

1 Diseño y evolución de las Historias de Usuario

1.1 Como usuario quiero poder jugar a Rolit con una interfaz agradable

1.1.1 JUANDI - Como usuario, me gustaría que se pudiesen personalizar los colores con los que jugamos cada jugador porque hace más visual el juego.

1.2 Como usuario, me gustaría que tenga una interfaz gráfica amable porque hace más fácil jugar.

En este apartado, los primeros sprint realmente no son relevantes para comprender cuál ha sido la evolución del proyecto con respecto a esta historia de usuario, pues el desconocimiento de técnicas como el patrón del *Modelo-Vista-Controlador* y la poca experiencia con proyectos grandes hace que el soporte gráfico y la encapsulación de la entrada salida en los primeros sprint sea realmente pobre una vez visto en perspectiva con el resultado final.

Sin embargo, poseen gran importancia los sprint 4 y 5, pues son en los que se incluye por primera vez una vista gráfica que no sea la de consola y porque por primera vez se formaliza una entrada salida controlada y a través de clases especializadas que son usadas a modo de componentes gráficos, pero para la consola.

Sprint (1)

Al comienzo del proyecto, el juego comenzaba (tras la generación de los objetos correspondientes) con la llamada al método `run()` del `Controller`. Este método contenía en su interior el propio menú en forma de sentencias de código:

```
1 public void run() {  
2     System.out.println();  
3     System.out.println("Que desea?");  
4     System.out.println();  
5     for (int i = 0; i < arrayOpciones.length; ++i)  
6         System.out.println((i+1) + ". " + arrayOpciones[i]);  
7  
8     int respuesta = 1;  
9     boolean repeat = true;  
10    ...  
11}
```

y también la parte de impresión del tablero y de las jugadas conforme avanzaba el juego:

```
1 while(!game.isFinished()) {  
2     String command;
```

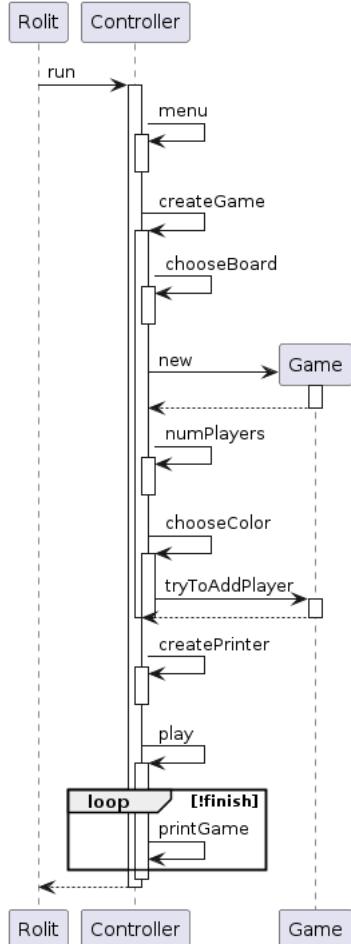
```

3     int posx, posy;
4     boolean valido = false;
5
6     printGame();
7
8     while (!valido) {
9         System.out.println(printer.showTurn());
10        System.out.println("Introduce un comando:");
11        System.out.println("c : Poner un cubo");
12        System.out.println("s : Guardar partida");
13        command = input.next();
14        if ("c".equals(command)) {
15            System.out.println("Introduce la posicion x: ");
16            posx = input.nextInt();
17            System.out.println("Introduce la posicion y: ");
18            posy = input.nextInt();
19            valido = game.play(posx, posy);
20        }
21        else if("s".equals(command))
22            saveLoadManager.saveGame();
23        else
24            System.out.println("Invalid Command");
25    }
26
27 }
```

Tal y como se ve, principalmente la función más importante de impresión es la función `void printGame()` que se encarga de imprimir el estado del juego tras cada jugada. Fundamentalmente, el desconocimiento del patrón Modelo-Vista-Controlador hizo que las instrucciones de uso del jugador o los diferentes menús de carga y guardado se hicieran en el propio método que se encargaba de hacer cada cosa, dificultando el poder hacer un diagrama de secuencia de cómo se imprime el menú o cómo se piden acciones.

Sprint (2)

En base a la experiencia en proyectos anteriores, durante este sprint se consolidó la clase `Controller` como la encargada de todos los procesos externos a los bucles del propio juego, es decir, se encargaba determinar el número de jugadores, el tipo de tablero, creación de los elementos del Game... Por tanto, el menú principal estaba en la clase `Controller`, concretamente la funcionalidad la encapsulaba la función `int menu()` que interactuaba con otros métodos privados de la clase para que el usuario pudiese decidir el resto de cosas.



Para formalizar esta primera aproximación a una encapsulación formal de cada una de las pantallas a métodos o clases concretas y especializadas, se generan las siguientes constantes en la clase `Controller` para tener unificados los mensajes que se envían:

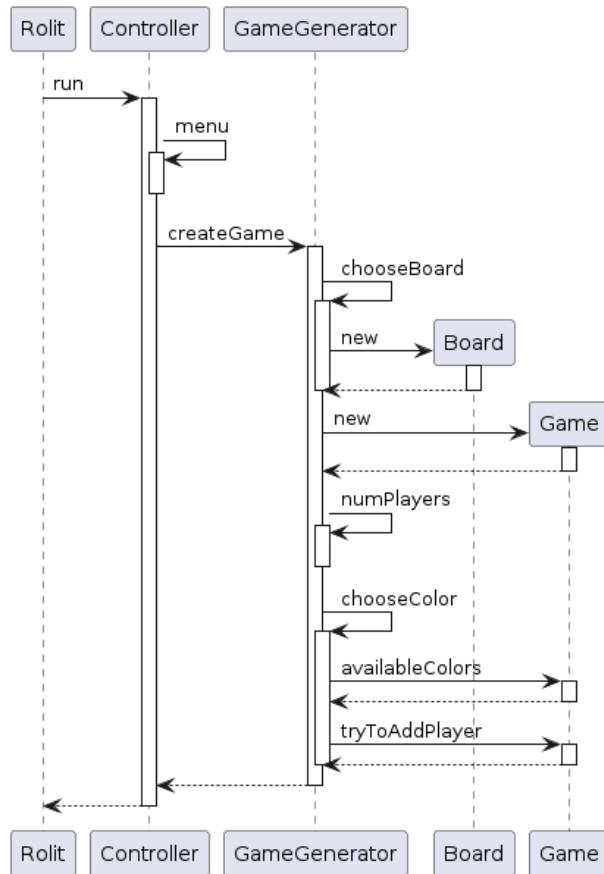
```

1 private static final String PROMPT = "Command > ";
2     private static final String NAME_PLAYERS = "Name the players: ";
3     private static final String INITIAL_MESSAGE = "Choose an option: ";
4     private static final String CHOOSE_COLOR = "Choose a color shortcut: ";
5     private static final String NUMBER_PLAYERS_MSG = "Choose the number of players... ";
6     private static final String ERROR_PLAYERS_MSG = "Number of players must be... ";
7     private static final String BOARD_MSG = "Choose your board size [8 - "+ Board.MAX_SIZE + "] ";
8     private static final String BOARD_ERROR = "Board size must be a number between... ";
9     private static final String LOAD_MSG = "Type the name of the file (. to load default file): ";

```

Sprint (3)

El equipo de desarrollo observó que la clase `Controller` estaba perdiendo cohesión al asumir muchas responsabilidades que ciertamente no eran de un controlador. Para ello, se creó la clase `GameGenerator` como una antesala de lo que sería el patrón factoría. De este modo, el menú principal queda encapsulado en la función `int menu()` de la clase `Controller`, pero las pantallas donde se deciden el número de jugadores, el tipo de tablero, ... quedan como métodos privados de la nueva clase `GameGenerator` que es la encargada de saber crear el juego.

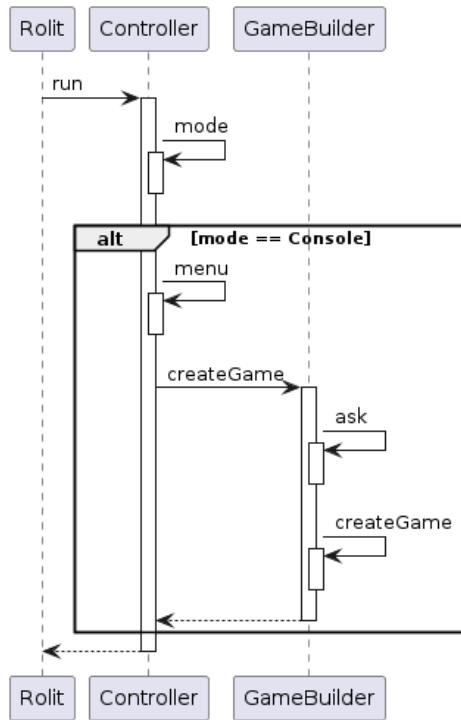


En este caso, la función que imprime cada iteración del juego sigue siendo `printGame()` en `Controller` y aquellas que se encargan imprimir los mensajes de guardado y carga, así como de errores, siguen diseminadas por las respectivas clases que utilizan dichos métodos como sentencias `System.out.println("...")`, pues aún no se ha implementado el Modelo-Vista-Controllador.

Sprint (4)

1.2.1 Console

En este sprint, fundamentalmente se aplica el patrón Builder y Factorías a la situación del sprint anterior. En este caso, el menú principal sigue en el método `int menu()` de la clase `Controller` y los métodos que antes estaban en `GameGenerator` y se encargaban de pedir el número de jugadores, forma del tablero, ... por consola ahora forman parte del método `ask()` de las factorías (que por dentro saben que preguntar en cada caso).

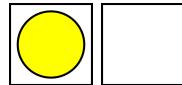


A pesar de que se ha incluido el *Modelo-Vista-Controlador* como patrón de arquitectura, la diferencia fundamental entre tener un nuevo hilo en *Swing* y seguir en el mismo hilo que *Main* ha hecho que no se haya formalizado una vista al uso para la parte de consola y que el código para ciertas excepciones y mensajes siga perdido por los lugares donde se producen dichas incidencias.

1.2.2 GUI

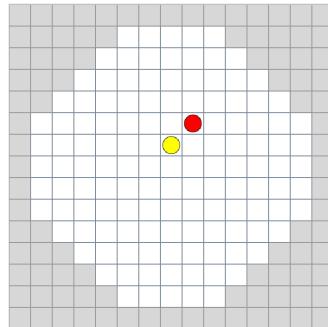
En este sprint se desarrolló una primera versión de la interfaz gráfica, lo cual involucra a un gran número de clases y métodos. Iniciemos un recorrido por cada uno de los componentes visuales explicando su finalidad

CeldaGUI



Esta clase representa cada una de las posiciones del tablero y puede ser vacía o tener un cubo. La mayor parte de funciones de esta clase tienen como objetivo cambiar el color del cubo que representa cada celda.

BoardGUI



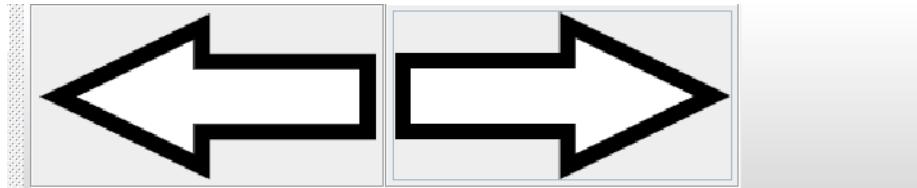
La clase *BoardGUI* extiende de *JPanel* y es la encargada de visualizar el tablero de la partida. Se puede apreciar que el tablero está formado por un conjunto de *CeldaGUI*.

ControlPanel



El *ControlPanel* es una *JToolBar* que cuenta con un botón para guardar

partidas, que puede ser pulsado en cualquier momento durante la ejecución del juego.



En el caso de las *replays*, en el *ControlPanel* aparecen dos flechas para poder recorrer los estados.

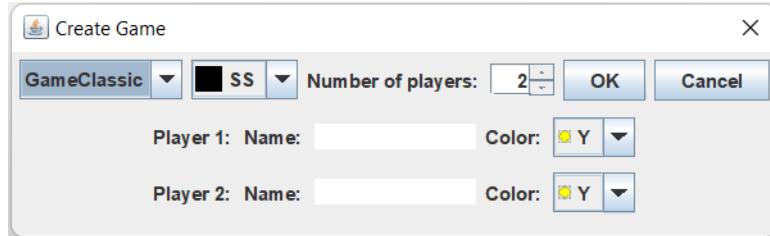
TurnAndRankingBar

Turn for Player 1	Player 1	a
Score	3	5

Esta clase es un *JPanel* se encarga de mostrar a los usuarios del turno del jugador actual, las puntuaciones de cada uno de los participantes y la modalidad de juego.

StatusBar

CreateGameDialog



Como su propio nombre indica, esta ventana extiende de *JDialog* y tiene como objetivo poder configurar una partida desde cero, combinando todas las características posibles para crear un juego a gusto de los usuarios.

En esta pantalla el usuario elige el modo de juego para la partida (*GameClassic* o *GameTeams*), la forma y tamaño del tablero (cuadrado, círculo o rombo,

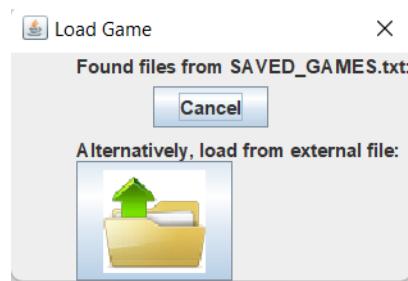
pequeño, mediano o grande), el número de jugadores (entre 2 y 10, ambos inclusive) y el nombre y color de cada jugador.

En caso de seleccionarse el modo por equipos, el usuario introducirá el nombre de ambos equipos y el equipo al que pertenece cada jugador.

Una vez el usuario presiona el botón *OK* se le lleva a la pantalla de juego.

Si el usuario presiona *Cancel* se le lleva de vuelta a la pantalla principal.

LoadGameDialog



En esta pantalla se muestra una lista con las partidas guardadas, de forma que si se elige una de estas partidas se cargará inmediatamente.

Aparece también debajo un botón de carga de ficheros que abre un *JFileChooser* por si se quiere cargar un juego que no esté incluido en la lista de partidas guardadas.

DeleteGameDialog



En esta pantalla se muestra la lista de partidas guardadas y un botón para confirmar el borrado. Con esto, si se selecciona una de las partidas guardadas y se presiona el botón inferior, la lista se elimina de la lista de partidas guardadas.

Status Bar



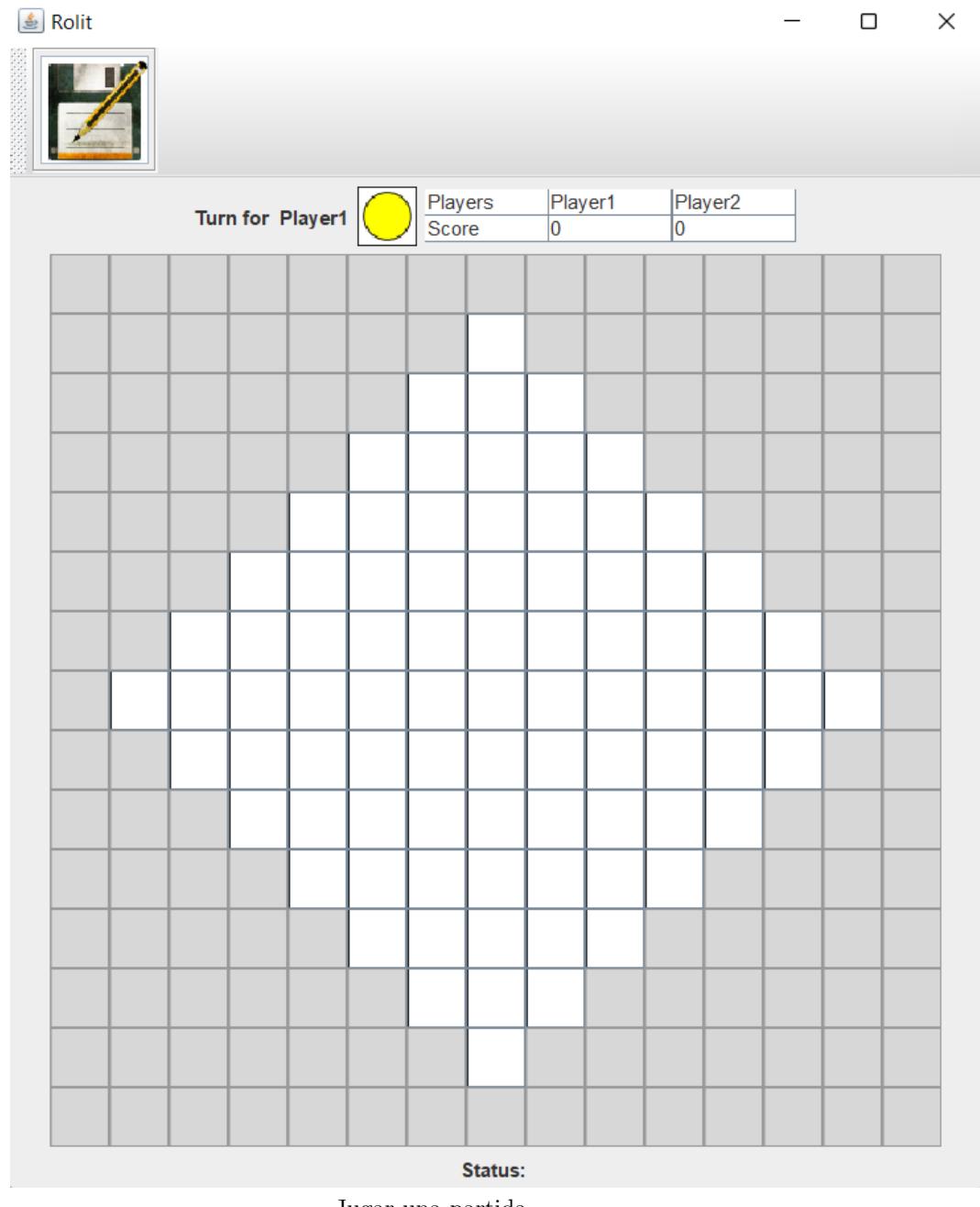
La *StatusBar* es un *JPanel* que se encarga de mostrar información relevante durante la partida, como mensajes de error o de confirmación, otorgándole al usuario un feedback adecuado.

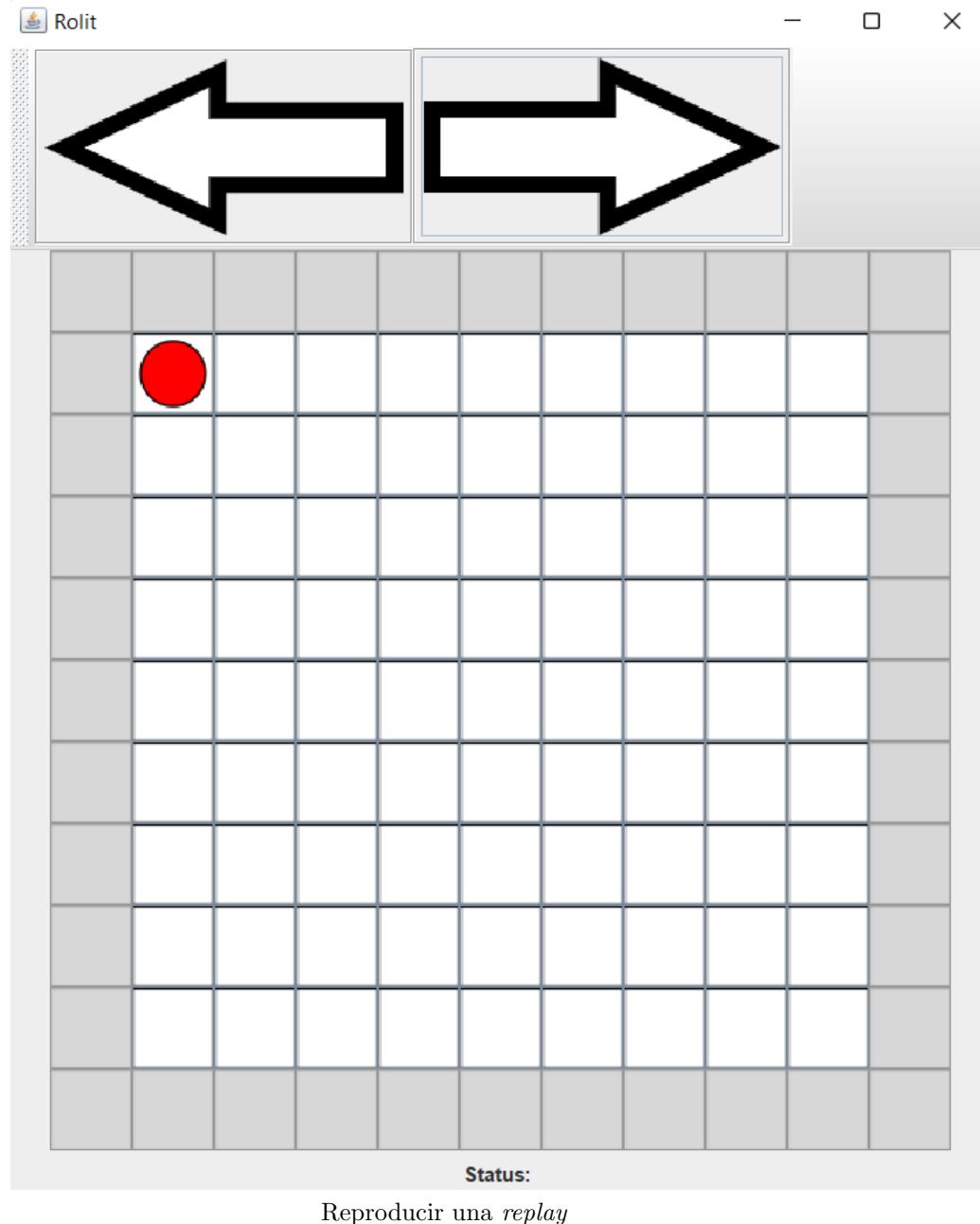
MainWindow



Inicialmente la ventana principal comienza con una pantalla en la que se muestran cuatro opciones a elegir por el usuario: *Create new game*, *Load game*, *Delete game*, *Load replay*.

Si se ha decidido jugar a una partida o cargar una replay, el panel principal de la *Main Window* será reemplazado por un panel que contiene, de arriba a abajo, un ControlPanel, una TurnAndRankingBar, un BoardGUI y una Statusbar.





Funcionamiento interno

Una vez visualizadas todas las pantallas es el momento de hablar su fun-

cionamiento interno. Al introducir la GUI decidimos aplicar el patrón MVC, de manera que los futuros cambios en el modelo produzcan modificaciones mínimas en la vista y controlador y viceversa. Para más información sobre el Modelo-Vista-Controlador puede hacer click aquí.

Para la comunicación de las vistas con los modelos se decidió utilizar el patrón observador, así son los propios modelos los que comunican a las vistas cuando deben actualizarse.

La implementación de este patrón se llevó a cabo mediante tres interfaces: Observable, diseñada para los modelos; RolitObserver, pensada para los observadores de la clase *Game*; y ReplayObserver, que utilizan los observadores de la clase *Replay*.

