ofert per *Exit Games*, anomenat *Photon* amb el qual es pot accedir a una serie de servidors als que anomenen *Photon Cloud*, amb un idApp adquirit de manera gratuïta i amb la qual controlen de quina llicència es tracta amb cada accés de cada client, havent un limit pel tipus de llicència, però que resulta molt rentable i fins als 20 jugadors concurrents és gratuïta, cosa que ens permet establir un context de beta més que confortable [5].

Aquesta tecnologia funciona de manera molt similar a la nativa de Unity 3D descrita abans, amb un component propi anomenat *PhotonView* tenim les mateixes opcions que amb l'original, sabent que sempre passarà per un proxy la informació i per tant que mai hi haurà problemes de NAT i que el propi balanceig dels servidors es realitzarà de manera automàtica.

Així doncs, podem definir una room principal on es trobaran tots els jugadors com a clients, on podran bescanviar-se RPCs que van a contenir línies de text, per al servei de xat i altres tipus més de RPCs que contindran informació per mantenir a tots els jugadors informats de quins oponents hi ha i quins s'han desconnectat per poder llençar-los un repte individualment, entre els RPCs més importants trobem: llançament del repte, acceptació del repte, rebuig del repte i confirmació d'acceptació del repte. Més detalladament descrivim ací les funcions:

```
/**
 * Line of code that calls the "Send Msg" RPC to all
 * the players.
 */
photonView.RPC("RPCsendMsg", PhotonTargets.All,
    UserData.userName+": "+textLine);
```

```

/**
 * Received Msg text from one of the players.
 */
[RPC]
private void RPCsendMsg(string msg)
{
    if(dbg_chat)
        Debug.Log("[ChatPhoton.cs] RPCsendMsge:
            "+msg);
    ChatEntry newChat = new ChatEntry();
    newChat.text = msg;
    newChat.type = 1;
    newChat.color = Color.white;
    chatTextLines.Add(newChat);
    newMessageToShow = true;
}

```

Observes que ací ve inclòs l'usuari que envia el RPC qui rebrà i tractara aquest, però precisament aquest és el comportament que esperem de tots els usuaris, que mostren el missatge a la finestra del xat.

```

/**
 * Received challenge: check if I am challengedName.
 */
[RPC]
void RPCchallenge(int challengerID, string
    challengedName){
    if(UserData.userName==challengedName){
        // if you execute this: challenge received!
        Challenge challenge = new Challenge();
        challenge.challengeReceivedFromId =
            (long)challengerID;
        challenge.challengeReceivedFromName =
            getNameFromId(challengerID);
        challenge.rank =
            getRankFromId(challengerID);
        challengesReceived.Add(challenge);
        if(GameHelper.fxOn)
            audio.PlayOneShot(challengeAudio);
    }
}

```

El RPC del repte serà rebut per tots els usuaris, però només un d'ells l'ha de tractar i considerar com seu, aquest usuari anomenat *challengedName*.

```

//always received from master-client (challenger)
[RPC]
void RPCacceptChallenge(long challengerID, string
    challengedName, string roomName){
    if(UserData.userID==(int)challengerID){
        loadingscreen.showLoadingScreen();
        this.challengeRoomName = roomName;
        PhotonNetwork.LeaveRoom();
        StartCoroutine("CreateChallengeRoom");
    }
}

```

Al executar-se aquest codi acceptant el repte, tots dos usuaris entraran a una sala amb el nom del reptador concatenat amb el nom del reptat, de manera que el primer que la cree serà el jugador mestre de la partida, el que significa que el seu codi controlarà la lògica de la partida.

Quan un jugador ha acceptat la invitació, intentarà crear una partida/*room* amb el seu nom i el de l'oponent concatenat i en cas d'èxit serà el *ClientServer* de la partida, es a dir, actuarà com a servidor de la lògica del joc. Acte seguit passarà a l'escenari del joc, on trobarà la taula i començarà a carregar les seves cartes i les del oponent. El jugador que ha llençat el repte, intentarà crear també la partida, per si a un cas el seu oponent ha tingut algun tipus de retard o lag, evitant així l'espera per part d'algun dels dos. En un cas normal, no podrà crear la partida però s'unirà a la partida creada per l'oponent igualment, començant a sincronitzar els diferents objectes amb el *ClientServer* al que a partir d'ara anomenarem servidor. Aquest servidor serà el que controle la lògica del joc, la mecànica i les diferents accions que es puguin realitzar i els seus efectes, essent el client una simple interfície que obehirà pas per pas el que li ordene el servidor mitjançant l'ús de RPCs.

