

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Corso di
Paradigmi di Programmazione e Sviluppo
Docenti: Mirko Viroli, Roberto Casadei

Lost 'n Souls Roguelike game

Autori:

Matteo Brocca · 1005681

Alan Mancini · 1005481

Federico Mazzini · 980559

Settembre 2021

Indice

Introduzione	3
1 Processo di sviluppo adottato	4
1.1 Meeting	4
1.1.1 Sprint planning	4
1.1.2 Daily Scrum	4
1.1.3 Sprint review	5
1.1.4 Sprint retrospective	5
1.2 Divisione dei Task	5
1.3 Definition of done	5
1.4 Tool	6
2 Requisiti	7
2.1 Requisiti di business	7
2.2 Requisiti utente	7
2.3 Requisiti funzionali	8
2.4 Requisiti non funzionali	11
2.5 Requisiti di implementazione	12
3 Design architetturale	13
3.1 Paradigma Model-View-ViewModel	13
3.2 Game loop con modello ad eventi	14
3.3 Scene	15
3.4 Architettura di Model e ViewModel	15
3.5 Elementi principali del GameModel	16
3.6 Anything OOP anziché pattern ECS	17
4 Design di dettaglio	18
4.1 Pattern di progettazione	18
4.1.1 Family polymorphism	18
4.1.2 Bounded F-polymorphism	18
4.1.3 Pimp my library	18
4.1.4 Strategy	18
4.1.5 Adapter	18
4.1.6 Factory	18
4.2 Organizzazione del codice	18

5	Implementazione	20
5.1	Alan Mancini	21
5.1.1	AnythingModel e immutabilità	21
5.1.2	Macro per ridurre boilerplate code	22
5.1.3	Adapter per update di collection di Anything	23
5.1.4	AnythingView e AnythingViewModel	23
5.1.5	Nemici e comportamenti come mixin puri	25
5.2	Federico Mazzini	26
5.2.1	Dungeon	26
5.2.2	Room	27
5.2.3	Door	27
5.2.4	Prolog	27
5.2.5	Monadi	28
5.3	Matteo Brocca	29
6	Retrospettiva	30
6.1	Sprint 1 27/09 - 03/10	30
6.2	Sprint 2 04/10 - 10/10	30
6.3	Sprint 3 11/10 - 17/10	31
6.4	Sprint 4 18/10 - 24/10	31
6.5	Sprint 5 25/10 - 31/10	32
6.6	Sprint 6 01/11 - 07/11	33
6.7	Sprint 7 08/11 - 14/11	33
6.8	Sprint 8 15/11 - 21/11	35
6.9	Sprint 9 22/11 - 28/11	35

Introduzione

Il progetto scelto mira a sviluppare un single player game di genere Roguelike, ispirato al videogioco The Binding of Isaac.

Scopo del gioco, per un giocatore, è controllare un personaggio all'interno di un dungeon composto in modo procedurale da un numero finito di stanze definite in maniera procedurale. All'interno delle stanze saranno presenti in maniera casuale elementi bloccanti, nemici e oggetti. Il giocatore dovrà cercare di sconfiggere i nemici per passare alla stanza successiva e raccogliere oggetti al fine di potenziarsi o cambiare le sue caratteristiche. Una partita termina con la sconfitta del boss, un nemico unico presente all'interno del dungeon in una specifica stanza, o con la morte perenne del personaggio, dove i progressi fatti durante il gioco vengono persi.

1 Processo di sviluppo adottato

Il processo di sviluppo adottato dal team è incrementale e iterativo. Si è cercato il più possibile di attenersi al framework **Scrum**, adattato alle esigenze lavorative e scolastiche dei membri del team. Il team ha effettuato **sprint** settimanali, in modo tale da massimizzare il numero di cicli iterativi di sviluppo. Inizialmente, gli sprint hanno avuto una parte di **planning**, mentre al loro termine, una parte di **review**. Di seguito si analizza nel dettaglio il metodo utilizzato.

1.1 Meeting

Ai meeting ha sempre partecipato il team al completo. Al bisogno, Matteo ha svolto il ruolo di esperto di dominio/committente. Ogni scelta all'interno del progetto è comunque sempre stata condivisa da tutto il team.

