

Remigio Challenge

Autor: Esteve Grau Jiménez
Tutor: *Ester Arroyo Garríguez*
Professor: *Fernando Pérez López*

Grau en Enginyeria Informàtica
Enginyeria del programari

06/2023



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

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Remigio Challenge</i>
Nom de l'autor:	<i>Esteve Grau Jiménez</i>
Nom del col·laborador/a docent:	<i>Ester Arroyo Garríguez</i>
Nom del PRA:	<i>Fernando Pérez López</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2023</i>
Titulació o programa:	<i>Grau en Enginyeria Informàtica</i>
Àrea del Treball Final:	<i>05.640 TFG - Videojocs</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules clau	<i>Intel·ligència Artificial, Joc de cartes</i>
Resum del Treball (màxim 250 paraules): <i>Amb la finalitat, context d'aplicació, metodologia, resultats i conclusions del treball</i>	
<p>Aquest TFG recull el procés de desenvolupament del videojoc "Remigio Challenge", un joc de taula que recrea el joc de cartes tradicional amb el mateix nom amb l'objectiu de fer-ne una adaptació al món digital per tal de poder-hi jugar a l'ordinador. La motivació principal és oferir l'experiència trencant la limitació de necessitar que els jugadors hi siguin presents físicament presents per jugar. També es busca oferir la opció de modificar les regles per donar suport a les diferents variacions existents del joc.</p> <p>La implementació s'ha fet utilitzant el llenguatge de programació C# i la llibreria multimèdia SFML per tal de poder compilar i executar el programa sobre maquinari poc potent. El projecte s'ha desenvolupat de manera iterativa partint d'un disseny bàsic del taulell representat per un sobretaula i les cartes. A partir d'aquí s'han afegit les regles del joc, l'habilitat de modificar les regles, el suport per múltiples baralles i la intel·ligència artificial.</p> <p>El lliurable obtingut és un la implementació del joc de cartes Remigio en 2D i amb la capacitat de jugar contra un màxim de vuit oponents sobre la plataforma Windows. Aquesta treball final mostra com es pot desenvolupar un joc completament funcional sense la necessitat d'utilitzar un motor de joc molt complex.</p>	
Abstract (in English, 250 words or less):	
<p>This project documents the process of building and implementing the game "Remigio Challenge", a digital adaptation of the popular Spanish card game "Remigio". The objective is to allow the player to experience the game regardless of phisical limitations and offering the possibility to modify the rules to acomodate for the different variations of the game that exist.</p>	

The development of the project was carried out using C# as the main programming language along with the multimedia library SFML as the engine. As for the structuring of the process, the development was broken down into iterative cycles with each cycle building a new feature on top of the outcome of previous iterations. The first part consisted in getting the cards displayed on the board and from there the players, the rules, and some animations were added progressively.

The end result is a fully playable game that recreates the feeling of playing Remigio on Windows machines. The 2D graphics and the simple effects used in the game make it a light game that runs well on computers with low specifications.

Enllaç al repositori de GitHub amb el projecte i al lloc de descàrrega:

https://github.com/o348tu89q34p/TFG/tree/PAC4_Lliurable

<https://github.com/o348tu89q34p/TFG/releases/tag/v1.0.0>

Índex

1. Introducció.....	9
1.1. Introducció.....	9
1.2. Descripció.....	10
1.3. Objectius generals.....	12
1.3.1. Objectius principals.....	12
1.1.1 Objectius secundaris.....	12
1.4. Metodologia i procés de treball.....	13
1.5. Planificació.....	14
1.6. Pressupost.....	17
1.7. Estructura de la resta del document.....	18
2. Anàlisi de mercat.....	19
2.1. Públic objectiu.....	20
2.2. Perfils d'usuari.....	21
2.3. Estat de l'art.....	23
2.3.1. L'origen de les cartes.....	23
2.3.2. Els jocs de cartes.....	24
2.3.3. Adaptació als videojocs.....	25
2.4. Anàlisi DAFO.....	29
2.4.1. Debilitats.....	29
2.4.2. Amenaces.....	30
2.4.3. Fortaleses.....	30
2.4.4. Oportunitats.....	30
3. Proposta.....	31
3.1. Gènere.....	31
3.1.1. El joc del remigio.....	31
3.2. Especificacions del joc.....	32
3.2.1. Context del joc.....	32
3.2.2. Creació de la partida.....	33
3.2.3. Desenvolupament de la partida.....	33

3.2.4. Interactivitat.....	34
4. Disseny.....	36
4.1. Eines utilitzades.....	36
4.1.1. Entorn de desenvolupament.....	36
4.1.2. Altres eines utilitzades.....	36
4.2. Recursos del joc.....	37
4.2.1. Recursos de creació pròpia.....	38
4.2.2. Recursos de tercers.....	40
4.3. Arquitectura del joc.....	40
4.3.1. El flux de pantalles.....	40
4.3.2. El flux d'una partida.....	42
4.3.3. La intel·ligència artificial.....	44
4.3.4. Disseny del domini.....	45
5. Implementació del tauler.....	49
5.1. Representació de les pantalles.....	49
5.2. Representació de l'estat del joc.....	50
5.2.1. Gestió de l'estat del joc.....	50
5.2.2. Les fases del joc.....	50
5.2.3. Comunicació entre la interfície i l'estat.....	52
5.2.4. Animacions.....	54
6. Conclusions i línies de futur.....	57
6.1. Conclusions.....	57
6.1.1. La gestió del projecte.....	57
6.1.2. La implementació del projecte.....	58
6.2. Línies de futur.....	59
6.2.1. Millores del joc.....	59
6.2.2. Extensió del joc.....	59
7. Bibliografia.....	61
8. Annex A: Glossari.....	62

Figures i taules

Llista d'imatges, taules, gràfics, diagrames, etc., numerades, amb títols i les pàgines en les quals apareixen. Per actualitzar cadascun dels índexs, cal fer botó dret amb el ratolí i escollir l'opció "Actualitzar camps".

Índex de figures

Figura 1: Esquema dels elements de la pantalla de selecció de la partida.....	10
Figura 2: Esquema dels elements de la pantalla de creació d'una partida.....	10
Figura 3: Partida de Hearts en el joc del mateix nom de GrassGames.....	11
Figura 4: Diagrama de Gnatt.....	14
Figura 5: Tauler amb les cartes jugades durant una partida de Hearthstone.....	26
Figura 6: Partida de rummy a CardGames.io.....	27
Figura 7: Partida de rummy a VIP Games.....	27
Figura 8: Concepte d'art dels elements del joc a l'inici de la partida.....	34
Figura 9: Símbols dels colls de la baralla francesa (a dalt) i de la baralla espanyola (a baix).....	38
Figura 10: Diferents tipus de cartes de la baralla francesa (fila superior) i espanyola (fila inferior).....	39
Figura 11: Esquema de la navegació entre pantalles.....	40
Figura 12: Concepte de la pantalles d'inici (esquerra) i creació d'una partida (dreta).....	41
Figura 13: Passos que formen el torn d'un jugador.....	43
Figura 14: Disseny de les classes que defineixen els diferents tipus de cartes utilitzats en el joc.....	46
Figura 15: Interfície d'una mà de cartes amb les seves operacions més rellevants.....	46
Figura 16: Components de la classe GameState, la qual conté l'estat del joc en cada moment.....	48
Figura 17: Representació dels diferents estats del joc dins el bucle del joc.....	49
Figura 18: Esquema de les fases que componen una partida i les seves transicions.....	52
Figura 19: Selecció d'una carta de la mà del jugador.....	53
Figura 20: Procés d'afegir un grup i afegir una carta a un grup ressaltant els elements modificats d'un pas a l'altre.....	54
Figura 21: Flux de desenvolupament d'una animació.....	55

Índex de taules

Taula 1: Planificació de tasques.....	16
Taula 2: Cost per treballador.....	17
Taula 3: Cost per tasca.....	17
Taula 4: Perfil d'usuari 1.....	21
Taula 5: Perfil d'usuari 2.....	21
Taula 6: Perfil d'usuari 3.....	22

Taula 7: Perfil d'usuari 4.....	22
Taula 8: Matriu DAFO.....	29

1. Introducció

Aquest capítol introdueix els continguts del projecte i ofereix una visió general de la resta de capítols.

1.1. Introducció

Els jocs d'estratègia sempre han estat una afició que he tingut i, particularment els jocs de taula, han omplert moltes estones lliures al llarg dels anys. A diferència dels jocs que es desenvolupen en temps real, els jocs per torns tenen unes característiques que els apropen més al públic general i emfatitzen més l'aspecte intel·lectual. Això és degut al fet que els jocs en temps real permeten fins a un cert punt compensar una falta d'estratègia amb un bon ús dels controls. Aquest element no hi és present en els jocs per torns i això permet que jugadors amb diferents capacitats de reacció puguin gaudir del gènere. Al mateix temps, aquest tipus de jocs acostumen a ser accessibles des de molts dispositius perquè tendeixen a requerir menors prestacions.

Un altre aspecte que valoro, particularment dels jocs de taula tradicionals, és l'aspecte social que incentiva jugar mentre es conversa amb l'adversari. La majoria de videojocs multijugador del gènere disposen de mecanismes de comunicació però normalment s'utilitzen per intercanviar salutacions al principi i final de la partida. La tradició dels jocs de taula és de parlar constantment tot i mantenir una actitud competitiva. Un videojoc familiar que es juga en línia ha de disposar d'un sistema de comunicació per veu entre els jugadors degut al fet que els participants es coneixen entre ells i el fet de conversar és tan important com el joc mateix.

El joc del Remigio és un joc que ha tingut molta presència al llarg de la meua vida. Amb el pas dels anys i les circumstàncies, les ocasions per coincidir amb la família i amics han anat disminuint i sempre he pensat en buscar una manera de jugar remotament. Aquest treball final em sembla la ocasió perfecte per abordar aquest problema.

D'altra banda els jocs de cartes són un passatemps universal que s'estén per moltes cultures diferents. Molts dels jocs existents són variacions d'una sèrie de regles bàsiques o, fins i tot, nomenclatures diferents que s'utilitzen per referir-se al mateix joc.

1.2. Descripció

Aquest treball final planteja un projecte que porta a la creació del joc de cartes remigio. L'enfocament és des del punt de vista de recrear l'experiència del joc de taula i, si fos possible, incorporar el joc en línia per intentar resoldre la necessitat general de cultivar les relacions personals a través d'activitats lúdiques superant l'element de la distància. El valor afegit del producte es trobaria en la seva capacitat de preservar un acte social que satisfà la necessitat de connectar amb altres persones. L'aspecte social del videojoc és el mateix que el del joc de cartes físic, de manera que no es busca fer que el joc aclapari la interacció, sinó que sigui un facilitador.

El joc resultant d'aquest projecte vol aconseguir satisfer aquests aspectes per mitjà de decisions de disseny intencionades. Un punt important és que els jugadors tinguin la mateixa informació que podrien observar en una partida de cartes real. Aquests elements són detalls com poder veure el nombre de cartes que té cada jugador en tot moment o veure l'animació d'un jugador que intercanvia la posició de dues cartes de la seva baralla.

El repte que apareix és que aquesta informació no es percebrà de la mateixa manera que es faria en un joc real perquè el videojoc produït és en dues dimensions. Això fa que la representació dels diferents elements com ara els jugadors, el tauler i els grups de cartes s'hagi de fer per mitjà de diferents tècniques concretes com ara el desplaçament lateral per arribar a veure totes les parts del tauler o finestres flotants amb les cartes dels altres jugadors.

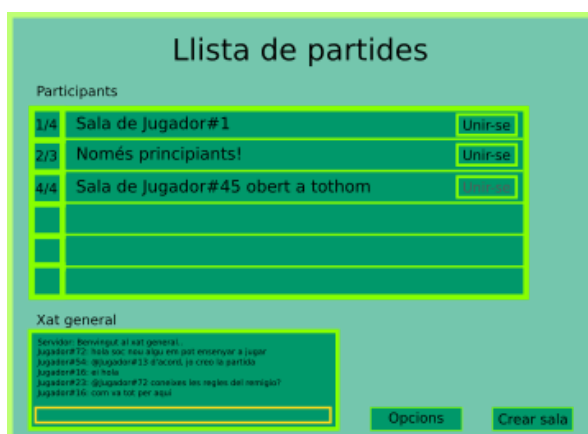


Figura 1: Esquema dels elements de la pantalla de selecció de la partida



Figura 2: Esquema dels elements de la pantalla de creació d'una partida

L'aspecte de jugar en línia es podria resoldre amb l'arquitectura client-servidor. El programa servidor enviaria un llistat de les partides en creació o que s'estan jugant quan el client accedeix a la pantalla "llista de partides" similar a l'esquema de la figura 1. Des d'aquesta pantalla el client es podria unir a una sala que tingui espai disponible o formar la seva pròpia sala. Si escull crear una sala nova llavors es trobaria amb una interfície similar a l'esquema de la figura 2. L'usuari que ha creat la sala pot decidir varis paràmetres del joc, incloent-hi el nombre de jugadors. A dins de la sala també hi ha un

xat per tal que els diferents jugadors es puguin comunicar per acordar aquests valors i que la partida sigui al gust de tots.

Durant la partida els jugadors es s'haurien de poder comunicar entre ells en tot moment. Cada jugador podria interactuar amb la seva baralla però només interactuaria amb el tauler durant el seu torn. La figura 3 és una captura de pantalla del joc Hearts, publicat per GrassGames [6] com a exemple de possible implementació d'aquest tipus de jocs. A la partida que es mostra es pot veure el tauler, les cartes del jugador, les cartes dels oponents i les cartes jugades al tauler. Aquest conjunt d'elements és el que generalment s'utilitza en la majoria de jocs de cartes per representar el joc i es considera com el punt de partida pel joc Remigio Challenge.



Figura 3: Partida de Hearts en el joc del mateix nom de GrassGames

1.3. Objectius generals

Els objectius d'aquest projecte estan plantejats entorn les idees expressades a la justificació del treball.

1.3.1. Objectius principals

Objectius de l'aplicació/producte/servei:

- Implementar el joc del remigio de manera eficient i correcte.
- Oferir un alt grau de personalització de les regles per acomodar les diferents variacions del joc existents.
- Proporcionar una experiència similar al fet de jugar a carters físicament.

Objectius per al client/usuari:

- Permetre jugar al joc de cartes remigio.
- Poder descobrir altres usuaris interessats en fer una partida.
- Facilitar la comunicació entre els usuaris durant el joc.

Objectius personals de l'autor del TF:

- Aprendre el llenguatge de programació C#.
- Utilitzar la llibreria multimèdia SFML per implementar un joc en línia utilitzant gràfics en 2D.
- Implementar el model client-servidor com a arquitectura de comunicació dels jugadors.

1.1.1 Objectius secundaris

Objectius addicionals que enriqueixen el TF.

- Dissenyar abstraccions que permetin facilitar la comprensió del problema.
- Proporcionar una interfície d'usuari fàcil d'entendre i utilitzar.
- Aprendre a planificar un projecte amb antelació.

1.4. Metodologia i procés de treball

La metodologia escollida és iterativa i incremental. Les dues iteracions identificades es corresponen en implementar el codi del servidor i la lògica dels clients a la primera iteració i després afegir la interfície i els elements que hi estan lligats com ara el xat i la interacció amb l'usuari durant la segona iteració. Aquesta distinció permet adaptar-se a la restricció de generar dos lliurables i també té altres beneficis en el desenvolupament. L'avantatge més important és que la divisió entre la part lògica i la part gràfica garanteix la modularitat del codi i facilita al procés de verificació de les diferents parts. Al mateix temps la interfície de implementació del joc queden desvinculades.

Per tal de complir amb l'objectiu de poder desenvolupar el projecte sobre un maquinari poc potent s'ha optat per utilitzar la llibreria multimèdia SFML com a motor de joc. Aquest fet també permet obtenir eficiència i lleugeresa de l'executable final perquè es manté al mínim la quantitat de codi generat automàticament. El major inconvenient d'aquesta decisió és el temps afegit que s'haurà d'invertir en implementar i provar funcionalitats que un motor de joc amb interfície gràfica generaria automàticament. Tot i això, la limitació del maquinari utilitzat pel desenvolupament implica que l'ús fluït d'eines més potents no sigui viable.

El procés de programació del joc s'ha dividit en tres parts. Inicialment s'han generat diferents diagrames UML per definir la interacció entre components i la descomposició en classes de cada component, així com interactuen entre elles. La segona part ha consistit en implementar els dissenys utilitzant el llenguatge C#. Finalment s'han definit una sèrie de tests sobre la funcionalitat implementada i s'ha planificat disposar de temps per poder corregir els possibles errors detectats durant les proves.

La creació de les interfícies dels menús s'ha basat en entrevistes i tests amb un nombre limitat d'usuaris. Els prototips generats utilitzant diferents principis de disseny s'han millorat en funció de les respostes proporcionades pels usuaris. En particular, la interfície de creació d'una partida s'ha dissenyat tenint en compte les opinions d'usuaris coneixedors de les regles del joc. Aquestes regles s'han definit de manera general analitzant diferents variacions populars del joc. La finalitat ha estat arribar a un disseny que permeti especificar les restriccions del major nombre de variacions possibles amb una interfície comprensible.

1.5. Planificació

El desenvolupament del projecte s'ha dividit en tres fases. Les dues primeres fases constitueixen el disseny i implementació de les dues versions del joc lliurable, mentre que la tercera fase s'ha dedicat a la generació de la memòria. Durant les dues primeres fases s'han anat generant un seguit de lliurables que es recullen a la memòria, juntament amb les tasques de gestió del projecte que s'han anat realitzant contínuament durant el desenvolupament. La tercera fase consisteix en recopilar tots aquests documents en forma de memòria.

La temporització definida s'ha fet entorn de les dates d'entrega de cada lliurable. El diagrama de Gantt adjunt a la Figura 4 presenta el conjunt de tasques planificades per cada fase juntament amb la seva duració estimada i l'ordre d'execució.