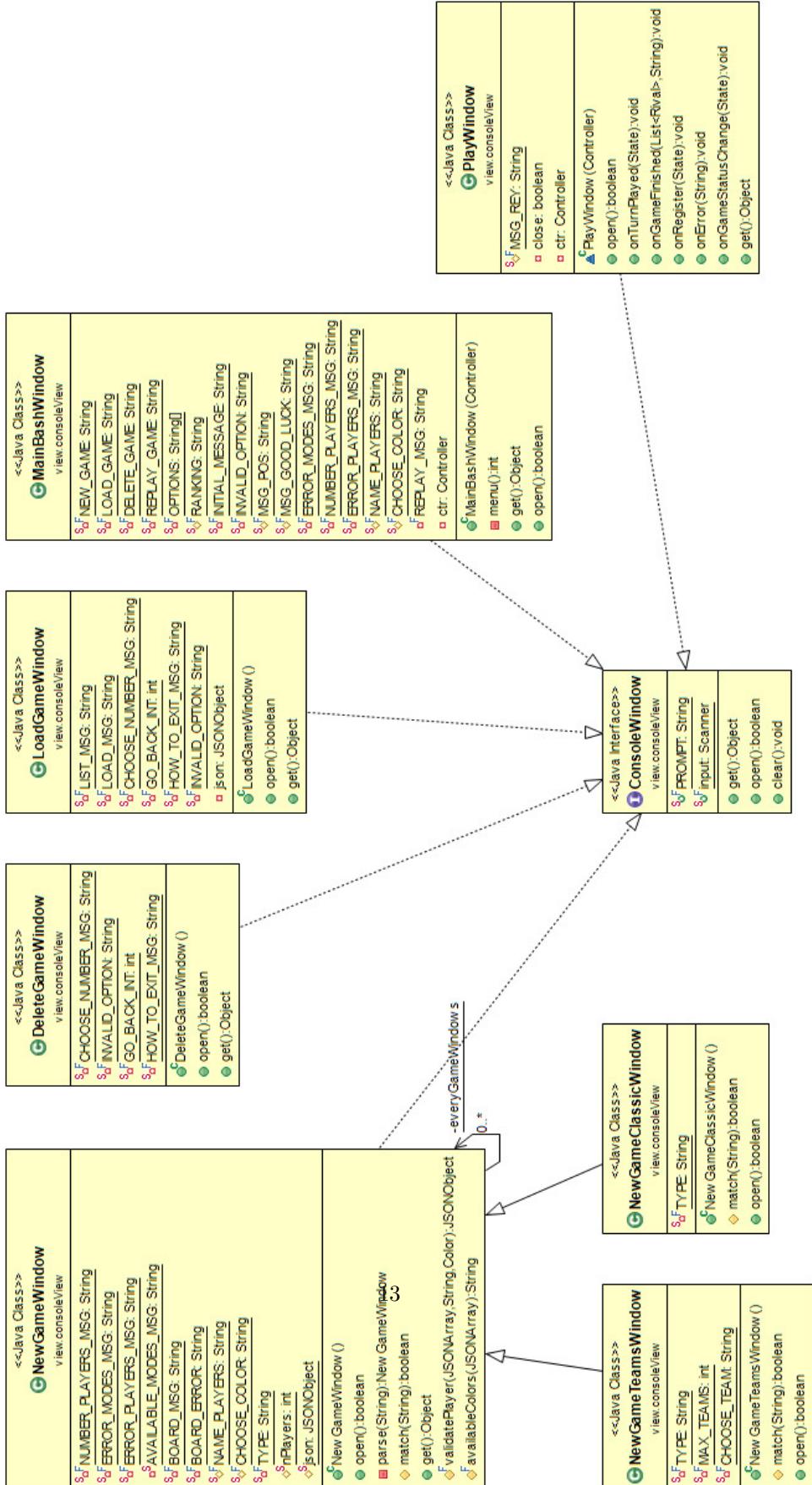


En el caso de la GUI, la comunicación con los modelos se lleva a cabo a través de los *ActionListeners* de los botones, que ejecutan el comando que corresponda.

Sprint (5)

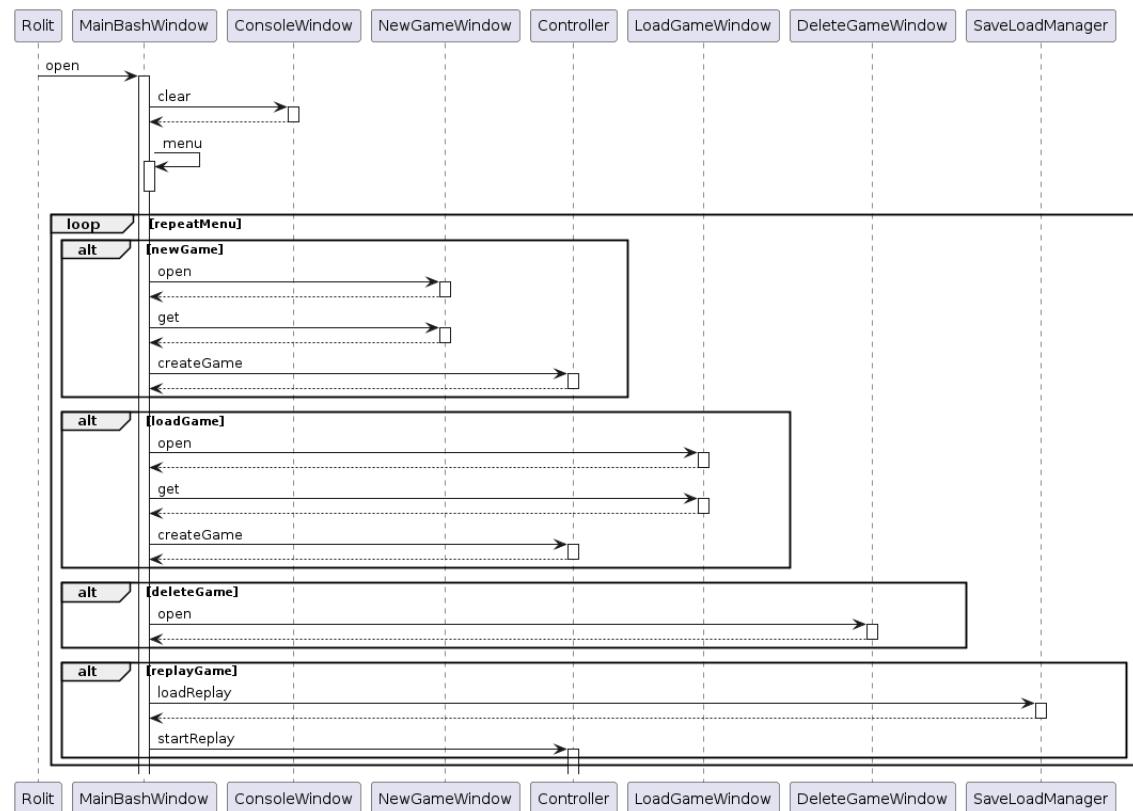
1.2.3 Console

En el sprint 5, la evidencia de las limitaciones que tiene tener la consola tan poco definida en comparación con la programación de componentes de *Swing* y la implementación de un hilo a parte para el modelo hacen posible que se cree una serie de clases a modo de “componentes” para formalizar de una vez la vista del modo consola:



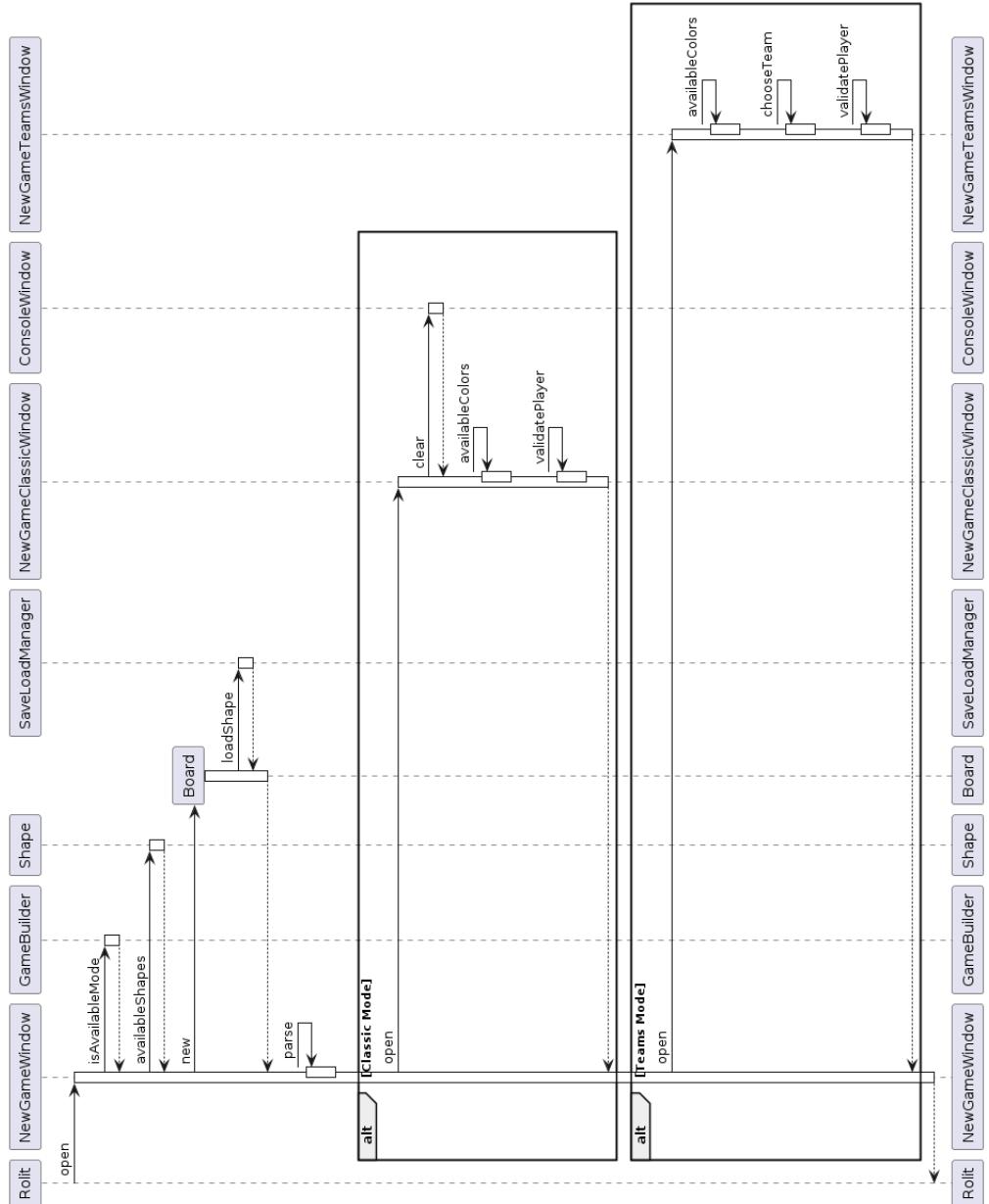
Tal y como se ve en el diagrama de clases, hemos creado una interfaz `ConsoleWindow` que será la abstracción que represente un “componente de la consola”. Todas las posibles ventanas del juego extenderán de dicha interfaz y el método `bool open()` será el que indicará que el componente se muestra y empieza a funcionar. Además, cabe destacar que hacerlo de esta manera permite que las clases que representan a las ventanas en la consola ahora puedan ser observadores, por lo que cubrimos mucho mejor el *MVC* y además nos permite simplificar el comportamiento del modelo al ser unificado para cualquier vista la forma de notificar los cambios.

Con todo esto conseguimos que al iniciar el juego en la clase `Rolit` y seleccionar el modo de vista deseado, se escoja qué componente (la `MainWindow` de *Swing* o la `MainBashWindow` de la consola) se abrirá para empezar la vista. Esto permite que a nivel de vistas solo trabajemos con abstracciones de las clases que conforman cada ventana, por tanto, agregar nuevas ventanas en la consola se reduce a crear una nueva clase que encapsule lo que se espera de la nueva ventana. De este modo, el menú principal de elección sobre un nuevo juego, cargar uno antiguo, etc. queda como:

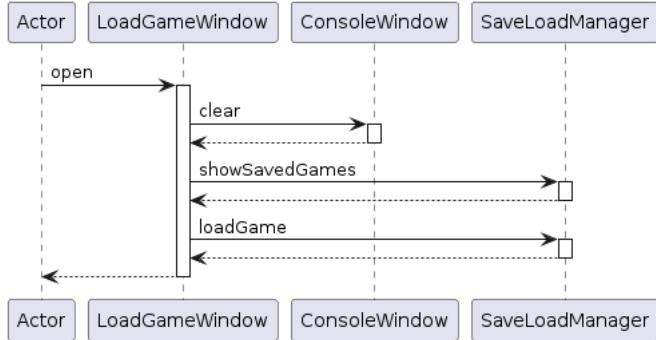


Y el funcionamiento interno de cada una de las ventanas puede verse de la siguiente manera:

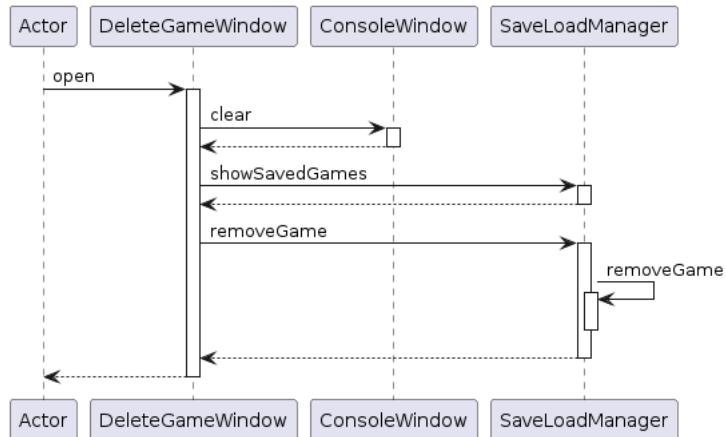
- NewGameWindow: está implementada utilizando el patrón factoría (puesto que son clases íntimamente ligadas a los **Builder** ya que son las ventanas donde se crea el juego) y heredan la funcionalidad que tenían los métodos `void ask()` de los **Builder**.



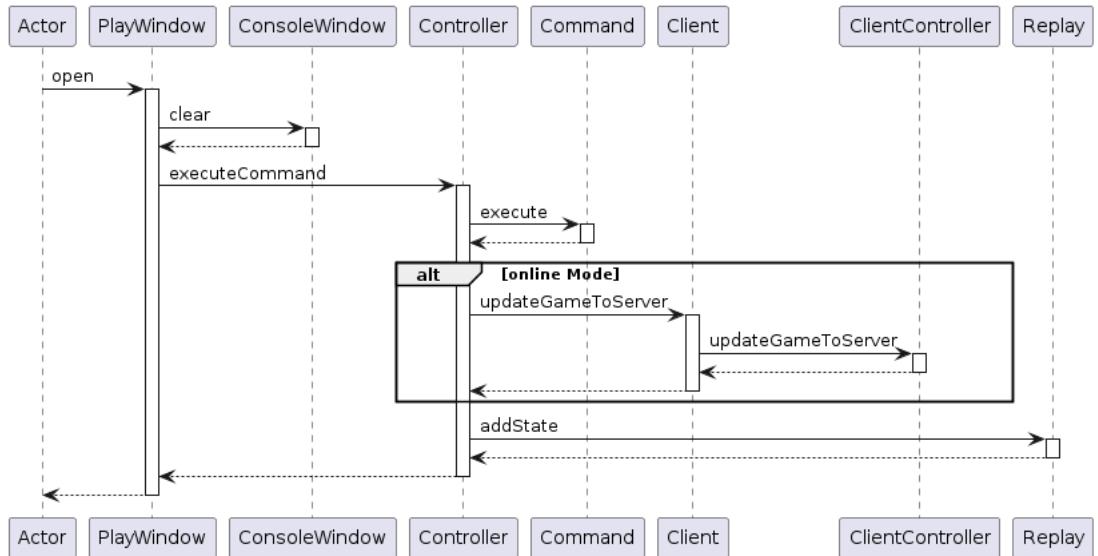
- **LoadGameWindow:** es una clase de ventana que principalmente hace las llamadas adecuadas a `SaveLoadManager` que es la clase *Experta* en el manejo de flujo de ficheros de carga y guardado.



- DeleteGameWindow: es una clase de ventana que de nuevo se encarga de gestionar las llamadas correspondientes a **SaveLoadManager** para borrar uno de los juegos cargados.



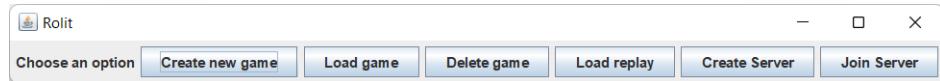
La clase que principalmente soporta la ventana de consola una vez se va a comenzar a jugar es la clase **PlayWindow** que se mantiene abierta hasta que el juego notifique que ha terminado. En dicha ventana se generan a través de la entrada por teclado, los comandos que posteriormente cambiarán el estado del modelo y está implementada de forma que sea un observador, tanto para percibir los cambios que ocurren este y mostrarlos adecuadamente como para reaccionar en consecuencia mostrando cosas según el tipo de juego que tengamos (aunque ella solo maneja la abstracción de un **Game** cualquiera):



1.2.4 GUI

MainWindow

La incorporación de la funcionalidad para jugar en red trajo consigo la necesidad de añadir nuevos botones al menú principal para poder acceder a ella.



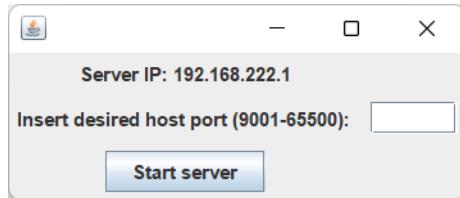
CreateGameDialog



Al configurar la partida de un servidor no es posible introducir la información de los jugadores, pues es cada uno individualmente quien decide su nombre y color desde su ordenador.

Por este motivo, se añadió un atributo al constructor de *CreateGameDialog* que permite ocultar el panel que contiene los componentes para introducir los datos de los jugadores.

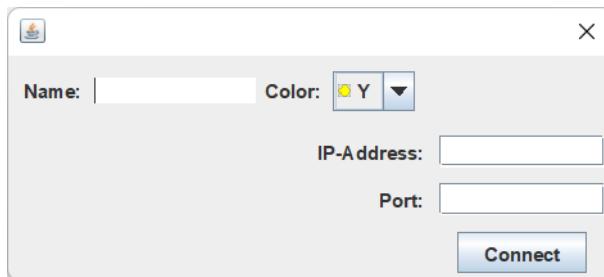
CreateServerDialog



Para poder crear el servidor el usuario debe elegir en qué puerto hostearlo, para ello se creó este *JDialog*, que abre el servidor una vez se pulsa el botón “Start Server”.

En esta versión del juego, la poca experiencia con el manejo de hilos del equipo de desarrollo provocó que esta ventana se quedase pillada hasta que todos los participantes se unieran al servidor.

JoinServerDialog



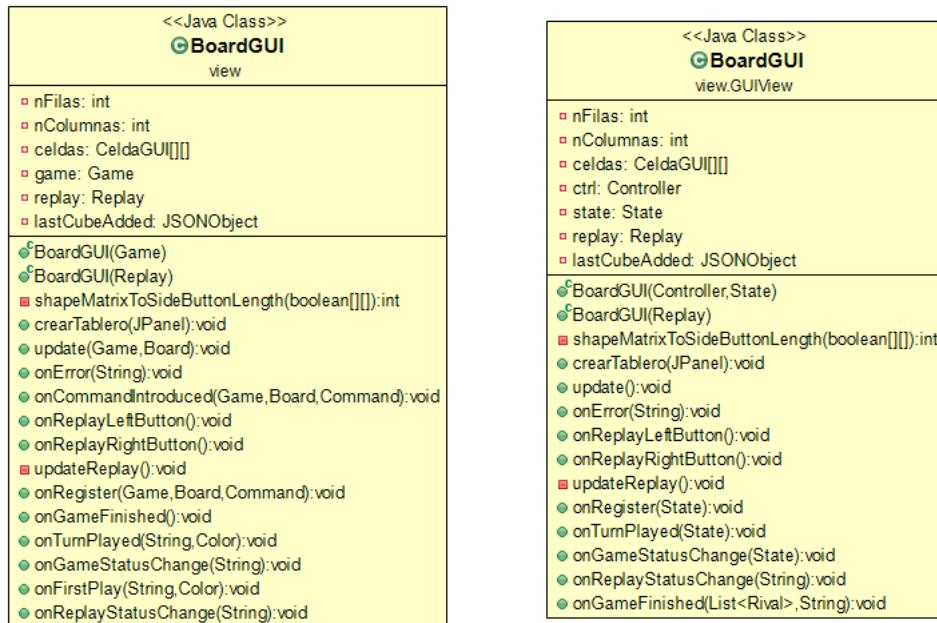
Como ya se ha mencionado anteriormente, es cada usuario al unirse al servidor quien decide su nombre y su color. La clase *JoinServerDialog* es la encargada de ello, además de recoger la IP y el puerto del servidor al que se quiere acceder.

Funcionamiento interno

En el sprint anterior nuestra única intención era hacer una interfaz gráfica funcional, y ese objetivo fue alcanzado exitosamente. Sin embargo, la GUI accedía directamente a todos los métodos que necesitase de la clase *Game*, algo que no es correcto desde el punto de vista de la programación orientada objetos.

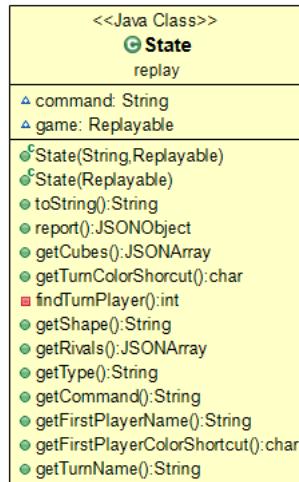
Para solventar este problema planteamos inicialmente el uso de objetos transferencia que restringiesen los métodos de las clases que eran necesarias para visualizar el juego.

Finalmente, esta idea fue rechazada en favor de reutilizar el código ya existente. Así, se decidió que la información se transmitiese mediante la clase *State* creada originalmente para reproducir las *replays*, pues al fin y al cabo, un estado representa una serialización del juego y contiene toda la información necesaria.



Evolución de la clase *BoardGUI*. Sprint 4 (izq) y Sprint 5 (der)

Por consiguiente, todas las instancias de clases relacionadas con el modelo de *Game* fueron eliminadas y reemplazadas por estados y JSONObjects. Para ello fue necesario añadir nuevos métodos a la clase *State*.



Sprint (6)

1.2.5 Console

Los componentes a modo de ventanas de la consola no sufrieron más cambios más allá del sprint 5, únicamente se corrigieron errores en los `input.nextLine()` de la lectura puesto que fallaba al no consumir saltos de línea abandonados en el buffer.

1.2.6 GUI

En este sprint la GUI fue refactorizada por completo, cambiando tanto visualmente, como a nivel de funcionamiento interno en algunas clases para hacer el código más manejable.

Creación de RolitComponents

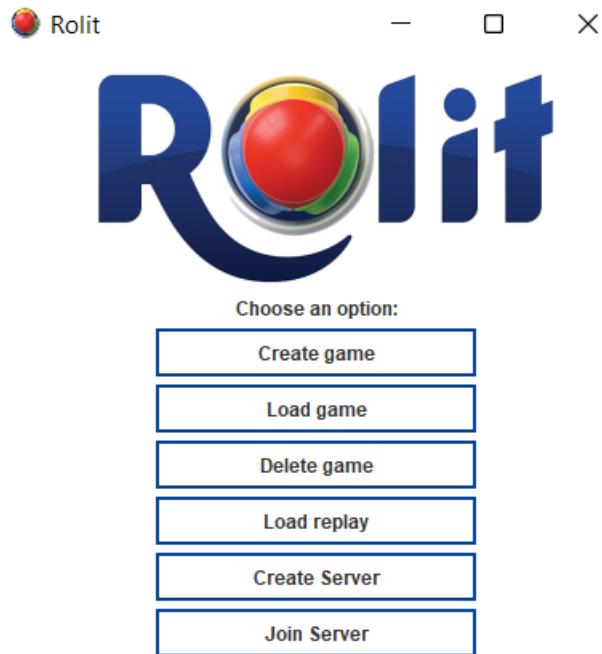
Hasta este momento el proyecto utilizada los componentes visuales de Java por defecto, dando lugar a una interfaz gráfica funcional, pero con carencias visuales.

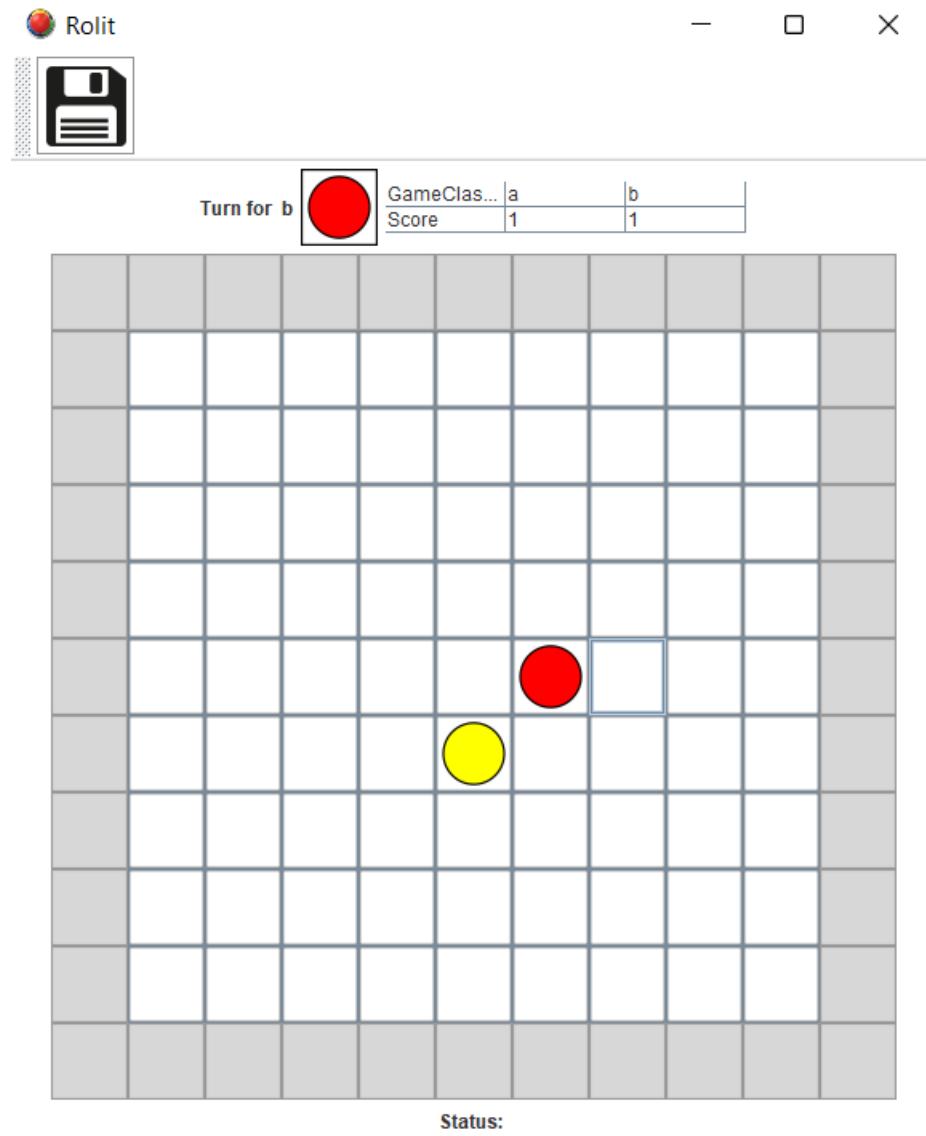
Para el estilo de los componentes, se optó por una interfaz minimalista basada en el color blanco y en el azul que aparece en el logo del juego Rolit, al que se denominó *BLUE_ROLIT*.