1.1.1 Sprint planning

Lo sprint planning è svolto all'inizio di ogni Sprint ed è di fondamentale importanza in quanto permette di definire nel dettaglio i task da eseguire all'interno dello sprint e i goal per esso. Ogni sprint planning si compone di:

- Raffinamento del product backlog e identificazione dei goal per lo sprint.
- Definizione dei **Task** come unità di lavoro pratica per soddisfare i **requisiti**;
- Assegnazione dei Task ai membri del team.

Lo Sprint Planning ha una durata massima di 2 ore.

1.1.2 Daily Scrum

Durante il Daily Scrum ogni sviluppatore espone al team i seguenti punti:

- Quale lavoro ha svolto la giornata precedente;
- Quale lavoro intende svolgere nella giornata corrente;
- Eventuali possibili impedimenti per il lavoro da svolgere, e come gli altri membri del team potrebbero aiutare ad affrontare il problema.

La durata di questo incontro è al massimo di 15 minuti.

1.1.3 Sprint review

La Sprint review analizza l'iterazione appena avvenuta e si concentra sul prodotto software in sè, in particolare si discute di:

- Ispezione dell'incremento ottenuto in termini di funzionalità e risultati tangibili per il cliente
- Adattamento del Product Backlog;
- Discussione su ciò che potrebbe essere fatto nel prossimo Sprint, utile come preparazione al prossimo Sprint Planning.

Durata massima: 1 ora.

1.1.4 Sprint retrospective

La Sprint retrospective analizza l'iterazione appena avvenuta concentrandosi sul processo di sviluppo e il team, in particolare si discute di:

- Come sono stati utilizzati i tool per il team e si analizza l'andamento dei meeting
- Idee per migliorare il processo di sviluppo, in particolare i punti critici individuati al punto sopra

Durata massima: 45 minuti.

1.2 Divisione dei Task

La suddivisione dei task è su base volontaria. Questo significa che tutti i membri del team si offrono volontariamente per svolgere un determinato task, nei limiti ovviamente della totalità dei task e dei goal per lo specifico sprint. Durante il daily scrum, può essere rivista qualche decisione, se non troppo radicale.

1.3 Definition of done

Il team ha definito, come e in che modo, un task può essere definito come done e di conseguenza concluso

1. Superamento di tutti gli Scalatest
2. Codice documentato con opportuna Scaladoc
3. Code review

1.4 Tool

Il team ha individuato i seguenti strumenti per favorire un processo agile, migliorare l'efficienza e favorire l'automazione durante il processo di sviluppo

- **SBT** come strumento di build automation
- **Scalatest** per la scrittura ed esecuzione dei test automatizzati
- **GitHub** come strumento per la *continuous integration*
- **Jira** come strumento a supporto di scrum, gestione del product backlog e delle varie board di sviluppo

2 Requisiti

2.1 Requisiti di business

- Creazione di un gioco di genere Roguelike
- Possibilità di gioco su browser

2.2 Requisiti utente

Matteo Brocca in questo progetto ricopre il ruolo di esperto di dominio e committente. E' un appassionato di giochi Roguelike ma essendo troppo bravo li ha finiti tutti. Da qui l'idea di crearne uno nuovo per lui.

1. L'utente potrà
 - 1.1 avviare una nuova partita da un menu contestuale
 - 1.2 controllare con la tastiera il proprio personaggio all'interno della stanza per
 - 1.2.1 spostarsi e cambiare direzione
 - 1.2.2 sparare ai nemici che possono essere di diversa tipologia
 - 1.2.3 evitare elementi bloccanti o di disturbo se presenti
 - 1.2.4 raccogliere oggetti utili all'aumento delle sue caratteristiche
 - 1.2.5 spostarsi da una stanza all'altra attraverso delle porte
 - 1.3 visualizzare in modo continuo le sue statistiche e i suoi punti vita
 - 1.4 visualizzare in modo continuo una mappa del dungeon che indichi la sua posizione corrente
2. L'utente dovrà riuscire a
 - 2.1 distinguere visivamente nemici, oggetti e elementi di disturbo
 - 2.2 capire in che direzione si sta muovendo
 - 2.3 capire dove sta sparando
 - 2.4 capire di aver colpito un nemico
 - 2.5 capire di aver raccolto un oggetto
 - 2.6 capire qual'è la stanza del boss
 - 2.7 capire che sta fronteggiando un boss
 - 2.8 capire di aver vinto o perso una partita