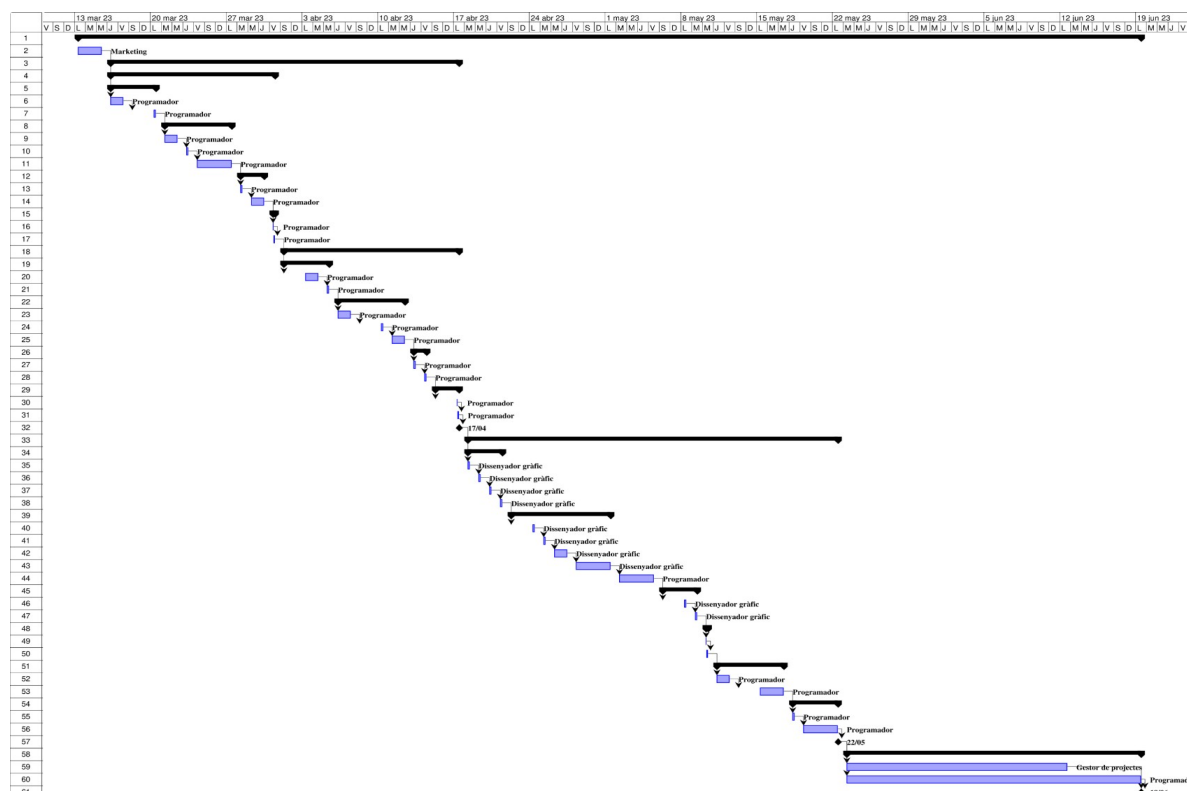


Figura 4: Diagrama de Gantt

La taula 1 conté la correspondència entre la numeració de les tasques i agrupacions del diagrama de Gantt i la seva descripció, així com la seva durada i l'equip encarregat de dur-la a terme. El projecte s'ha descompost en tasques d'una mida relativament petita per tal de poder aproximar millor la feina que suposen. La majoria de les tasques són seqüencials, de manera que els productes d'una tasca són necessaris per realitzar la següent.

Durant el desenvolupament s'han designat varis punts on es realitzen tests després d'implementar cada major component del projecte. En aquests punts del desenvolupament es poden identificar errors i es dona temps per corregir-los. També hi ha dos moments, un en cada una de les dues

primeres fases, per avaluar el progrés del projecte respecte la planificació i prendre mesures correctores en cas que sigui necessari.

ID	Tasca	Durada	Inici	Fi	Encarregat
1	Treball Final	99 dies	13/03/23 08:00	19/06/23 12:00	
2	Estudi de mercat	3 dies	13/03/23 08:00	15/03/23 12:00	Marketing
3	Versió Parcial	33 dies	16/03/23 08:00	17/04/23 12:00	
4	Implementació del servidor	16 dies	16/03/23 08:00	31/03/23 12:00	
5	Disseny	5 dies	16/03/23 08:00	20/03/23 12:00	
6	Classes del joc	2 dies	16/03/23 08:00	17/03/23 12:00	Programador
7	Classes de xarxa	1 dia	18/03/23 08:00	20/03/23 12:00	Programador
8	Implementació	7 dies	21/03/23 08:00	27/03/23 12:00	
9	Classes del joc	2 dies	21/03/23 08:00	22/03/23 12:00	Programador
10	Classes de xarxa	1 dia	23/03/23 08:00	23/03/23 12:00	Programador
11	Codi unió	2 dies	24/03/23 08:00	27/03/23 12:00	Programador
12	Tests	3 dies	28/03/23 08:00	30/03/23 12:00	
13	Implementació dels tests	1 dia	28/03/23 08:00	28/03/23 12:00	Programador
14	Correcció d'errors	2 dies	29/03/23 08:00	30/03/23 12:00	Programador
15	Avaluació del progrés	1 dia	31/03/23 08:00	31/03/23 12:00	
16	Verificació del calendari	0,5 dies	31/03/23 08:00	31/03/23 10:00	Programador
17	Reavaluació del calendari	0,5 dies	31/03/23 10:00	31/03/23 12:00	Programador
18	Implementació del client	17 dies	01/04/23 08:00	17/04/23 12:00	
19	Disseny	5 dies	01/04/23 08:00	05/04/23 12:00	
20	Classes del jugador	2 dies	01/04/23 08:00	04/04/23 12:00	Programador
21	Classes de xarxa	1 dia	05/04/23 08:00	05/04/23 12:00	Programador
22	Implementació	7 dies	06/04/23 08:00	12/04/23 12:00	
23	Classes del jugador	2 dies	06/04/23 08:00	07/04/23 12:00	Programador
24	Classes de xarxa	1 dia	08/04/23 08:00	10/04/23 12:00	Programador
25	Codi unió	2 dies	11/04/23 08:00	12/04/23 12:00	Programador
26	Tests	2 dies	13/04/23 08:00	14/04/23 12:00	
27	Implementació dels tests	1 dia	13/04/23 08:00	13/04/23 12:00	Programador
28	Correcció d'errors	1 dia	14/04/23 08:00	14/04/23 12:00	Programador
29	Avaluació del progrés	3 dies	15/04/23 08:00	17/04/23 12:00	
30	Verificació del calendari	0,5 dies	15/04/23 08:00	17/04/23 10:00	Programador
31	Reavaluació del calendari	0,5 dies	17/04/23 10:00	17/04/23 12:00	Programador
32	Entrega primera versió	0 dies	17/04/23 12:00	17/04/23 12:00	
33	Versió Jugable	35 dies	18/04/23 08:00	22/05/23 12:00	
34	Gràfics	4 dies	18/04/23 08:00	21/04/23 12:00	
35	Cartes	1 dia	18/04/23 08:00	18/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
36	Tauler	1 dia	19/04/23 08:00	19/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
37	Elements de la interfície	1 dia	20/04/23 08:00	20/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
38	Elements decoratius	1 dia	21/04/23 08:00	21/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
39	Interfícies	10 dies	22/04/23 08:00	01/05/23 12:00	
40	Menú principal	1 dia	22/04/23 08:00	24/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
41	Lobby	1 dia	25/04/23 08:00	25/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
42	Creació de partida	2 dies	26/04/23 08:00	27/04/23 12:00	Dissenyador gràfic
43	Partida	2 dies	28/04/23 08:00	01/05/23 12:00	Dissenyador gràfic
44	Entrada/Sortida	4 dies	02/05/23 08:00	05/05/23 12:00	Programador
45	Efectes de so	4 dies	06/05/23 08:00	09/05/23 12:00	
46	Sons de la interfície	1 dia	06/05/23 08:00	08/05/23 12:00	Dissenyador gràfic
47	Sons del joc	1 dia	09/05/23 08:00	09/05/23 12:00	Dissenyador gràfic
48	Avaluació del progrés	1 dia	10/05/23 08:00	10/05/23 12:00	

49	Verificació del calendari	0,5 dies	10/05/23 08:00	10/05/23 10:00	
50	Revaluació del calendari	0,5 dies	10/05/23 10:00	10/05/23 12:00	
51	Sistemes de comunicació	7 dies	11/05/23 08:00	17/05/23 12:00	
52	Xat de text	2 dies	11/05/23 08:00	12/05/23 12:00	Programador
53	Xat de veu	3 dies	13/05/23 08:00	17/05/23 12:00	Programador
54	Tests	5 dies	18/05/23 08:00	22/05/23 12:00	
55	Implementació dels tests	1 dia	18/05/23 08:00	18/05/23 12:00	Programador
56	Correcció d'errors	2 dies	19/05/23 08:00	22/05/23 12:00	Programador
57	Entrega versió jugable	0 dies	22/05/23 12:00	22/05/23 12:00	
58	Memòria i versió final	28 dies	23/05/23 08:00	19/06/23 12:00	
59	Redacció memòria	30 dies	23/05/23 08:00	12/06/23 17:00	Gestor de projectes
60	Finalització del joc	20 dies	23/05/23 08:00	19/06/23 12:00	Programador
61	Entrega memòria i versió final	0 dies	19/06/23 12:00	19/06/23 12:00	

Taula 1: Planificació de tasques

1.6. Pressupost

El pressupost ha estat constituït a partir de l'estimació de les hores de feina fetes a la planificació del projecte. El cost per hora de cada rol s'ha estimat segons la dificultat de la feina a fer i s'ha considerat que les jornades laborals són de quatre hores diàries i comprenen els dies de dilluns a divendres. La Taula 2 agrupa els costos per cada treballador.

Treballador	Hores (h)	Cost per hora (€/h)	Cost total (€)
Programador	220	5,00	1100,00
Dissenyador gràfic	48	7,00	336,00
Gestor de projectes	120	10,00	1200,00
Màrqueting	12	15,00	180,00

Taula 2: Cost per treballador

El cost de les diferents tasques s'ha calculat agrupant les tasques més petites ja que el seu propòsit és ajudar a estimar el temps. El conjunt de tota la feina ascendeix a 2816,00 € tenint en compte les hores de feina. En aquest cas no hi ha costos de recursos perquè l'art i els efectes de so són produïts pel dissenyador i el programador respectivament i el desenvolupament es du a terme amb eines gratuïtes que no requereixen cap llicència.

Grup de tasques	Hores (h)	Cost (€)
Treball final	404	2816,00
- Estudi de mercat	12	180,00
- Versió parcial	92	460,00
-- Implementació del servidor	48	240,00
-- Implementació del client	44	220,00
- Versió jugable	100	576,00
-- Gràfics	16	112,00
-- Interfícies	24	168,00
-- Entrada/Sortida	16	80,00
-- Efectes de so	8	56,00
-- Avaluació del progrés	4	0,00
-- Sistemes de comunicació	20	100,00
-- Tests	12	60,00
- Memòria i versió final	200	1600,00
-- Redacció memòria	120	1200,00
-- Finalització del joc	80	400,00

Taula 3: Cost per tasca

1.7. Estructura de la resta del document

A partir del segon capítol s'aprofundeix en el context donat en aquesta introducció i es comença a descriure el procés de realització del projecte. Concretament, el segon capítol recull els resultats de l'anàlisi de mercat que ha dut al plantejament d'aquest projecte, contextualitza l'estat de l'art en matèria de jocs de cartes i inclou un anàlisi DAFO. El tercer capítol defineix detalladament les característiques del lliurable final que es produirà i genera l'estratègia de mercat seguida per tal de recuperar la inversió inicial del projecte. El capítol quatre documenta el disseny del producte amb diferents nivells de detall i inclou elements gràfics per representar l'arquitectura del lliurable final. El capítol cinc recull com es realitza el desplegament del joc per tal que pugui ser utilitzat en un entorn real, definint tant els requisits dels sistemes com la seva configuració. Finalment, el sisè capítol discuteix les possibles línies de futur que aquest projecte obre, ja sigui afegint noves funcionalitats sobre el producte final o suggerint millores sobre aquest que s'han descobert al final.

2. Anàlisi de mercat

2.1. Públic objectiu


La naturalesa global dels jocs de cartes [1] significa que el seu públic objectiu no té un perfil cultural únic. El fet que jugar a cartes sigui un passatemps tradicional present en moltes cultures i que el joc del ramiro estigui molt estès [cita] implica que el públic potencial del joc és molt gran. A més, els jocs de cartes presenten una barrera d'entrada molt baixa degut a la seva simplicitat tant pel que fa a la complexitat de les normes com als materials necessaris. Gràcies a això, aspectes com el nivell d'educació o el poder adquisitiu no representen un obstacle per jugar.

En la mateixa línia, i en general, els aspectes com l'edat o el gènere no afecten l'habilitat de poder participar en jocs de taula. Tot i això, el component estratègic imposa un mínim d'edat pels jugadors. Entendre el funcionament del joc queda fora de l'abast d'infants però és possible introduir-lo a nens. En aquest cas el més probable és que els jugadors de la franja d'edat més baixa s'incorporin al joc en un context familiar on es juga d'una manera relaxada i oberta, on el joc pren un paper d'activitat social. Aquest paper social també s'estén a altres cercles on es busca crear un punt d'unió amb el joc al voltant del qual es realitza una altra activitat. Exemples d'aquest públic són grups d'amics o grups de treball que realitzen activitats d'enfortiment de vincles. Finalment, hi ha el perfil de persones per les quals l'objectiu és el joc en sí, ja sigui perquè busquen passar una estona entretinguda o millorar la seva habilitat del joc.


El públic objectiu a qui va dirigit el videojoc Remigio Challenge és un subconjunt del públic descrit. El fet de tractar-se d'un joc d'ordinador implica que els jugadors han d'estar familiaritzats amb l'ús d'aquests. Això exclou els jugadors que no disposen d'ordinador i que no tenen la necessitat de jugar fora d'un context presencial. Els usuaris objectiu compleixen aquestes dues condicions, independentment de l'edat i del seu coneixement del joc. D'una banda disposen de l'habilitat d'accedir al joc i de l'altra poden gaudir del joc independentment de l'aspecte de la socialització. Tot i això, la característica més important dels usuaris és que busquen poder jugar al joc amb altres persones però no poden fer-ho presencialment.

2.2. Perfils d'usuari

Tenint en compte les característiques descrites dels possibles jugadors s'han creat quatre perfils d'usuari que encapsulen les combinacions més rellevants del públic objectiu. Cada perfil representa un individu significatiu d'un grup d'usuaris més divers però intenta recollir els trets distintius del col·lectiu.

<p>Isabel Serra</p> 	<p>Comportaments</p> <ul style="list-style-type: none"> • És aficionada a les flors. • Li agrada cuinar per la família. • Manté un diari personal que actualitza cada setmana. • Cada dia fa un passeig pel barri.
<p>Demografia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 65 a 69 anys (67) • Dona • Casada amb Pere Verdú • Jubilada • Treballava com a comptable 	<p>Necessitats i objectius</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vol poder passar temps amb les amigues. • Li agradaria tenir un jardí més gran per posar més flors. • Necessita dur un estil de vida saludable i tranquil.

Taula 4: Perfil d'usuari 1

<p>Josep Palma</p> 	<p>Comportaments</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aficionat a les sèries de televisió. • Toca el baix en un grup de música amateur. • Estudia periodisme per influència del seu pare. • Practica natació.
<p>Demografia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 a 24 anys (21) • Home • Estudia periodisme • Viu a casa els pares. 	<p>Necessitats i objectius</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vol treballar a una cadena de notícies important. • No vol perdre el contacte amb la família. • Vol casar-se i tenir fills.

Taula 5: Perfil d'usuari 2

<p>Júlia Segarra</p>  <p>Dona de 35 anys que juga a estones lliures partides amb desconeguts per millorar</p>	<p>Comportaments</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es preocupa pel efectes de l'edat. • Li agrada conduir. • Visita sovint parcs d'atraccions. • Es preocupa pel medi ambient i la naturalesa. • Valora l'estabilitat de la seva situació personal.
<p>Demografia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 35 - 39 (36) • Dona • Aparellada amb Jordi Casals. • Viu amb la seva parella. • Treballa de guia en un museu d'art. 	<p>Necessitats i objectius</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vol conèixer gent nova constantment. • Necessita poder-se desplaçar de manera il·limitada. • Voldria trobar una feina que li aportí més satisfacció. • Necessita gent amb qui poder confiar.

Taula 6: Perfil d'usuari 3

<p>Màrius Ferrer</p>  <p>Home de 25 que aposta amb els amics</p>	<p>Comportaments</p> <ul style="list-style-type: none"> • Li agrada el risc. • Busca viure emocions fortes. • És aficionat al futbol i fan del FC Barcelona. • No té gaires amics. • Té un gos com a mascota.
<p>Demografia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 a 29 (29) • Home • Solter • Viu sol • Treballa en un magatzem. 	<p>Necessitats i objectius</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necessita distreure's de la rutina. • Vol tenir els caps de setmana lliures de responsabilitats. • Li agradaria tenir un cotxe esportiu.

Taula 7: Perfil d'usuari 4

2.3. Estat de l'art

Els jocs de cartes són un passatemps molt estès degut a la seva gran disponibilitat i versatilitat. La llibertat que ofereix el fet de poder plasmar qualsevol dibuix sobre una cartolina i idear un conjunt de normes sobre el significat de cada dibuix fa que d'una sola baralla en puguin sortir desenes de jocs. Alguns d'aquests dibuixos han tingut una adaptació cultural molt gran fins al punt que el seu disseny s'ha adoptat com a universal per les baralles i s'han establert jocs populars. Alhora, també han aparegut baralles propietàries que, malgrat no ser tan flexibles, han ofert reinterpretacions dels jocs clàssics i també han permès modelar diferents gèners de jocs més complexos.

2.3.1. L'origen de les cartes

L'origen dels jocs que incorporen elements que fan un paper equivalent al de les cartes de joc com es coneixen avui en dia no està molt clar i existeixen diferents teories sobre el seu origen.

Les primeres cartes

Hi ha recomptes que atribueixen l'ús d'elements que podrien considerar-se cartes a "el joc de les fulles", un joc els orígens del qual se situa a la Xina durant la dinastia Tang, al voltant del segle VII [14]. Aquesta data s'ha aproximat a través de l'estudi de referències bibliogràfiques que situen l'existència de jocs que utilitzen unes "fulles" durant el període esmentat. L'ús concret de les "fulles" en aquests jocs no es coneix del tot a causa de la manca de registres literaris de les normes dels jocs de l'època, però és probable que continguessin algun tipus de regles utilitzades durant el joc.