Los *RolitComponents*, como la clase *RolitButton* o *RolitTextArea*, además de homogeneizar el entorno visual facilitan los cambios de estilo en un futuro.

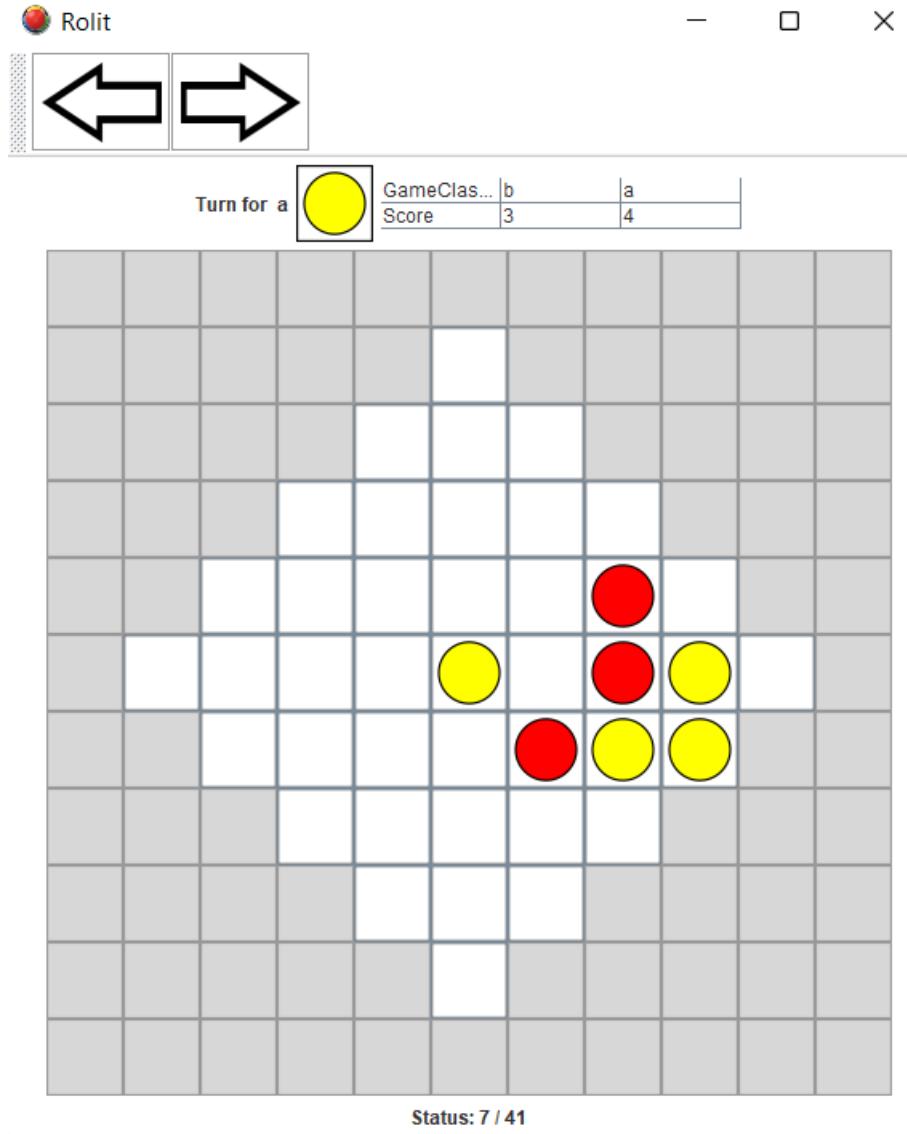
Veamos el resultado gráfico tras la aplicación de estos componentes, sumado a re-estructuraciones en los Layouts y la inclusión de nuevas imágenes e iconos

MainWindow





Jugar una partida



Reproducir una *replay*

CreateGame package

En sprints anteriores había una clase encargada de crear y gestionar todos los componentes visuales necesarios para crear un juego nuevo, resultando en una clase demasiado compleja.

Por ello, la antigua clase *CreateGameDialog*, fue dividida en otras más pequeñas. Dando lugar a:

- *PlayerDataPanel*: panel que contiene los componentes necesarios para obtener la información de un jugador.

Player 1: Name: Color: Yellow ▾ Al:

- *TeamDataPanel*: panel que contiene los componentes necesarios para obtener la información de un equipo.

Team 1:

- *CreatePlayersPanel*: conjunto de *PlayerDataPanel*.
- *CreateTeamsPanel*: conjunto de *TeamDataPanel*.
- *GameConfigurationPanel*: panel encargado de obtener la configuración básica del juego: modo de juego, forma, numero de jugadores...

GameTeams ▾ Shape: Small ▾ Number of players: Number of teams: OK Cancel

- *CreateGameDialog*: ventana de diálogo que contiene un *GameConfigurationPanel* y un *CreateTeamsPanel*.

Create Game X
GameClassic ▾ Shape: Small ▾ Number of players: OK Cancel

- *CreateGameWithPlayersDialog*: extiende a *CreateGameDialog*, añadiendo un *CreatePlayersPanel*.

Create Game X
GameClassic ▾ Shape: Small ▾ Number of players: OK Cancel

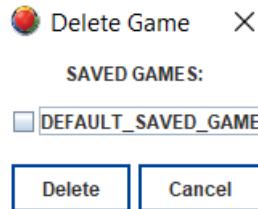
Player 1: Name: Color: Yellow ▾ Al:
Player 2: Name: Color: Yellow ▾ Al:

LoadFileDialog

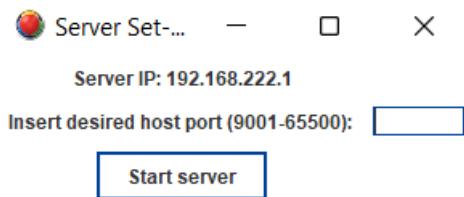


Las clases *LoadGameDialog* y *LoadReplayDialog* fueron abstraídas en *LoadFileDialog*, que permite cargar tanto partidas como *replays*, dependiendo del botón que se pulse.

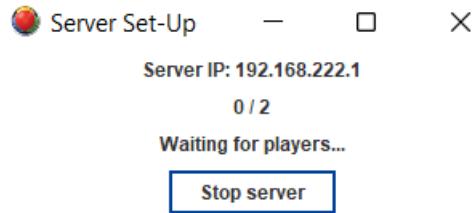
DeleteGameDialog



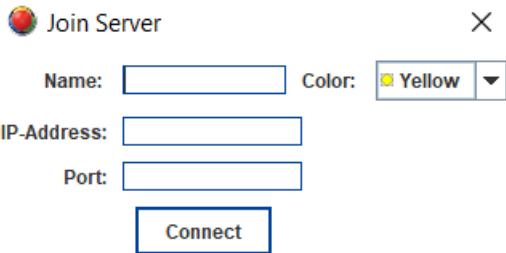
CreateServerDialog



Además, una vez creado el servidor, el usuario que está hosteandolo recibe feedback de cuanta gente se ha unido.



JoinServerDialog



Los usuarios también reciben feedback del servidor, mostrándose una venta que les invita a esperar a los demás.



Ranking

Además, en este sprint se incluyó en la GUI un ranking final donde se muestran los tres primeros puestos. En caso de que solo haya dos jugadores solo se mostrarán esos dos.

 Rolit

— □ ×

GameClas...	a	v
Score	16	25

RANKING

2nd place

a
16

1st place

v
25

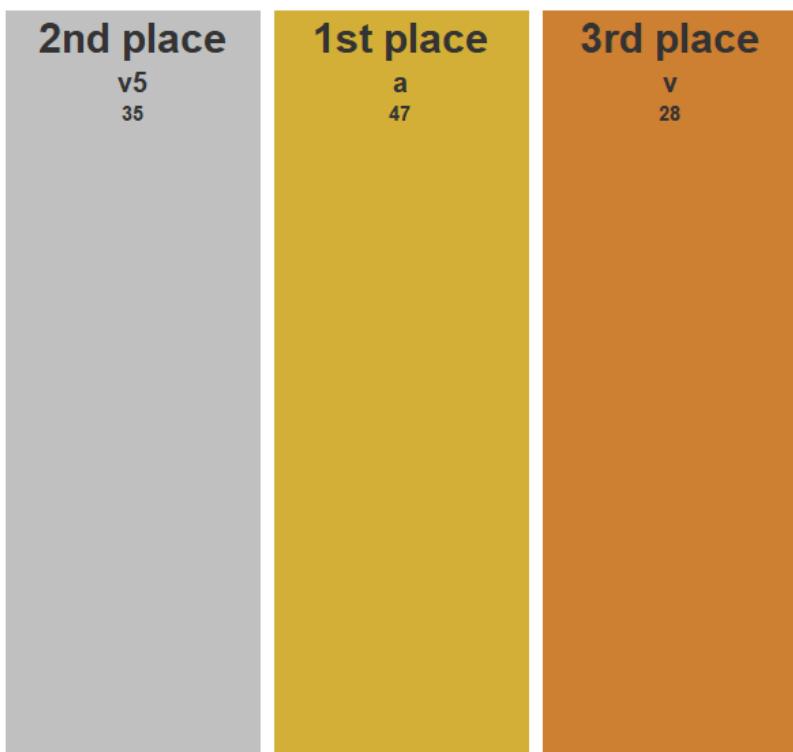
Ranking para dos jugadores



Rolit

GameClas...	a	f	v	v5
Score	47	19	28	35

RANKING



Ranking para más de dos jugadores

1.3 Como usuario quiero que Rolit introduzca características innovadoras pensando en las posibilidades que brinda el multijugador

1.3.1 Como usuario, me gustaría que se pudiera jugar contra una inteligencia artificial, así como que ellas jugaran solas

Sprint (5)

Este fue el Sprint en el que se empezaron a desarrollar las distintas estrategias de las inteligencias artificiales. Se planearon tres, recogidas en las siguientes clases, todas herederas de la clase abstracta Strategy: RandomStrategy, GreedyStrategy y MinimaxStrategy.

La idea de la estrategia es que, cuando le toque jugar a una inteligencia artificial, la estrategia se encargue de calcular su siguiente movimiento y este se ejecutase inmediatamente después de su cálculo.

Para hacer esto, hemos hecho uso del **patrón estrategia**. Este patrón permite mantener un conjunto de algoritmos para la resolución de una tarea de distintas formas, de forma que se pueda dinámicamente elegir un algoritmo u otro en tiempo de ejecución. La explicación de como se ha llevado a cabo el patrón se explica a continuación.

Para encapsular esta lógica se creó la clase abstracta Strategy, para que cada estrategia en particular fuera una clase heredera de esta.

Se han desarrollado tres estrategias, que suponen tres niveles de dificultad distintos, y la lógica de estas está recogida en las siguientes clases: RandomStrategy, GreedyStrategy y MinimaxStrategy.

RandomStrategy: La idea es que se genere una posición cualquiera en el tablero, siempre y cuando esta sea válida. Esta es la posición que la inteligencia artificial jugará. Lógicamente, la tendencia general de las inteligencias artificiales que aplican esta estrategia es no obtener una gran cantidad de puntos, por lo que esta estrategia es la de nivel fácil.

GreedyStrategy: Esta estrategia tiene por intención analizar el tablero en busca de la posición que le garantiza al jugador el máximo número de puntos en este mismo turno. Esta estrategia lleva a jugadas mucho mejores y elaboradas, pero sigue sin ser la mejor, así que representa el nivel de dificultad medio.

MinimaxStrategy:

Antes de explicar la implementación de esta estrategia en el caso de Rolit, debemos explicar primero en qué consiste la estrategia Minimax en teoría de juegos:

Estrategia Minimax en teoría de juegos:

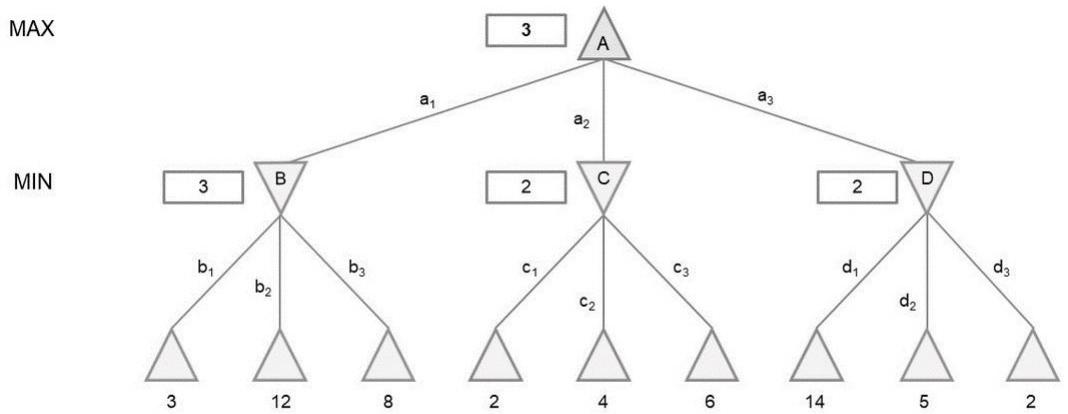
En teoría de juegos, el Minimax busca minimizar la pérdida esperada. La aproximación que se toma es asumir que el oponente va a tomar las decisiones que más te perjudiquen. De esta manera, al encontrar la decisión que menor pérdida suponga, el resultado real será siempre igual o mejor al calculado, de forma que el cálculo es fiable.

La mejor forma de explicar esto es a través de un ejemplo:

Imaginemos que estamos en un juego de dos jugadores, uno contra el otro, basado en turnos, en el cual ambos jugadores conocen en todo momento el estado actual de la partida en su totalidad. Un buen ejemplo de esto es el ajedrez. Supongamos pues que juegas con las piezas blancas, y tu adversario juega con las piezas negras. En cada uno de tus movimientos vas a jugar el movimiento que consideres que más te favorece. Por el otro lado, bajo nuestra aproximación, suponemos que el otro jugador va a jugar el movimiento que más te perjudique. Podemos hacer una representación de esto en forma de árbol:

Imaginemos que cada nodo contiene un número que representa el estado actual de la partida (para esto hace falta tener un criterio de valoración del estado actual de la partida, en el cual no entraremos en detalle en el caso del ajedrez, pero más adelante sí en el caso del Rolit), y cada arista representa un movimiento jugado, por el cuál se desciende en el árbol de un estado de la partida al siguiente. En cuanto a la valoración de los estados del juego, si el número de un nodo es positivo va ganando el jugador blanco (a mayor mejor); si el número es negativo, va ganando el jugador negro (a menor peor). Como el juego va por turnos, si un nivel del árbol se corresponde con el turno de un jugador, el siguiente nivel se corresponde con el siguiente jugador. De esta forma, volviendo al ejemplo propuesto, si desde un nodo se conoce el valor de todos sus descendientes pueden pasar dos cosas: si es el turno del jugador blanco, tomará la decisión que le lleve al mayor valor; si es el turno del jugador negro, tomará la decisión que le lleve al menor valor.

Se ilustra el funcionamiento del algoritmo en la siguiente imagen:



En el caso del ajedrez (y de la mayoría de juegos por turnos, como Rolit) hay siempre muchos posibles movimientos a jugar. De esta forma, en el árbol de decisión, de cada nodo salen muchos descendientes, resultando en un algoritmo con coste aproximadamente exponencial en el promedio de jugadas disponibles. Esto hace que la búsqueda del mejor posible movimiento se convierta en un problema intratable en no demasiados niveles de profundidad de búsqueda. Por tanto, surge la obligación de limitar la profundidad hasta la que se quiere hacer la búsqueda.

Volviendo ahora al Rolit, no estamos en un juego de dos jugadores (o al menos no necesariamente). Afortunadamente, en este juego el criterio de valoración de jugadas es fácil: La mejor jugada es la que te lleve a acabar con el mayor número de puntos.

Ahora, como hay más de dos jugadores, para conseguir un cálculo de puntos fiable, el cálculo se lleva a cabo considerando que el jugador propietario de la estrategia quiere hacer aquella jugada que más puntos le otorgue a la larga, mientras que el resto de jugadores en sus turnos hacen la jugada que más puntos le quite al jugador propietario. De esta forma se calculan puntos para el jugador propietario situándonos en la situación más desfavorable posible, de forma que todo aquello que se calcule va a derivar siempre en un resultado igual o mejor al calculado, de forma que los resultados de los cálculos son fiables.

Debido a lo exhaustivos que resultan estos cálculos (y tras comprobación empírica simulando numerosas partidas) la estrategia MinimaxStrategy representa el nivel difícil de las inteligencias artificiales.

Ahora, antes de la explicación más técnica, observemos que la estrategia GreedyStrategy se puede implementar aplicando una MinimaxStrategy en la que solo se explora un nivel de profundidad, puesto que en este nivel se busca la jugada que más puntos garantice, y no se sigue buscando más allá. Por tanto, a nivel de clases, la clase GreedyStrategy es heredera de MinimaxStrategy, y el atributo de profundidad máxima pasa a valer 0.

Pasamos ahora a explicar la implementación de estas estrategias:

Para la simulación de movimientos pensamos originalmente en usar la clase Board para colocar cubos y evaluar resultados, pero no tardamos en darnos cuenta de que esto era inviable, puesto que los métodos de Board tienen una comunicación con otras clases que no deseamos para esto, puesto que nosotros simplemente queremos hacer simulaciones, y no cambios reales.

Es por esto que fue necesario crear otra representación del tablero puramente funcional y adaptada a la simulación de movimientos, de donde surgió la siguiente clase:

SimplifiedBoard:

Esta clase consta de una matriz en la que almacena el color de los cubos del tablero real. Para disminuir costes y evitar tener que hacer copias del tablero tras cada movimiento simulado, se lleva una pila con los cambios que se realizan al simular un movimiento, de forma que cuando se quiere dejar el tablero en el estado previo a la simulación para realizar otra simulación, en vez de realizar una copia se revierten los cambios aplicados, lo cual resulta mucho menos costoso.

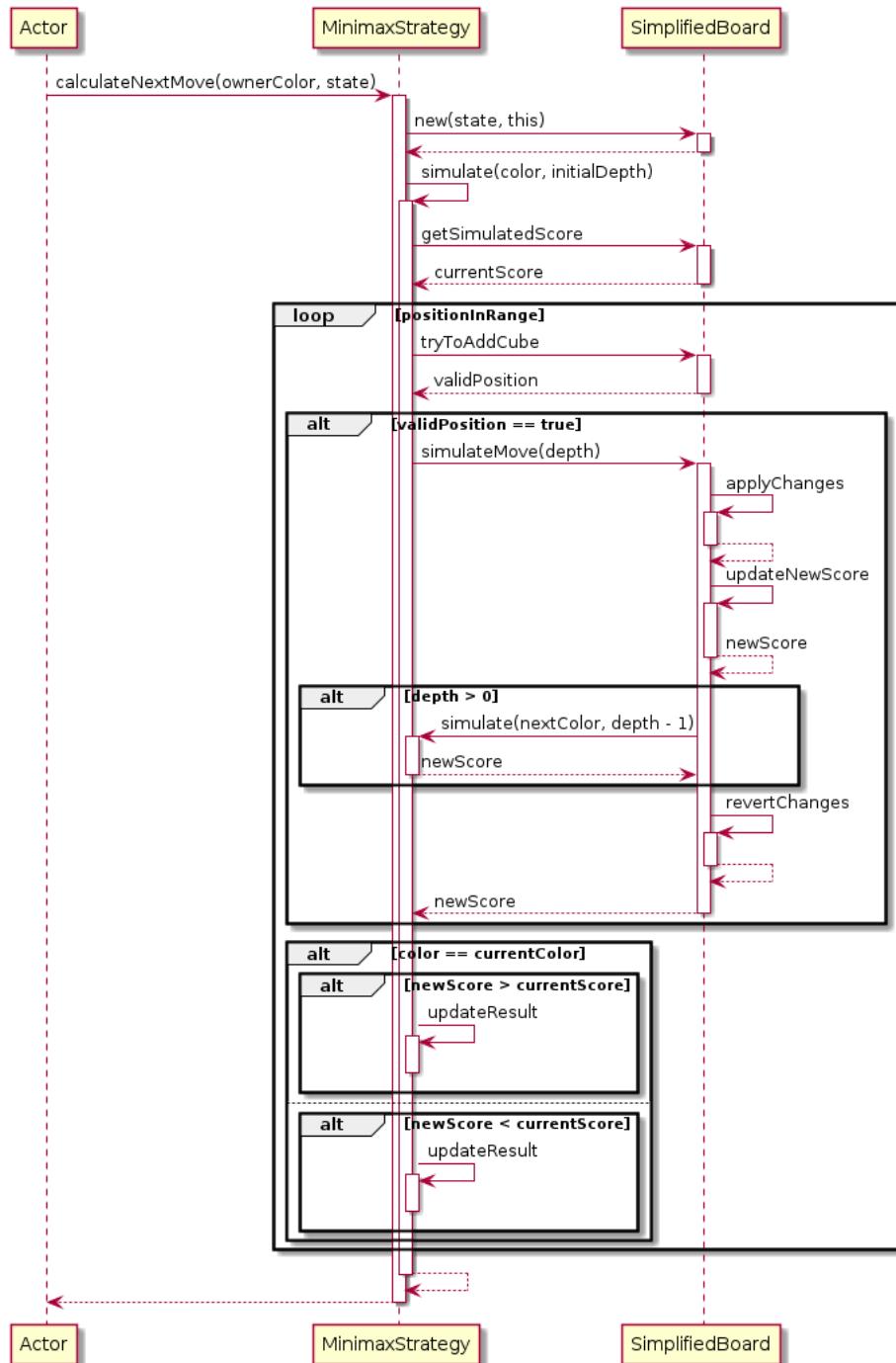
En SimplifiedBoard también se almacenan los puntos de los distintos jugadores, puesto que la idea es consultar los puntos después de simular cada movimiento.

Ahora, para calcular el mejor movimiento para ejecutar, en la clase de la estrategia se realiza un bucle en el que se recorren todas las posiciones del tablero, consultando si cada posición es válida o no, y en caso de dar con una posición válida, se simula ese movimiento.

Dentro de la simulación, en SimplifiedBoard, si la profundidad a explorar es mayor que 0, antes de revertir los cambios se vuelve a realizar el bucle de las posiciones, pero simulando esta vez para el siguiente jugador, y así hasta que la profundidad a explorar es 0. Hay que tener en cuenta que el jugador propietario de la estrategia busca maximizar sus puntos, mientras que el resto

de jugadores buscan minimizarlos. Por tanto, en los bucles de recorrido de posiciones, la estrategia es conocedora de para qué jugador está simulando el siguiente movimiento, de forma que si está simulando para el jugador propietario devolverá el resultado más favorable, y si está simulando para cualquier otro jugador devolverá el resultado más perjudicial posible para el propietario. De esta forma, se podrá conocer el resultado final realista de cada jugada posible, y así elegir la mejor jugada para el jugador propietario.