Durant la partida el servidor autoritzarà pas per pas tot el que el client ha de fer, fins i tot les seves pròpies accions i efectes, mitjançant RPCs que anirà enviant en cada pas. Tots aquests RPCs s'han aglutinat en una super-classe anomenada *NetworkManagerGame*, des d'on es pot fer debug d'una manera més fàcil, degut a que són molts els objectes del joc que acaben fent ús de l'enviament de RPC per comunicar a l'oponent l'estat actual. L'altra tècnica emprada de sincronització es basa en el canvi d'estat i s'ha fet ús d'ella en la classe *TurnHelper*, on s'indicarà al component *photonView* que aquesta classe va a ser observada i en el mètode *OnPhotonSerializeView* s'indicaran les variables que van a ser sincronitzades.

5.7 Intel·ligència Artificial

5.7.1 Motivació

Tradicionalment els JCC han sigut jocs multijugador a la força en les seves versions físiques, per la seva naturalesa obliga a jugar contra un oponent que al món físic no pot ser altra cosa que una persona. Però malauradament els primers jocs multijugador han tardat en arribar degut al desfasament entre el desenvolupament de la xarxa global, Internet, la seva maduresa i la seva adopció de manera global. Aquestes dues raons han obligat, als desenvolupadors d'aquests tipus de jocs i molts altres, a enfrontar-se al repte d'implementar un oponent no humà, es a dir, a implementar una Intel·ligència Artificial que siga capaç d'enfrontar-se a un rival humà amb una mínima qualitat de resposta [2] [16] [18].

5.7.2 IA en altres JCC

La principal problemàtica dels JCC és que són jocs amb molta riquesa de detall, on cada carta posseeix alguna característica única i que pot ser utilitzada en un context molt concret i especial, es per això que molts desenvolupadors opten per crear màquines d'estat amb baralles fixes o situacions concretes i així oferir l'opció al jugador d'enfrontar-se contra una IA que en realitat resulta molt repetitiva i a la que se li poden acabar endevinant totes les accions i que desaprofitarà sempre moltes de les accions i efectes dels que disposaran les cartes i per tant farà que el joc siga reduït pel propi sistema, que no innovarà mai ni sorprendrà al jugador humà, fent que aquest s'avorrisca abans del joc sense arribar a ser un bon jugador.

En el cas de Magic: Duels of the Planeswalkers [14], no s'utilitzen màquines d'estat, sinó un sistema de ramificació i poda des de la qual, s'avaluen totes les possibles jugades i la pseudo-jugada de passar o no fer res. Aquest mètode d'avaluació o puntuació es basa en comparacions, puntuant el context del món resultant d'aquesta acció. Aquesta ramificació es realitza només en un nombre de tres moviments, ja que no es poden preveure les totes les accions que l'oponent realitzarà ni de quines cartes disposa i per tant, el món pot arribar a canviar no essent consistent amb les prediccions establertes. L'escenari ha sigut optimitzat fins ser capaç de marxar milers de possibles escenaris per segon, es parla d'una millora fent un escaneig intel·ligent d'habilitats estàtiques que afecten a les diferents cartes o també de no ramificar per opcions absurdes en les que la IA es ferix a ella mateixa o on es beneficia únicament l'oponent amb una acció directa, altra manera de podar és no realitzar accions addicionals, encara que en un xicotet percentatge siguen útils, si es controla la pila d'accions, es a dir, l'acció que hi ha al sobre és una acció de la IA. També es realitza un ordenament de les possibles accions a realitzar per benefici obtingut, i es fan diverses avaluacions ràpides del món per saber de manera instantània si hi ha que realitzar alguna acció, sobre tot, a la fase

de combat que és on es disposa de menys temps i hi ha que controlar diversos fronts, com per exemple les reaccions de l'oponent. No existeix cap tipus d'estratègia a seguir que no siga la de realitzar sempre la millor acció per a cada moment o cada reacció de l'oponent, existeix això si, una intel·ligència emergent que crea tàctiques, avançant-se a possibles objectius per bloquejar enemics o atacar de manera intel·ligent. Un altra característica que presenta la IA d'aquest joc és el paral·lisme, la IA ocupa un fil sencer per separat de la resta del joc en segon pla, permetent a la part gràfica actuar sense problemes ni cap tipus de retard de refresc en la pantalla.