L'ambigüitat en determinar el primer joc de cartes es basa en el fet que s'utilitza la nomenclatura "joc de cartes" de manera poc flexible per parlar dels jocs que només utilitzen cartes. Això exclou molts jocs que també utilitzen altres elements com a part de les mecàniques integrals juntament amb les cartes. Si bé el més probable és la teoria que les cartes van aparèixer primer com a element de suport abans de convertir-se en un joc per si mateix, es pot considerar que les "fulles" tenien el propòsit de les cartes d'avui en dia en el context d'aquells jocs primitius. L'ús de la paraula "carta" als jocs d'avui en dia que no són basats exclusivament en les cartes fa que es pugui dir que l'origen de les cartes és quan van aparèixer els primers elements que feien la funció de carta.

De fet, la "funció" d'una carta és tan diversa com es vulgui ja que la idea és que la carta és només el suport del contingut que s'hi vulgui imprimir. Aquesta idea ve reforçada pel possible solapament de l'origen de les cartes amb el d'altres jocs de fitxes com ara el dòmino o el mahjong [15], en què les fitxes també fan la funció de suport pel contingut que tenen imprès però estan fetes d'un material diferent.

Les baralles modernes

Pel que fa l'origen de les baralles tradicionals occidentals més populars d'avui en dia com són les baralles francesa o espanyola, els seus orígens es remunten al segle 14. Les cartes van ser importades de des dels països àrabs, concretament van arribar a través de comerciants provinents

d'Egipte durant la dinastia de Mameluc [13]. Aquestes primeres cartes ja presentaven el patró que s'utilitza avui en dia que classifica els diferents valors en quatre colls. Els colls originals representaven tasses, monedes, espases i pals de polo i a mesura que les cartes es van anar estenent es van anar fent modificacions i van sortir diferents variacions. El primer canvi va ser l'adaptació de les tasses a copes i els pals de polo a garrots (bastos), ja que el polo no era un esport conegut a Europa. Les baralles que només presenten aquestes modificacions als colls són les baralles espanyola i la italiana, per la qual cosa s'acostuma a referir-se als seus colls com els colls llatins. Les cartes de la cort o figures van ser representades de manera diferent. La baralla espanyola representa el rei, el cavaller i el bribà (la sota), mentre que la italiana manté el rei i representa la reina en lloc del cavaller i el príncep en lloc del bribà.

A partir d'aquí van anar sorgint més variacions a mesura que les baralles es van anar estenent. La baralla alemanya va adaptar els colls a elements del món rural, representant cors, campanes, glans i fulles, amb les campanes substituint les monedes, les glans els bastos i les fulles les espases. També va aparèixer la baralla francesa, que es va popularitzar molt degut a la simplicitat del disseny dels colls, que va facilitar la impressió de les cartes i així la seva propagació. Els colls que utilitza són variacions de la baralla alemanya incorporant canvis en la nomenclatura: cors, diamants, trèvols i piques [12]. La diferència més gran de la baralla francesa amb les altres és la divisió dels colls en dos grups determinats pel color: vermell pels cors i diamants i negre pels trèvols i les piques.

2.3.2. Els jocs de cartes

Els jocs de cartes es poden classificar de diferents maneres en funció dels aspectes que es tingui en compte. Una classificació és la vista anteriorment, en què distingeixen els jocs on les cartes són l'element principal del joc on s'utilitzen cartes com a suport. Una altra classificació seria la dels jocs que s'adapten a una baralla ja existent i els que defineixen una baralla pròpia que només té ús per aquell joc. Utilitzant aquestes dues categories és més fàcil fer la distinció entre els diferents jocs existents i la seva popularitat.

Les cartes com a element auxiliar

Generalment, els jocs que utilitzen cartes com a element de suport acostumen a ser jocs de taula. És comú que hi hagi un tauler, una guia, fitxes o altres components similars que tenen la funció de presentar el context sobre el qual es desenvolupa el joc. Dins d'aquest context, la presència de cartes permet introduir variabilitat al joc fent que els jugadors obtinguin les seves cartes de manera aleatòria. En cas que les cartes siguin pròpies del joc, aquestes acostumen a no tenir sentit per si mateixes, ja que fan referència a abstraccions introduïdes pels altres elements del joc. Un exemple d'aquest tipus de jocs és Monopoly [23], on en moments determinats s'utilitzen unes cartes que contenen direccions pels jugadors a realitzar sobre el tauler, altres jugadors o els seus diners. En el cas del joc de rol "52 Fates" [8] s'utilitza una baralla francesa de 52 cartes com a sistema alternatiu

als daus. Les normes del joc dicten que en diferents moments del joc el jugador corresponent ha d'agafar una carta i també quin és el seu significat.

Les cartes com a element principal

Els jocs estrictament de cartes sempre han tingut un públic extens, ja sigui a través dels jocs clàssics que s'han mantingut o jocs nous que han aparegut. Generalment, aquests jocs clàssics es juguen fent servir les baralles tradicionals, són de domini públic i no canvien al llarg del temps. Tot i això també existeixen baralles propietàries que s'ha dissenyat per jugar als jocs tradicionals fent servir temàtiques concretes. Aquest redisseny normalment acostuma a anar acompanyat de lleugeres modificacions de les normes per adaptar-se a la temàtica que es representa. Un exemple d'aquest cas és el joc "boon" [22], que es juga amb una baralla pròpia tot i ser una adaptació del joc del gènere de guanyar o perdre cartes "sheephead" [21] que utilitza una baralla francesa.

Un gènere de joc de cartes que ha aconseguit molta popularitat recentment és el gènere de les cartes col·leccionables, conegut en anglès com a "collectible card games" (CCG) o "trading card games" (TCG). Aquests jocs utilitzen cartes propietàries perquè giren al voltant de l'aspecte de col·leccionar les cartes i la seva freqüència és un element controlat per l'autor de la baralla. A més de col·leccionar les cartes també és comú que aquestes disposin de característiques de joc com ara punts o habilitats que, dins del context d'una partida, permeten al jugador batre's amb altres persones que utilitzen les seves baralles pròpies.

En l'àmbit clàssic, avui en dia encara hi ha multitud de jocs que mantenen una gran popularitat arreu del món. El pòquer acostuma a ser la família de jocs de cartes més comuna en els entorns d'apostes i casinos. D'altra banda, molts jocs són del gènere de guanyar o perdre cartes, com ara el bridge o les piques. Degut a la gran expansió d'aquests jocs, existeixen moltes variants que incorporen noves regles o en modifiquen d'existents fins al punt en què hi ha variants que tenen un nom propi. Aquest també és el cas del joc "rummy", que també es juga per tot el món i disposa de diverses variacions com ara el remigio.

2.3.3. Adaptació als videojocs

L'adaptació al món digital dels jocs de cartes s'ha donat gràcies a l'evolució natural de la tecnologia, que ha adoptat el gènere de la mateixa manera que ha passat amb molts jocs tradicionals. Els videojocs de cartes per si mateixos no es beneficien molt de la capacitat dels ordinadors de generar grans entorns virtuals amb un alt nivell de dinamisme. El fet que el joc es desenvolupi sobre un tauler implica que els escenaris són més estàtics que els d'altres jocs. Això sumat al desenvolupament de la partida per torns resulta en productes que tendeixen a ser menys espectaculars i generalment no tan atractius per al públic en general.

La nova generació de jocs

Les característiques esmentades podrien semblar un desavantatge inherent respecte altres gèneres, però en realitat no tenen un impacte tan gran. Això ha estat demostrat per diferents estudis que han aconseguit desenvolupar jocs que destaquen per la seva capacitat de d'integrar els jocs de cartes amb entorns que aprofiten millor les capacitats del sistema de joc d'avui en dia per crear una experiència més immersiva i dinàmica.

Un d'aquests enfocaments és el videojoc Hearthstone [1] publicat per Blizzard, que presenta un joc de cartes del tipus col·leccionable on el jugador crea baralles amb les cartes de la seva preferència per tal de reptar a altres jugadors en línia per derrotar-los i millorar la seva classificació en un rànquing general. Durant la partida el jugador gestiona una baralla de cartes que tenen unes capacitats de lluita, ja sigui ofensives o defensives, i quan les posa al tauler aquestes prenen vida amb diferents animacions relacionades amb la temàtica de la carta invocada. Les cartes que descansen sobre el tauler tenen efectes visuals que transmeten informació sobre la seva funció i les cartes que s'activen en realitzar una acció es mouen de manera explícita.



Figura 5: Tauler amb les cartes jugades durant una partida de Hearthstone.

Per exemple, a la figura 5 es pot veure el tauler amb les dues files de cartes jugades per cada jugador. A la fila superior l'oponent només hi té una carta, mentre que a la inferior n'hi ha 7. En aquest cas, la carta que es trobava més a la dreta s'ha desplaçat al costat de la única carta del jugador superior per tal d'atacar-la. També es pot apreciar a la carta de més a la dreta de la imatge l'efecte visual d'una carta que no es pot activar durant el torn actual representat per la lletra "z" com si estigués adormida. Per cada carta que actua també hi ha un seguit de frases associades que es reproduïxen en funció de l'acció que realitzen dotant de més animació a les cartes.

Els jocs clàssics

Les interpretacions dels jocs tradicionals tendeixen a tenir una estètica similar entre elles i no acostumen a afegir molta variabilitat als elements bàsics. El disseny del tauler sol a estar inspirat en els taulers utilitats normalment en el joc físic, és a dir, un sobretaula amb una textura molt simple sobre la qual ressalten les cartes. La naturalesa del punt de vista top-down present en el joc original permet adaptar-lo fàcilment a les perspectives 2D i 3D sense haver de fer grans canvis a la representació virtual.

Les adaptacions més populars provenen del gènere dels jocs de navegador, que acostumen a trobar-se en pàgines web especialitzades que compilen una gran quantitat de jocs. La simplicitat d'implementació, el nombre reduït d'elements gràfics i el poc dinamisme fan que sigui el gènere perfecte per executar-se en un navegador. L'apropament més estès és que aquestes pàgines ofereixin els jocs més populars com ara bridge, piques i el rummy i algunes de les seves variacions. Aquests es duen a terme jugant contra una intel·ligència artificial o altres jugadors humans, excepte is es tracta de jocs d'un sol jugador. No és comú que s'ofereixin opcions per adaptar la partida a variacions i com a molt es permet seleccionar el nombre de jugadors.

Un exemple de pàgina web d'aquest estil és cardgames.io [2], que recull un seguit de jocs de taula, dels quals varis són de cartes. D'entre aquests jocs hi ha el rummy, que és el joc més similar al remigio, que s'implementa en aquest projecte. Com es pot veure a la figura 6 la interfície és molt similar al que veu un jugador que participa en el joc físic. Per cada jugador es pot veure el dors de la seva mà de cartes i a mode d'abstracció de la seva identitat s'utilitza un nom amb una imatge d'avatar. Aquesta pàgina web permet jugar contra la intel·ligència artificial o contra altres jugadors humans amb un màxim de quatre oponents.



Figura 6: Partida de rummy a CardGames.io

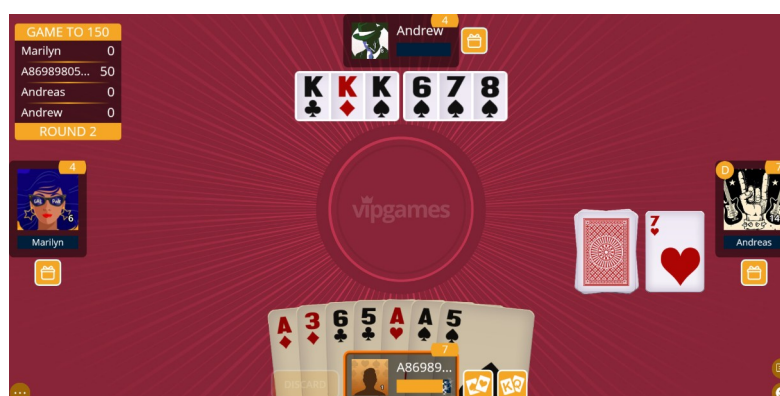


Figura 7: Partida de rummy a VIP Games

La pàgina web de VIP Games [18] també ofereix el joc rummy entre altres jocs de cartes multijugadors. Aquest servei està completament orientat als jocs entre persones i posa èmfasi en el desenvolupament de partides ràpides, cosa que es reflecteix en diverses decisions de disseny. Primerament hi ha un sistema automatitzat de formació de partides a partir dels usuaris que s'han afegit a la cua per jugar. Aquest sistema intenta ajuntar els jugadors que tenen un nivell similar entre ells per tal de minimitzar la discrepància entre el nivell dels diferents jugadors. Per aquesta raó és necessari disposar d'un compte al servei que permet emmagatzemar el nivell de cada jugador en funció de les seves partides.

L'altre conjunt d'aspectes relacionats amb la implicació que els participants del joc siguin persones reals és la consideració dels problemes que es poden presentar i les necessitats que puguin tenir. Per la part dels problemes hi ha l'aspecte de limitar el temps dels torns per tal que el joc sigui fluït i no es destorbi als altres jugadors. En cas que a un jugador se li acabi el temps, el torn passa al següent

jugador automàticament. Aquest comportament també és el mateix en cas de desconnexió. Al mateix temps, el joc presenta un xat i un sistema d'emoticones per tal que els jugadors es puguin expressar durant la partida per satisfer l'aspecte social.

Mètodes de monetització

Un altre aspecte que difereix entre els serveis amb diferents públic objectius és el de la monetització. Per als jocs de navegador hi acostuma a haver dos mètodes. El primer és el de la monetització passiva del joc per mitjà d'anuncis situats als voltants del tauler. En aquest cas cada visita al joc suposa una visita a l'anunci, com és el cas de CardGames.io. El segon sistema és més comú en serveis com VIP Games on l'usuari crea un compte i acumula nivells i experiència. El fet d'associar un valor al compte creat permet monetitzar el joc oferint avantatges que queden lligats al compte de l'usuari que els ha comprat. Per exemple, per unir-se a una partida a VIP Games cal apostar una quantitat fixa de la moneda pròpia del servei de la qual tot usuari nou rep una quantitat inicial. Per recuperar l'aposta inicial, l'usuari ha de guanyar la partida i si això no passa pot perdre totes les monedes. En aquestes condicions és necessari comprar més monedes amb diners reals. També es poden adquirir títols que ofereixen funcionalitat extra als usuaris que l'obtenen a mode de subscripció periòdica.

El sistema de monetització per mitjà de subscripcions no només s'utilitza per jocs de navegador, també és comú en jocs d'escriptori. El joc Hearthstone funciona d'aquesta manera, on el programa client només permet fer servir les baralles que el compte que s'identifica en un moment donat ha comprat. Una restricció important d'aquest model és que es requereix una connexió a internet constant per tal de poder jugar, cosa que no és sempre convenient. L'alternativa són els jocs d'escriptori que es compren amb un sol pagament i des del moment de la seva adquisició l'usuari no depèn de l'estat del seu compte.

2.4. Anàlisi DAFO

Aquest projecte es desenvoluparà de manera progressiva en tres fases que resultaran el la construcció del joc remigio i en l'elaboració de la memòria del mateix projecte. Per tal de dur a terme aquesta tasca amb èxit s'ha fet un anàlisi DAFO considerant les condicions inicials per projectar quins punts de coneixement, recursos i infraestructura poden suposar inconvenients i quins es poden aprofitar com a avantatges. La taula 8 mostra la matriu DAFO que resumeix els principals punts de cada categoria.

<p style="text-align: center;">Debilitats</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca experiència desenvolupant projectes. • Baix coneixement inicial de les tecnologies utilitzades. 	<p style="text-align: center;">Amenaces</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta saturació del gènere. • Aparició d'un producte més atractiu per al públic objectiu.
<p style="text-align: center;">Fortaleses</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alt coneixement del domini. • El producte és presenta característiques úniques respecte la competència. 	<p style="text-align: center;">Oportunitats</p> <ul style="list-style-type: none"> • El nombre de dispositius on es pot executar el producte és molt gran. • L'arquitectura de l'aplicació fa que sigui adequada per un gran nombre de casos d'ús.

Taula 8: Matriu DAFO

2.4.1. Debilitats

La debilitat més gran del projecte és la falta d'experiència en les tasques de gestió d'aquest per part de l'equip de treball. L'efecte més greu d'aquesta debilitat podria ser el fracàs del projecte degut a una gestió que no permeti complir els objectius de terminis o de costos. La solució plantejada és la revisió periòdica del progrés realitzat per tal d'intentar identificar en quina mesura s'estan complint les previsions. Un cop fet aquest anàlisi seria convenient revisar la planificació i modificar-la amb els canvis necessaris que permetin adaptar-la de manera que es pugui arribar a fer una entrega final.

La segona debilitat present és el fet que les tecnologies utilitzades no són del tot familiars per els programadors. Una de les restriccions del projecte era implementar el videojoc o bé utilitzant C++ or bé C#. Davant d'aquesta situació s'ha optat per el llenguatge C# perquè és el més senzill dels dos i disposa d'un ecosistema de llibreries per al desenvolupament de videojocs comparable amb C++. L'avantatge més gran que aquest llenguatge presenta sobre C++ és el nombre de recursos orientats a principiants.

2.4.2. Amenaces

L'estudi de la presència d'implementacions de jocs de cartes, i concretament del joc remigio, ha revelat l'existència d'una oferta molt gran d'aquest tipus de jocs. La seva característica principal és la gran accessibilitat degut al fet que es presenten com a jocs de navegador i amb suport multijugador. El risc prové del fet que encara que el producte presentat aquí es distingeixi de les implementacions existents, els punts diferenciadors del producte no arribin al públic i no el pugui distingir dels altres jocs.

La segona amenaça amb un potencial impacte gran és que puguin aparèixer jocs que s'aprofiten millor de les prestacions dels sistemes moderns i ser més atractius. Actualment el maquinari amb bones prestacions és fàcilment accessible, de manera que molts usuaris disposen d'ordinadors capaços d'executar jocs més complexos. Aquest fet és especialment cert pels usuaris interessats en utilitzar els seus dispositius per jugar perquè són conscients de l'alta demanda computacional d'aquest tipus de programes.