El cómputo del movimiento a jugar a través de la estrategia Minimax, llevado a cabo en el método calculateNextMove(), se ilustra en el siguiente diagrama:



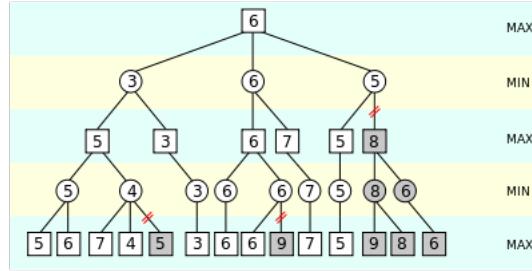
Sprint (6)

Por motivos de eficiencia de MinimaxStrategy, se ha implementado de forma complementaria la poda alfa-beta, que se explica a continuación:

Poda alfa-beta: La poda alfa-beta es una mejora del algoritmo Minimax. Se mantienen dos valores, alfa y beta, que representan respectivamente la puntuación mínima que se llevará el jugador maximizador y la puntuación máxima que se asegura el jugador minimizados. Inicialmente, alfa es $-\infty$ y beta es ∞ .

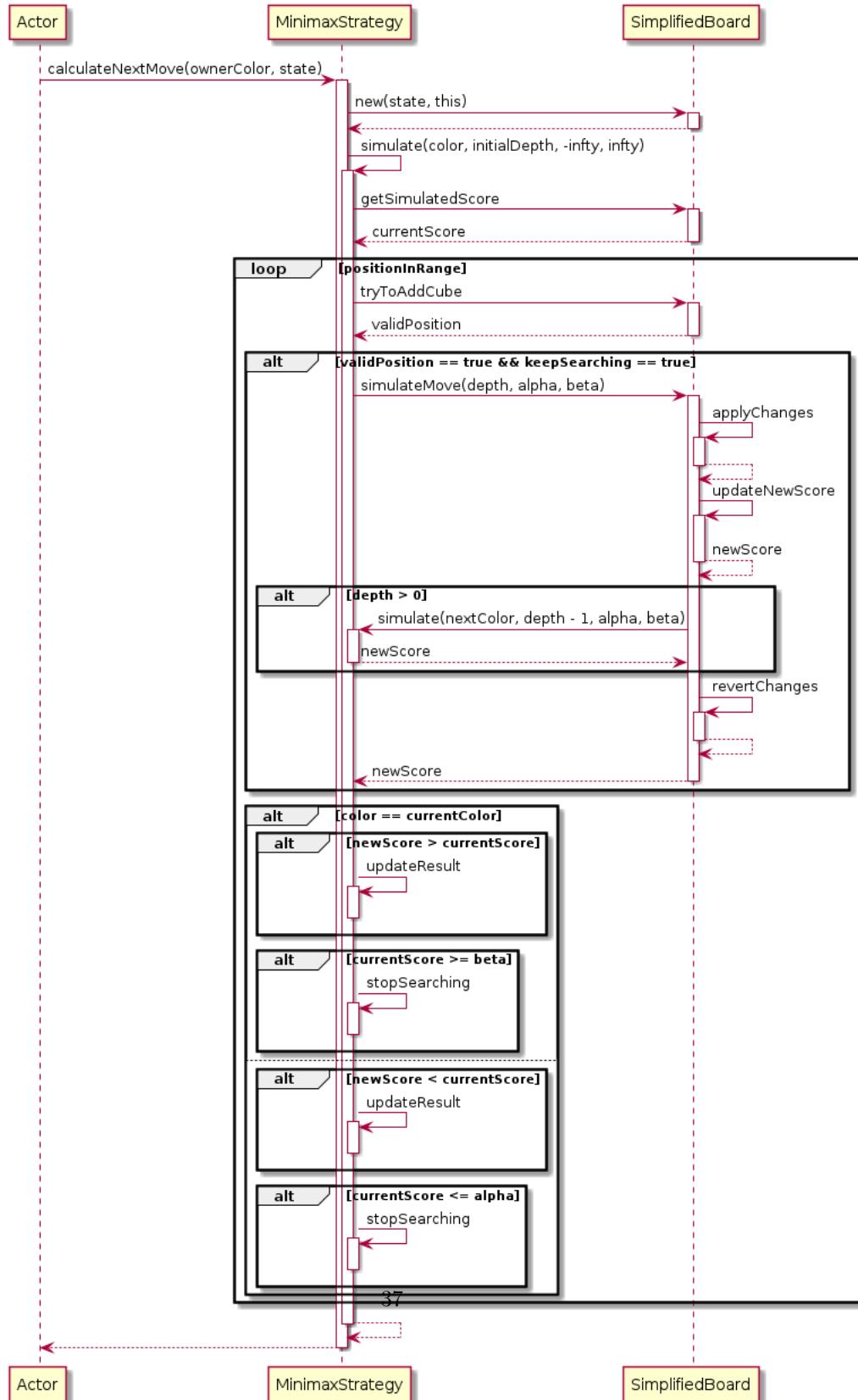
Siempre que la puntuación máxima que se asegura al jugador que minimiza se vuelve menor que la puntuación mínima que se asegura el jugador que maximiza se puede parar de explorar por la rama actual. De forma análoga, se podan ramas en el caso contrario.

La mejor forma de visualizar esta poda es a través de una ilustración:



Como vemos en este ejemplo, si exploramos en el árbol de izquierda a derecha, una vez llegamos a la rama derecha vemos que el jugador minimizador encuentra una rama por la que logra llegar al valor 5. Como minimiza, se sabe que el valor de ese nodo va a ser, como mucho, 5. Al ver esto el jugador maximizador, teniendo en cuenta que en una rama anterior ha llegado al valor 6, sabe que no tiene que seguir explorando esa rama, porque de ninguna manera va a encontrar un valor mejor que 6, y por tanto, en esta situación, el mejor resultado es el que le brinda empezar explorando la rama del centro.

Esta poda ha sido muy útil para reducir costes de cálculo, y el nuevo algoritmo mejorado queda reflejado en el siguiente diagrama:



1.3.2 Como usuario, me gustaría que se pudiera jugar en red.

Sprint (5)

En cuanto a la tarea de añadir un modo de juego en red, se concibe, planea e implementa la funcionalidad de red casi por completo, consigue llegar a una versión funcional de juego en red en GameClassic. Al final del Sprint, los objetivos alcanzados son los siguientes:

- Determinar si el servidor, o por el contrario el cliente, debería poseer el modelo. Optamos por la segunda opción.
- Definir toda la estructura en cuanto a relaciones jerárquicas de clases y dependencias entre las mismas.
- Crear un número suficiente de diálogos en GUI que permitan la conexión en red. Entre ellos, se encuentran:
 - ServerView
 - JoinServerDialog

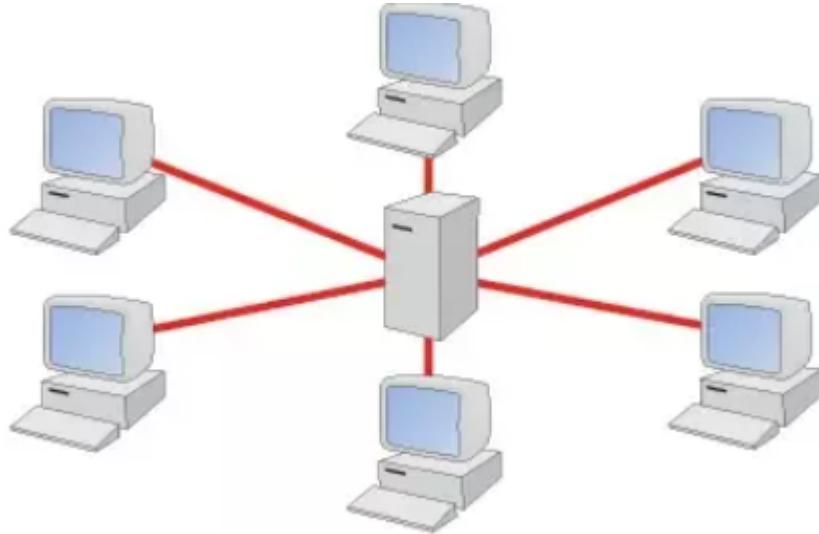
El diseño y evolución pormenorizados de estos diálogos se encuentran en el apartado de la historia de usuario dedicada a la interfaz.

- Reutilizamiento del código del diálogo de crear partida, adaptado a las circunstancias de red.
- Poder jugar a una partida GameClassic en red de forma satisfactoria.

Aun así, otros de los objetivos propuestos no son implementados por falta de tiempo y de dependencia con otras de las partes del desarrollo no concluidos. Estos objetivos son:

- Crear más diálogos que aporten feedback para la conexión, tanto de la perspectiva del cliente como del servidor.
- Llegar a una versión completamente refactorizada y con métodos simplificados.
- Implementar el juego en red en GameTeams.

Fundamentalmente, la conexión en red se basa en una estructura en el que los clientes poseen el modelo, realizan cambios en el mismo y lo notifican al servidor. El servidor procede a enviar al resto de clientes la información nueva según la cual deben actualizar sus modelos. Nótese que el cliente sólo tiene contacto con el servidor, y el servidor tiene contacto con todos los clientes. Es, por tanto, un modelo de red centralizado, con nodo central el servidor.



Para implementar esta funcionalidad de red en Java operamos según el modelo ServerSocket-Socket. Primero, desde la perspectiva del usuario que abre el servidor, se debe crear una instancia de ServerSocket pasándole como parámetro en el constructor el puerto en el que localmente debe operar el servidor. Posteriormente, se crea un nuevo Socket por medio de llamar al método accept() de ServerSocket. De esta forma, tenemos un socket asociado a un cliente en específico. Para n clientes el servidor necesitará n sockets. Cada cliente solo necesita un socket, pues solo tiene conexión con el servidor y no con el resto de clientes.

```

1 //Perspectiva del servidor
2
3 ServerSocket serverSocket = new ServerSocket(port);
4 Socket socketCliente1 = serverSocket.accept();
5 ...
6 ...
7 ...
8 Socket socketClienteN = serverSocket.accept();
```

Este método accept() se queda "bloqueado" o en espera, hasta que un cliente se conecta por medio de la creación de un Socket desde su aplicación de la siguiente manera:

```

1 //Perspectiva del cliente
2
3 Socket socket = new Socket(ip, port);
```

donde ip es la dirección IP donde opera el servidor (ya sea local, o pública con el puerto especificado abierto para permitir conexiones desde fuera de su red), y port el puerto donde esta opera.

Una vez que las creaciones del Socket de servidor y cliente han sido creadas de forma satisfactoria, la conexión ha sido realizada con éxito. Por tanto, podemos proceder al envío de mensajes entre cliente-servidor y viceversa.

Para ello, Java nos ofrece realizar este cambio de información por medio de pares de instancias BufferedReader-PrintWriter, llamémosle in e out respectivamente. Estas instancias leen y reciben String, respectivamente. Nuestro modelo procederá a enviar JSONObject pasados a formatos String, que después al ser recibidos como Strings se volverán a construir en JSONObject por medio de la constructora de JSONObject que admite como parámetro un String.

Cada servidor posee un número de parejas in-out equivalente al número de clientes conectados, y cada cliente posee una pareja.

```
1 //Perspectiva del servidor
2 BufferedReader inCliente1 = new BufferedReader(new
3 InputStreamReader(socketCliente1.getInputStream()));
4 ...
5 ...
6 ...
7 PrintWriter outClienteN = new PrintWriter(
8 socketClienteN.getOutputStream(), true);
```

```
1 //Perspectiva del cliente
2 BufferedReader in = new BufferedReader(new
3 InputStreamReader(socket.getInputStream()));
4
5 PrintWriter out = new PrintWriter(
6 socket.getOutputStream(), true);
```

De esta forma, cada vez que se pretende enviar un mensaje desde el cliente al servidor, el cliente k envía un mensaje msg por medio del método out.println(msg). Este mensaje es recogido desde el servidor por el método inClienteK.readLine(). Asimismo, si el servidor pretende enviar un mensaje al cliente k, este debe llamar a outK.println(msg). El cliente k recoge el mensaje desde in.readLine(). En resumen:

```
1 //Envio de mensaje ClienteK-Servidor
2
3 //Perspectiva del cliente k
4 out.println(msg);
5 --->
6 //Perspectiva del servidor
7 String msg = inClienteK.readLine();
8
9 //Envio de mensaje Servidor-ClienteK
10
11 //Perspectiva del servidor
12 outK.println(msg);
13
14
15
16
17
18
19
20
```

```
21 -->
22 //Perspectiva del cliente k
23 String msg = in.readLine();
```

Sin embargo, surgen una serie de problemas con respecto a este modelo. El servidor debería recibir de manera independiente, paralela y en cualquier momento las peticiones de cada cliente, de lo contrario habría que definir un orden completamente arbitrario de llegada de mensajes según cliente. Si bien esto pudiera hacerse para realizar juegos por turnos en el que un mensaje enviado por un cliente al que no le corresponde el turno no sea procesado por el servidor, otras funcionalidades serían imposibles de implementar.

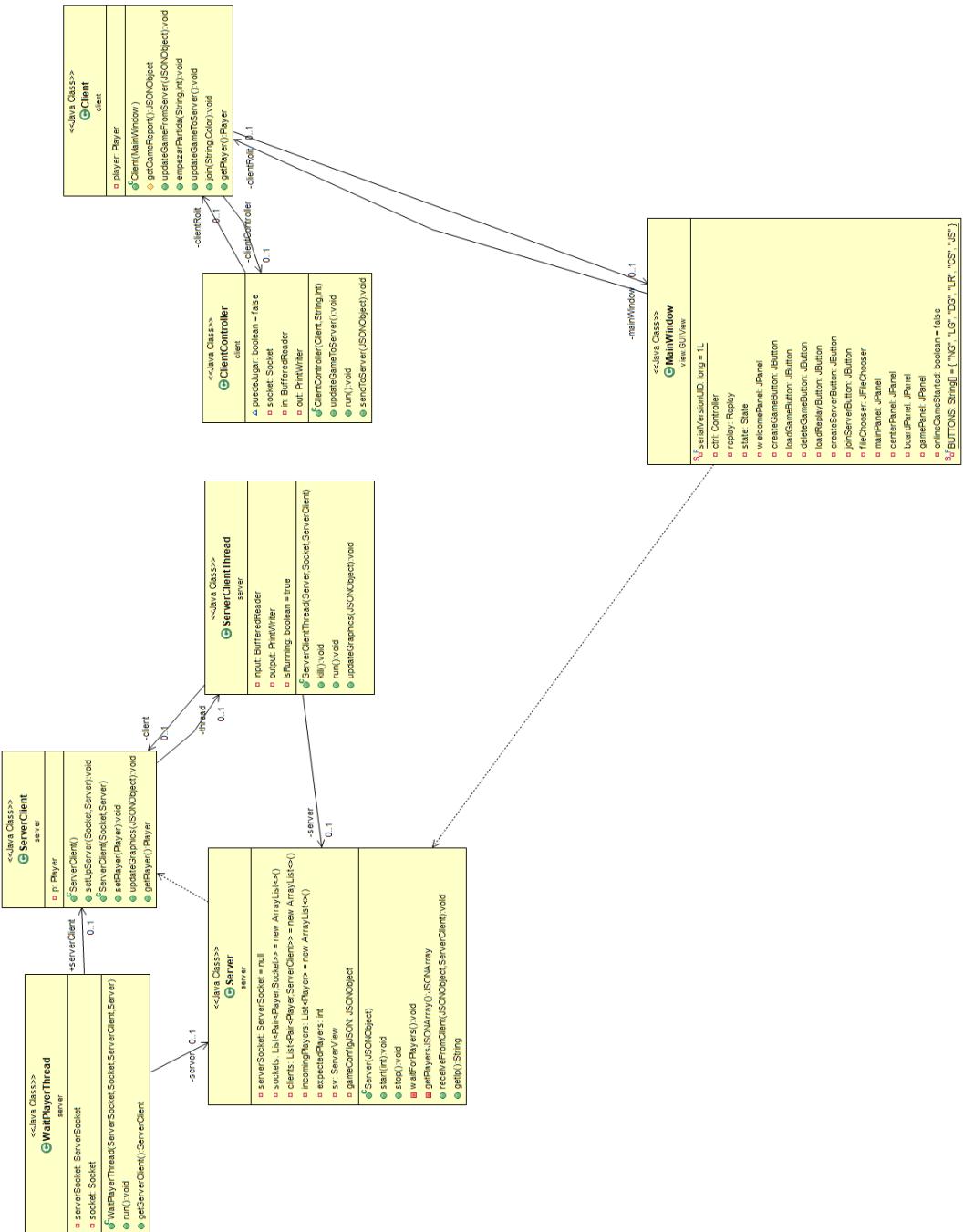
Por ejemplo, podría ocurrir que en el modo por equipos, dos clientes se conecten. Reciben ambos del servidor una lista de equipos en la que pueden conectarse. Se ve que es absurdo imponer un orden de quién envía la información del equipo elegido, pues esta es imposible de anticipar. Puede darse que el primer cliente que se conecte sea el segundo que especifique en qué equipo quiere conectarse.

En suma, nos interesa que la llegada de mensajes no deba ser regida por un orden definido y arbitrario. Para ello, nos interesa utilizar una herramienta de la programación concurrente y paralela, los hilos; en el caso de Java, proporcionados por la clase Thread.

De esta manera, si el servidor tiene un hilo por cada cliente, podrá recibir mensajes de forma paralela. Así, ningún mensaje enviado desde un cliente es perdido; todos llegan al servidor con independencia de cuándo se emitan desde el cliente. Desde la perspectiva del servidor, este es el cometido de la clase ServerClientThread implementada en el proyecto, que extiende de Thread. En su método run, recibe mensajes con el método readLine() anteriormente descrito **de forma periódica y constantemente (en un while), hasta que se haya decidido cerrar el juego.** Posteriormente, se envía este mensaje al método receiveFromClient, synchronized (pretendemos ejecutar múltiples procesamientos que de forma secuencial para evitar errores imprevistos), que pertenece a la clase Server, que de forma sincronizada procesa este mensaje.

El cliente se encuentra en una situación parecida. ¿Qué ocurre si recibe una información del servidor, la procesa y mientras se da este procesamiento, recibe otro mensaje del servidor? Necesitará el cliente, por tanto, dos hilos: un hilo que se dedique a recoger mensajes, y otro hilo que se dedique a procesarlos. De esta forma, ninguna información emitida desde el servidor es perdida.

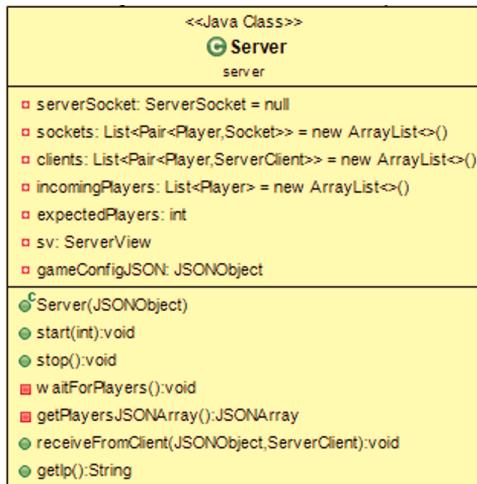
Una vez el modelo de red ha sido completamente explicado, procedemos a detallar los detalles de implementación relativos al juego en específico. Es preciso introducir el diagrama de clases relativo a este Sprint.



Empezamos a detallar la estructura del servidor.

ServerView, especificado en el apartado de diseño correspondiente, tiene el papel de pasar la información pertinente para el funcionamiento de la clase Server.

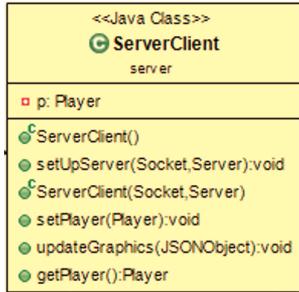
Partimos de la clase Server, clase que gestiona los clientes desde la perspectiva del servidor y que procesa los mensajes emitidos desde los clientes.



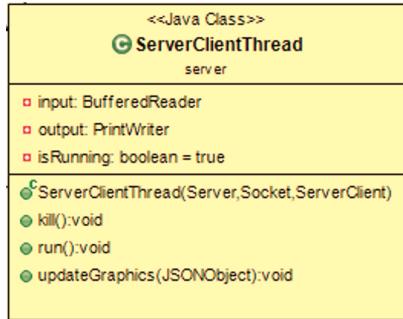
Como hemos anticipado, Server debe poseer un único ServerSocket a través del cual se abre el servidor. Posee el atributo expectedPlayers recibido desde la GUI, en el que el usuario que ha abierto el servidor especifica qué número de jugadores se conectarán al servidor. Es de vital importancia conocer este dato, pues de ello dependerá el número de WaitPlayerThread creados, clase que pasaremos a comentar después.

Asimismo, Server posee dos listas: una correspondiente a pares Player-Socket, de modo que a cada jugador se le asocia el Socket a través del cuál puede comunicarse con el cliente en específico que juega bajo su identidad; y otra correspondiente a pares Player-ServerClient, donde a cada jugador se le asocia el ServerClient específico. Pasaremos a describir posteriormente qué es la clase ServerClient. En resumen, tenemos asociaciones biunívocas jugador-cliente las cuales aprovecharemos para el envío y la recepción de mensajes.

El ServerClient constituye una representación de un cliente en específico desde la perspectiva del servidor.



Lo fundamental de la clase ServerClient es que posee el thread encargado de la recepción directa de mensajes desde el cliente en específico; es decir, posee una única instancia de clase ServerClientThread, anteriormente mencionada.

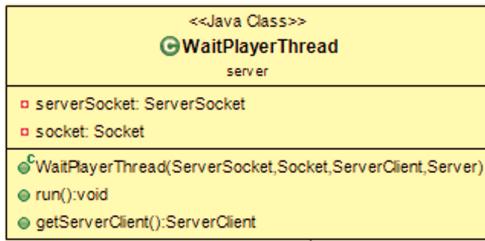


ServerClient posee una referencia a su ServerClientThread y viceversa. Esto es porque:

- ServerClient posee a ServerClientThread porque el servidor, al enviar mensajes al cliente, pasa el mensaje por ServerClient (recordemos la lista Player-ServerClient) quien pasa a enviárselo a a ServerClientThread.
- ServerClientThread posee a ServerClient porque al recibir mensajes desde el cliente, ServerClientThread envía el mensaje a Server para procesarlo. En esta función server.receiveFromClient, se necesitan dos parámetros: el mensaje, y el ServerClient asociado. Es por esto que para este segundo parámetro, ServerClientThread necesite una referencia de ServerClient.

Como vemos, la finalidad es encapsular el código de forma que Server no conozca de ServerClientThread sino solo de ServerClient.

WaitPlayerThread, por otra parte, es un hilo encargado de ir recibiendo los jugadores.



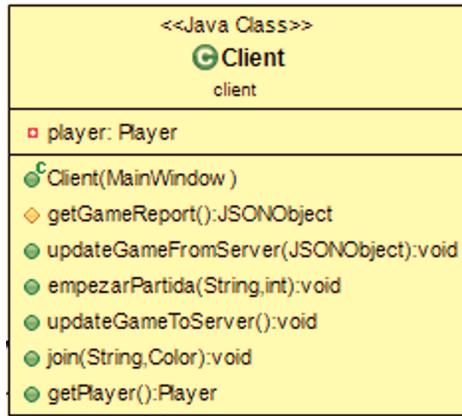
Se crean un número "expectedPlayers" (atributo de Server) de instancias de esta clase, cada una de ellas con un ServerClient asociado (por tanto, ServerClient es atributo de WaitPlayerThread). En su método run se encarga de ejecutar el método serverSocket.accept() que especificamos anteriormente. En cuanto se acepta la conexión, se procede a llamar al método setUpServer de ServerClient para que este cree su ServerClientThread.

La necesidad de hacer esto de forma paralela justifica la creación del hilo WaitPlayerThread. Para evitar problemas de concurrencia, en esta clase los atributos Server y ServerClient son volátiles para que todos los hilos WaitPlayerThread conozcan en tiempo real el estado de Server y ServerClient.

En particular, Server debe ser volatile pues debe ir actualizando su lista de Player-Socket en tiempo real y de forma organizada a fin de evitar bugs. Esto es porque el método sincronizado waitForPlayers de Server recoge periódicamente el número de conexiones aceptadas. En cuanto estas conexiones igualan el número de conexiones aceptadas, el método deja de ejecutarse y se procede a las gestiones que tiene que realizar el servidor una vez todos los usuarios esperados se han conectado.

Una vez detallados los cometidos de todas las clases que posee el servidor, pasamos a detallar las del cliente.

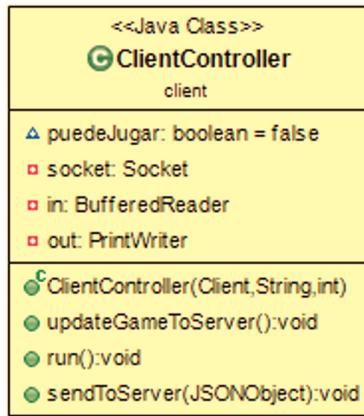
El punto de partida es la clase Client, que será un intermediario entre su thread de recepción de mensajes y la GUI.