Les limitacions reconegudes d'aquesta IA són com s'ha comentat que no té caràcter estratègic i al no ramificar no més de 3 moviments, es molt susceptible de rebre contraatacs, encara que no és un error estratègic molt greu, si que s'ha de tenir en compte. A més a més, tampoc té en compte la baralla del contrincant per saber de quina manera seria més eficient atacar, defensar's o guanyar, ni tampoc té en compte la seva pròpia baralla, cartes, ponderació de diferents tipus de forces, atacs, defenses, etc. que poden resultar útils a l'hora de realitzar certes accions o de triar entre diverses accions.

5.7.3 IA Draconian Wars

Sistema Multi-Agent

La IA del Draconian Wars s'ha pensat i plantejat des d'un punt de vista d'un Sistema Multi-Agent, SMA [25] on els diferents agents que en aquest context són les cartes que conformen la baralla de la IA, col·laboren per aconseguir guanyar a l'oponent. Aquests agents interactuen entre ells per decidir quina acció oferta la millor situació final per al conjunt de totes elles. D'aquesta manera, cada vegada que la IA tinga l'iniciativa del joc, començarà una subhasta anglesa amb una sola ronda, on participaran els agents que estiguen implicats en el joc en el mateix moment, avaluant totes les seves característiques i accions possibles, per aprofitar-se d'aquesta característica hi haurà que introduir a diferents nivells un mètode d'avaluació del context per a cada tipus i subtipus de carta, i també a nivell individual, per aprofitar-se al màxim de totes les qualitats de cada carta, d'aquesta manera mai quedarà desaproveitada cap de les característiques i riquesa del joc, amb la contrapartida d'haver d'introduir funcions d'avaluació a diferents nivells i fins i tot a cadascuna de les cartes. És aquesta la única manera, sense utilitzar la força bruta o ramificació i poda, per a avaluar totes les possibilitats de joc, preguntant a cada agent quin és el seu valor des del seu punt de vista, havent diferents costos per a les diferents avaluacions. Aquests costos seran normalment bastant baixos degut a que l'avaluació que va a realitzar-se és molt específica i normalment amb una contextualitat reduïda. Així doncs, tenim la instància Red Storm que és del tipus Unit i subtipus AirUnit, compartirà amb la resta d'unitats del tipus Unit una sèrie de paràmetres que