2.4.3. Fortaleses

D'entre els punts forts del projecte destaca el bon coneixement dels dominis implicats. Es disposa d'una gran experiència amb el joc del remigio i diverses de les seves variacions. Al mateix temps, també es té un punt de vista molt extens sobre diverses implementacions i dels seus detalls, així com ara quines en són les crítiques més comunes i els elements que es valoren positivament. Amb aquest coneixement és possible modelar les característiques necessàries per tal d'obtenir un producte que satisfarà a la seva audiència.

Com a punt fort també hi ha el gran públic potencial al que es podrà arribar gràcies al gran nombre de variacions del joc que es pretén suportar. El joc no només implementa les normes del remigio sinó que també permet jugar a altres jocs derivats reconeguts oficialment. A més, com que és possible configurar molts aspectes del joc manualment també es pot adaptar a variacions no reconegudes.

2.4.4. Oportunitats

La oportunitat més gran d'aquest projecte prové del fet que el joc va dirigit a sistemes poc potents que no poden executar jocs amb unes necessitats gràfiques mitjanes o altes. L'objectiu és que malgrat que el joc sigui simple i lleuger, l'experiència de l'usuari no es vegi afectada negativament per això. L'elecció d'implementar el joc utilitzant una llibreria multimèdia i no un motor de joc és producte d'aquest objectiu.

En aquesta línia també hi ha l'arquitectura del joc i la manera com implementa la modalitat multijugador. Disposant del programa client i servidor no és necessari tenir connexió a internet i és possible jugar en una xarxa local o des del mateix sistema.

3. Proposta

La proposta d'aquest projecte és un videojoc d'un sol jugador que s'enfronta a una intel·ligència artificial en una partida del joc de cartes remigio. En aquest apartat es defineixen les característiques tècniques del joc i es situa dins del seu gènere en comparació amb altres títols ja existents.

3.1. Gènere

El joc Remigio Challenge s'emmarca dins del gènere de jocs de taula i, més concretament, dins del subgènere dels jocs de cartes. Més enllà dels gèneres de videojocs, si es parla de les classificacions dels jocs de cartes tradicionals, el remigio i les seves diferents variants es classifiquen com a jocs de combinacions. La característica distintiva d'aquest tipus de jocs de cartes és la necessitat de formar grups amb les cartes que segueixen un patró específic per tal d'arribar a guanyar. Mentre que en certs jocs l'objectiu és formar un grup de cartes concret, en el remigio es busca arribar a descartar totes les cartes de les que es disposa.

Pel fet de pertànyer al gènere dels jocs de taula, Remigio Challenge té un disseny en quant a implementació i mecàniques similar a altres jocs de d'aquest tipus i, especialment, als jocs de cartes. Visualment s'utilitza una representació del tauler amb un punt de vista "de dalt a baix" (*top down*) que situa al jugador directament sobre el tauler donant-li una visió completa del tauler. Tampoc és necessària la representació de cada jugador amb un model perquè no és un fet rellevant visualment. En el seu lloc s'acostuma a mostrar una mà de cartes que permet veure el nombre de cartes que cada jugador té de la mateixa manera que es pot veure al joc físic. Per aquesta raó la interfície d'usuari acostuma a ser l'element principal de la interacció amb els components del joc.

3.1.1. El joc del remigio

El joc del remigio és un joc de cartes que consisteix en ser el primer jugador en despendre's de totes les cartes de què es disposa formant grups. Els grups de cartes poden ser escales, on totes les cartes tenen el mateix coll i números consecutius, o colors, on les cartes del grup tenen colls diferents però comparteixen el número. A més, també és possible desfer-se de cartes afegint-les a grups ja existents per ampliar-los. Els grups han de tenir una llargada mínima de 3 cartes per tal de poder-se jugar, mentre que a l'hora d'afegir cartes a un grup ja existent no hi ha cap limitació del nombre de cartes que es poden afegir.

Abans de començar la partida es reparteix un nombre determinat de cartes a cada jugador i la resta de cartes es posa cap per avall en un piló. Normalment es pot jugar amb una baralla o dues i s'acostuma a repartir 7, 10 o 13 cartes per jugador. A l'inici del seu torn cada jugador comença agafant la carta de sobre el piló cap per avall i acaba el torn descartant una carta de la seva mà en un segon piló on les cartes estan cap per amunt. L'únic moment en què el jugador pot formar grups de

cartes sobre el tauler o afegir cartes en els grups existents és després d'haver agafat una carta i abans de descartar-ne una.

Sobre aquestes regles bàsiques existeixen altres restriccions pròpies de diferents variacions del joc. Algunes són més comunes que d'altres i moltes d'aquestes es combinen en varis jocs. Una d'aquestes regles que s'implementa al joc Remigio Challenge és el fet d'haver de sortir. Sortir és l'acció d'un jugador de formar el primer grup amb cartes de la seva pròpia mà. El fet de no haver sortit limita les accions que un jugador pot fer. Mentre que els jugadors que han sortit poden escollir a l'inici del seu torn si agafen una carta del piló de cartes cap per aval o la carta que el jugador del torn anterior ha descartat, els que no han sortit només poden agafar la del piló. L'altra restricció és el fet de no poder desfer-se de cartes afegint-les a grups ja existents si no s'ha sortit.

Una altra modificació és l'ús de comodins dins dels grups per representar una altra carta. Quan es forma un grup i no es disposa del nombre de cartes mínim és possible afegir un comodí en lloc de les cartes que faltin per poder jugar aquell grup. També és possible utilitzar comodins quan s'amplia un grup. Sobre l'ús de comodins hi poden haver altres restriccions, per exemple el fet de poder-los substituir per la carta que representen. Així si un jugador forma un grup que conté un comodí i un altre jugador té la carta que el comodí representa llavors aquest segon pot substituir el comodí per la carta i afegir el comodí a la seva mà. Quan sigui necessari sortir aquesta acció també requereix haver sortit per tal de fer el joc més interessant. Altres mecanismes per permetre comodins però evitar el seu abús és no permetre que s'utilitzin dos comodins de forma consecutiva en un grup o limitar el nombre de comodins en un grup a un.

Finalment també cal mencionar la restricció que no permet descartar la carta que s'ha agafat a l'inici del torn si aquesta carta prové del piló de cartes descartades.

3.2. Especificacions del joc

El producte resultant d'aquest projecte és un joc senzill que busca recrear l'experiència de jugar als jocs de cartes que es basen en agrupar cartes amb mecàniques com les del joc remigio. L'objectiu principal és proporcionar un disseny simple i directe que es centri en l'experiència del joc en sí, implementant les regles descrites en el punt anterior.

3.2.1. Context del joc

El joc desenvolupat només pretén permetre participar en una partida de cartes. No existeixen elements narratius que busquin transmetre un missatge en forma d'història ni hi ha elements que requereixin fites de progrés per ser desbloquejats. Totes les opcions de joc estan disponibles des del primer moment i l'estat del joc és consistent al llarg de diferents execucions. No hi ha un sistema de rànquings fora d'una partida concreta i no s'acumula cap progrés entre partides.

Els oponents són intel·ligències artificials que utilitzen un algorisme per escollir els seus moviments en funció de com han estat programats. A la interfície es mostra un nom humà per cada un dels

jugadors controlats per la intel·ligència artificial amb l'objectiu de facilitar la seva identificació. Tot i això, no es pot considerar que siguin personatges perquè no tenen cap mena de desenvolupament. Tots utilitzen el mateix algorisme per jugar i no hi ha diferents dificultats ni estils de joc que permetin distingir als oponents.

3.2.2. Creació de la partida

La fase de definir les regles és el pas previ a jugar és obligatori. Consisteix en definir els valors de les regles que es poden modificar per cada partida. Els valors numèrics són: el nombre de jugadors, el nombre de baralles utilitzades, el nombre de cartes que es reparteix a cada jugador i el nombre de comodins. Aquestes variables es poden modificar dins d'un rang de valors limitats pensant en evitar possibles situacions que no tenen sentit. Per exemple, el nombre mínim de jugadors en una partida és de 2 perquè no és possible jugar amb un mateix.

D'altra banda també hi ha un seguit de regles booleanes que prenen com a valors sí o no. Aquestes són: es poden utilitzar múltiples comodins en un mateix grup, es poden utilitzar dos o més comodins seguits en un mateix grup, el jugador ha d'haver format un grup abans de poder agafar una carta de la pila de cartes descartades. Aquestes opcions només poden prendre dos valors per naturalesa, cosa que fa que siguin més simples de comprovar. Finalment, també hi ha la variable del tipus de baralla que s'utilitzarà per jugar. Aquest valor pot ser "Espanyola" o "Francesa", que són els tipus de baralla pels quals es donarà suport.

Per crear una partida, el jugador pot acceptar els valors predefinits per cada una d'aquestes variables que veurà a la pantalla de creació o pot escollir modificar-los. Quan es prem el botó de jugar es crea una partida nova amb les condicions acordades. És possible que el jugador introdueixi combinacions de valors que no són factibles. Per exemple, com que es dona suport per jugar amb fins a quatre baralles el nombre de cartes per jugador pot prendre valors força alts. Si es combina un valor alt de cartes per jugador i s'especifica un gran nombre de jugadors però només s'utilitza una baralla, és possible que no hi hagi prou cartes per cada jugador. En aquests casos prémer el botó per jugar no crea la nova partida i es mostra un missatge al jugador avisant-lo del problema que no permet formar una partida correctament.

3.2.3. Desenvolupament de la partida

A l'inici d'una partida es reparteixen les cartes a cada jugador de la mateixa manera com es fa en el joc físic i es determina aleatòriament l'ordre dels tornos. Al taulell de joc els jugadors se situen a als costats de la pantalla amb el jugador humà essent l'únic ocupant del costat inferior. Els jugadors controlats per la intel·ligència artificial es distribueixen als laterals i a la part superior de la pantalla utilitzant la convenció que els tornos passen cap a l'esquerra del jugador actual. Aquesta distribució deixa la part central de la pantalla buida per tal de deixar lloc per situar-hi els grups de cartes formats pels jugadors, la pila de les cartes que estan cap per avall i la pila de les cartes descartades.



Figura 8: Concepte d'art dels elements del joc a l'inici de la partida

A la figura 8 es pot veure el disseny inicial de la distribució dels elements presents en una partida. Des del punt de vista del jugador humà, els altres jugadors estan representats pel dors d'una carta, un nom i el nombre de cartes que el jugador té en aquell moment. El jugador humà veu les seves cartes desplegades a la part inferior de la pantalla una al costat de l'altre, inicialment en l'ordre que s'han repartit. A més, el jugador també disposa d'una sèrie de botons que permeten actuar sobre les cartes. Aquests botons es premen per entrar en un mode d'edició per tal de realitzar l'acció que el botó premut representa. Per exemple, per tal d'agrupar un seguit de cartes en una escala el jugador hauria de prémer el botó "Escala" i entraria en un mode de selecció en què marcaria les cartes que vol que formin part de l'escala. Seguidament el jugador confirmaria l'acció per tal de posar l'escala al tauler en cas que sigui vàlida.

La línia d'estat és un sistema per transmetre al jugador humà quin és l'estat del joc en cada moment. El requadre que hi ha sobre la mà del jugador s'utilitza per mostrar missatges amb informació rellevant a cada moment. Quan jugues les intel·ligències artificials l'estat indica el nom del jugador que es mou en cada moment. Durant el torn del jugador humà és impossible discernir en quina fase del torn el jugador es troba només mirant la mà d'aquest. A l'inici del torn la línia d'estat serveix per indicar que és el moment d'agafar una carta. Després d'aquest pas la línia d'estat informa que l'acció que s'espera és formar un grup o descartar una carta. A més, també mostra els missatges d'error concrets quan alguna acció del jugador no és vàlida.

3.2.4. Interactivitat

Remigio Challenge és un joc desenvolupat per jugar-se en un ordinador i per això s'utilitza el punter del ratolí com a eina principal d'interacció amb el joc. La majoria de les accions es realitzen amb el punter, cosa que es reflecteix en la gran presència de botons a la interfície. La navegació entre pantalles i les accions del joc es fan per mitjà de botons que tenen com a text el nom de l'acció que realitzen. A la fase de creació de la partida els valors de les regles que es poden definir s'introdueixen

per mitjà de botons que incrementen o decrementen un valor o que iteren al llarg dels diferents valors que la variable pot prendre. Durant la partida també s'utilitza el punter per manipular les cartes durant les diferents accions, ja sigui agafar una carta a l'inici del torn o seleccionar les cartes que formen un grup.

4. Disseny

El disseny del joc resultant s'ha fet pensant en les eines disponibles, les característiques dels sistemes als quals el producte va dirigit i les funcionalitats necessàries per aconseguir recrear l'experiència del remigio en forma de videojoc.

4.1. Eines utilitzades

L'entorn de treball utilitzat pel desenvolupament del joc s'ha escollit pensant en l'objectiu de poder desenvolupar un programa que sigui lleuger i es pugui executar en sistemes poc potents. Aquesta condició prové del fet que es disposa d'un sistema amb unes especificacions molt baixes i això també afecta al tipus d'eines que són viables per realitzar aquest projecte. La majoria de motors de joc existents tenen uns requeriments base més alts del que era admissible per treballar amb temps de resposta acceptables i la resta d'alternatives no eren gaire populars i tenien poca documentació disponible.

4.1.1. Entorn de desenvolupament

Per programar el joc s'ha utilitzat el llenguatge de programació C# conjuntament amb la plataforma .NET [10]. Concretament s'ha utilitzat la versió 6.0.406 de .NET SDK per executar i compilar el programa al llarg del desenvolupament per mitjà de l'eina dotnet a través de la seva interfície de línia de comandes. Aquesta decisió ha permès no haver de necessitar una eina gràfica per tal de compilar el codi però també ha suposat una limitació sobre les eines disponibles per treballar amb el llenguatge. Els editors oficials de Microsoft estan molt ben preparats per treballar amb el llenguatge C# però fan un ús molt ineficient de la memòria de l'ordinador que interfereix amb la velocitat de treball. Per escriure el codi s'ha utilitzat l'editor de codi obert Spacemacs [17] en conjunció del proveïdor de serveis d'idioma OmniSharp [11].

La programació de la part gràfica del joc s'ha fet utilitzant l'adaptació a l'entorn .NET de la versió 2.5.0 de la llibreria gràfica SFML [16]. Aquesta llibreria proporciona molta funcionalitat relativa a la creació de finestres i gràfics que es poden combinar per arribar a crear jocs complexos en dues dimensions. Tot i això, les funcions ofertes són molt bàsiques i per poder explotar el potencial de la llibreria és necessari escriure molt de codi. Malgrat tot la llibreria disposa d'un gran nombre de recursos educatius en línia gràcies al gran nombre d'usuaris que té.

4.1.2. Altres eines utilitzades

A més de les eines de programació en sí també s'han utilitzat altres programes per assistir en la realització del projecte. Entre aquests destaquen els editors d'imatges fets servir per crear els

elements gràfics del joc i la memòria i el gestor de versions de codi utilitzat per organitzar el desenvolupament.

Draw.io

Draw.io era un programa per crear diagrames de flux, organigrames, mapes mentals, diagrames UML, etc. Actualment el programa ja no està disponible per descarregar i s'ha substituït per una versió en línia sota el nom diagrams.net [3]. Durant la realització del projecte s'ha utilitzat aquest programa per la creació de tots els diagrames presents en aquesta memòria. Aquests diagrames representen el disseny de diferents aspectes del joc que es poden representar gràficament amb facilitat per resumir el seu funcionament o organització.

GIMP

El programa de tractament d'imatges GIMP [4] s'ha utilitzat per la creació d'algun dels components gràfics presents en el joc. L'ús principal ha estat la creació de les imatges de rerefons, les quals són requadres grans amb poc detall però que necessiten una textura. També s'ha utilitzat per aplicar retocs i millores visuals a imatges generades amb altres eines.

Git

El sistema de control de versions Git [5] s'ha utilitzat al llarg de tot el desenvolupament del projecte per tal de gestionar els fitxers de codi font utilitzats i les seves modificacions. De forma local s'ha utilitzat el programa a través de la interfície de línia de comandes per dur un control sobre els canvis realitzats al codi en diferents moments. Puntualment s'ha sincronitzat el repositori local amb un repositori remot associat a un compte de GitHub per tal de publicar els canvis a internet.

Inkscape

El programa d'edició d'imatges vectorials Inkscape [7] s'ha utilitzat per la creació dels gràfics de les cartes. Malgrat que la llibreria SFML no proporciona suport per formats d'imatges vectorials, s'ha utilitzat el programa Inkscape per tal de generar imatges d'alta qualitat de manera detallada. Aquestes imatges es poden exportar com a imatges de píxels gràcies a la funcionalitat d'exportar que incorpora el programa.

4.2. Recursos del joc

Els recursos (en anglès *assets*) són els elements gràfics i de so utilitzats en el joc. Aquest projecte utilitza imatges i tipus de lletra, però no utilitza fitxers de so.

4.2.1. Recursos de creació pròpia

Dins la categoria de recursos de creació pròpia hi ha tots els fitxers de codi escrits que s'inclouen en el projecte. A més també hi ha els gràfics del joc, que inclouen les imatges de fons, els botons i les cartes de la baralla espanyola i francesa. De fet, l'únic que no és de creació pròpia són les fonts utilitzades per mostrar textos dinàmics.

Les cartes s'han fet utilitzant el programa Inkscape per tal que els fitxers originals siguin d'alta qualitat i es puguin escalar i modificar fàcilment en un futur en cas que es vulgui donar suport per resolucions de pantalla més grans. Els sistema de regles i graelles que proporciona permet una gran precisió en l'alineació dels símbols dels diferents colls sobre la carta per preservar una simetria i proporcions correctes. Aquesta precisió també s'ha utilitzat per fer els símbols que formen els colls, tant de la baralla francesa com la espanyola.