Como Client es un intermediario, MainWindow precisa una referencia de Client y Client una de MainWindow; es decir, la comunicación es bidireccional. La razón de esto es:

- Al hacerse una jugada en el modelo, como se ha especificado, necesitamos pasar el nuevo estado del juego al servidor para que este, a su vez, se la pase al resto de clientes. Por tanto, MainWindow pasa el estado del juego a su Client. MainWindow, a su vez, obtiene este estado del juego desde el controlador. Todos estos pasos de información se realizan a través de los métodos updateGameToServer que poseen estas clases.
- Al recibirse un nuevo estado del juego desde el servidor, Client recibe esta información desde su thread. Necesita a MainWindow para que este, a su vez, envíe el nuevo estado del juego al controlador con el fin de actualizar el modelo al nuevo juego requerido. Todos estos pasos de información se realizan a través de los métodos updateGameFromServer que poseen estas clases.

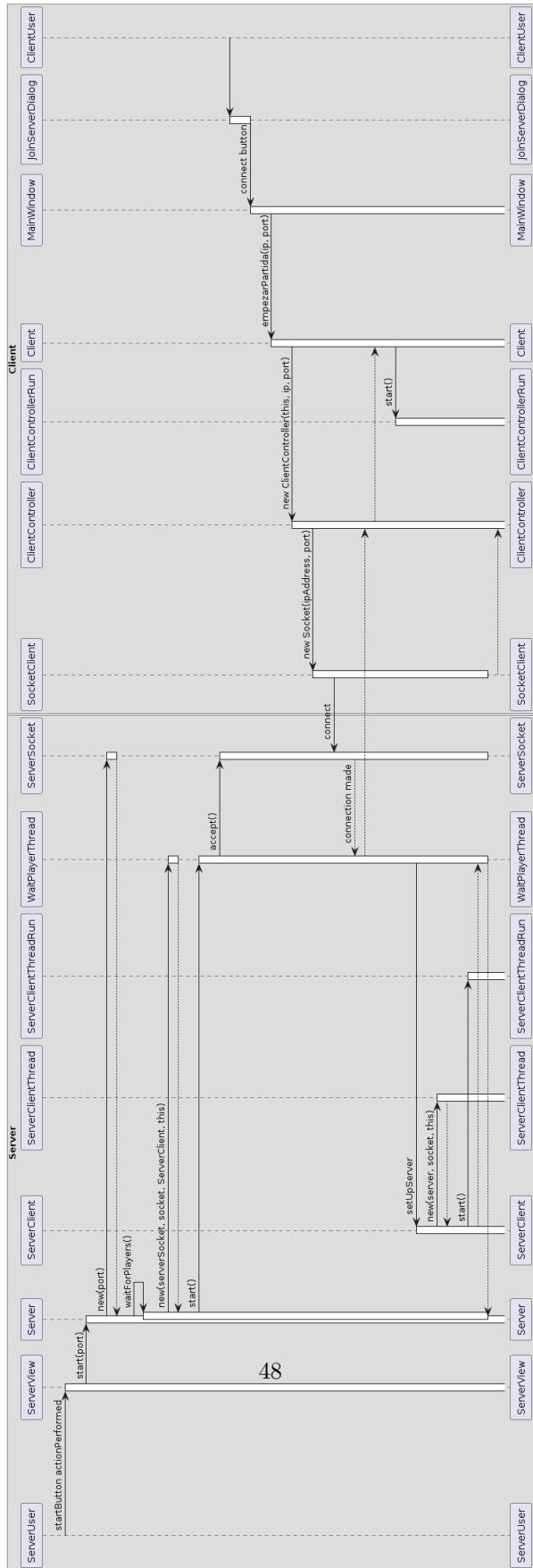
Finalmente, pasamos a describir ClientController, el thread de Client.



Nuevamente la comunicación entre Client y ClientController es bidireccional: para enviar información al servidor, Client notifica a ClientController; para recibir información del servidor, ClientController notifica a Client.

Como hemos anticipado, ClientController extiende de Thread, y en su método run() recibe información del servidor que procede a enviar al cliente. El método sendToServer envía la información directamente al servidor por medio de out.println como hemos descrito.

Una vez especificadas todas las clases, describiremos el hilo típico de la ejecución para comprender cómo operan estas y en el orden en el que lo hacen.



Observamos que al pulsar el botón de Start Server en el diálogo de abrir un servidor, se llama a crear una instancia Server pasándole como parámetro un JSON (gameConfigJSON) correspondiente a una configuración del juego básica especificada desde la GUI, que el servidor llenará añadiendo los jugadores pertinentes. En el constructor de Server se almacena este atributo JSON y se llama al método start(port) que crea el ServerSocket. Posteriormente, llamada al método waitForPlayers para realizar las conexiones oportunas. Este método se compone de un bucle for que recorre un número de vueltas equivalente al del número de jugadores a conectarse esperados. por cada vuelta, se crea su ServerClient y Client asociados, y se crea el thread WaitPlayerThread y se llama a start(). El WaitPlayerThread, en su método run() llamado desde start(), espera en el método de serverSocket.accept() que se conecte un cliente.

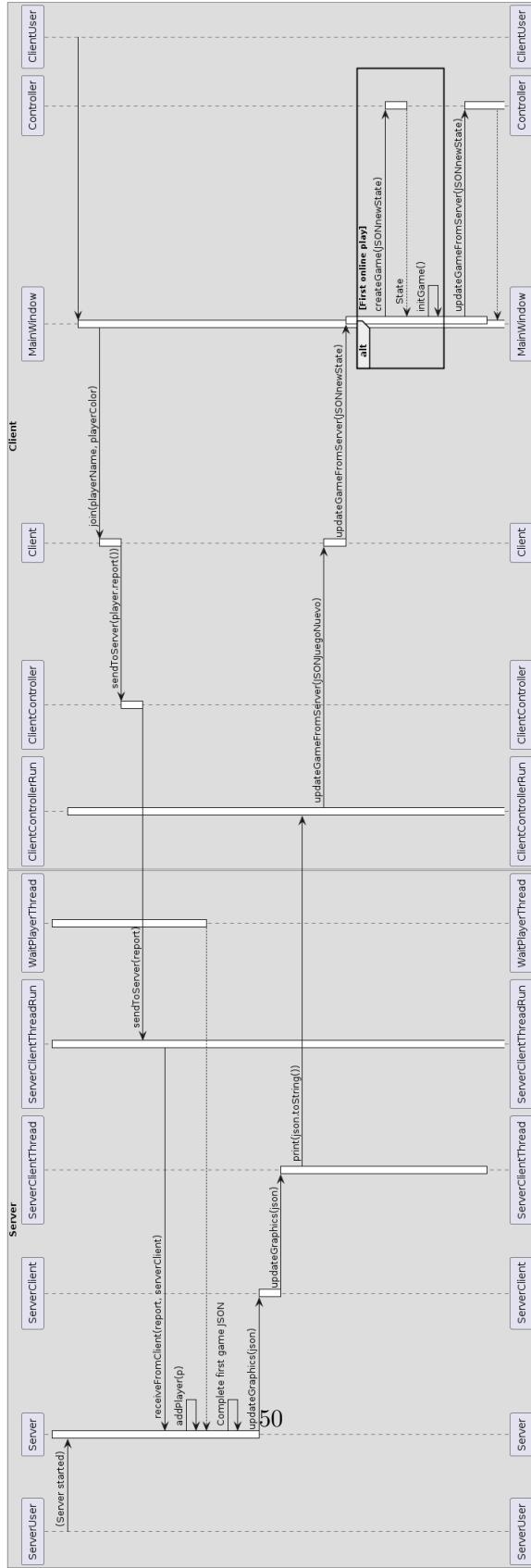
Un cliente, por medio de JoinServerDialog, se conecta al servidor desde la IP y puerto requeridos. Pasa por el MainWindow quien a su vez llega al cliente (Client) con el método empezarPartida, en base a las relaciones ya descritas. El cliente crea su thread ClientController. En la constructora de ClientController se realiza la conexión al servidor mediante la creación del Socket.

En cuanto esta se realiza con éxito, ocurren dos procesos de forma paralela:

- En el servidor, el método serverSocket.accept() es ejecutado con éxito. Se procede a llamar al método setUpServer del ServerClient específico asociado a esta conexión; se crea después un thread ServerClientThread el cual crea los BufferedReader y PrintWriter oportunos, y ServerClient procede a llamar al run() de este thread (representado en la lifeline ServerClient-ThreadRun)
- En el cliente, una vez se ha creado el Socket con éxito en la constructora de ClientController, se crean los BufferedReader y PrintWriter oportunos. Se termina la constructora, y acto seguido Client llama al start de ClientController para que empiece a recibir mensajes en su método run().

Si la conexión no se ha realizado bien, se generan las excepciones oportunas que cierran las ventanas de tanto cliente como servidor.

El thread WaitPlayerThread procede a esperar un segundo antes de cerrarse. En este segundo, se espera que el cliente envíe al servidor la información relativa al Player (qué color y qué nombre ha escogido). Esta información pasa a registrarse en la lista de incomingPlayers de forma síncrona mientras WaitPlayerThread espera. El mecanismo pormenorizado es el siguiente:



1. Tras ejecutarse el hilo ClientController, el método empezarPartida de Client se finaliza. MainWindow procede a ejecutar el método join de Client, pasándole como argumentos el nombre y color escogidos.
2. Client pide al thread ClientController que envíe al servidor esta información.
3. ClientController envía la información por medio del método sendToServer
4. El ServerClientThread específico asociado al cliente que envía esta información recibe en su método run el mensaje. Procede a llamar al método asíncrono receiveFromClient de Server.
5. receiveFromClient distingue, observando el JSONObject enviado, si se trata de información de actualización de juego o información respecto a un nuevo jugador añadido. En el caso que nos ocupa, es esta segunda opción; receiveFromClient procede a crear una instancia de Player y añadirla a incomingPlayers (ArrayList de Player).

Todo este proceso tarda (bastante) menos del segundo que espera WaitPlayerThread; se deja un segundo de cortesía para dar un amplio margen a los equipos más lentos.

El método run() de WaitPlayerThread se finaliza y se ejecuta desde waitForPlayers (Server) el método join para que concluya el thread.

Dado la información obtenida de Socket, ServerClient y Player (este último con incomingPlayers, cuyo último elemento añadido es el Player correspondiente al cliente), se rellenan las dos listas Player-Socket y ServerClient-Player de Server con una nueva posición.

Todo esto es una única vuelta del bucle de waitForPlayers. Como hemos comentado, se ejecutarían un número de vueltas equivalente al número de jugadores esperados.

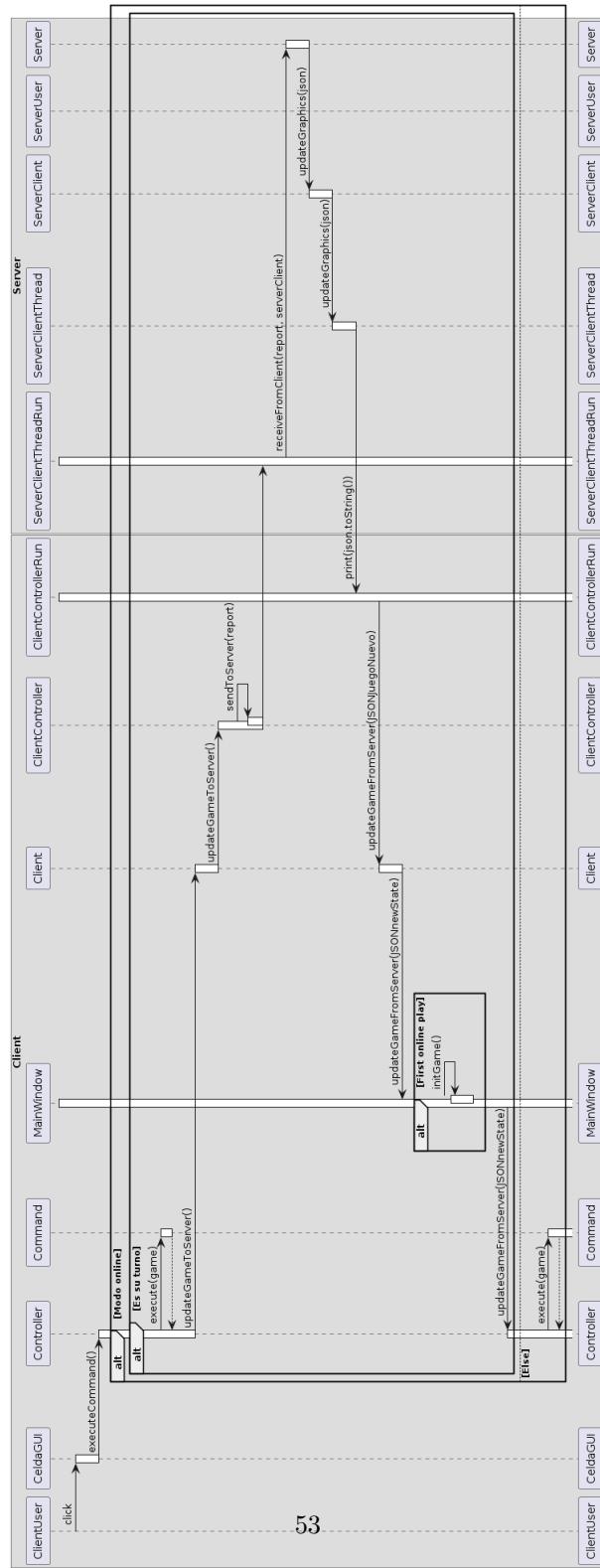
Una vez todos los jugadores se han conectados y las dos listas completadas, se sale del bucle y waitForPlayers procede a crear llenar el incompleto gameConfigJSON que fue pasado con anterioridad por el constructor de Server; ahora es el momento correcto para hacerlo pues ya se conoce la información de todos los players. Se llenan los campos pertinentes previamente incompletos de gameConfigJSON; posteriormente, se envía este primer estado del juego a todos los clientes por medio del método updateGraphics.

El cliente recibe esta configuración del juego en su thread, se llama al método updateGameFromServer de Client, quien a su vez llama a updateGameFromServer de MainWindow.

En este último método, si es la primera jugada, se llama a crear el juego en el controlador, y después se llama a initGame() para inicializar las componentes visuales relativas al juego.

En cualquier caso, se llama después al método updateGameFromServer de Controller para actualizar el juego tal y como ordena el JSON pasado como parámetro. Los mecanismos de este método son crear un nuevo juego a partir del nuevo JSON estado del juego, pasar los observadores del Game antiguo al nuevo, y adjudicar al atributo Game de Controller este nuevo juego.

Falta por especificar cómo se produce una jugada en el modo online y cómo evitar que los clientes jueguen cuando no es su turno.



Se pulsa una celda en el tablero y se pide al controlador que ejecute el comando de poner cubo en la posición pedida, como de costumbre. En caso de que se juegue el modo online, se comprueba si el jugador está legitimado para jugar (es decir, es su turno). Para ello, se comprueba que el jugador turno del juego es el mismo que el jugador del cliente (recordemos que Client tiene el atributo Player del jugador al que corresponde).

De verificarse estas dos condiciones, se ejecuta el comando y se envía el nuevo estado del juego al servidor, quien enviará este nuevo estado al resto de clientes.

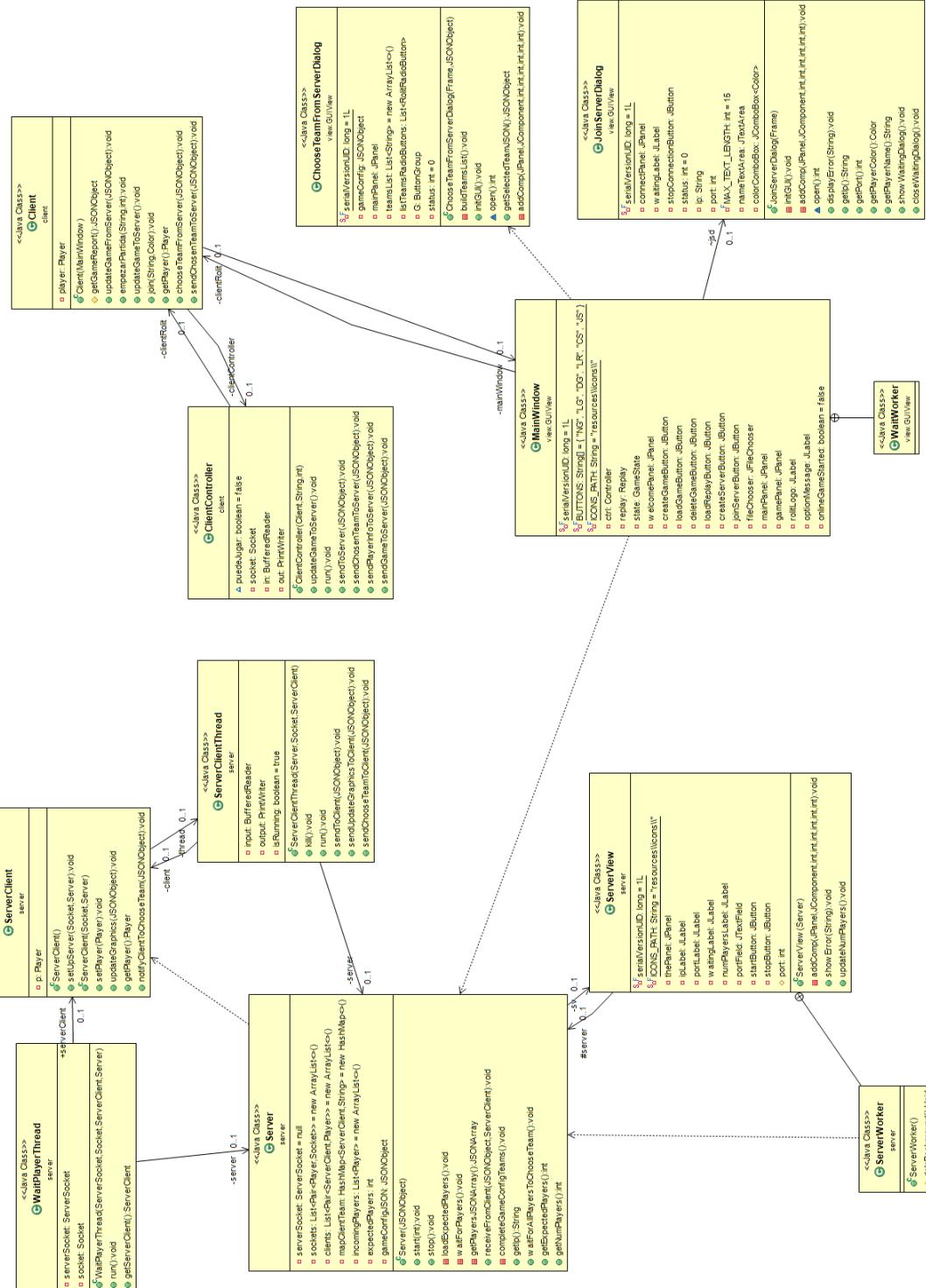
De no jugarse el modo online, se ejecuta el comando como de costumbre.

Nótese que este último diagrama de secuencia se representa a Client como entidad abstracta emisora y receptora, realmente un Client sería emisor y el resto de Client serían receptores.

Sprint (6)

En cuanto a la red, se alcanzan los objetivos propuestos que quedaron pendientes en el Sprint 5. Las características implementadas son:

- Implementación del modo red para GameTeams.
- Creación de diálogos y de código auxiliar para soportar GameTeams.
 - Una clase creada para tal efecto es ChooseTeamFromServerDialog.
- Perfeccionamiento de la estructura y relaciones de las comunicaciones cliente-servidor y viceversa, incluyendo mecanismos como un campo en el JSON mensaje que especifica qué tipo de notificación constituye el mensaje enviado.
- Adaptación de los diálogos GUI de red al nuevo diseño de la interfaz gráfica introducido en este Sprint.
- Se introduce un ServerWorker que soluciona un bug complejo que afectaba a los threads de Red y Swing.
- Simplificación y refactorización del código de Red.



Por último las sucesivas refactorizaciones pugnadas desde otras partes del código (para, por ejemplo soportar la IA) precisan de un debug extensivo en el modo Red. Este debug es satisfactorio.

Los nuevos diagramas de secuencia, así como los comentarios acerca de las implementaciones de las nuevas funcionalidades se describen en el séptimo Sprint, pues en aquél se refinan ligeramente estas.

Sprint (7)

En cuanto a la red, si bien está conclusa llegados a este Sprint, el debug realizado en otras zonas del código influyen directamente en la funcionalidad de Red. Se lleva a cabo un debug rápido pero extensivo para verificar que el modo de juego en red no ha sido afectado, llevándose a cabo con éxito.

Por último, se procede a crear y solventar algunas issues relativas a la experiencia de usuario jugando en red, conllevando una serie de modificaciones que hacen más intuitiva las instrucciones para realizar la conexión.

Procedemos a comentar cómo se implementó el modo por equipos en red.

Si se escoge el modo por equipos cuando se crea una partida, el gameConfigJSON pasado como parámetro ahora adoptará la estructura de report de juego por equipos, tal y como especificamos en el documento de reports.

Dentro del método waitForPlayers que, recordemos, ejecuta un bucle de número de vueltas número de jugadores realizando las conexiones, cuando se finaliza la ejecución del bucle (es decir, cuando todos los jugadores están conectados y sus informaciones almacenadas en los atributos de Server), llama después a completeGameConfigAndSendToClients(), encargado de llenar el gameConfig; una vez completo, se envía a los clientes.

La diferencia con anteriores sprints es que ahora el servidor, antes de completar el gameConfigJSON con la información relativa a los jugadores, comprueba en gameConfigJSON si el modo escogido es por equipos.

De ser así, se procede a llamar a una serie de métodos cuyo fin es notificar a los usuarios para que escogen un equipo; una vez todos los usuarios han escogido equipo, se añade esta información al gameConfigJSON; posteriormente, como en la implementación de sprints anteriores, procede a completarse el gameConfigJSON con la información de los jugadores.

Primero, como observamos, se llama al método notifyClientToChooseTeam de todos los Client; este, por medio de ServerClientThread envía el gameConfigJSON, con el campo "chooseTeam" como notificación (explicaremos posteriormente cómo funcionan las notificaciones), al cliente.

Cada cliente en su respectivo ClientController recibe esta información. Observa la naturaleza de la notificación; como esta es chooseTeam, procede a abrir un diálogo ChooseTeamFromServerDialog para escoger uno de los equipos ofrecidos desde el servidor. Nótese que la información de los equipos viene proporcionada en el gameConfigJSON enviado desde el servidor.

Una vez todos los clientes han sido notificados, se llama a waitForAllPlayersToChooseTeam(). Su cometido es el de detener el hilo de ejecución hasta que todos los jugadores han escogido equipo y el servidor conoce sus elecciones.

Además, como puede verse, se ha introducido como nuevo atributo del servidor un HashMap de ServerClient - Nombre del equipo escogido. Este mapa se actualiza en tiempo real conforme los clientes envían al servidor su elección de equipo. Cada medio segundo se comprueba si todos los jugadores han elegido equipo; de ser así, finaliza el método y se sigue con la ejecución de completeGameConfigAndSendToClients().

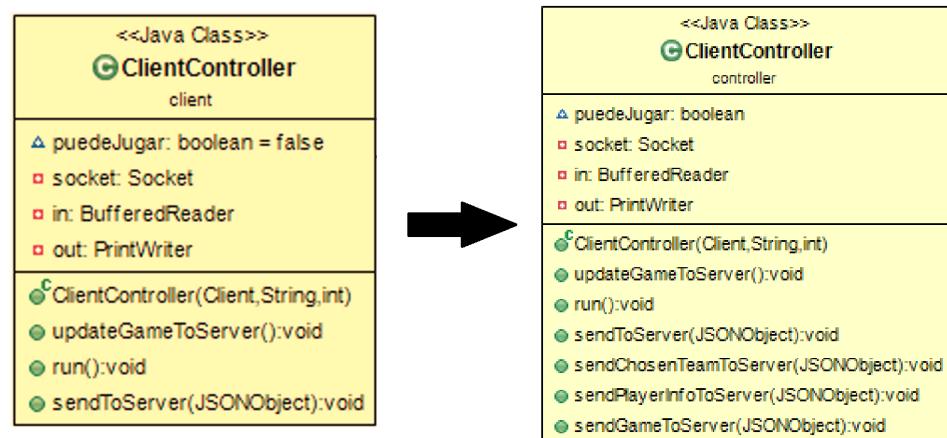
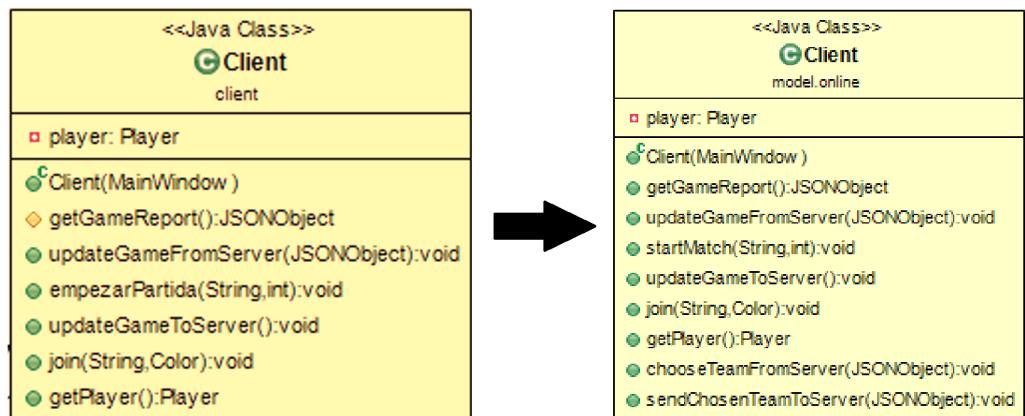
¿Cómo los clientes notifican al servidor su elección? Una vez un cliente elige equipo, manda al servidor un JSONObject con el nombre del equipo elegido en el campo "team". Antes de enviarlo, pone en el JSON un campo "notification" con el valor "chooseTeam"; para que así el servidor pueda conocer las intenciones del envío de la información por parte del cliente (notificar que se ha escogido un equipo, y cuál).