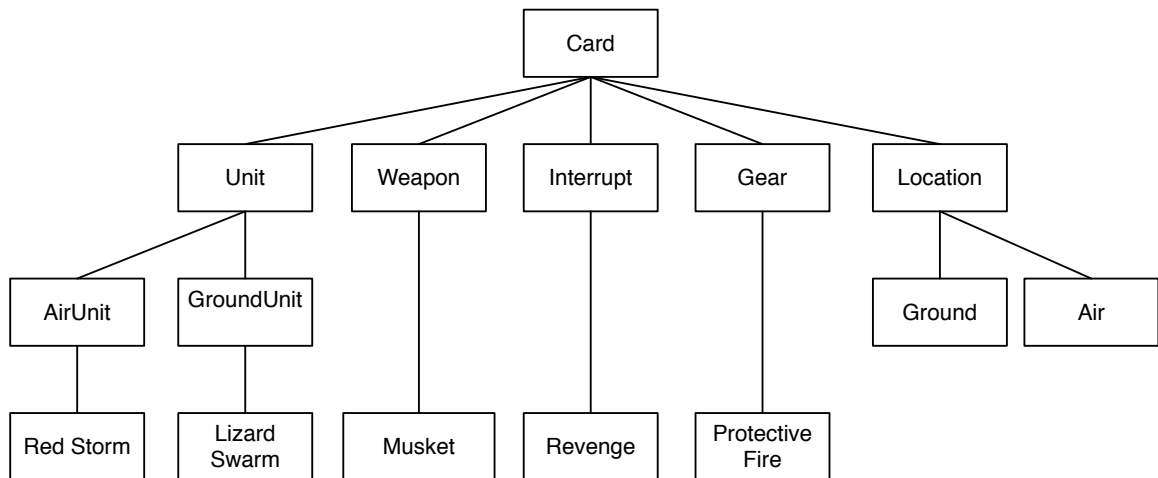


Figura 5.3: Diagrama de Carta, tipus, subtipus i instàncies

donen com a resultat una funció d'utilitat com a entitat Unit, que en funció del context, com puntualitzarem més tard a la secció 5.7.4, tornarà un valor per a aquesta carta sense realitzar cap acció addicional. També s'avaluarà com a AirUnit aquesta funció d'avaluació, podent millorar o no l'anterior, de manera que s'aprofite de les característiques que la defineixen, junt a la resta de la mateixa classe, com a AirUnit. Ja per últim, tenim la instància de la carta en sí, Red Storm, on es defineixen les seves característiques especials en forma d'accions, i que només ella posseeix, aquesta carta tindrà tantes funcions d'avaluació com habilitats posseeixca, tornant un valor per a cada una d'elles. Aleshores cada carta comptarà amb un nombre diferent de funcions d'utilitat, de les que només aprofitarà la més optimista de cara a la subhasta anglesa. El mateix passaria amb els individus *Lizard Swarm*, *Musket*, *Revenge*, *Protective Fire* i amb la resta de cartes de les que disposa el Draconian Wars en aquests moments.

Una vegada realitzada l'avaluació de totes les accions possibles, la més elevada serà la que es duga a terme, i si encara es manté l'iniciativa del jugador que controla la IA, tornarà a realitzar la mateixa avalució. Hi ha que tenir en compte ací que també existeix l'acció de no fer res, aquesta s'ha implementat exigint un llindar mínim a la subhasta per al guanyador, aquest llindar podrà variar depenent de com volem que siga el comportament de la nostra IA, a menor valor, major probabilitat de que la IA realitzi accions abans de decidir passar, es donaran algunes situacions en les que es realitzaran accions que no seran tan útils, en el cas contrari, veurem com moltes accions útils, no es duren a terme per conservadurisme de la IA.

Decisions estratègiques

Per a que els agents actuen amb objectius a mig i llarg plaç, les seves accions han de ser fruit de diferents estratègies i no d'accions que van a reportar un benefici immediat, es per tant que s'han establert metes parcials a les que han d'arribar depenent de la fase en la que es troben o de si tenen el context a favor.

És més que imprescindible fer ús d'aquestes per a una IA a un joc d'aquest tipus, ja que no sempre va a aconseguir-se guanyar de la mateixa manera i tenint en compte diferents tàctiques es pot arribar a debilitar l'oponent o es poden potenciar més o menys determinades accions que poden portar a la victòria o a sorprendre el rival.

S'expliquen ara aquestes variables definides a continuació:

- **N_MIN_MAIN**: amb aquesta variable definirem el mínim nombre de cartes a deixar sempre en la pila principal. És important perquè si s'inicia un combat i no es té una carta a la pila principal, no es furtarà destí encara que es tinga aquesta oportunitat. Aquest nombre estarà comprès entre 0 i un nombre no superior a les cartes inicials en la pila, no tenint sentit que hi haja sempre cartes a la pila no podent robar-ne cap mai.
- **N_CONQUER_GROUND/N_CONQUER_AIR**: és el nombre de localitzacions que es pretén abarcar, si els agents veuen la possibilitat de conquerir un nova àrea però ja han conquerit totes les localitzacions o bé de terra o bé d'aire, no s'efectuarà aquest desplegament. Aquesta tècnica pot resultar massa conservadora però també és molt arriscat conquerir de manera molt feble moltes àrees, ha d'haver un equilibri certament i deu existir també una compensació per part de la baralla amb la que s'està jugant, es a dir, si tenim una baralla amb molta força d'aire, hem de potenciar que es conquerisquen localitzacions d'aquest tipus. Lògicament, aquest nombre estarà comprès entre 0 i 3, ja que hi ha 3 localitzacions de cada tipus, i com és normal, per guanyar hi haurà que conquerir alguna localització i per assegurar-se, hauran d'haver dels dos tipus.
- **MIN_FORCE/MIN_SKILL/MIN_ARMOR**: aquests paràmetres determinaran el mínim de cada tipus de força per que s'efectue un desplegament, si no s'arriba per falta de cartes en mà o perquè no es tenen bastants recursos, no s'efectuarà aquesta conquesta, deixant per al següent torn l'avaluació de nou de la situació. Aquestos nombres han d'esser enters positius.
- **N_COMBAT**: amb aquest paràmetre definim la diferència positiva al nostre favor que ha d'haver entre la suma de les forces de l'oponent i les nostres. A major diferència, més garantia tindrem de que l'oponent

eixirà de la batalla perdent, però mai es sap degut a que el nombre d'interrupcions que pot tenir a la mà pot decantar al seu favor també el combat. Aquest nombre serà un enter positiu.

- **N_EXPAND**: és el nombre de cartes màxim en la mà de l'oponent per a utilitzar la tàctica d'expansió en la fase de moviment. Si l'oponent no té cartes en la mà, no podrà efectuar un desplegament fort el següent torn, per tant, podem aprofitar aquesta situació temporal per fer que els agents s'expandisquen per totes les àrees possibles, amb un DIFF també definit que ens garantirà que no deixem una zona molt dèbil davant el rival. Aquestes dues variables seran un nombre enter positiu.
- **N_POOL**: nombre de cartes a enviar a la pila de reserva, definirà la producció total màxima que podem arribar a obtenir cada torn. Serà un nombre enter positiu.
- **N_MIN_HAND**: nombre mínim de cartes a tenir en mà, es tindrà en compte quan s'efectuen desplegaments, per no quedar-se amb poques cartes en mà i donar a entendre que tenim poques cartes per a reaccionar a possibles atacs del rival. És un nombre positiu i enter.
- **N_HAND**: és el nombre de cartes que es vol tenir en mà quan es roba a la pila de recursos. Actua junt a **N_MIN_RESOURCES** per a deixar un mínim de recursos en la pila per poder efectuar alguna acció durant el torn si és necessari o beneficia el nostre joc. També es tindrà en compte el nombre d'unitats en mà, perquè sense aquest tipus de cartes no es poden efectuar desplegaments. Naturalment aquestos nombres són tots enters i positius.

Com s'ha pogut observar, canviant algunes d'aquestes variables pot modificar-se el comportament del sistema per complet, fent que siga més conservador en algunes jugades, o més arriscat o sent més ambiciós o intentant jugar de manera discreta.

Ací s'ha de tenir en compte que la subhasta decidirà sempre quina acció es realitza, tenint en compte que algun dels agents pot trencar alguna regla ajudant a la resta amb la seva acció particular o bé pot actuar de manera independent i ocasionar que no s'arribe a efectuar alguna de les tàctiques/estratègies esperades pel consum de recursos inesperat en algun moment determinat. Sempre hi haurà lloc a la sorpresa en aquest àmbit, encara que els agents tinguen en compte que poden estar interferint alguna de les línies globals definides. Incloem aquest risc donat la riquesa d'accions que poden arribar a donar-se i on si es té un poc de precaució, poden resultar sempre positives i mai contraproductes.