Els colls

El disseny dels colls és completament original per ambdues baralles i s'ha optat per innovar una mica en certs aspectes del símbols. En el cas de la baralla francesa tots els símbols estan formats a partir d'una combinació de triangles isòsceles disposats de manera que la forma resultant s'aproximi el màxim possible als dissenys clàssics. El comodí de la baralla francesa representa la figura del *joker* que és comú en aquestes baralles. D'altra banda, per la baralla espanyola s'ha recreat el patró català [20] dels colls incorporant diferents tocs personals i les figures estan fetes en un estil més aviat senzill i caricaturesc. El disseny del comodí de baralla espanyola acostuma ser el nom i logotip del fabricant de la baralla en blanc i negre, fet que també s'ha imitat en aquest disseny. A la figura 9 es poden veure els símbols utilitzats per representar les piques, els cors, els diamants i els trèvol de la baralla francesa a la fila superior. Els símbols de sota són els oros, les copes, les espases i els bastos dissenyats per la baralla espanyola.

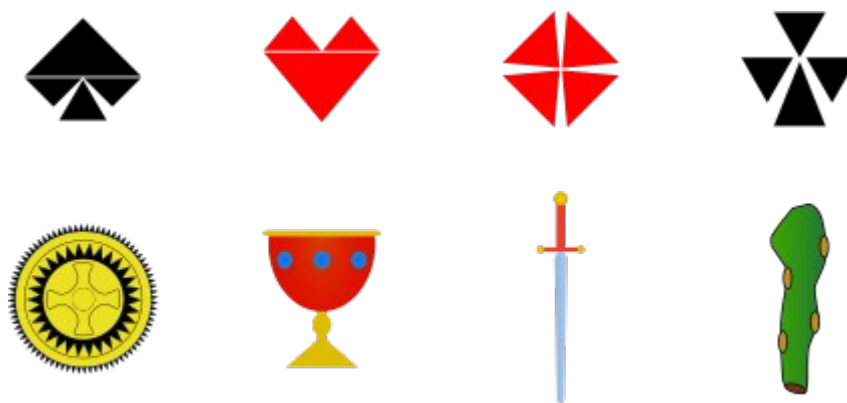


Figura 9: Símbols dels colls de la baralla francesa (a dalt) i de la baralla espanyola (a baix)

Les cartes

Les dimensions de les cartes són les mateixes per les dues baralles malgrat que generalment les cartes de la baralla espanyola acostumen a ser més estretes que els de la baralla francesa. En aquest cas les mides utilitzades pel joc són 100 píxels d'amplada per 140 píxels d'alçada. Aquesta mida s'utilitza tant per totes les instàncies de cartes que apareixen al joc, incloent el gràfic de la pila buida que es mostra quan no queden cartes a les piles per descartar i agafar.

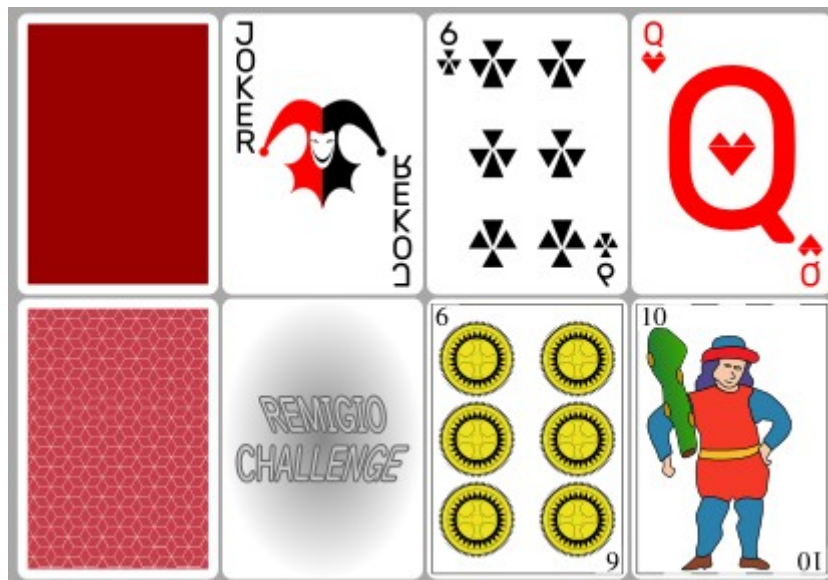


Figura 10: Diferents tipus de cartes de la baralla francesa (fila superior) i espanyola (fila inferior)

Els detalls sobre les característiques d'una carta que no són rellevants per aquesta implementació del joc són el gruix de la carta i la seva textura. En cap moment és necessari representar el volum de les cartes perquè l'efecte de sobreposició és suficient. En el cas de la textura no hi ha cap mecànica del joc que faci que aquest element sigui necessari. En canvi, tal i com es recull a la figura 10, hi ha altres detalls que sí són més rellevants i s'han preservat tal i com apareixen a les cartes reals. Per exemple, s'ha mantingut l'arrodoniment de les cantonades de les cartes perquè es considera una característica distintiva de la forma de les cartes. També s'ha incorporat un patró simple al dors de les cartes i s'ha diferenciat entre la baralla espanyola i la francesa. Tot i que no és possible jugar amb cartes barrejades aquest detall afegeix diversitat a l'aspecte visual del joc. Finalment també s'ha recreat l'orla de les cartes de la baralla espanyola, que és la línia negra que emmarca cada carta de la baralla. Com es pot apreciar a la figura, el coll d'oros té una orla diferent de la carta de bastos. Aquesta diferència permet distingir les cartes que tenen una figura quan només la part inferior d'aquestes és visible i no s'aprecia el símbol del coll.

Les imatges de fons de cada pantalla també han estat creades amb un programa d'edició d'imatge. En aquest cas s'ha utilitzat el programa GIMP per tal de crear un requadre d'un color sòlid verd i seguidament s'ha jugat amb diversos filtres de soroll i diferents valors per generar irregularitats. Després s'han aplicat filtres de difusió per tal d'aconseguir una textura avellutada i eliminar els efectes digitals introduïts pels efectes de soroll. L'objectiu era replicar la textura dels sobretaula que

comunament s'utilitzen per jugar a cartes físicament. També s'ha utilitzat un degradat circular que enfosqueixi les cantonades per tal de ressaltar la part central del tauler que és on hi ha els grups de cartes i la mà del jugador.

4.2.2. Recursos de tercers

Els components d'origen extern són les tipografies utilitzades en el joc. La llibreria SFML necessita fitxers font per tal de poder crear objectes que continguin text i per això és necessari adjuntar un fitxer que contingui la tipografia a fer servir. En aquest projecte s'han utilitzat dos fonts diferents, una pels títols i l'altra per la resta de textos.

- AHA WOW [19]: font en què totes les lletres estan en majúscules i que utilitza en estil informal. S'ha utilitzat pel títols de les pantalles de creació d'una partida i el tutorial.
- Bebas [14]: font emprada en el botons de la interfície del menú i les accions del jugador.
- MinSans [9]: font de tipografia serif bàsica utilitzada en els elements més comuns com ara botons i missatges d'estat.

4.3. Arquitectura del joc

Per dissenyar el joc s'han concebut els diferents aspectes que el formen i s'han organitzat de manera que resultin en un programa usable. L'estructura divisada es compon de les pantalles necessàries i el contingut de cada una. Al seu torn, la pantalla de la partida es divideix en els passos que es fan a cada torn, la organització dels conceptes del joc i la intel·ligència artificial dels jugadors no humans.

4.3.1. El flux de pantalles

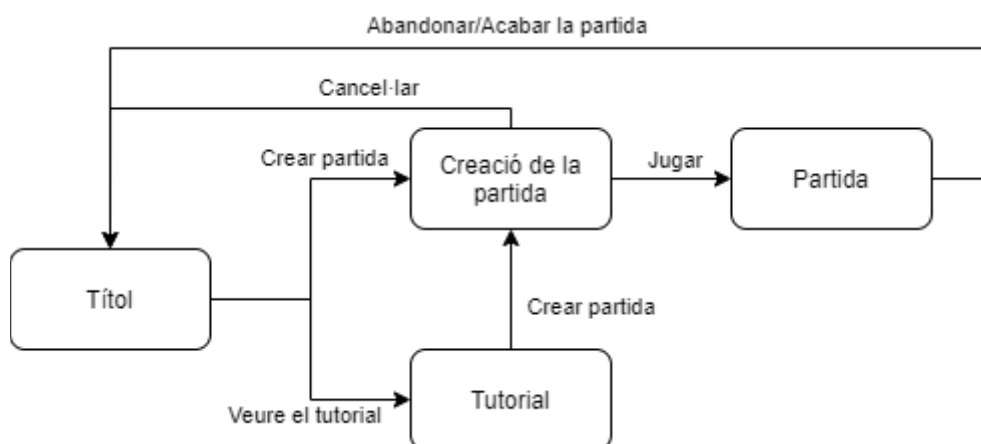


Figura 11: Esquema de la navegació entre pantalles

El procés de creació d'una partida ha estat dissenyat de la manera més simple possible. Tal i com es pot veure a la figura Error: Reference source not found, el joc disposa de quatre pantalles: la pantalla del títol, un petit tutorial, la de creació de la partida i la pantalla de la partida en sí. La navegació entre elles és realitza per mitjà de botons i s'ha tingut en compte que el jugador pot tenir la necessitat de no seguir el flux format per la seqüència títol, crear partida i partida. Durant el procés de creació d'una partida es pot tornar al menú per cancel·lar l'acció i també és possible abandonar una partida començada. A més, acabar la partida, ja sigui guanyant o perdent, porta al jugador a la pantalla del títol. Des del menú també es pot accedir al tutorial i és possible retornar a la pantalla del títol des d'aquesta. També incorpora un botó que condueix a la pantalla de creació d'una partida, cosa que evita a l'usuari el fet de tornar al menú principal per crear la partida.

Pantalla inicial

Tal i com es pot veure a la figura 12, la pantalla inicial conté el menú d'accions que el jugador pot fer fora d'una partida i la opció de sortir del programa. Aquesta pantalla és el punt de referència del joc i és el lloc a on es retorna en cas de sortir del tutorial, cancel·lar el procés de creació d'una partida i en avortar o guanyar una partida.

Tutorial

El tutorial és una pàgina molt senzilla que té l'objectiu de familiaritzar al jugador amb el funcionament de la interfície. La seva intenció no és ensenyar les normes del remigio, sinó que es centra en explicar els aspectes d'interacció amb el joc perquè l'usuari pugui seguir el desenvolupament del joc. Per transmetre aquesta informació s'utilitza una captura de pantalla d'una partida en procés i s'explica el flux d'accions que l'usuari ha de fer. Aquestes explicacions són en forma d'anotacions sobre la imatge acompanyades de fletxes que indiquen el context del text.

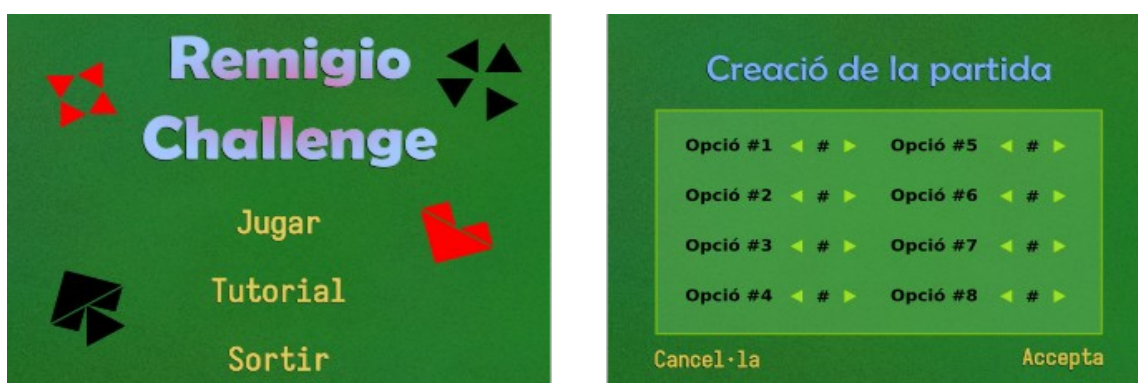


Figura 12: Concepte de la pantalles d'inici (esquerra) i creació d'una partida (dreta).

Creació d'una partida

La pantalla de creació d'una partida recull totes les opcions que el jugador pot modificar per configurar les normes del joc. Els valors estan etiquetats amb el nom de l'atribut que representen i al costat contenen el valor assignat. Aquest valor es modifica per mitjà dels botons d'increment i

decrement situats a ambdós costats del valor. Pels atributs booleans i multivalors no numèrics els botons prenen la funció de següent i posterior per poder iterar pels valors. La conceptualització d'aquesta pantalla es pot veure a la figura 12.

Durant una partida

La disposició de la pantalla durant la partida s'ha discutit al capítol 3 durant l'explicació del funcionament del joc. La figura 8 esquematitza la distribució dels elements del joc sobre el tauler. Els grups de cartes formats pels jugadors s'aniran posant al mig de la pantalla com a columnes de cartes una al costat de l'altre. La convenció per les escales és que les cartes se situïn de manera descendent, és a dir, la carta amb el número més alt a dalt de tot i la resta a sota en ordre descendent. Pels grups de color no hi ha un ordre de les cartes determinat però sí que es separen les cartes naturals dels comodins. Així, si un grup de color té dues cartes naturals i un comodí sempre es mostraran primer les cartes naturals a dalt i el comodí després d'aquesta.

Per tal d'evitar que la partida comenci automàticament després de prémer el botó "jugar" de la pantalla de creació s'ha decidit afegir una finestra emergent a l'inici del joc que bloquegi el joc fins que l'usuari la tanqui explícitament. Això s'ha fet per no agafar al jugador desprevingut a l'inici quan encara no sap l'ordre dels torns. Si el joc comença automàticament i és el torn d'un NPC, el primer no haurà tingut temps d'examinar la seva mà i així processar les cartes descartades dels altres jugadors. Al final de la partida també s'ha afegit una finestra emergent dins aquesta mateixa pantalla que mostra les mans de cada jugador. L'objectiu és permetre al jugador humà recapitular les jugades de la partida i veure la situació dels altres jugadors. Aquesta finestra es pot col·lapsar per tal de deixar veure el tauler amb els grups formats i conté el botó de confirmació per sortir de la partida i tornar al menú principal.

4.3.2. El flux d'una partida

A l'inici de la partida el joc genera la disposició dels jugadors sobre la taula segons el seu torn. El desenvolupament del torn d'un jugador durant una partida és representat pel diagrama del a figura 13. Cada torn conté la mateixa seqüència possible d'accions però les el conjunt d'accions vàlides depenen de les circumstàncies concretes del jugador. Per exemple, si és necessari sortir per tal de poder ampliar un grup o agafar una carta de la pila de descartades llavors un jugador que no hagi sortit no podrà realitzar cap d'aquestes dues accions. En tot moment la barra d'estat informará al jugador de l'acció que s'espera que es realitzi.

Agafar una carta

La primera fase del torn consisteix en afegir una carta a la mà. Aquesta carta pot ser de la pila cap per avall o la pila de cartes descartades. En cas que sigui necessari sortir no serà possible agafar una carta de la pila de descartades a l'inici del torn fins que no s'hagi sortit. Per aquesta raó aquesta pila sempre estarà buida al principi de la partida si s'ha de sortir i contindrà una carta si no. El fet de

contenir una carta a l'inici evita posar en un desavantatge al primer jugador perquè sinó no podria escollir.

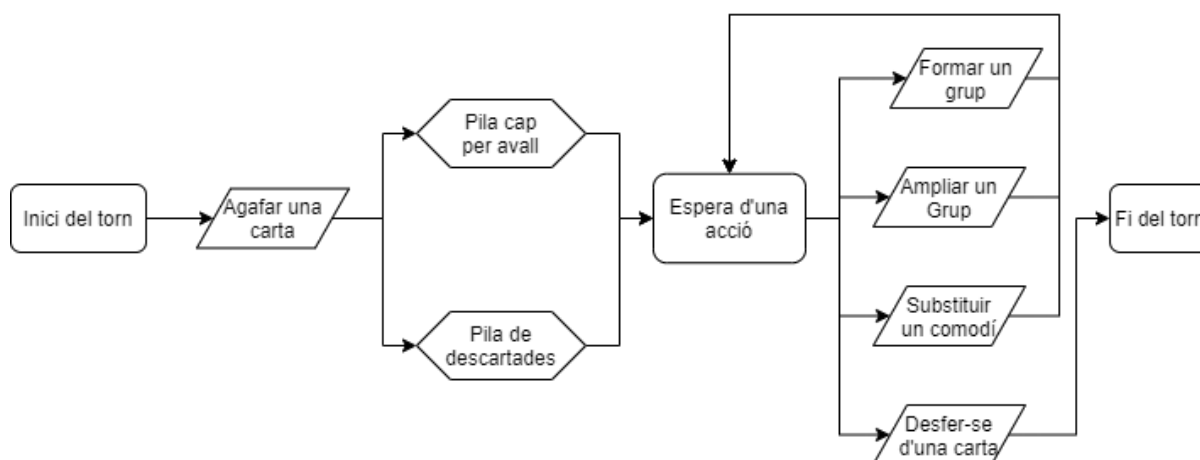


Figura 13: Passos que formen el torn d'un jugador

Formar un grup

Un cop s'ha afegit la carta, el jugador pot escollir formar una escala de números o color si té les cartes corresponents. Per fer-ho haurà de prémer el botó de fer una escala de números o el de fer una escala de color per indicar al joc com s'ha de validar el grup format. Aquesta decisió prové del fet que es permet jugar amb comodins i és possible formar un grup que només contingui una carta natural i diversos comodins. En el cas en què un grup només té una carta no seria possible endevinar quin tipus de grup el jugador vol formar, per això és millor fer que sempre s'hagi de decidir al principi. Dins del mode de formar grups, ja siguin escales de números o colors, el jugador pot clicar sobre les cartes de la seva mà per tal d'afegir-les al grup. Les cartes del grup es mostren a sobre la barra d'estat i s'agruparan en l'ordre en què es seleccionin. Això implica que per formar una escala de números sempre s'ha de seleccionar les cartes de nombre menor a major, mentre que pels grups de color l'ordre no és rellevant. Aquest criteri també es farà servir per atorgar el significat corresponent als comodins que s'utilitzin.

Una vegada format el grup el jugador confirmarà les cartes prement un botó d'acceptació que apareixerà al moment d'entrar al mode. Seguidament el joc validarà que les cartes realment formin un grup correcte i si és així s'afegirà el grup al tauler. En cas que el grup no sigui vàlid el joc retornarà les cartes a la mà del jugador i mostrarà l'error detectat al grup a la barra d'estat. Independentment de l'èxit de l'acció, quan es confirma el grup es torna al mode d'espera d'una nova acció.