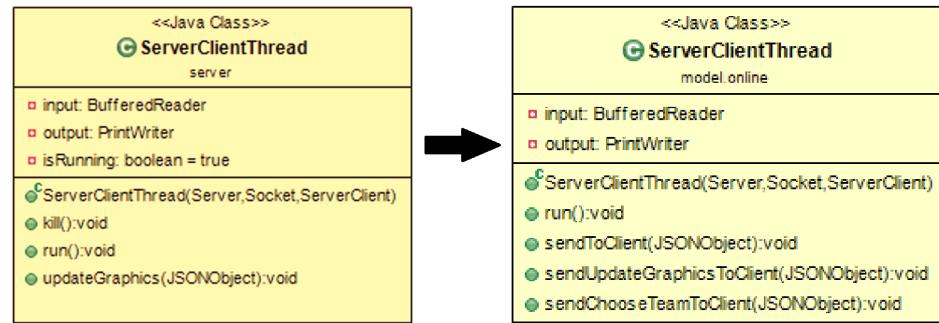
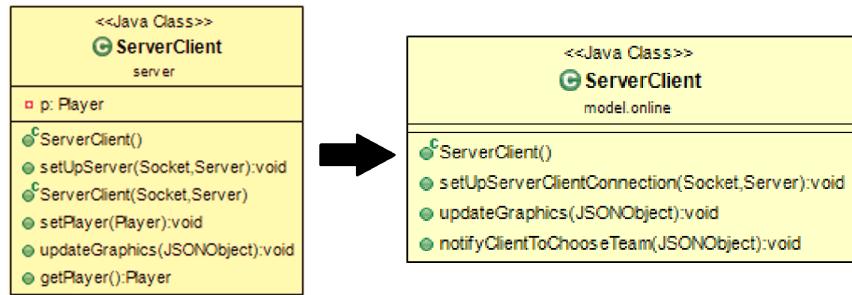
El servidor recibe un JSON con la notificación chooseTeam; en receiveFromClient (Server) observa que al ser la notificación "chooseTeam", debe añadir una nueva entrada al mapa ServerClient - Nombre del equipo escogido.

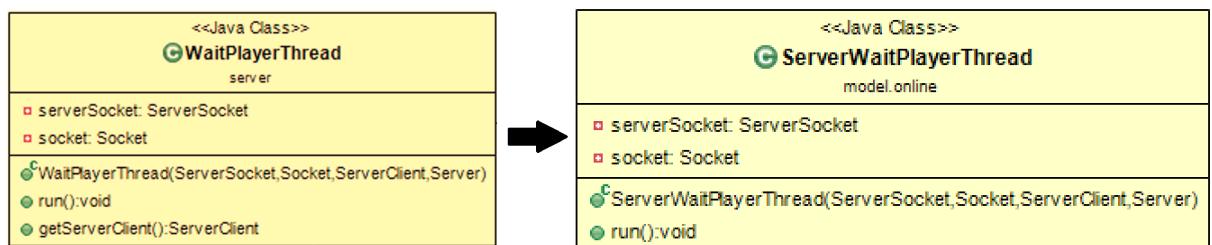
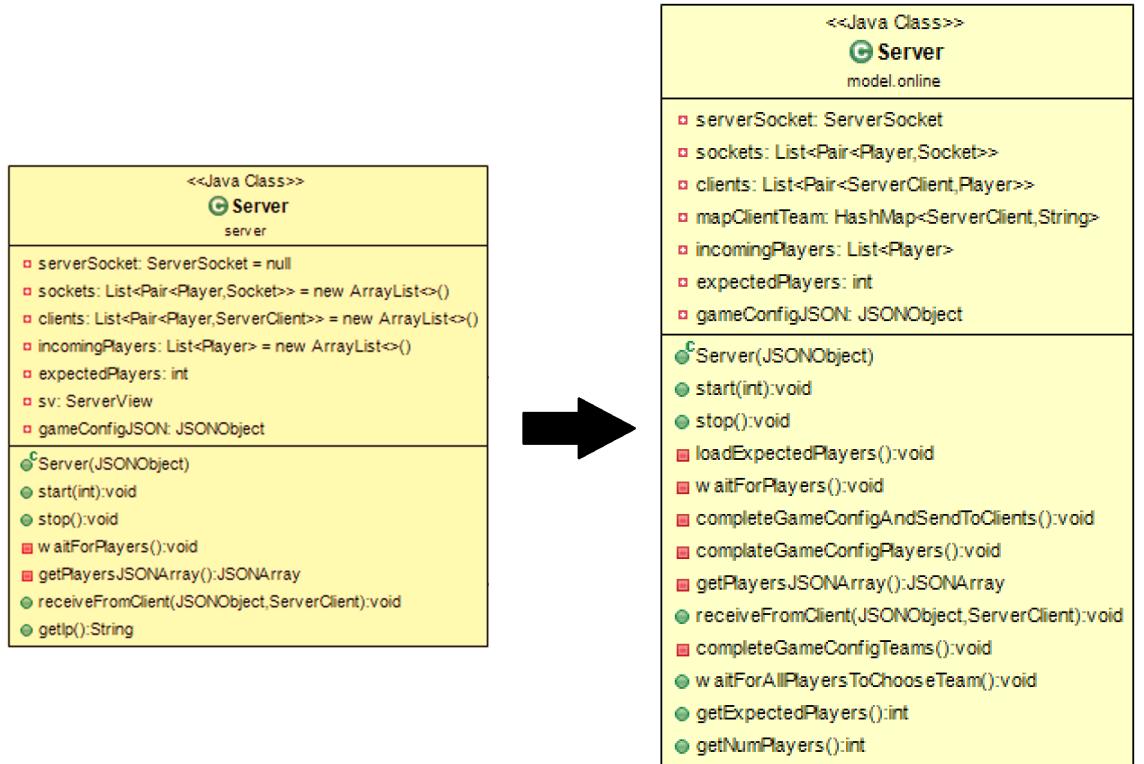
Como hemos comentado, una vez todos los equipos han sido escogidos, se sigue completando el gameConfig; ahora se sigue el mismo hilo de ejecución especificado en los anteriores sprints; se rellena el gameConfigJSON con la información de los jugadores y posteriormente se pasa el JSON a todos los clientes para que actualicen sus vistas para mostrar el juego por primera vez.

En cuanto al nuevo sistema de notificaciones, son los thread de servidor y cliente los que añaden la notificación al json a enviar; para saber qué notificación enviar, las clases en contacto con los thread (ServerClient desde el servidor, Client desde el cliente) llaman al método específico que pondrá la notificación requerida para después enviársela al cliente/servidor. De esta forma, se tienen en cuenta las notificaciones a la hora de procesar los mensajes enviados.

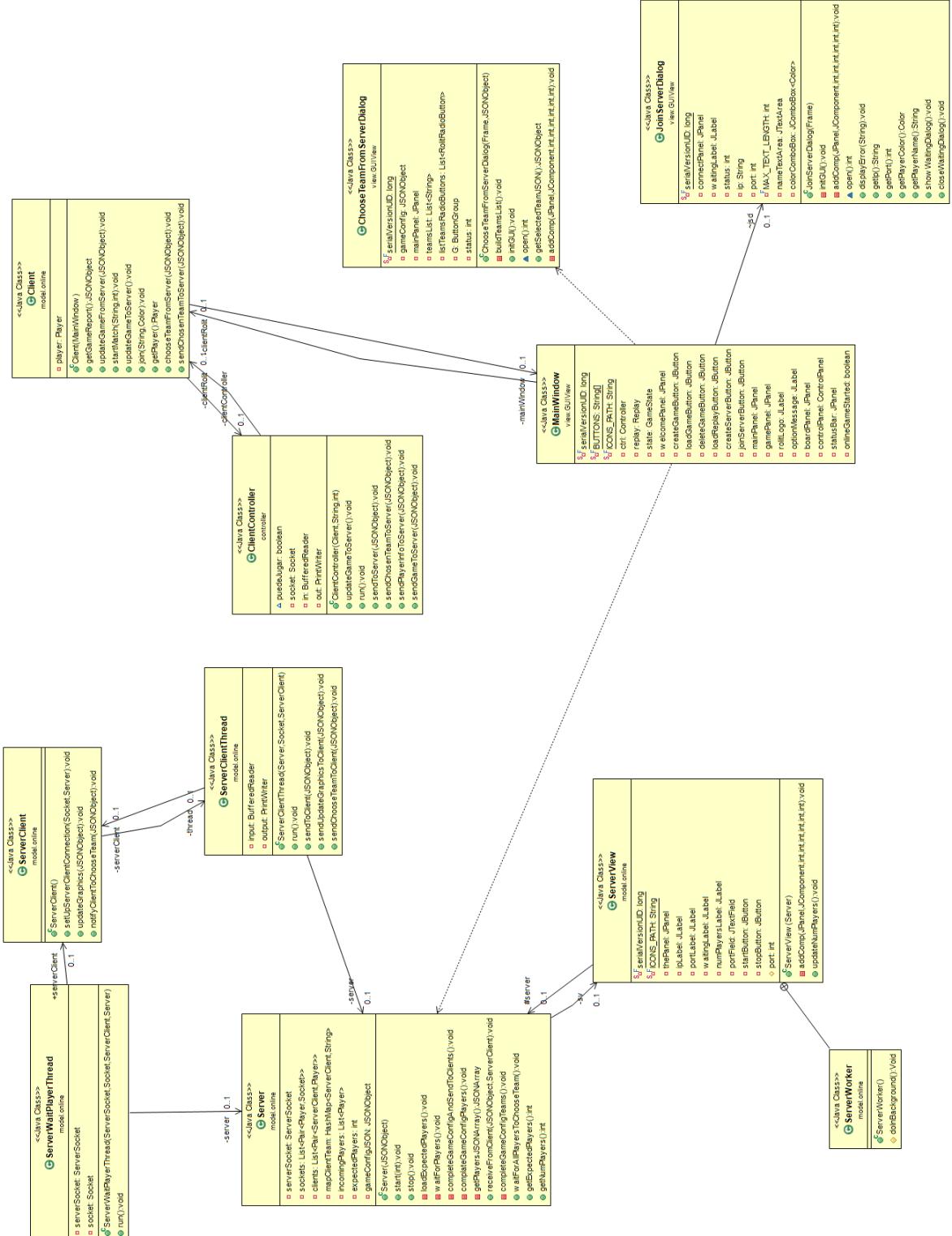
Cambios de importancia para comparar los UML del Sprint 5 con los del Sprint 7 son los siguientes:

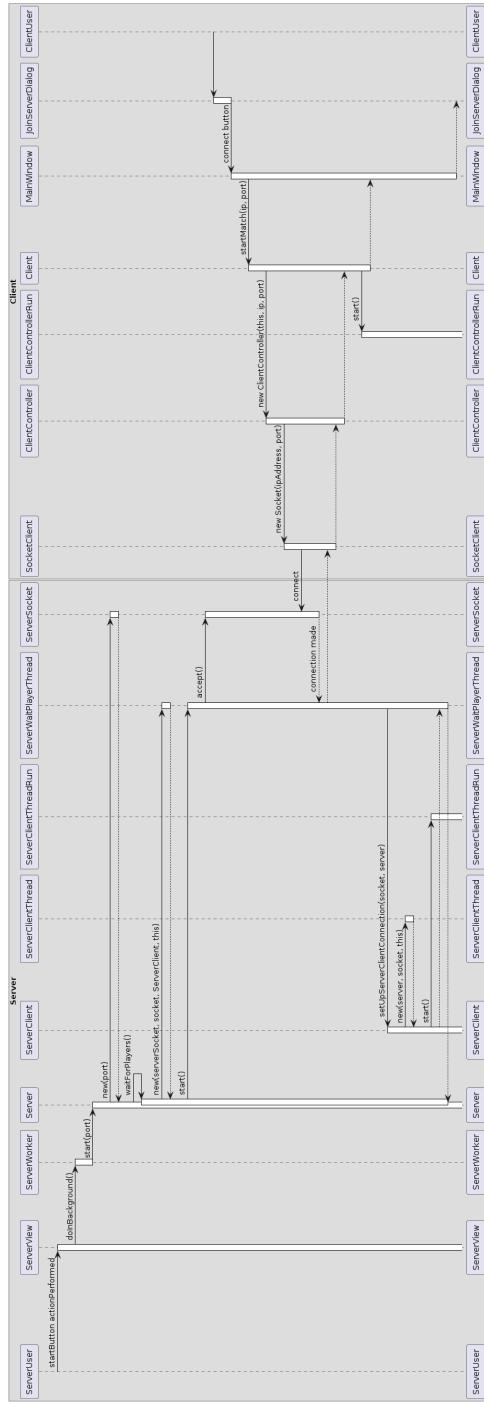


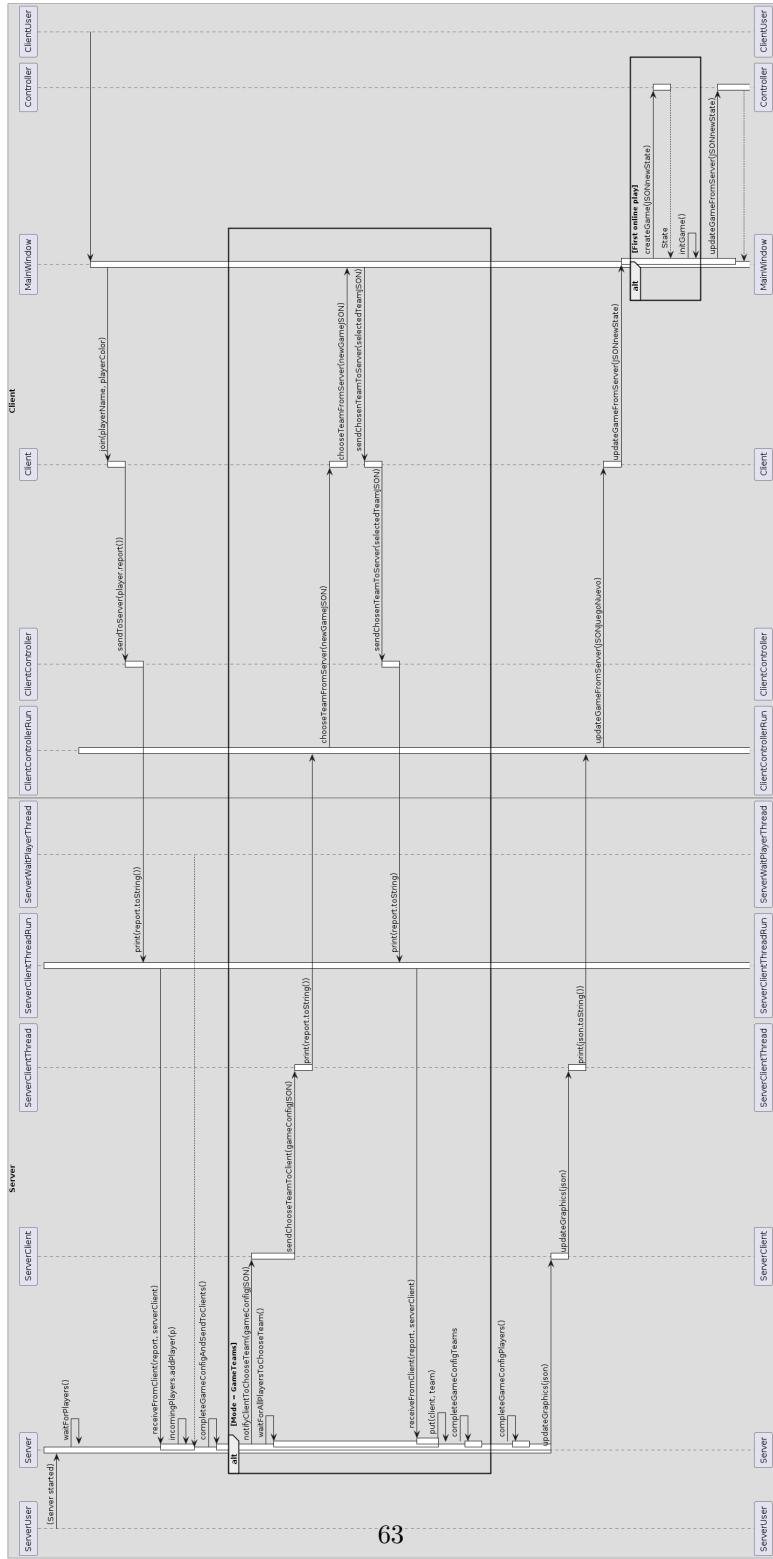


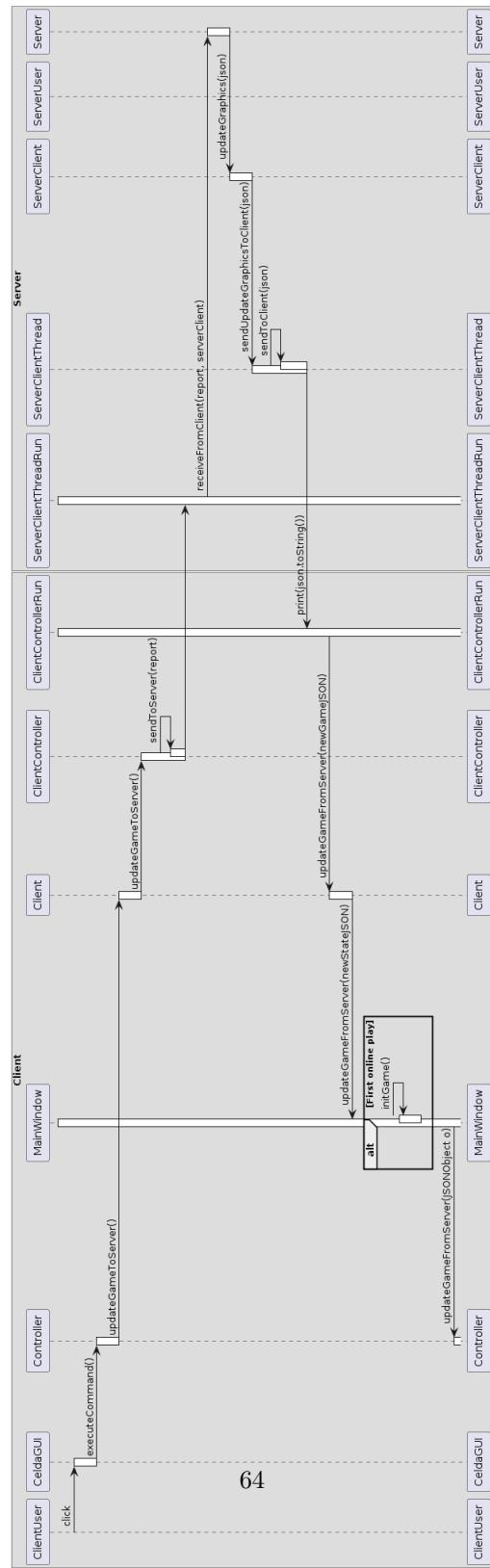


Procedemos a actualizar los UML mostrados en el Sprint 5 para mostrar el estado final de la redes.







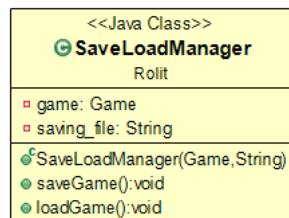


1.4 Como usuario quiero que Rolit introduzca características innovadoras siendo intuitivo y cómodo de jugar

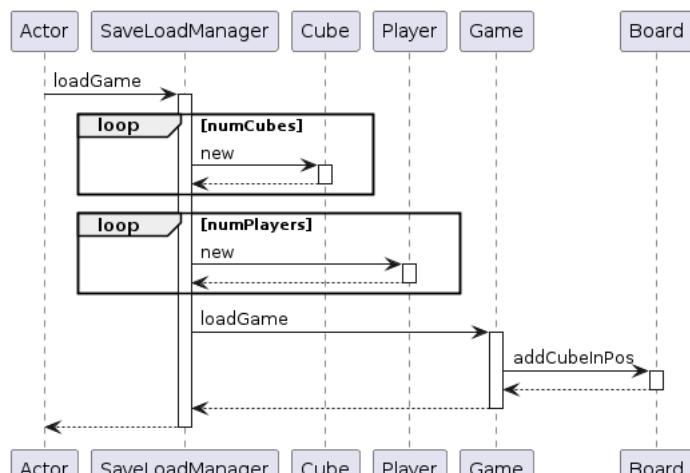
1.4.1 Como usuario, me gustaría que se pudiese guardar y cargar partida para continuar más tarde porque permite poner en pausa el juego

Sprint (1)

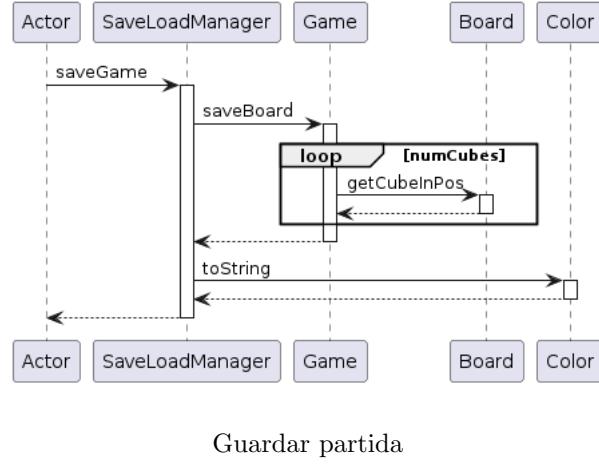
Desde el primer sprint tuvimos clara la necesidad de tener una clase que se encargase de gestionar la comunicación del programa con el exterior para cargar y guardar partidas, el **SaveLoadManager**.



Como se observa, inicialmente era una clase muy sencilla, pues solo tenía funciones para cargar y guardar un **Game**.



Cargar partida



Sprint (2)

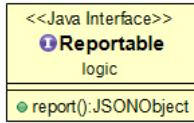
En la versión anterior del **SaveLoadManager**, la clase trabajaba a nivel de **Game**, lo cual no tenía mucho sentido desde el punto de vista de la programación orientada objetos, pues no es necesario acceder a todos sus métodos. Por esta razón, se creó una interfaz **Saveable** que debía implementar **Game** para poder ser guardada y cargada de en un fichero.



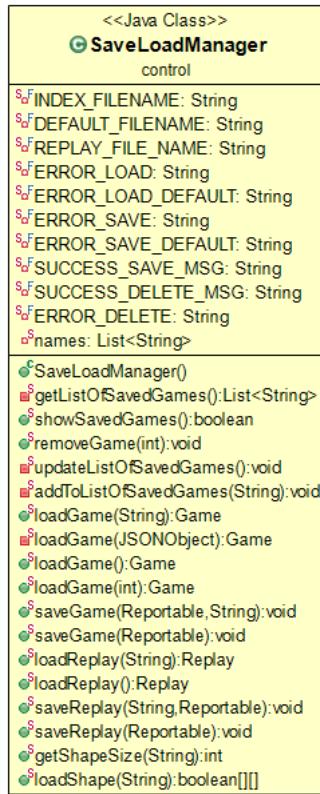
Sprint (3)

Aunque el sprint 2 supuso un cambio positivo, seguía sin ser lo que buscábamos para el **SaveLoadManager** en nuestro proyecto. Si bien es cierto que la interfaz **Saveable** restringía los métodos de **Game**, era una interfaz muy concreta y que solo se podía implementar en dicha clase.

La adquisición de nuevos conocimientos nos permitió tomar una decisión de diseño que marcaría el desarrollo de la aplicación de aquí en adelante. Desde este sprint toda la comunicación con el exterior se realizaría mediante **JSONObject**s.



De esta forma, la interfaz **Saveable** fue reemplazada por **Reportable**, que se podía implementar en cualquier clase del proyecto y que contaba con un único método **report()**, que devuelve una serialización del objeto en formato JSON. Además, se creó un documento en el que se especificaban todos los reports de cada clase. Puede accederse al documento actual de reports haciendo click aquí.