5.7.4 Decisions fase per fase

Aquesta IA encara que implementada utilitzant els diferents agents a diferents nivells, actua fase per fase de la següent manera, a nivell de tipus i subtipus, podent haver un trencament com s'ha advertit abans, d'una regla per part d'algun agent que decideix actuar pel seu compte utilitzant alguna de les seves accions úniques. Així doncs, ací tenim l'actuació de la IA pas per pas durant una partida i a través dels seus torns:

- **Production Phase** o Fase de producció: La IA en aquesta fase sempre produeix el màxim possible menys quan la main deck es queda sense cartes, sempre és útil tenir-ne una per si va a plantejar-se un combat, poder furtar destí. Per tant ací la IA produirà de manera que sempre deixi en la main pile N_MIN_MAIN cartes.
- **Extraction Phase** o Fase d'extracció: En aquesta fase la IA extrau per ordre creixent, en cas de poder fer-ho. També és una fase senzilla, es fa l'extracció en ordre creixent perquè hi ha cartes que eviten l'extracció, una d'elles sempre evita la primera extracció, per tant procurem que aquesta siga la menor de totes les extraccions possibles.
- **Summon Phase** o Fase d'evocació: Aquesta fase és de les més importants, ací entra en joc l'estratègia de cada jugador, el ocupar moltes localitzacions permet fer molt de extract sempre i quan l'oponent no traga unitats a les mateixes localitzacions, però tenir les unitats molt dispersades i no acumular suficient potencial de força, armadura i destresa pot ser fatal si l'oponent concentra l'eixida en una de les teves àrees dèbilment conquerides.

Així, doncs, es farà ús de les variables de lògica difusa definides anteriorment, amb les quals es defineixen de manera global per a totes les cartes els objectius a mig i llarg termini de la partida, per a cada àrea, la force, skill i armor mínims a dipositar i el nombre de àrees tant d'aire com de terra a conquerir.

Per a aconseguir aquests objectius considerem cada carta com un agent que calcula la seva funció d'utilitat i que participa en una subhasta anglesa. Cada carta decidirà el seu valor per a eixir de manera cooperativa, d'acord a la resta de cartes en mà, als recursos disponibles i al seu cost.

Aquesta tècnica permet que cada carta siga la que decidisca amb una funció pròpia, depenent del seu valor al text i dels seus valors com a unitat, com és d'adient per a eixir o no a joc.

- **Combat Phase** o Fase de combat: És més matemàtica i hi ha que veure quan és convenient començar una batalla, agafant com a referència N_COMBAT , i si hi ha alguna interrupció o habilitat d'alguna carta

que pugui beneficiar-nos en alguna fase d'aquesta. També hi ha que tenir en compte que pot haver-hi interrupcions per part de l'oponent que ens facen canviar el signe inicial de la batalla.

- **Disrupt Step 1** o Interrupció 1: Si tenim alguna interrupció o habilitat que modifiqui el fate, s'utilitzarà a ser possible.
 - **Fate Step** o Pas de destí: A l'hora d'absorbir el mal que ens han infligit, primer evitarem quedar-nos amb skill menor que 4, o bé primer ens descartarem sempre de les més barates, minimitzem les pèrdues o bé triem la combinació que més s'ajuste al mal que ens han infligit.
 - **Disrupt Step 2** o Interrupció 2: Si hi ha interrupcions o habilitats amb modificadors de force, farem ús si és possible.
 - **Force Step** o Pas de força: Actuarem de la mateixa manera que al Fate Step.
 - **Disrupt Step 3** o Interrupció 3: si hi ha interrupcions o possibilitat de ferir unitats: fer ús sempre que es pugui.
 - **Regroup Step** o Pas de reagrupació: Aquesta volta té igual l'ordre de sentència de les cartes ferides, ja que estan sentenciades definitivament, o en cas de posseir una carta que ressuscite alguna d'aquestes, s'utilitzarà al principi d'aquesta fase, ressuscitant aquella unitat amb millor suma de força, habilitat i escut.
- **Move Phase** o Fase de moviment: Aquesta també és una fase molt important, ja que actua d'acord al que fa l'oponent, tenint la IA dues estratègies definides:
 - **Expansió**: Si l'oponent té poques cartes en mà (definit en per `N_EXPAND`), aleshores la IA intentarà expandir-se el màxim possible per controlar les àrees on l'oponent no estiga i fer en el següent torn el màxim extract possible.
 - **Contracció**: Si estem en inferioritat en alguna àrea (definit per `DIFF` on aquest valor ha de ser major que la diferència entre `sum_oponent(force,skill,armor)-sum_jugador(force,skill,armor)`, considerem superioritat a la diferència en ordre invers i la neutralitat quan estem dintre de `DIFF`, es a dir, no som ni superiors ni inferiors), bé per una batalla que s'ha donat o bé perquè l'oponent ha jugat moltes cartes a eixa mateixa àrea, cal recolzar aquesta àrea en cas de ser possible, moguent unitats de àrees on: preferentment hi haja superioritat o en altra àrea on també es siga inferior o en últim cas, a ser possible, fugint a altra àrea on no hi haja cap unitat de l'oponent.