Ampliar un grup

El mode per ampliar un grup funciona de maner similar per la part de seleccionar les cartes de la mà que es vol afegir a un grup. A més, també s'ha de seleccionar el grup al qual es vol afegir les cartes ja que prémer el botó "acceptar" abans de seleccionar un grup no fa cap acció. En el cas d'afegir cartes a una escala numèrica s'ha de tenir en compte que les cartes també han d'estar ordenades de

menor a major encara que aquestes s'afegeixin al final del grup. Després de confirmar l'acció es valida l'acció i es torna al mode d'espera d'una nova acció. Si no s'ha pogut fer l'afegit de les cartes es mostra la raó a la barra d'estat, altrament s'aplica l'acció. La comprovació que el jugador hagi sortit per poder fer l'afegit es mira al moment de confirmar les cartes.

Substituir un comodí

L'acció de substituir un comodí d'un grup per una carta natural només està disponible a les partides en què s'ha habilitat que hi hagi comodins. El botó afegeix un mode extra on es selecciona una carta de la mà i una carta d'un grup que és un comodí. Si la carta escollida de la mà es correspon amb la carta que aniria al lloc del comodí s'intercanvien les cartes. El comodí s'afegeix a la mà del jugador i es pot fer servir per formar o ampliar altres grups.

Descartar una carta

Descartar una carta també és un mode per tal d'evitar que l'usuari acabi el seu torn accidentalment en clicar sobre una carta durant el mode d'espera. Quan s'ha activat el mode només és necessari fer clic sobre la carta que es desitja eliminar de la mà. És possible que la carta seleccionada no sigui elegible per descartar. Això pot passar quan l'usuari intenta descartar la carta que aquell mateix torn ha agafat de la pila de cartes descartades, cosa que no està permesa. La única excepció és en la rara ocasió en què l'usuari agafi la carta que el jugador anterior ha descartat i formi un grup amb totes les altres cartes. En aquest cas al final del torn l'usuari només té la carta que ha agafat a la mà, de manera que si no la pot descartar el joc quedaria bloquejat.

Finalment, hi ha certes consideracions que s'apliquen en tots els modes d'acció que l'usuari pot fer. Per cancel·lar una acció en qualsevol mode s'ha de tornar a prémer el botó de l'acció que s'ha escollit. Durant un mode el botó d'aquell mode queda ressaltat d'un color diferent i els altres botons es deshabiliten. També és possible

4.3.3. La intel·ligència artificial

L'algorisme que controla els jugadors no humans s'encarrega de decidir de quina manera es pot formar els grups el més grans possibles per tal de desfer-se de com més cartes millor. Això també implica decidir si s'agafa una carta cap per avall o la carta descartada i de quina carta es desfà el jugador a final del torn. La manera com es pren aquesta decisió és per mitjà d'ordenar les cartes per rang i per coll. En el cas de les escales es mira quantes cartes consecutives hi ha dins d'un coll i si són suficient per formar un grup. En cas que no sigui així es compta el nombre de cartes que hi ha en els espais entremig grups consecutius. Amb aquesta informació l'algorisme distingeix els grups de cartes que tenen la llargada suficient, els grups que els falta una carta i els grups d'una sola carta. En el primer cas l'algorisme forma el grup i el posa sobre el tauler i en el tercer cas l'algorisme marca la carta com a dispensable. Davant d'un grup potencial l'algorisme té tendència a conservar-ne les

cartes per si en un torn futur arriba una carta que permet completar el grup. Aquesta mateixa estratègia és la que es fa servir pels grups del mateix rang i coll diferent.

Si es dóna el cas que el jugador IA té comodins a la seva mà llavors també s'aprofita d'aquests a l'hora de calcular els grups que pot formar. L'algorisme també té en compte els grups ja formats al tauler per la possibilitat de descartar més cartes encara que no pugui formar un grup.

4.3.4. Disseny del domini

El domini del joc comprèn la representació de les cartes, els elements del joc i les estructures de dades que representen els elements del joc. Les decisions preses s'han basat en trobar la representació que s'ha considerat més natural per implementar les diferents mecàniques del joc.

Representació de les cartes

Per implementar les cartes s'ha definit una interfície que contingui totes les operacions que es poden fer sobre una carta natural o comodins. Seguidament s'han definit dues implementacions, NaturalCard i WildCard, per obtenir els tipus de cartes que es faran servir. Aquesta separació permet fer ús de la seguretat de tipus en els llocs on una carta només pot ser d'un dels dos tipus. Alhora és pràctic treballar amb estructures de dades que contenen els dos tipus de cartes utilitzant el polimorfisme. La solució de tenir una sola classe carta que guarda un booleà per saber si és un comodí era poc elegant en aquest sentit perquè complicava la implementació d'una carta i no oferia l'avantatge de la seguretat de tipus.

En la mateixa línia d'aconseguir seguretat de tipus s'ha fet que la interfície ICard sigui genèrica respecte els tipus del coll i el rang. L'objectiu és evitar construir cartes invàlides tal i com pot passar si s'utilitza un tipus base genèric sense verificar els seus valors. S'ha considerat que és necessari disposar d'una classe que faci aquesta verificació dels valors inicials i proporcioni seguretat de tipus. Al mateix temps això ha permès poder crear cartes de diferents tipus segons la baralla que es vulgui representar. Davant d'aquestes necessitats s'ha optat per definir el tipus NaturalField amb un seguit d'operacions a nivell de coll o rang per tractar-los com a seqüències ordenades tal i com s'utilitzen en les cartes per fer la seva ordenació i calcular altres elements. A la figura 14 es pot veure la relació d'herència entre ICard i els tipus de carta definits i la composició d'una carta natural de dos instàncies de NaturalField pel coll i el rang.

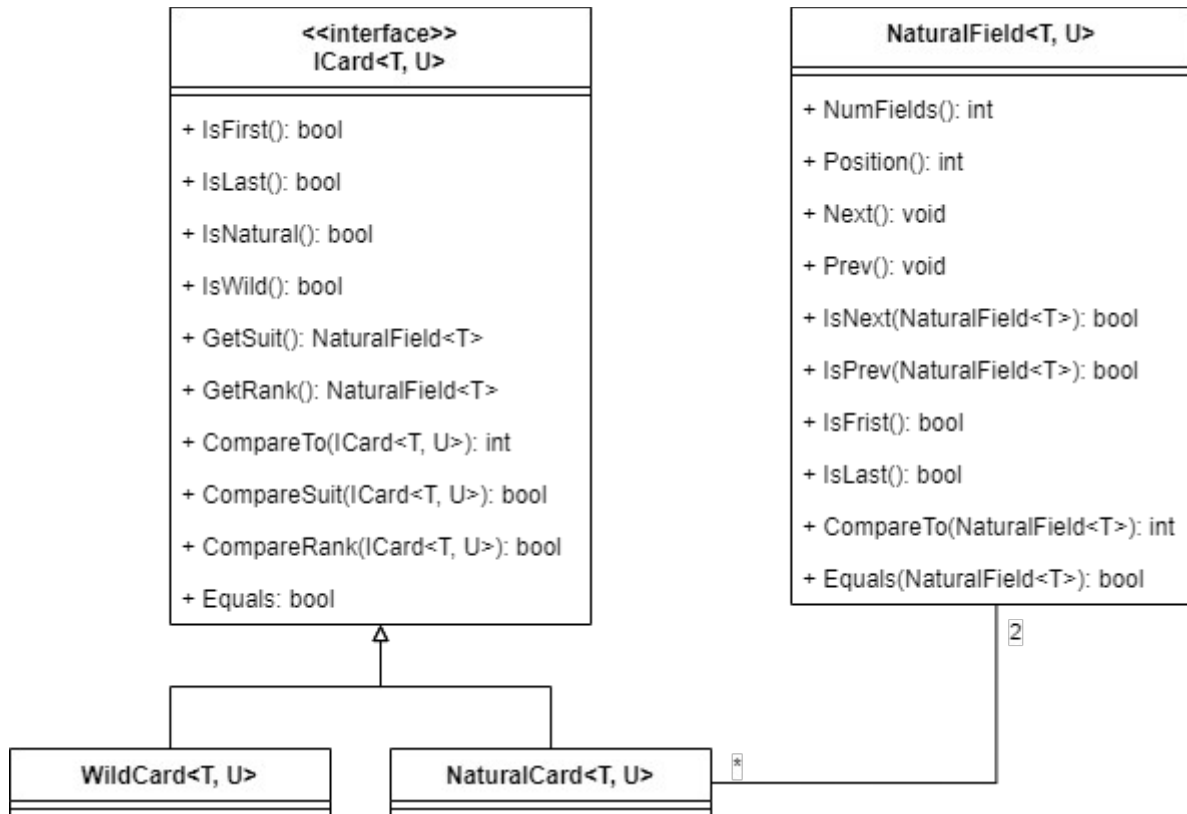


Figura 14: Disseny de les classes que defineixen els diferents tipus de cartes utilitzats en el joc

Un `NaturalField` es crea a partir d'una instància de `Scale`, que representa un conjunt de valors finits, ordenats i consecutius. Aquesta és l'abstracció que s'ha escollit per embolcallar els enters que fan referència a un coll o rang i que permet mantenir les invariants d'aquest tipus de valors en tot moment.

Una mà de cartes

Per representar una mà de cartes s'ha dissenyat una estructura de dades específica per temes d'eficiència. Les cartes es guarden en una llista on l'ordre és important i es té accés directe a tots els elements. Això podria fer-se utilitzant només una estructura d'aquestes característiques genèrica sense haver de definir un nou tipus. Però com s'ha dit, algunes raons d'eficiència i el fet que hi ha operacions que només són rellevants per una mà de cartes i no qualsevol estructura de dades han portat al disseny d'un nou tipus.

La classe `ArrayHand` permet treballar amb un grup de cartes, naturals o no, per passar-les com a paràmetres a funcions i fer certes operacions. Quan s'afegeix una carta nova a la mà es mira si es tracta d'un comodí i, si ho és,

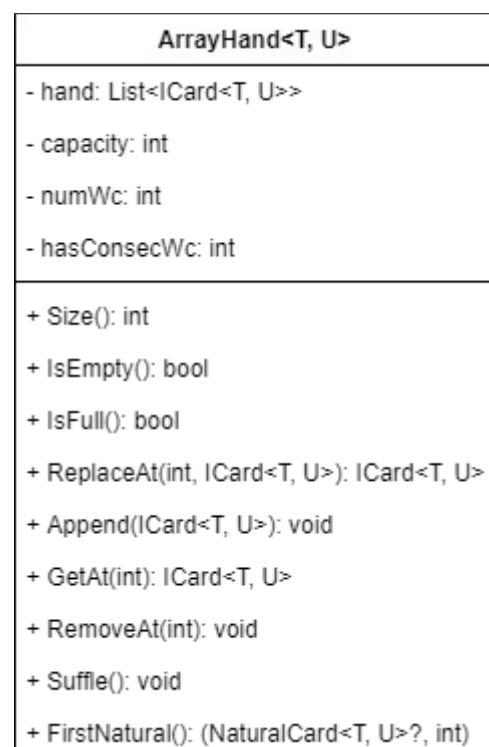


Figura 15: Interfície d'una mà de cartes amb les seves operacions més rellevants

s'actualitza el comptador de comodins intern de la mà. També es mira si la inserció causa que dos comodins quedin de costat dins la mà. El fet de mantenir aquests dos valors actualitzats significa que durant una partida és trivial conèixer aquests dos fets d'una mà de cartes. Això s'utilitza molt sovint a l'hora de formar grups per mirar si les cartes jugades compleixen les regles establertes sobre l'ús de comodins.

A més de l'estat intern, també hi ha les operacions necessàries d'una mà que no es troben en una llista genèrica. Aquestes operacions són el fet de poder barrejar les cartes de la mà tot mantenint l'estat intern consistent i obtenir la primera carta de la mà que no sigui un comodí. Les mans en forma de `ArrayHand` es fans servir en motes parts del domini per traslladar cartes. Quan s'ha de passar un grup de cartes a l'exterior s'acostuma a fer mitjançant la llista genèrica `List`

Altres estructures de dades per cartes

Una segona estructura de dades que busca agrupar un conjunt de cartes mantenint una invariant és `IMeld`. Aquesta interfície es fa servir pels contenidors dels grups de cartes del tauler i, tot i que només disposa dels mètodes `afegir` i `substituir`, la seva presència és essencial. La creació d'un nou grup, ja sigui una escala numèrica o de color, requereix d'una instància de les regles per el tipus d'escala que es vol crear. Això permet validar la mà de cartes inicial i els futurs afegits que es vulguin fer al grup. En qualsevol moment de l'execució del joc tots els grups de cartes estan en un estat vàlid segons les regles definides.

L'altra estructura de dades utilitzada per guardar cartes és la pila. La seva naturalesa `FIFO` és perfecte per representar les piles de cartes d'on els jugadors agafen una carta a l'inici del torn. A cada torn es treu una carta de sobre d'una de les dues piles i se'n afegeix una altra sobre la pila de cares descartades. Quan es buida la pila de cartes cap per avall simplement s'han de posar totes les cartes de la pila de descartades a l'altra pila excepte la primera de totes, que es quedarà a la pila de descartades.

Representació del joc

Per dur a terme una partida són necessàries la combinació d'aquestes estructures més dues abstraccions addicionals: els jugadors i les normes. Els jugadors estan representats per el conjunt de cartes assignades a un jugador i l'habilitat d'interactuar-hi per tal fer les accions que joc permet sobre aquestes. Per fer-ho s'utilitza l'atribut `Move` del jugador per assignar una acció i es crida `MakePlay` per dur a terme l'acció especificada. Quan s'intenta realitzar l'acció és necessari passar l'estat del tauler al jugador per tal que hi pugui interactuar i aconseguir que les modificacions es reflecteixin als altres components. En cas que l'acció no sigui vàlida l'estat del joc no es modificarà i es retornarà l'error trobat.

Les normes del joc són el conjunt de valors que regeixen la validesa dels valors d'altres abstraccions. Aquests valors van des del nombre mínim de cartes que forma un grup, si pot contenir comodins o si és necessari haver sortit per tal d'ampliar un grup. Les normes es divideixen en tres grups, les

generals, les del jugador i les dels grups. Les normes generals s'apliquen a tot el joc i en són exemples el nombre de jugadors, si es fan servir comodins o el tipus de baralla utilitzat. Les regles dels jugadors es repliquen dins de cada instància de jugador per controlar el nombre de cartes que es reparteixen per jugador. Finalment, les regles associades a un grup també es passen a cada grup nou per tal de poder verificar que les cartes que han de formar un grup o ampliar-lo respecten les característiques escollides.

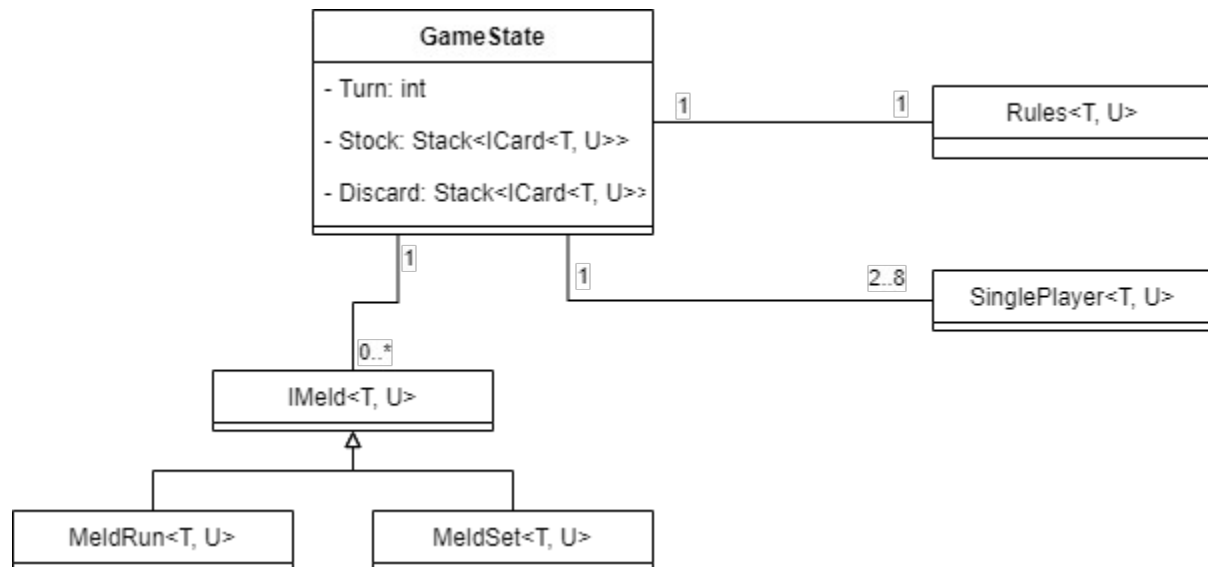


Figura 16: Components de la classe GameState, la qual conté l'estat del joc en cada moment

Amb tot això, el conglomerat d'una partida conté els elements que es poden veure a la figura 16 per tal de mantenir tot l'estat necessari. A cada torn s'assigna una jugada a un jugador mitjançant un mètode que prové del controlador amb els valors necessaris i seguidament s'executa. La modificació del torn es fa a través d'un mètode que es crida des del controlador MatchState en funció de la fase en la que es troba el joc.

5. Implementació del tauler

La llibreria SFML proporciona l'abstracció d'una finestra que s'instancia a l'inici del joc amb unes dimensions concretes i representa l'espai de joc. La programació d'un joc consisteix en definir les abstraccions que representen els conceptes del joc, associar-hi els elements gràfics que els representen i tractar els esdeveniments que l'usuari realitza sobre aquests segons les normes del joc. El tauler del joc és un cas concret de col·lecció d'elements i també és la més complicada.

5.1. Representació de les pantalles

L'estratègia emprada per crear la il·lusió que el joc disposa de diferents pantalles ha estat la utilització d'un gestor d'estats. Aquest gestor d'estats és una classe que conté l'estat actual del joc i defineix la operació de canviar d'estat. Cada estat té uns atributs i mètodes que s'utilitzen en aquell estat per representar la funcionalitat de l'estat. Per exemple, l'estat del menú té una imatge pel fons de pantalla, una imatge pel títol del joc i tres imatges pels botons del menú. A més pot definir els mètodes privats necessaris per dur a terme la funcionalitat del menú principal.