2.3 Requisiti funzionali

1. Menù di gioco
 - 1.1 presenza di un tasto per avviare una nuova partita
2. Caricamento del gioco
 - 2.1 presenza di una schermata durante il caricamento degli elementi di gioco
3. Generazione del dungeon/mappa di gioco 2D in maniera casuale
 - 3.1 Durante la generazione deve essere visualizzata una schermata di attesa
 - 3.2 Un dungeon è formato da più stanze quadrate
 - 3.3 Ogni stanza è fisicamente adiacente ad almeno un'altra stanza
 - 3.4 Tra stanze adiacenti è presente una porta che le collega
 - 3.5 La disposizione delle stanze avviene favorendo forme di mappa complesse simil labirinto
 - 3.6 Una stanza è di una tipologia fra
 - 3.6.1 Vuota
 - 3.6.1.1 Stanza completamente vuota
 - 3.6.1.2 La partita comincia con il personaggio in una stanza vuota
 - 3.6.1.3 In un dungeon ci sono circa un 10% di stanze vuote
 - 3.6.2 Oggetto
 - 3.6.2.1 Contiene al centro un singolo oggetto scelto randomicamente
 - 3.6.2.2 In un dungeon ci sono circa un 15% di stanze oggetto
 - 3.6.3 Combattimento
 - 3.6.3.1 Il contenuto è generato randomicamente
 - 3.6.3.2 Contiene alcuni nemici
 - 3.6.3.3 Contiene alcuni elementi bloccanti disposti in modo da non ostruire l'accesso alle porte da parte del personaggio
 - 3.6.3.4 Le porte si chiudono quando il giocatore entra nella stanza
 - 3.6.3.5 Le porte si aprono quando il giocatore ha eliminato tutti i nemici
 - 3.6.3.6 In un dungeon ci sono circa un 75% di stanze combattimento
 - 3.6.4 Boss
 - 3.6.4.1 Contiene solamente il nemico boss
 - 3.6.4.2 Una sola nel dungeon
 - 3.6.4.3 Adiacente ad una ed una sola altra stanza

4. Scena di gioco

4.1 A video, dopo la generazione del dungeon, è visibile

4.1.1 al centro dello schermo e rappresentata con vista dall'alto solo la stanza dove è correntemente presente il personaggio

4.1.2 a sinistra della stanza l'elenco delle statistiche del personaggio

4.1.3 a sinistra della stanza una mini mappa del dungeon

4.1.3.1 Le stanze vuote e combattimento sono di colore neutro (bianco)

4.1.3.2 La stanza corrente, quelle oggetto e la stanza boss sono evidenziate con colori propri

4.2 All'interno di una stanza nemici, oggetti, elementi bloccanti e personaggio, in linea generale

4.2.1 sono vincolati a stare nei limiti del perimetro rappresentato dal pavimento

4.2.2 non possono fisicamente attraversarsi tra loro sovrapponendosi graficamente, tuttavia la parte in alto di un'entità può sovrapporsi alla parte bassa di un'altra senza generare collisione ad emulare altezze diverse

4.3 All'interno di una stanza un colpo sparato

4.3.1 è rappresentato con un cerchio colorato

4.3.2 è vincolato a stare nei limiti del perimetro rappresentato dal pavimento

4.3.3 colpisce un'entità qualsiasi non appena il primo entra in contatto con il rettangolo che graficamente racchiude interamente la seconda

4.3.4 quando colpisce qualcosa il cerchio viene sostituito da un esplosione animata

5. Personaggio controllabile con caratteristiche e punti vita

5.1 Il personaggio è caratterizzato da

5.1.1 Punti vita

5.1.2 Velocità di movimento

5.1.3 Danno

5.1.4 Rate di fuoco

5.2 Il personaggio è controllato dall'utente con la tastiera

5.2.1 L'utente può muovere il personaggio nelle quattro direzioni principali (sopra, sotto, destra, sinistra)

5.2.2 L'utente può sparare uno o più colpi verso una delle quattro direzioni principali (sopra, sotto, destra, sinistra)

5.2.3 Il personaggio può uscire dalla stanza attraverso le porte

5.3 Il personaggio è visivamente costituito da

5.3.1 Una testa orientata in modo da rappresentare la direzione di fuoco, se il personaggio non sta sparando allora è orientata nella direzione di movimento