- **Pool Phase** o Fase de reserva: En aquesta fase si encara no s'ha arribat a `N_POOL` tokens a la pila de tokens i hi ha més de `N_MIN_HAND` cartes en mà, la IA es descartarà de la menys apropiada, per açò es realitzarà una subhasta anglesa d'una ronda en que les cartes licitaran (faran 'bid') fent ús de la funció d'utilitat en la que cada carta en mà avaluarà inversament el seu valor en aquest context, es a dir; serà major quan menor siga el valor real al context actual d'aquesta carta.
- **Draw Phase** o Fase de furtrar: La IA intentarà tenir sempre en mà `N_HAND` cartes però evitant quedar-se sense cartes en cap de les piles, així, doncs sempre deixarà un `N_MIN_RESOURCES` nombre de cartes a la pila de recursos per al futur.
- **End of turn Phase** o Fase de final de torn: Es una fase automàtica en la que el jugador no pot fer res.

Capítol 6

Treball futur

Aquest episodi va destinat a les característiques que no s'han pogut implementar encara, degut a les limitacions de temps i de recursos, on sempre s'ha donat prioritat a tenir les característiques bàsiques per poder jugar amb estabilitat, seguretat i des de diversos dispositius. Aquest seria un llistat de possibles millores de cara a futures versions:

- Desat i càrrega de partides: Més útil per al joc individual, aquesta característica podria ser perfecta per al joc en dispositiu mòbil, en el que en determinat moment s'ha de interrompre la partida per qualsevol motiu. Es podria realitzar fins i tot un desat automàtic en cada jugada, per si aquest acabament és inesperat.
- Edició de partides: Definir la baralla de la IA i alguns dels paràmetres que determinen l'estratègia de la IA.
- Multi-idioma: Implementar el que falta per a que el renderitzat de la carta obtinga el text de la carta des d'un arxiu extern i que canvie dependent del idioma.
- Preparar un sistema de trofeus: definir un llistat de trofeus a aconseguir per part del jugador per motivar-lo a jugar contra la IA més assíduament, intentant aconseguir aquests. Més endavant es podrien integrar amb els sistemes de trofeus del *Game Center* del iOS, o el que posseïx Steam, o crear el nostre propi a la part social de la web.
- Creació de tornejos per part d'usuaris: aquesta és una característica molt interessant si vol crear-se una comunitat veritable, ja que només jugant i competint es crea un vertader clima on s'exprimeix i es vol conèixer el joc al 100%.
- Integració de dispositius mòbils amb televisions: aquesta característica hui en dia només està suportada per iOS de manera nativa, però donaria un cop d'efecte molt interessant de manera que es veuria en

cada dispositiu mòbil la carta de cada jugador, com és tradicional als jocs de cartes i a la televisió el que poden veure la resta de jugadors, es a dir, la taula.

- Multijugador P2P, evitant que el servidor carregue amb els missatges d'un i l'altre jugador i estalviant en el manteniment d'aquests.
- Implementar aprenentatge a la IA, aquest aprenentatge aniria destinat a cada baralla individual, i es faria veient quines són les cartes de l'oponent que fan que s'haja optat per una mala estratègia, modificant les variables que defineixen les tàctiques emprades per la IA per a aquesta baralla.

Capítol 7

Conclusions

Aquest Treball Final de Màster resumeix, de la manera més detallada possible, els mesos de treball en la creació d'un videojoc des d'un punt de vista professional de les TIC. En la creació d'aquesta plataforma i del primer videojoc s'ha desenvolupat una Propietat Intel·lectual pròpia, contingut visual, mecànica de joc, i com no del de la Intel·ligència Artificial, tot açò partint de zero.