D'altra banda hi ha la operació del canvi d'estat, que s'utilitza per substituir la instància d'estat actual per una altra d'un estat diferent que conté els seus mètodes i atributs per representar elements diferents. En el cas de l'estat del menú l'esdeveniment de prémer el botó de jugar sobreescrui la instància de menú per la de creació de partida. Al constructor d'aquesta nova instància es creen tots els elements que formen part de la pàgina de creació la primera vegada que s'hi accedeix. A més, el canvi de context també es fa a nivell d'esdeveniments per mitjà de la crida al mètode UnbindEvents per eliminar els esdeveniments de la pàgina del menú de la finestra. Des del constructor de la pàgina de creació de la partida es crida a BindEvents per afegir els seus esdeveniments a la finestra. Això es fa així perquè els esdeveniments del joc estan associats a l'objecte finestra del joc i a cada canvi d'estat s'han d'eliminar de la finestra els esdeveniments de l'estat anterior i afegir els de l'actual.

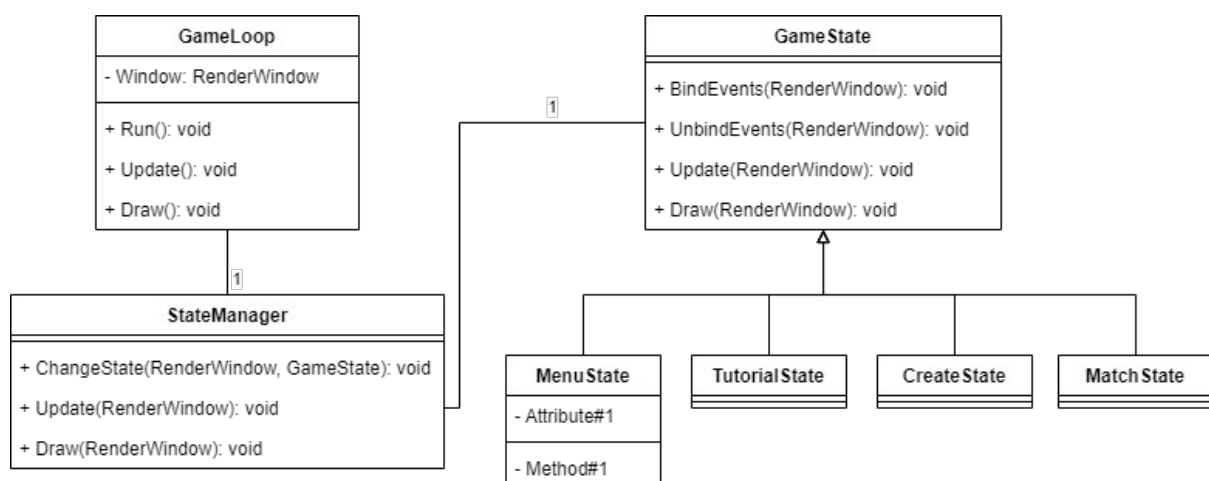


Figura 17: Representació dels diferents estats del joc dins el bucle del joc

La figura 17 mostra el diagrama UML del disseny que s'acaba de descriure. Quan es parla del context d'un estat es fa referència als mètodes i atributs de cada una de les classes que implementen la interfície GameState. Concretament, en aquest apartat es descriu com es representa el tauler del joc amb la classe MatchState.

5.2. Representació de l'estat del joc

L'estat del joc fa referència a les estructures de dades que modelen el joc i al seu estat en cada moment de l'execució del programa. Aquest estat està encapsulat per la classe GameState del domini que s'ha explicat en el capítol anterior.

5.2.1. Gestió de l'estat del joc

La gestió de l'estat del joc és realitzada per la classe MatchState. Aquesta pantalla del joc utilitza el patró d'arquitectura Model-Vista-Controlador per processar les accions del jugador i sincronitzar l'estat del joc amb la interfície. En aquest cas el model del domini i les seves regles és la classe GameState, MatchState és el controlador que connecta el model amb la vista i les classes que representen la mà del jugador, les piles, els botons, etc. pertanyen al component de la vista.

La creació de la partida es fa a partir de la instància de Rules provinent de la pantalla CreateState que conté els paràmetres introduïts pel jugador que regiran el joc. MatchState instancia GameState dins del seu constructor amb una partida nova i seguidament instancia els elements gràfics en base als continguts de l'estat del joc per obtenir l'estat inicial. Durant la partida MatchState transmet a GameState els esdeveniments que transcorren a la interfície i actualitza els efectes de l'acció a la vista.

5.2.2. Les fases del joc

La gestió del joc ve regit per les fases que defineixen el joc. Certes accions només són vàlides durant moments determinats i una mateixa acció pot tenir significats diferents segons el context. Aquest context s'ha representat amb una enumeració d'estats que contempla totes les fases del joc.

- **START:** Fase inicial del joc. Aquesta fase s'ha definit per implementar el requadre emergent que pausa el joc a l'inici de la partida perquè l'usuari pugui estudiar l'estat del joc abans que ningú comenci a jugar. Es surt de l'estat fent clic a qualsevol punt de la pantalla i aquesta acció fa desaparèixer el requadre i comença la partida.
- **BOT_PICK:** Fase en què un jugador NPC escull una carta per agafar. Les accions realitzades per la intel·ligència artificial provenen de l'estat del joc i sempre són vàlides. GameState retorna el valor nul si la carta agafada era cap per avall i retorna la carta agafada si era cap per amunt. MatchState actualitza la representació de les piles amb el seu nou contingut així com el nombre de cartes que té el jugador que acaba d'agafar la carta.

- **BOT_PLAY:** Quan un NPC fa una jugada no és necessari distingir-ne el tipus perquè la crida a GameState retorna directament les cartes modificades. MatchState crida el mètode perquè el jugador NPC faci el seu moviment i seguidament actualitza la representació del jugador amb el nou nombre de cartes i la representació dels grups de cartes amb el nou grup. En cas que no hagi pogut fer cap jugada es passa a l'estat BOT_DISC. Després de cada jugada sempre es mira si s'ha guanyat la partida per saber si s'ha d'acabar el joc.
- **BOT_DISC:** El jugador controlat per la intel·ligència artificial descarta una carta de la seva mà. La representació de les piles no s'actualitza de seguida, sinó que es posa la carta descartada en una animació que traslladarà la carta fins a la pila. Es canvia l'estat a BOT_END però no es pot realitzar cap altra acció fins que l'animació s'ha acabat.
- **BOT_END:** Estat en què s'actualitza la representació de les piles i es demana a GameState qui és el següent jugador.
- **HUM_PICK:** El jugador humà ha d'agafar una carta. Durant aquest estat MatchState està pendent de rebre la informació de la pila d'on s'ha d'agafar la carta. Quan això passi, MatchState demanarà a GameState que realitzi l'acció però si no és possible no es durà a terme i s'esperarà que el jugador torni a escollir una pila. Si GameState aprova el moviment s'actualitzarà la representació de les piles, es canviarà l'estat a HUM_PLAY i s'iniciarà una nova animació de la carta agafada que bloquejarà el joc fins que s'acabi.
- **HUM_PLAY:** S'espera que el jugador premi algun dels botons de les accions per fer una jugada. També és possible ordenar la baralla per color o número mitjançant els botons que apareixen a sota la representació de les piles.
- **HUM_RUN, HUM_SET, HUM_LAYOFF i HUM_REPLACE:** En aquestes fases MatchState s'espera que la representació de la mà del jugador li passi la posició de les cartes que es volen jugar. Tots els esdeveniments del ratolí són processats per la mà per seleccionar les cartes que es jugaran. La representació dels grups també processat esdeveniments l'acció implica seleccionar un grup. En cas que l'esdeveniment es correspongui a prémer el botó "acceptar" que apareix en formar un grup llavors la mà confirma les posicions al controlador, que les passa a l'estat del joc. Si són vàlides es forma un grup i si no es queden a la mà.
- **HUM_DISC:** Per descartar una carta també s'entra en una fase en la qual el controlador espera que la representació de la mà li faci saber quina carta s'ha clicat. Com que pot ser que la carta escollida no es pugui descartar primer s'ha de confirmar l'acció.
- **END:** Estat final de la partida. En aquest estat es forma la finestra emergent que recull les cartes que cada jugador té al moment que s'ha acabat la partida. Des d'aquest punt es torna al menú principal.

La figura 18 descriu la manera com el controlador escull el següent estat de la partida en cada moment basant-se en l'estat actual i mirant si el jugador actiu del torn ha guanyat o no després de cada moviment. S'ha de tenir en compte que cada vegada que un jugador es desfà d'una carta hi la

possibilitat que hagi guanyat la partida. L'única acció amb la qual no es pot donar aquest cas és la de substituir perquè el jugador es desfà d'una carta però en guanya una altra.

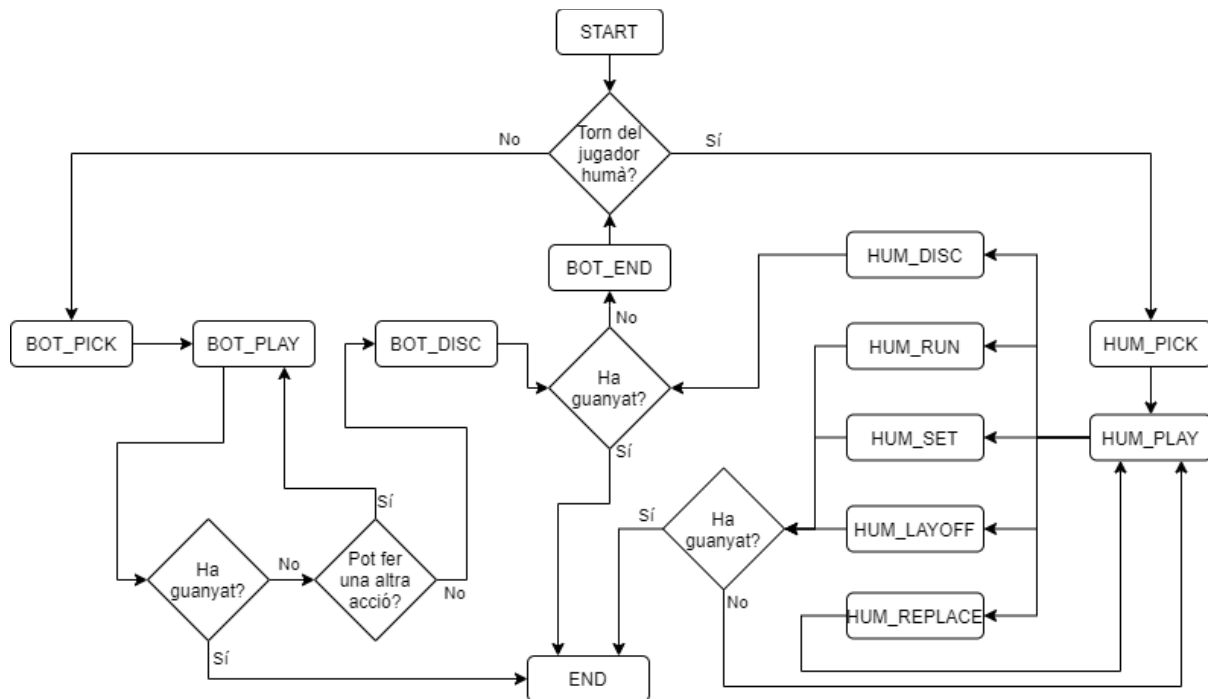


Figura 18: Esquema de les fases que componen una partida i les seves transicions

5.2.3. Comunicació entre la interfície i l'estat

La informació de quines cartes formen el grup que el jugador humà vol jugar o quin és el grup al qual es volen afegir cartes s'ha de transformar des de clics a la pantalla fins a cartes de l'estat. Cada acció del jugador afecta a una llista de cartes i possiblement a un grup i, a vegades, a una carta concreta dins d'un grup. El primer cas es correspon a formar un grup de qualsevol dels dos tipus i a descartar una carta. El segon cas és el d'afegir cartes a un grup, en què cal especificar el grup on s'afegixen les cartes. Finalment, el tercer cas és el de substituir una carta dins d'un grup i s'ha d'informar del grup afectat i de la carta concreta.

La classe genèrica ResultMove permet transmetre aquesta informació anant des de la interfície cap a l'estat i tornant des de l'estat a la interfície. La raó perquè és genèrica és que d'anada es passa els elements afectats en forma de posicions, és a dir, nombres que fan referència a les cartes que estan involucrades. En canvi, de tornada es reben les cartes en sí per convertir-les en els seus gràfics equivalents i passar-les a l'element de la interfície que les necessita.

La interfície interactua amb l'estat

Per interpretar amb quines cartes de la mà o d'un grup s'ha interactuat es calcula la posició del ratolí en funció de la posició dels elements gràfics i les seves dimensions. En el cas de les cartes de la mà es manté una llista d'imatges que està sincronitzada amb les cartes de l'estat: conté les mateixes

cartes i en el mateix ordre. Tot i això, aquestes cartes són només imatges i no contenen cap informació del domini, de manera programàticament no és possible conèixer a quina carta fa referència un gràfic. Aquest fet no suposa cap problema perquè gràcies a la sincronització esmentada les cartes que el jugador veu són les que es troben a l'estat i, quan hi vol interactuar, és possible referir-se a la seva posició per dir que es vol actuar sobre una carta concreta sense saber què representa el gràfic. La detecció de quin grup s'ha seleccionat es fa de la mateixa manera.

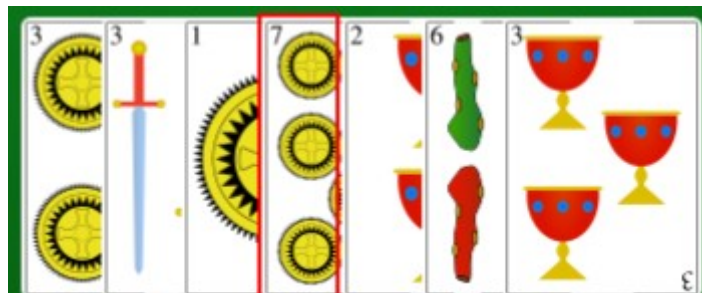


Figura 19: Selecció d'una carta de la mà del jugador

A la figura 19 es pot apreciar com un jugador veu la seva mà de cartes. A l'estat del joc aquestes es troben d'esquerra a dreta en el mateix ordre. Això permet referir-se a una carta per la seva posició sense haver de barrejar detalls de la representació a la interfície.

El repte de mostrar una mà o grup de cartes on varies d'aquestes estan sobreposades és el de fer coincidir la part visible de les cartes amb la part de la interacció. A l'exemple de la figura 19, la carta de l'esquerra de tot queda coberta en part per la carta que té al costat. Si l'usuari vol seleccionar la primera carta ho farà clicant sobre la part visible d'aquesta i, encara que part d'aquesta quedi sota la segona, l'expectativa és que si es clica sobre la segona no es seleccioni la primera. En canvi, per la carta de la dreta de tot es pot clicar en qualsevol punt del gràfic per seleccionar-la.

L'estat interactua amb la interfície

Quan s'utilitza el mètode posicional és molt important assegurar-se que la mà que el jugador veu sempre reflecteix la mà de l'estat del joc. Això vol dir que cada vegada que es fa una modificació de l'estat s'ha d'actualitzar la representació. Aquesta actualització es pot fer de dues maneres diferents. La primera és per mitjà de sobreesciure els continguts d'un element gràfic amb la informació provinent d'un nou estat. La segona és la transmissió dels canvis de l'estat a la part gràfica.

El primer sistema es basa en descartar l'estat actual de la representació després d'un canvi perquè ha quedat obsolet. En lloc de comunicar els canvis a la interfície el que es fa és recrear els elements d'aquesta afectats amb l'estat nou. Aquest és el millor sistema perquè simplifica la codificació de les classes de la interfície ja que no han d'implementar el codi de gestió del canvi d'estat. Alhora també té una eficiència similar a la gestió de l'estat perquè en ambdós casos s'han de recalculer les posicions dels elements nous i existents per adaptar-se a la nova forma. Els moments en què això passa són després d'ordenar la mà, després d'agafar una carta a l'inici del torn, després de desfer-se

de cartes durant una jugada, després de substituir un comodí i després de desfer-se d'una carta al final del torn.

Passar la informació dels elements de l'estat modificats a la interfície perquè s'actualitzi és un mètode més complex. Si bé és veritat que hi ha casos en què és més eficient modificar només els elements afectats, aquest benefici no és notable en aquest joc. Això és degut al fet que quan s'afegeixen cartes a la mà d'un jugador o grups al tauler sempre s'han de tornar a calcular la posició de les altres cartes i grups per mantenir els elements centrats. El cas d'afegir cartes a un grup sí que es pot beneficiar d'aquesta optimització perquè quan s'afegeixen cartes a un grup existent no s'ha de modificar cap gràfic de la resta de grups. L'altre cas que dóna utilitat a la transferència dels elements afectats després d'un canvi són les animacions.

La figura 20 il·lustra com el segon mètode d'actualització de la interfície permet evitar tornar a calcular la posició de les cartes d'un grup quan la operació que es fa és d'afegir cartes. Passar de tenir un grup a dos suposa redistribuir els grups per tal que quedin centrats al tauler, cosa que fa que aquesta operació necessiti iterar sobre tots els grups. D'altra banda, quan s'afegeix una carta a un grup en concret no és necessari tornar a calcular la posició dels altres grups, només la del grup on s'afegeix la carta. Si l'afegit es fa abans de les cartes existents llavors s'ha de recalculer la posició de totes les cartes del grup. En cas que es faci després, com es mostra a la imatge de la dreta de la figura 20, només seria necessari assignar la posició de les cartes noves mantenint la posició de les existents.