Esto supuso una refactorización completa del **SaveLoadManager** y, aunque se mantuvo la esencia de los métodos que contenía fueron, todos fueron reimplementados completamente.

Sprint (4)

Las introducción de formas para los tableros obligó a cambiar los reports y a implementar algunos métodos extras en el `SaveLoadManager` para poder mantener esta funcionalidad.

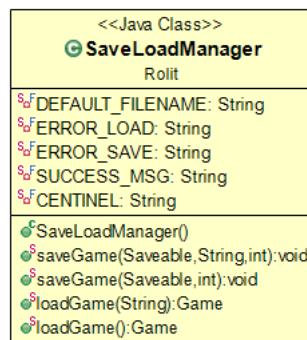
Sprint (6)

La similaridad entre los métodos para guardar partidas y *replays* en el `SaveLoadManager` dio lugar a una pequeña generalización de los métodos privados que permitiese reutilizarlos para guardar cualquier tipo de archivo.

1.4.2 Como usuario, me gustaría poder guardar y cargar distintas partidas, eligiendo el nombre del fichero donde se cargan/-guardan

Sprint (2)

La refactorización llevada a cabo en el `SaveLoadManager` incluyó la libre elección del nombre del fichero que contiene la partida guardada, así como su ruta.



1.4.3 Como usuario, me gustaría que se pudiera guardar repeticiones de partida para poder revisarlas más tarde

Sprint (3)

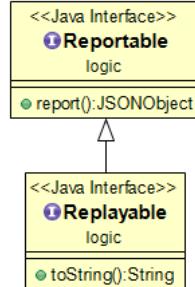
Durante el sprint 3 comenzó el desarrollo de esta funcionalidad, que de ahora en adelante denominaremos como *replays*. Para su implementación, se planteó

abstraer la clase `Game` mediante estados que representen cada uno de los momentos que atraviesa el juego a lo largo de una partida. Así, mediante un conjunto de estados es posible replicar una partida al completo.

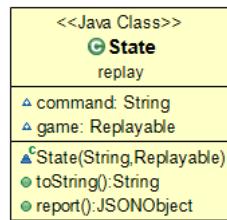
Inicialmente se planteó que los estados almacenaran únicamente el cubo que se añade en su turno, pero esta idea fue descartada debido a que la colocación de un cubo puede llegar a afectar a cualquier parte del tablero, teniendo que incluir la lógica correspondiente para calcular los cambios. Por ello, se decidió que cada estado guardase una copia de `Game` en el momento deseado.

Sin embargo, durante una *replay* no se debería de poder alterar el juego, haciendo que carezca de sentido que los estados tengan acceso a los métodos de la clase `Game`, pues el único objetivo es mostrar una información inmodificable al usuario.

De esta manera surge la interfaz `Replayable`, que extiende de la interfaz `Reportable` y que contiene dos métodos: `toString()`, para facilitar la visualización en la vista de consola, y `report()`, para poder almacenar los estados en formato JSON.

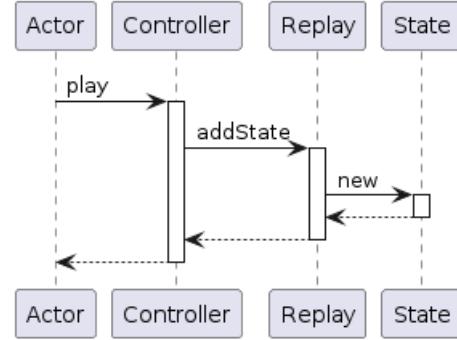


Una vez ideada esta interfaz, ya es posible definir la clase `State`, que representa los estados que hemos estado describiendo hasta ahora y que, además, cuenta con el comando que la generó.



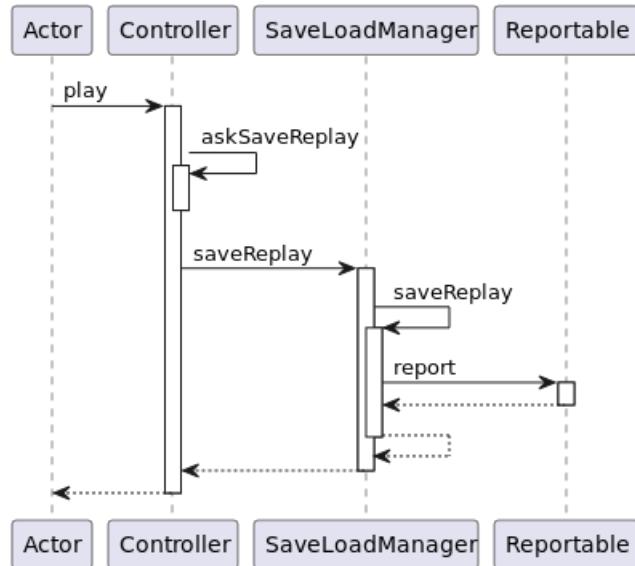
El siguiente paso fue la creación de una clase contenedora de los estados, con

la responsabilidad añadida de saber gestionarlos, la clase `Replay`. Esta clase contiene una lista de `State` que se completa durante una partida.



Generación de lista de estados

Cuando la partida acaba o el usuario hace que acabe (mediante el uso del comando `exit`), se pregunta si desea que se guarde la repetición y se procede según su respuesta.

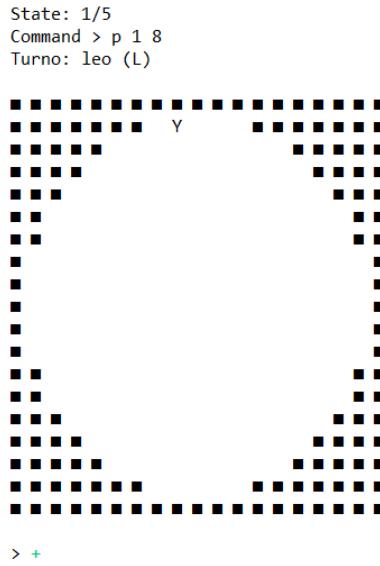


Guardado de Replay

Finalizada la generación de las *replays* era el momento de hacer que pudieran

cargarse y ser interpretadas para su correcta visualización. Como ya mencionamos anteriormente, la clase `Replay` es la encargada de gestionar los estados y, por ello, la que contendrá esta lógica.

La función para cargar una *replay* es análoga a la utilizada para guardarla y es gestionada por el `SaveLoadManager`. La ejecución de una repetición comienza llamando al método `startReplay()`, la clase comienza a visualizar el primer estado de su lista y entra en un bucle que permite recorrerla mediante el uso de los símbolos “+” y “-”.



Con estas repeticiones de partidas funcionales dimos por completada esta tarea en el Sprint 3.

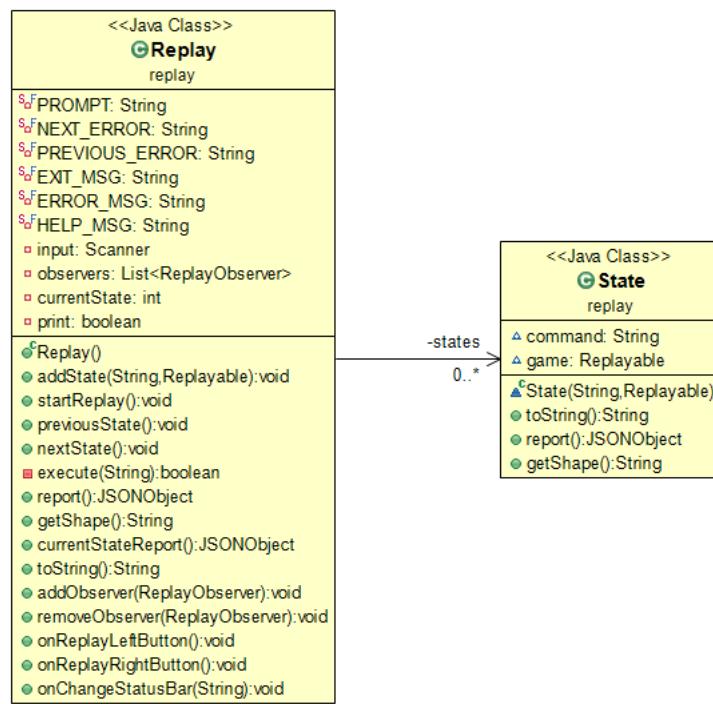
Sprint (4)

Este sprint se caracterizó por la implementación de una GUI funcional, lo que conlleva la adaptación de las *replays* a este nuevo formato. Decidimos que la comunicación entre modelo y vista se llevara a cabo mediante el uso del patrón observador, lo cual supuso un reto inicial para las repeticiones de partidas.

Basta detenerse a pensar unos minutos para darse cuenta que, cuando cargamos, procesamos y visualizamos una *replay* desde un fichero, la clase `Game` no interviene en el proceso, pues es la clase `Replay` la encargada de gestionar toda la lógica de las repeticiones. Por tanto, la clase `Replay` es también un modelo que debe ser observado.



Para implementar los observadores se creó la interfaz `ReplayObserver` que tiene métodos para notificar cuando se avanza a la izquierda, a la derecha y para mostrar mensajes en la barra de estado. Además, se añadieron algunos getters necesarios a las clases `Replay` y `State`.



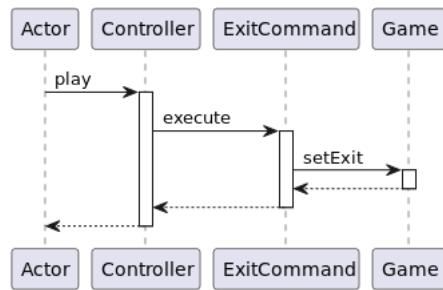
Sprint (5)

La GUI sufrió una refactorización, siendo necesario para ello la creación nuevos getters. Además, la refactorización de la clase `Controller` trajo consigo problemas con las *replays* que no serían solucionados en este sprint por falta de tiempo.

Sprint (6)

El cambio de paradigma en el funcionamiento mediante la introducción de su propio hilo y el nuevo controlador del sprint anterior hicieron que fuese necesario modificar cómo se guardan los estados en la clase `Replay`.

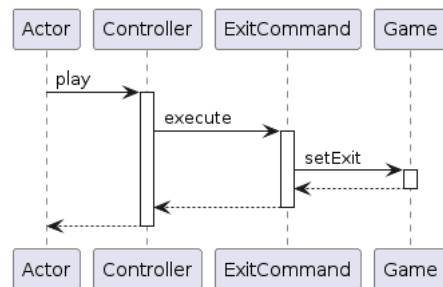
Además, la necesidad de notificar a la vista con el `Replay` para que sea guardada en caso de que así lo deseé el usuario, tiene como consecuencia que la clase `Game` sea la encargada de generar sus propias repeticiones. Este proceso puede verse reflejado en el siguiente diagrama de secuencias.



1.4.4 Como usuario, me gustaría poder salir del juego en cualquier momento

Sprint (2)

Con la introducción de los comandos vino acompañado el comando `exit`, que puede ser ejecutado en cualquier momento durante la partida para detener la ejecución del juego.



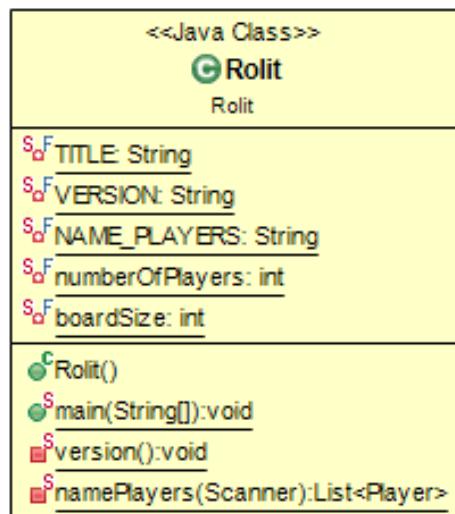
En sprints posteriores este diagrama dejará de ser válido debido a refactorizaciones en el controlador, aunque la clase `ExitCommand` ha permanecido

invariante. Los cambios sufridos para este comando son análogos a los del resto, que pueden ser consultados en ...

1.5 Como usuario, me gustaría que el número de jugadores fuese variable porque así se adapta a diferentes grupos de personas

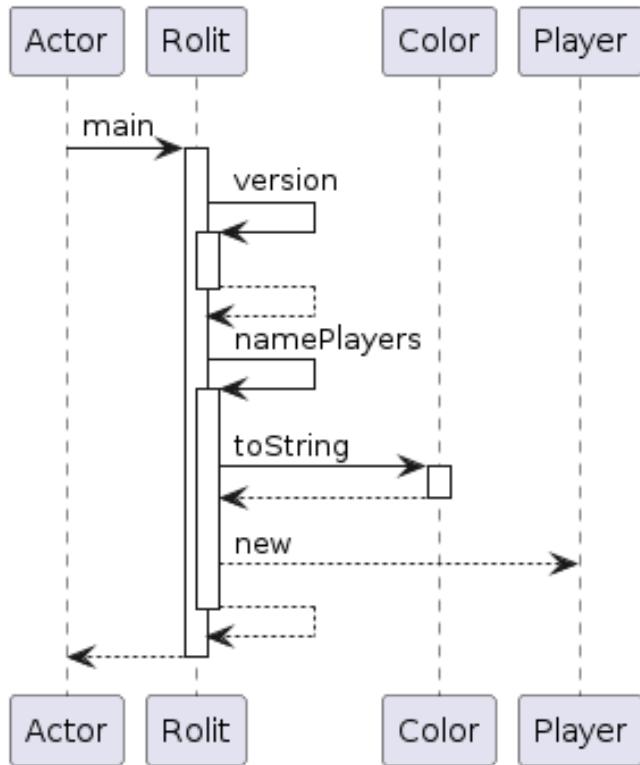
Sprint (1)

En este primer Sprint el número de jugadores es fijo. Este número se guarda como atributo de la clase `Rolit`, cuyo estado en este momento es el siguiente:



Para la creación de estos jugadores, los colores también están fijados, siendo estos amarillo, rojo, verde y azul, asignados a los jugadores en ese orden. Por tanto, en este momento, de cara a la creación de los jugadores (y de la partida en general) la entrada se limita a leer el nombre de los jugadores, que se hace directamente en el método `main` de `Rolit`.

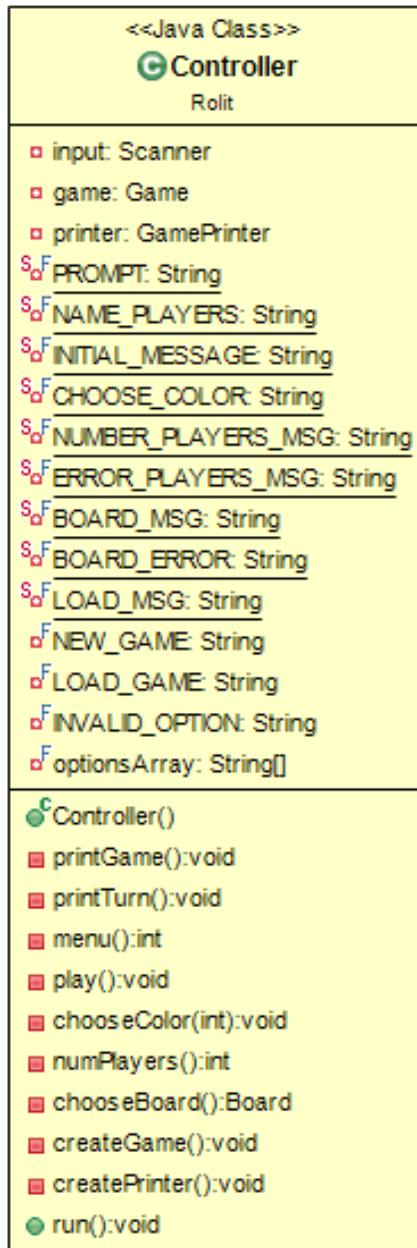
El flujo de creación de los jugadores actualmente se refleja en el siguiente diagrama:



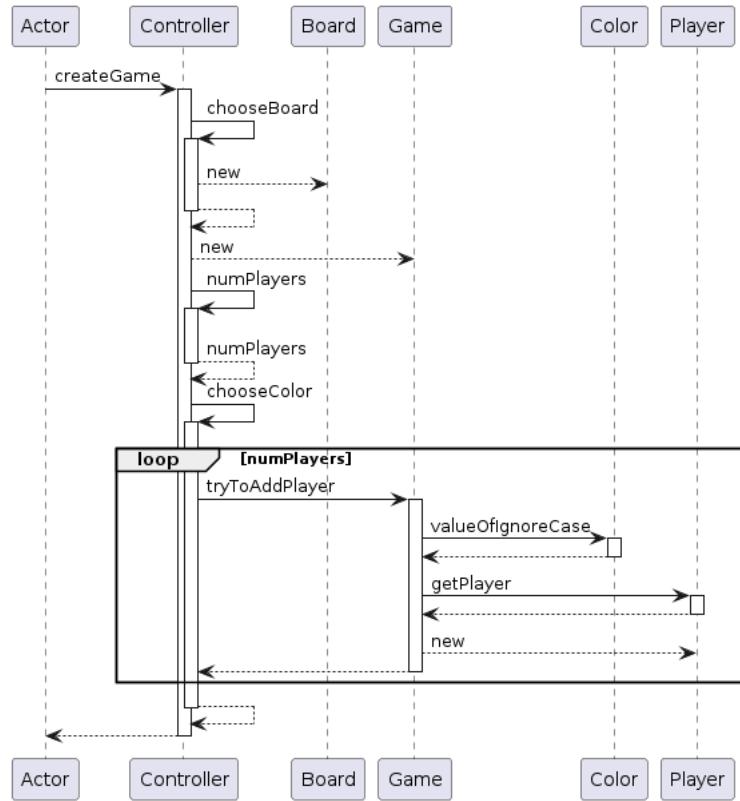
Sprint (2)

En este Sprint ya se da la opción al usuario de elegir el número de jugadores que van a participar en la partida. Aparte, ahora se delega la tarea de lectura de la entrada para la creación de la partida a la clase **Controller** en su método `createGame()`.

En este momento, la clase **Controller** se haya en el siguiente estado:



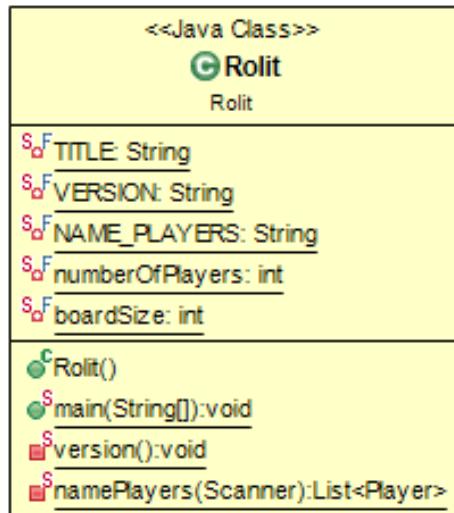
El flujo de dicha creación es la siguiente:



1.6 Como usuario, me gustaría que el número de jugadores fuese variable porque así se adapta a diferentes grupos de personas

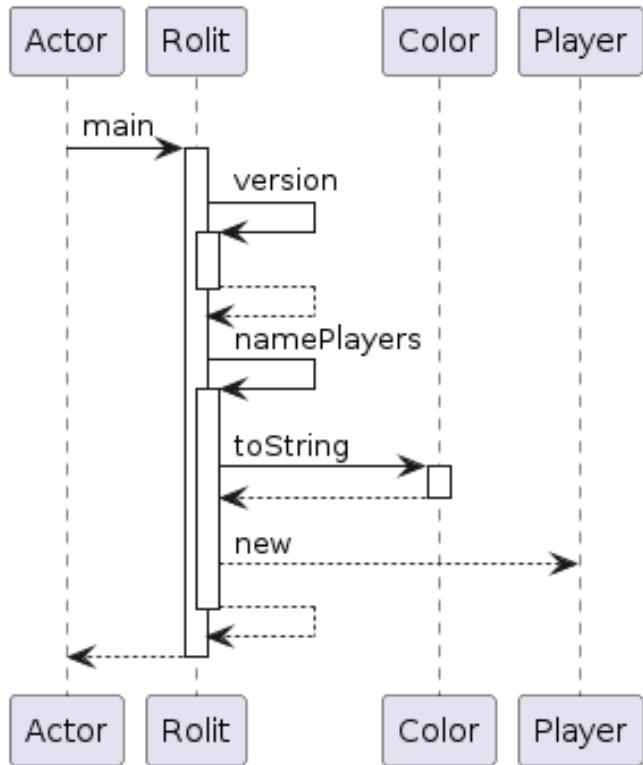
Sprint (1)

En este primer Sprint el número de jugadores es fijo. Este número se guarda como atributo de la clase `Rolit`, cuyo estado en este momento es el siguiente:



Para la creación de estos jugadores, los colores también están fijados, siendo estos amarillo, rojo, verde y azul, asignados a los jugadores en ese orden. Por tanto, en este momento, de cara a la creación de los jugadores (y de la partida en general) la entrada se limita a leer el nombre de los jugadores, que se hace directamente en el método main de `Rолит`.

El flujo de creación de los jugadores actualmente se refleja en el siguiente diagrama:



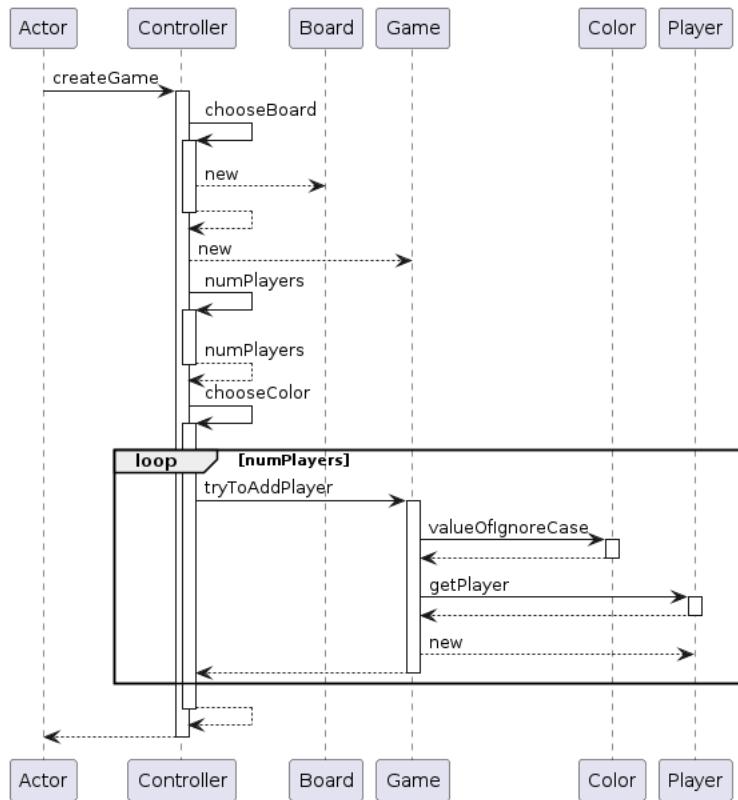
Sprint (2)

En este Sprint ya se da la opción al usuario de elegir el número de jugadores que van a participar en la partida. Aparte, ahora se delega la tarea de lectura de la entrada para la creación de la partida a la clase **Controller** en su método `createGame()`.

En este momento, la clase **Controller** se haya en el siguiente estado:

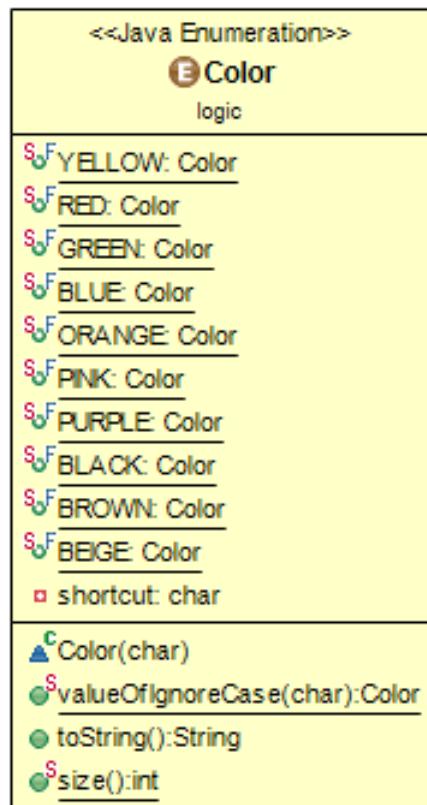
<p><<Java Class>></p> <p>C Controller</p> <p>Rolit</p>	
<ul style="list-style-type: none"> □ input: Scanner □ game: Game □ printer: GamePrinter S F PROMPT: String S F NAME_PLAYERS: String S F INITIAL_MESSAGE: String S F CHOOSE_COLOR: String S F NUMBER_PLAYERS_MSG: String S F ERROR_PLAYERS_MSG: String S F BOARD_MSG: String S F BOARD_ERROR: String S F LOAD_MSG: String F NEW_GAME: String F LOAD_GAME: String F INVALID_OPTION: String □ optionsArray: String[] 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Controller() ■ printGame():void ■ printTurn():void ■ menu():int ■ play():void ■ chooseColor(int):void ■ numPlayers():int ■ chooseBoard():Board ■ createGame():void ■ createPrinter():void ● run():void 	

El flujo de dicha creación es la siguiente:



A parte, dentro del bucle con `tryToAddPlayer` vemos que se da la opción al jugador de elegir color. Los colores disponibles son: Amarillo, rojo, verde, azul, naranja, rosa, morado, negro, marrón y beige.