Ha sigut de molta ajuda comptar amb un bon fons de coneixement com el que s'ofereix al Màster IARFID on no només es centra el coneixements que han sigut molt útils al camp de la IA, MAS, Negociació, Tècniques de IA o Ferramentes de la IA, sinó que al camp de la Imatge Digital ha sigut fonamental comptar amb coneixements d'eficiència i optimització gràfica. I també, perquè no, estar a l'última en diversos camps que poden ser d'ajuda en un futur com siga la Lingüística Computacional o Reconeixement de Formes on poden sorgir diverses iniciatives d'aprofitament o investigació.

En la creació d'aquest projecte s'ha format part de la primera edició del curs-concurs organitzat per la UPV anomenat *49k*, on presentant l'idea, pla de negoci i fent un *pitching* de 5 minuts, s'ha sigut finalista i s'ha obtingut un premi de 6000 Euros.

Hui en dia s'està elaborant pla de negoci encarat als premis Bancaixa, pel reconeixement de cara a futurs inversors.

Estem en contacte continu amb l'institut IDEAS per donar forma al projecte i impulsar-lo de la millor manera possible, aprofitant el coneixement d'aquest departament.

Bibliografía

- [1] 1904 ALLEGHENY CARD COMPANY.
<http://www.oldcardboard.com/wg/alleggheny/alleggheny.asp?cardsetID=1175>.
- [2] BRIAN SCHWAB. *AI Game Engine Programming*. Charles River Media, 2004.
- [3] CULTURAL PARTICIPATION. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-77-07-296/EN/KS-77-07-296-EN.PDF.
- [4] ENTRETAINMENT SOFTWARE ASSOCIATION. <http://www.theesa.com>.
- [5] EXIT GAMES. <http://www.exitgames.com/>.
- [6] INTERACTIVE SOFTWARE FEDERATION OF EUROPE.
http://www.isfe.eu/sites/isfe.eu/files/isfe_final_combined.pdf.
- [7] JOMSOCIAL TEAM. <http://www.jomsocial.com>.
- [8] KARDFY STUDIOS SL. <http://draconianwars.kardfy.com/home.html>.
- [9] KARDFY STUDIOS SL. <http://kardfy.com>.
- [10] MARTA FRAU I JUAN GABRIEL CORRAL. El videojugador español: perfil, hábitos e inquietudes de nuestros gamers.
- [11] OLIVER WYMAN. *Libro Blanco de los Contenidos Digitales de España 2010*. red.es, 2010.
- [12] ON-LINE EDUCATION. <http://www.onlineeducation.net/videogame>.
- [13] OPEN SOURCE MATTERS, INC. <http://www.joomla.org>.
- [14] PATRIK BUCKLAND. <http://www.wizards.com/magic/magazine/.article.aspx?x=mtg/daily/feature/44>.
- [15] PAY PAL. <http://draconianwars.kardfy.com/home.html>.
- [16] RUSSEL AND NORVIG. *AI: A Modern Approach*. Prentice Hal, 1995.

- [17] STEVE L. KENT. *The ultimate history of video games*. Three Rivers Press, 2001.
- [18] STEVE RABIN. CHARLES RIVER MEDIA. *Introduction to Game Development*. Prentice Hal, 1995.
- [19] UNITY 3D. <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/NetworkedMultiplayer.html>.
- [20] UNITY 3D. <http://docs.unity3d.com/Documentation/ScriptReference/Network.TestConnection.html>.
- [21] UNITY TECHNOLOGIES. <http://unity3d.com>.
- [22] UNITY TECHNOLOGIES. <http://unity3d.com/unity/publishing/>.
- [23] VIRITUEMART ECOMMERCE SOLUTION. <http://virtuemart.net>.
- [24] WE ARE SOCIAL. <http://wearesocial.sg/blog/2012/01/social-gaming-asia/>.
- [25] WIKIPEDIA. http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system.
- [26] WIKIPEDIA FOUNDATION. http://en.wikipedia.org/wiki/Collectible_card_game.
- [27] WIZARDS OF THE COSAT. <http://www.wizards.com/Magic/TCG/NewtoMagic.aspx?x=mtg/tcg/newtomagic/whatismagic>.