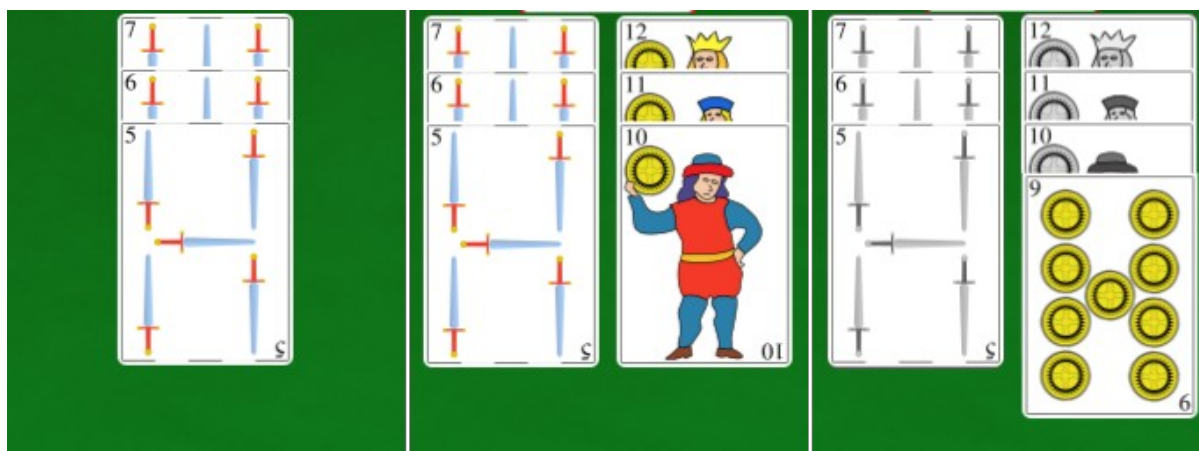


Figura 20: Procés d'afegir un grup i afegir una carta a un grup ressaltant els elements modificats d'un pas a l'altre

Com s'ha comentat anteriorment, el programa sempre genera una representació dels grups nova després de cada moviment per simplificar la implementació. Tampoc s'ha vist que el rendiment del joc es vegi notablement impactat de forma negativa per aquesta decisió.

5.2.4. Animacions

El joc només incorpora dues animacions: agafar una carta i descartar una carta. La raó per la falta d'animacions és la complexitat d'aquestes i la precarietat del sistema implementat. Per fer una

animació s'han d'agafar els elements implicats i s'han de transformar a cada quadre segons una funció associada a cada element que en calculi el desplaçament. Aquestes funcions es poden encadenar per aconseguir animacions compostes que traslladen els gràfics en diferents direccions.

El sistema dividit

El fet de programar el joc sense l'ajuda d'una llibreria amb suport natiu per animacions ha suposat haver de fer un sistema propi per tal de desplaçar dinàmicament objectes per la pantalla. El tema de les animacions és molt complex, de manera que no s'ha pogut aprofundir en el seu funcionament i s'ha decidit afegir només l'animació més imprescindible, que és la d'agafar i deixar una carta de les piles.

El joc només pot executar una animació a la vegada i, com a mesura per mantenir la consistència dels estats amb l'aparença visual del joc, s'ha imposat la restricció que durant les animacions no es pot fer cap acció. Això evita que un jugador pugui dur a terme les accions del seu torn mentre la carta s'està traslladant de la pila a la seva mà. Aquesta decisió, però, implica que la temporització del joc ve dictada per la durada de les animacions.

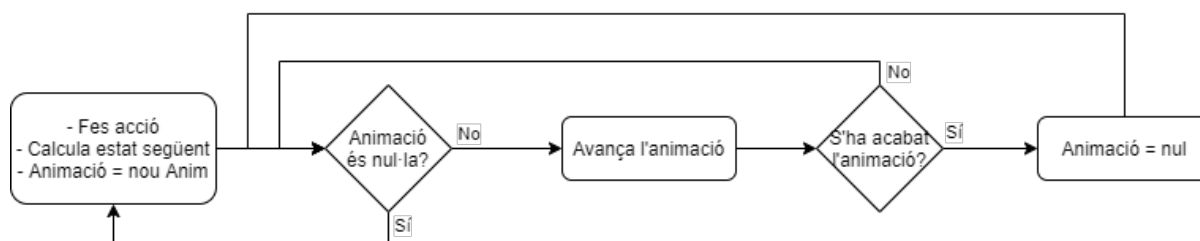


Figura 21: Flux de desenvolupament d'una animació

La figura 21 mostra com s'utilitza la variable global que conté la animació. Generalment cada estat només pot tenir una animació com a màxim i s'inicialitza un cop s'ha fet l'acció correctament i s'ha modificat l'estat per apuntar al següent estat. Si l'animació no s'inicialitza llavors es continua amb l'estat següent. En cas que l'estat tingui una animació llavors crearà una instància d'una interfície IAnimation que descriu el comportament general per avançar una animació. Els detalls de quantes cartes es mouen i quin moviment fan queda delegat a la implementació concreta de l'animació que s'invoqui. Per l'exemple de l'animació d'agafar i deixar una carta s'implementa la interfície amb una classe que desplaça linealment la imatge donada des del punt inicial donat fins al punt final. El mètode que calcula el següent estat de l'animació retorna un booleà que serà fals quan s'acabi la animació. La condició de finalització és pròpia de la classe que modela cada animació concreta. Per l'animació lineal s'ha decidit que quan la carta traslladada estigui a una distància inferior a 10 unitats del punt final s'acabi l'animació.

Aquest sistema permet la definició de qualsevol tipus d'animació que es vulgui per mitjà de la interfície IAnimation. El mètode Render permet deslligar el progrés de les animacions de l'execució del joc. Al mateix temps aquest fet introdueix la necessitat de sincronitzar les animacions amb les

accions que es poden realitzar en el joc. El mètode escollit és el de tenir una sola animació en un moment donat i fer que durant una animació no es pugui avançar l'estat del joc.

6. Conclusions i línies de futur

Al llarg del desenvolupament d'aquest projecte hi ha hagut un procés d'aprenentatge sobre el desenvolupament de programari i la gestió de projectes. El fet d'haver subestimat la complexitat de l'abast planificat inicialment ha estat una lliçó important sobre la importància d'evitar les aproximacions optimistes davant d'una tasca sobre la qual no es té experiència. Malgrat això s'ha arribat a obtenir un lliurable funcional satisfactori que representa una base sòlida d'un joc que també es pot arribar a refinar més.

6.1. Conclusions

Els aprenentatges resultants d'aquest projectes són molts. Tant en l'àmbit del desenvolupament del programari com en la planificació de projectes. El fet de no disposar d'experiència prèvia en cap dels dos camps ha suposat un obstacle notable que s'ha hagut de superar per tal d'arribar al final.

6.1.1. La gestió del projecte

Les tasques relacionades amb la gestió del projecte s'han aplicat al llarg de tot el procés per tal d'avaluar el progrés en cada moment i adaptar-se a les situacions imprevistes. La planificació inicial ha estat la més complexa degut a la seva naturalesa incerta i àmplia. L'actitud present a l'inici del projecte va ser optimista fins al punt que es podria haver considerat arrogant. Tot i tenir el coneixement de la falta d'habilitats realitzant projectes complets d'aquestes dimensions, de la poca familiaritat amb el llenguatge de programació C# i de la completa falta de formació en la programació de videojocs, es van proposar uns objectius molt ambiciosos.

Els problemes amb la proposta original

La manifestació d'aquesta complexitat va ser progressiva i, tot i ser manejable en un principi, va arribar un moment en què va sobrepassar el projecte. Els primers indicis es van començar a presentar després d'haver programat les classes de domini. Repassant el codi escrit fins llavors es va veure que hi havia parts del disseny que feien poc ús de les capacitats del llenguatge i es va considerar oportú re-escriure aquestes parts amb unes abstraccions més adequades.

Veient que el temps necessari per programar les classes de domini es va allargar tant com la planificació hi havia assignat va donar a entendre que programar el joc no seria tan ràpid com previst. Tenint en compte que abans de programar la funcionalitat de jugar en línia no es tenia cap mena de coneixement de com fer exactament la arquitectura proposada a la planificació inicial, aquesta segona fase seria tan o més complicada que la primera. Al final es va dedicar tot el temps destinat a fer la implementació a intentar aprendre els conceptes de programació de xarxes necessaris del llenguatge C# i no es va disposar de temps per construir el servidor. En aquest punt s'apropava la

data d'entrega del segon lliurable i encara s'havia de començar a programar els elements gràfics del joc.

Al moment de començar a implementar les finestres i interfícies es va veure que era un procediment relativament laboriós. Això va fer reconsiderar la idea de suportar el joc en línia i es va canviar el disseny per convertir el joc a un sol jugador contra l'ordinador. L'adaptació del codi a aquest nou objectiu no va ser costosa gràcies al bon disseny original de les classes del domini. A partir d'aquest punt es va seguir amb la planificació establerta de programar la part gràfica del joc amb aquestes noves condicions.

Quan es va fer la proposta va semblar que la data d'entrega quedava molt lluny i que hi hauria temps per tot. Al final s'ha vist que això no ha estat així i que s'ha intentat fer més del que era realista, especialment tenint en compte que no es coneixen totes les tecnologies utilitzades. S'ha vist que incorporar el procés d'aprenentatge de les tecnologies que es fan servir en un projecte com a part del mateix projecte és una mala idea. És probable que hi hagi una manera de fer-ho que redueix els possibles riscos que puguin sorgir però en aquest cas es va planificar sota la influència d'un optimisme ignorant que no va deixar lloc a dubtar la decisió.

6.1.2. La implementació del projecte

Com a aprenentatge positiu hi ha la decisió presa durant la planificació de programar dissenyant amb codi. Malgrat que és possible fer un disseny exhaustiu d'un programa abans de començar a escriure la primera línia de codi, aquest mètode no és fiable. Aquest fet és especialment cert si no es té un bon coneixement de la naturalesa de l'arquitectura d'un joc com és el cas amb aquest projecte. Començar el projecte directament programant seguint d'esquemes simples que defineixen la funcionalitat requerida ha estat més productiu que començar fent un disseny d'un sistema poc comprès.

La part on aquest fet s'ha notat més ha estat en la implementació de les cartes. La idea inicial era utilitzar una codificació numèrica per representar els colls i els números de les cartes. Durant la programació d'aquestes va sorgir el problema que es confonien els uns amb els altres a l'hora de passar paràmetres a les funcions que treballen amb aquests valors i tampoc era segur que els valors estarien dins dels límits en totes les crides. Quan es va veure això es va poder rectificar la implementació per utilitzar genèrics i tenir el suport del comprovador de tipus per evitar els errors d'aquesta mena.

Aquest és només un dels molts exemples trobats d'aspectes que a priori no sembla que representin un perill per un disseny però que apareixen quan s'està fent la implementació i són incompatibles amb les assumpcions en què s'ha basat la resta del disseny original.

6.2. Línies de futur

Les possibles línies de futur divisades tenint en compte el producte final obtingut són varies. Algunes d'aquestes projeccions van dirigides a millorar alguns aspectes que donin un aspecte més polit al joc. D'altres, en canvi, són més ambiciosos i sorgeixen el desig d'explotar el potencial complert del joc que no s'ha pogut aconseguir degut a limitacions del projecte.

6.2.1. Millores del joc

Les millores són canvis del joc que es podrien fer donat més temps per tal d'augmentar la usabilitat del joc o arreglar detalls del seu funcionament.

Implementació de diferents IA

Actualment només existeix un model de NPC contra el qual jugar. Això vol dir que tots els oponents utilitzen els mateixos patrons per escollir les seves jugades. Aquest fet no és un problema en sí per gaudir del joc però podria ser interessant afegir models de IA que utilitzin estratègies de joc diferents que no sempre siguin les més eficients o correctes segons les probabilitats. Per exemple, podria haver-hi un model de jugador que guardi totes les cartes que formen grups per tal jugar-los tot de cop en un mateix torn i guanyar del no res.

Suport per les dreces de teclat

Actualment només és possible interactuar amb el joc utilitzant el ratolí. Seria interessant afegir suport per dreces de teclat durant la partida per agilitzar diferents aspectes del joc. Això podria fer el joc més fluït si s'utilitza per activar i desactivar les accions. Si durant el seu torn l'usuari pot prémer un a tecla per indicar que vol formar un grup llavors pot tenir el cursor sempre a la part central de la pantalla a punt per interactuar amb les cartes.

Aquesta funcionalitat es podria estendre a escollir la pila d'on agafar una carta però si s'entra a la selecció de les cartes els beneficis no semblen tan grans. Utilitzar dreces de teclat per seleccionar grups del tauler o cartes de la mà podria afegir-se com a mesura per millorar l'accessibilitat del joc però difícilment faria el seu ús més eficient. La manipulació d'elements de mida variable és menys fluida per naturalesa degut al fet que solen requerir combinacions de tecles per fer les accions.

6.2.2. Extensió del joc

És possible adoptar la perspectiva que aquest joc presenta una plataforma per a possibles modificacions que afegixin característiques noves que aportin més valor al joc. Aquests canvis poden afegir mecàniques noves que permeten donar més profunditat al joc o fer-lo més dinàmic.

Afegir rondes

Tot i que és perfectament vàlid jugar una sola partida, molts jocs de cartes utilitzen el concepte de ronda per referir-se a un conjunt de partides consecutives. L'objectiu de les rondes és el d'intentar eliminar el factor de la sort que pot tenir algú en guanyar una partida en què li han tocat bones cartes. Si s'estén el joc a diferents rondes aquesta sort és més difícil que es repeteixi i el jugador amb l'estratègia més bona és el que té més probabilitats de guanyar la ronda. La mateixa lògica s'estén pels jugadors que reben una mala mà durant una partida concreta.

La implementació de rondes es pot fer de diferents maneres segons l'estratègia que es vulgui promoure. Tot i això la majoria de mecàniques es basen en el càlcul de punts per cada jugador i el guanyador de la ronda és el primer a arribar a un nombre predeterminat. Una possible implementació és fer que el jugador amb el nombre més alt de punts guanyi la ronda. La manera de calcular els punts és tenint en compte la suma del valor de les cartes presents a les mans dels oponents quan algú guanya la partida. Amb aquest sistema només rep punts el guanyador de la partida. L'estratègia que es promou és la de guanyar el més ràpid possible per tal de no donar temps als altres jugadors de formar grups i desfer-se de cartes perquè això significa necessitar guanyar més partides per endur-se la ronda. Per contra, si un jugador veu que no té opcions de guanyar i un oponent té poques cartes, llavors pot adoptar l'estratègia defensiva de desfer-se de les cartes de valor més alt per donar-li menys punts.

Un segon sistema de punts per ronda és el d'atorgar a cada jugador els punts corresponents al valor de la seva mà al final de la partida. Això vol dir que el guanyador de la partida no rep cap punt i la resta de jugadors sí. Després d'un nombre prefixat de rondes es proclama com a guanyador el jugador que tingui menys punts. La naturalesa d'aquest sistema fa que es pugui guanyar una ronda sense haver guanyat una partida si es sap optimitzar les cartes per conservar les de valor més baix. Degut a aquesta característica el resultat al final de la partida pot ser menys satisfactori. Tot i això, generalment la millor manera de guanyar una partida és guanyant el màxim nombre de rondes individuals possibles i això fa que aquest sistema encara sigui utilitzat.

7. Bibliografia

Blizzard website: <https://hearthstone.blizzard.com>, consultat: 01/04/2023

CardGames website: <https://cardgames.io>, consultat: 01/04/2023

Draw.io website: <https://app.diagrams.net/>, consultat: 23/04/2023

GIMP website: <https://www.gimp.org/>, consultat: 23/04/2023

Git website: <https://git-scm.com/>, consultat: 23/04/2023

GrassGames - Hearts website: <https://www.grassgames.com/hearts/index.html>, consultat: 02/04/2023

7: Inkscape, Inkscape, 23/04/2023

itch.io website: <https://dicepencilpaper.itch.io/52-fates>, consultat: 30/03/2023

dafont.com website: <https://www.dafont.com/es/min-sans.font>, consultat: 23/04/2023

Microsoft website: <https://dotnet.microsoft.com>, consultat: 04/04/2023

OmniSharp website: <https://www.omnisharp.net/>, consultat: 04/04/2023

The Guardian website: <https://www.theguardian.com/notesandqueries/query/0,5753,-2647,00.html>, consultat: 30/03/2023

Britannica website: <https://www.britannica.com/topic/playing-card>, consultat: 30/03/2023

Games & Gamebooks website: <https://www.parlettgames.uk/histocs/leafgame.html>, consultat: 20/03/2023

Howstuffworks website: <https://entertainment.howstuffworks.com/leisure/brain-games/mahjong1.htm>, consultat: 30/03/2023

Simple and Fast Multimedia Library website: <https://www.sfml-dev.org/>, consultat: 04/04/2023

spacemacs website: <https://www.spacemacs.org/>, consultat: 04/04/2023

VIP Games website: <https://vipgames.com/>, consultat: 01/04/2023

dafont.com website: <https://www.dafont.com/es/a-aha-wow.font>, consultat: 23/04/2023

Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/wiki/Baraja_espa%C3%B1ola#Patr%C3%B3n_catal%C3%A1n, consultat: 05/05/2023

Seepshead - Wikipedia website: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sheepshead_\(card_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sheepshead_(card_game)), consultat: 01/04/2023

Boon - Wikipedia website: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boon_\(game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boon_(game)), consultat: 01/04/2023

Monopoly - Wikipedia website: <https://es.wikipedia.org/wiki/Monopoly>, consultat: 30/03/2023

8. Annex A: Glossari

Coll: Cadascun dels símbols en què es poden agrupar les cartes d'una baralla.

Escala de color: grup de cartes de colls diferents amb el mateix rang en el joc del remigio.

Escala numèrica: grup de cartes d'un mateix coll i rang consecutiu en el joc del remigio.

Figura: nom que es refereix a una carta de la baralla espanyola que presenta el dibuix d'una persona. Concretament s'utilitza per parlar de manera genèrica de la sota, el cavall i el rei.

Grup (de cartes): escala de color o escala numèrica en el joc del remigio.

Meld: Nom anglès per els grups de cartes, ja siguin escales numèriques o de color. També es pot utilitzar com un verb per indicar la formació d'un grup a partir d'unes cartes.

NPC (non-playable character): Jugador controlat per la intel·ligència artificial.

Rang: El número d'una carta.

Run: Nom anglès per referir-se a les escales numèriques en el joc del remigio.

Set: Nom anglès per referir-se a les escales de color en el joc del remigio.

Sortir: Acció que es produeix quan un jugador forma el seu primer grup de cartes sobre el tauler.