Para conseguir esto, la representación interna de los colores se hace a través de la clase enumerada `Color`, cuyo estado en este momento es el siguiente:



2 Diseño y evolución de otros aspectos del proyecto

2.1 Builders

2.2 Commands

3 Diseño final

3.1 Paquete model

3.1.1 Builders

3.1.2 Commands

3.1.3 Logic

3.1.4 Online

3.1.5 Replay

3.1.6 Strategy

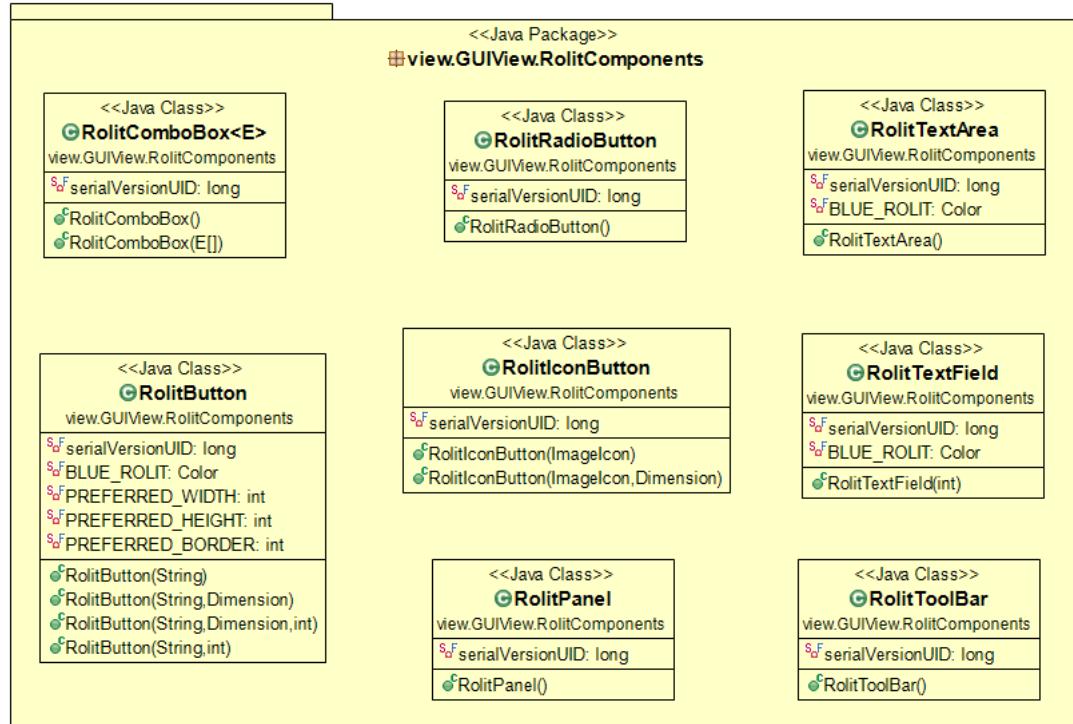
3.2 Paquete Controller

3.3 Paquete View

3.3.1 ConsoleWindow

3.3.2 GUIView

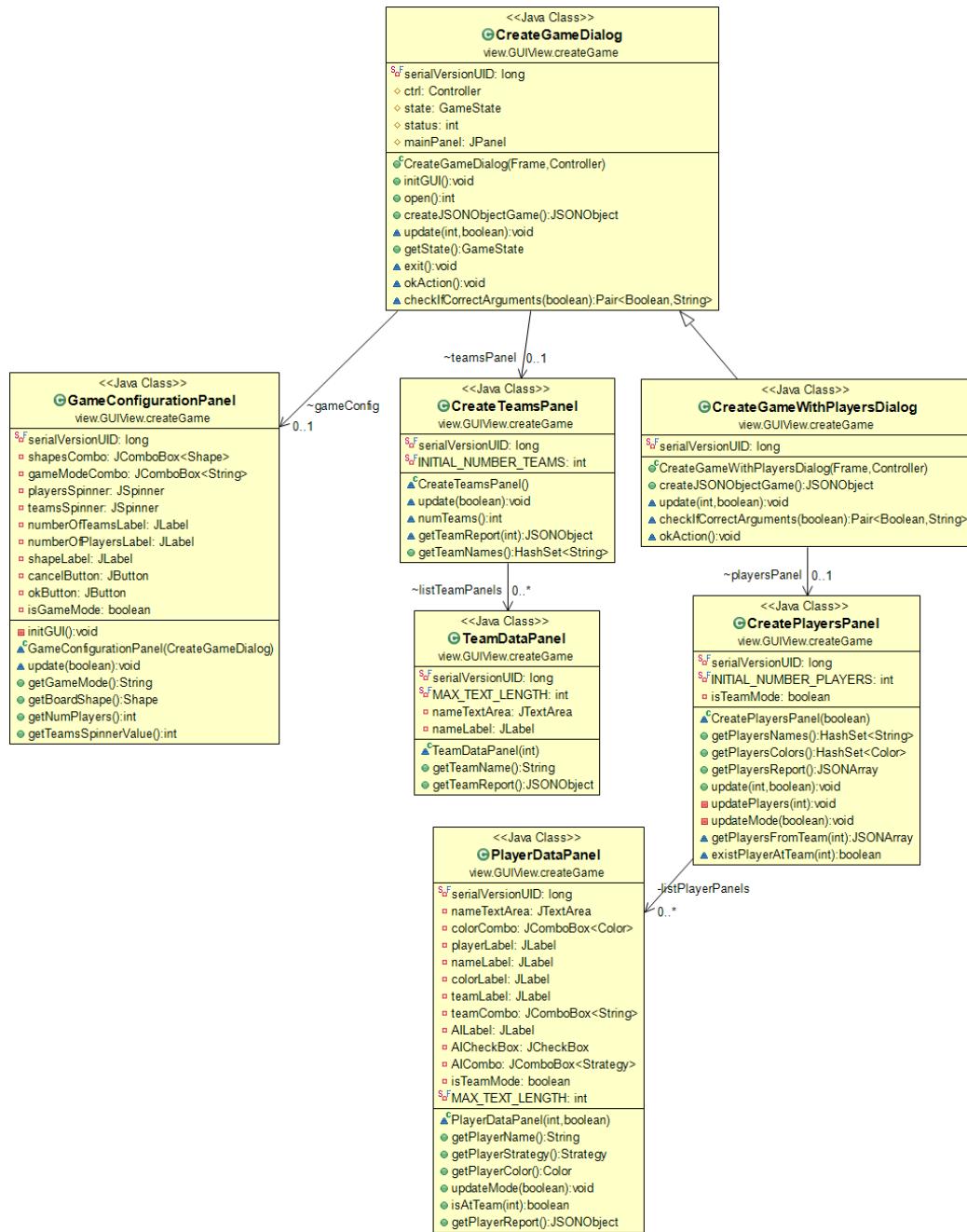
Paquete RolitComponents



El paquete `RolitComponents` está formado por un conjunto de clase que extienden a los que Java proporciona por defecto. La definición de componentes propios aporta uniformidad visual al juego, evita la repetición de código para configurar los componentes y facilita la adaptabilidad a futuros cambios.

Estos componentes siguen un mismo código visual basados en el color blanco y en el BlueRolit (#004398). Además, algunos de ellos contienen tamaños pre-determinados, aunque puede modificarse si es necesario. Este es el caso de `RolitButton`, que cuenta con varios constructores para aumentar su versatilidad.

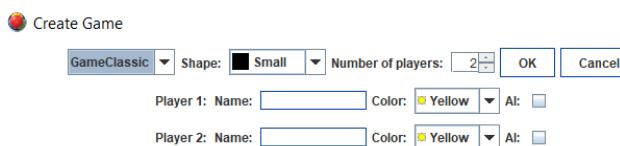
Paquete CreateGame



Esta agrupación de clases son las encargadas de visualizar y recopilar los datos necesarios para crear una partida, adaptándose a las necesidades y requerimientos del usuario. Así, tenemos dos tipos de cuadros de diálogo para pedirle al usuario la configuración de su partida.

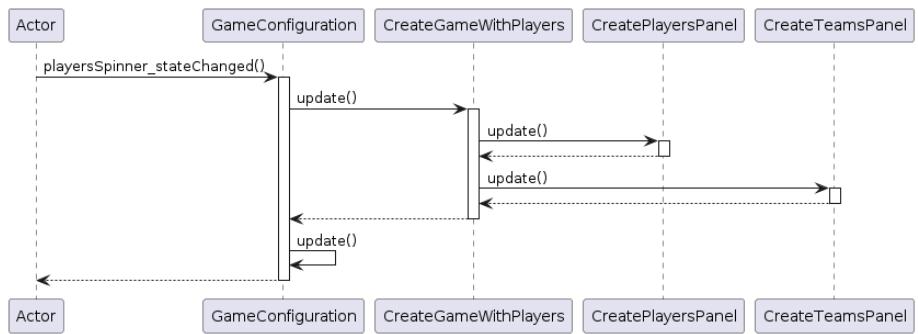
En ocasiones, el usuario optará por jugar una partida en red. La persona que hostea el servidor tan solo puede elegir las propiedades del juego, pues es cada jugador al unirse al servidor quién decide su nombre y color. En estos casos, la responsabilidad para reunir los ajustes del juego recae sobre la clase `CreateGameDialog`.

Sin embargo, cuando se juega en local, los jugadores deben introducir sus datos antes de iniciar la partida, de ahí la existencia de `CreateGameWithPlayersDialog`, que extiende a `CreateGameDialog` e incluye un panel en la parte inferior para añadir los jugadores. Dicho panel se trata de un `CreatePlayersPanel`, que es un conjunto de `PlayerDataPanel` dispuestos verticalmente.



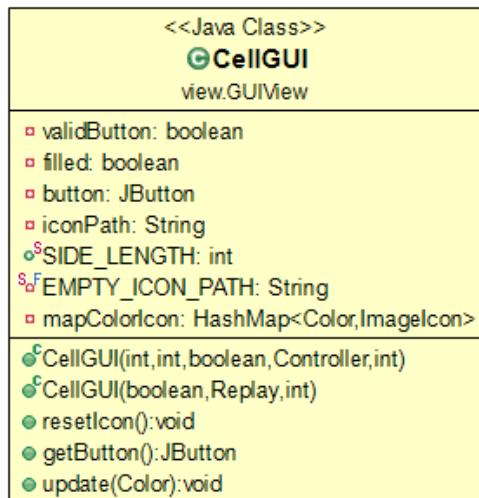
`CreateGameDialog` (arriba) vs `CreateGameWithPlayersDialog` (abajo)

Nótese que en el caso del cuadro de diálogo con jugadores, el número de participantes se decide mediante un `JSpinner` contenido en `CreateGameWithPlayersDialog`, pero el numero de paneles con la información de los jugadores se gestiona en `CreatePlayersPanel`. Para poder actualizar el número de `PlayerDataPanel` en tiempo de ejecución se utilizan los métodos `update()`.

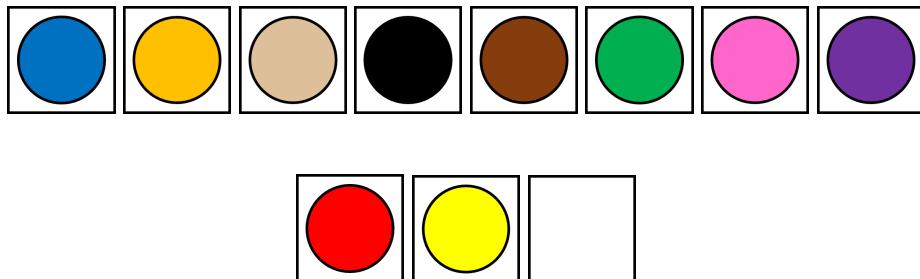


De forma análoga, ocurre con los equipos, pues el `CreateTeamsPanel` ha de mostrarse o no en pantalla dependiendo del modo de juego elegido en el `RoleComboBox`.

CellGUI

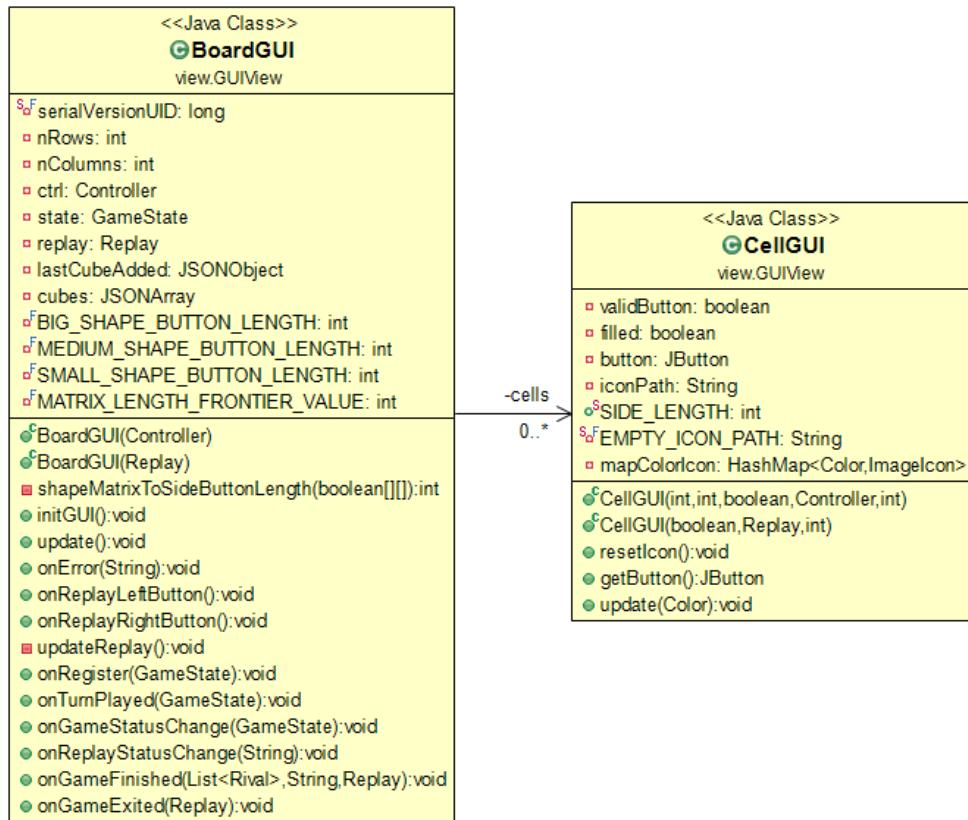


Esta clase representa una casilla del tablero, la cual puede actualizarse para dejar de estar vacía y contener un cubo de cierto color. Así, el método más relevante de esta clase es `update(Color)`, que implementa dicha funcionalidad.



Todas las posibles representaciones gráficas de CellGUI

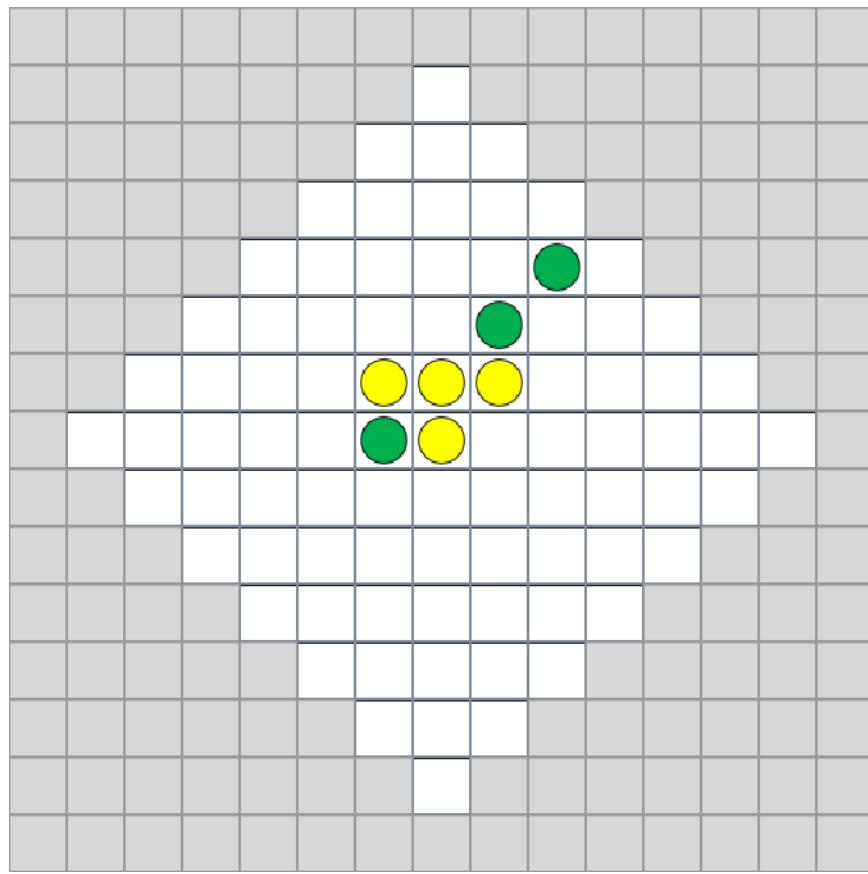
BoardGUI



BoardGUI es la clase encargada de representar el tablero visualmente y consta de un conjunto de CellGUI dispuestos en forma de cuadrado, aunque su tamaño dependerá de la forma que eliga el usuario.

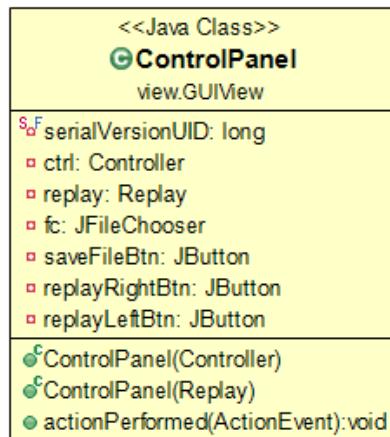
Para poder mostrar dicha forma gráficamente, se deshabilitan ciertas celdas de manera estratégica para obtener la apariencia deseada. Además, el tamaño de las celdas se adapta al tablero para evitar problemas con las dimensiones de la ventana.

La comunicación con los modelos se lleva a cabo a través del *Patrón Observador*. De esta manera, nótese que en el diagrama se muestran métodos asociados a las *replays* y otros a las partidas que permiten la correcta actualización del tablero durante la ejecución del programa.

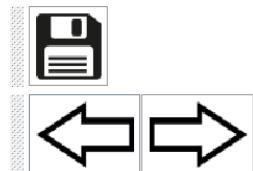


Representación gráfica de BoardGUI con forma diamante y tamaño mediano

ControlPanel

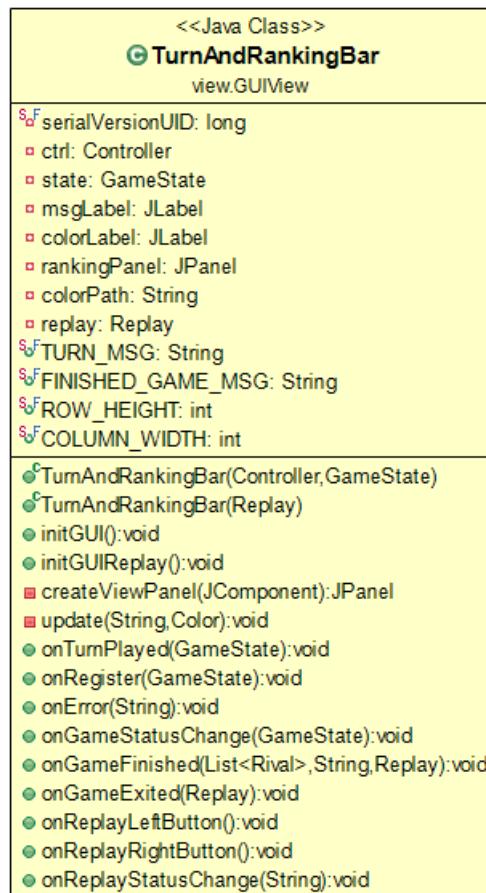


Esta clase representa una barra con herramientas básicas que se pueden utilizar durante una partida o una repetición. En el caso de las partidas contiene un botón para poder guardarla, mientras que durante las *replays* permite avanzar o retroceder en las jugadas.



ControlPanel durante una partida (arriba) vs durante una *replay* (abajo)

TurnAndRankingBar

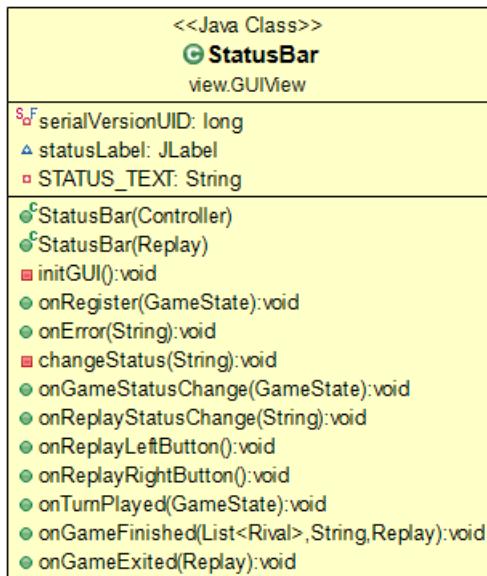


Tal y como su nombre sugiere, esta clase es un RolitPanel que se encarga de mostrar el turno y el ranking en cada instante de una partida o repetición.

Turn for Player1	GameClassic	Player1	Player2	Player3	Player4
	Score	5	2	4	1

Representación gráfica de TurnAndRankingBar durante una partida

StatusBar



La **StatusBar** es responsable de comunicar información relevante al usuario durante la ejecución del programa. Así, el modelo notifica a esta clase con un mensaje y esta se encarga de visualizarlo.

Status: Non valid position for a cube

Ejemplo de la **StatusBar** mostrando un mensaje

4 Anexo I: Reports

Cube

```
1 {
2     "color" = String,
3     "pos" = [int x, int y]
4 }
```

Board

```
1 {
2     "shape" : String,
3     "cubes": [{"color": String, "pos": [int x, int y]}, 
4                ...
5                {"color": String, "pos": [int x, int y]}]
6 }
7 }
```

Player

```
1 {
2     "name" = String,
3     "score" = int,
4     "color" = String
5 }
```

Team

```
1 {
2     "name" = String,
3     "score" = int,
4     "players" = [{"name" = String, "score" = int, "color" = String}, 
5                   ...
6                   {"name" = String, "score" = int, "color" = String}]
7 }
```

GameClassic

```
1 {
2   "type" = "GameClassic",
3   "board" = {
4     "shape" : String,
5     "cubes": [{"color": String, "pos": [int x, int y]},
6       ...
7       ,{"color": String, "pos": [int x, int y]}]
8   },
9
10  "players" = [{"name" = String, "score" = int, "color" = String},
11    ...
12    , {"name" = String, "score" = int, "color" = String}],
13
14  "turn" = String
15 }
```

GameTeams

```
1 {
2   "type" = "GameTeams",
3   "board" = {
4     "shape" : String,
5     "cubes": [{"color": String, "pos": [int x, int y]},
6       ...
7       , {"color": String, "pos": [int x, int y]}]
8   },
9
10  "players" = [{"name" = String, "score" = int, "color" = String},
11    ...
12    , {"name" = String, "score" = int, "color" = String}],
13
14  "teams" = [{"name" = String, "score" = int, "players" =
15    [{"name" = String, "score" = int, "color" = String},
16      ...
17      , {"name" = String, "score" = int, "color" = String}]},
18
19    ...
20
21    , {"name" = String, "score" = int, "players" =
22      [{"name" = String, "score" = int, "color" = String},
23        ...
24        , {"name" = String, "score" = int, "color" = String}]}
25    ],
26
27  "players" = [{"name" = String, "score" = int, "color" = String},
28    ...
29    , {"name" = String, "score" = int, "color" = String}],
30
31  "turn" = String
32 }
```

State

```
1 {
2     "command" = String,
3     "game" = game.report() //consultar arriba,
4 }
```

Replay

```
1 {
2     "states" = [{"command" = String,
3                 "game" = game.report() //consultar arriba},
4                  ...
5                  , {"command" = String,
6                      "game" = game.report() //consultar arriba}]}
7 }
```