5.3.2 Un corpo orientato ed animato in modo da rappresentare la direzione di movimento

5.4 Il personaggio infligge danno ai nemici quando un suo colpo colpisce un nemico

5.5 Il personaggio può raccogliere oggetti che modificano le sue caratteristiche

5.6 Il personaggio muore e la partita termina mostrando un messaggio "game over" quando la sua vita arriva a zero

6. Nemici con diverse caratteristiche e comportamenti

6.1 Un nemico può essere nello stato

6.1.1 Inattivo: non esegue azioni

6.1.2 Attacco: esegue azioni di attacco nei confronti del personaggio

6.1.3 Difesa: esegue azioni per difendersi dal personaggio

6.1.4 Nascosto: esegue azioni per nascondersi dal personaggio

6.2 Ogni nemico è caratterizzato da

6.2.1 Punti vita

6.2.2 Velocità di movimento

6.2.3 Danno da contatto

6.2.4 Se il nemico spara

6.2.4.1 Danno da fuoco

6.2.4.2 Rate di fuoco

6.3 Un nemico infligge danno al personaggio quando vi entra in collisione

6.4 Un nemico che spara infligge danno al personaggio quando un suo colpo vi entra in collisione

6.5 Un nemico se si muove lo fa solo all'interno di una sola stanza

6.6 Un nemico muore quando la sua vita arriva a zero, al suo posto viene visualizzata un'esplosione animata

6.7 Quattro tipologie di nemico

6.7.1 Nerve

6.7.1.1 Sta sempre nello stato di attacco

6.7.1.2 Sta immobile

- 6.7.1.3 Costituito da un corpo
- 6.7.2 Boney
 - 6.7.2.1 Sta sempre nello stato di attacco
 - 6.7.2.2 Si sposta continuamente in direzione del personaggio
 - 6.7.2.3 Costituito da testa e corpo orientati nella direzione di movimento
- 6.7.3 Mask
 - 6.7.3.1 Sta sempre nello stato di attacco
 - 6.7.3.2 Si sposta mantenendo una distanza predefinita dal personaggio
 - 6.7.3.3 Spara colpi in direzione del personaggio
 - 6.7.3.4 Costituito da una testa orientata nella direzione di fuoco
- 6.7.4 Parabite
 - 6.7.4.1 Sta 1 secondo nello stato "inattivo", poi passa allo stato di "attacco", poi allo stato "nascosto" per 2 secondi poi ricomincia da capo
 - 6.7.4.2 Quando passa da inattivo ad attacco calcola una linea retta in direzione del personaggio e la percorre velocemente
 - 6.7.4.3 Quando passa allo stato "nascosto" può essere attraversato da personaggio o altri nemici e non può essere colpito
 - 6.7.4.4 Costituito da un corpo orientato nella direzione di movimento
- 6.8 Boss
 - 6.8.1 E' un nemico speciale che se viene sconfitto la partita termina visualizzando al giocatore il messaggio "hai vinto"
 - 6.8.2 Il suo comportamento è determinato da ...
 - 6.8.3 Costituito da un corpo ...
- 7. Oggetti che il personaggio può raccogliere con diversi comportamenti
 - 7.1 A (nome dell'oggetto - cosa fa)
 - 7.2 B
 - 7.3 C

2.4 Requisiti non funzionali

1. Fluidità di gioco
 - 1.1 Il gioco non deve presentare lag o inestetismi marcati che rendano la user experience non ottimale
2. Bilanciare numero e caratteristiche dei nemici per ottenere un livello di difficoltà di gioco medio

2.1 Il gioco non deve essere troppo facile

2.1.1 Presenza di pochi nemici all'interno di una stanza

2.1.2 Presenza di oggetti che potenzino le caratteristiche del giocatore rendendo il conflitto giocatore-nemici impari

2.2 Il gioco non deve essere troppo difficile

2.2.1 Presenza di troppi nemici all'interno di una stanza

2.2.2 Presenza di oggetti che non potenzino o riducano le caratteristiche del giocatore rendendo il conflitto giocatore-nemici impari

2.5 Requisiti di implementazione

1. Implementazione mediante Scala 3

2. Implementazione mediante Prolog della generazione del dungeon, delle stanze combattimento e del comportamento del Boss

3. Testing mediante ScalaTest

4. Sviluppo del software in modo da considerare possibili future estensioni di gioco come:

4.1 Aggiunta di diversi personaggi con cui giocatore

4.2 Aggiunta di nuovi nemici e boss

4.3 Aggiunta di nuovi elementi bloccanti

4.4 Aggiunta di nuovi oggetti con diverse caratteristiche

5. Rilascio del gioco su server tramite GitHub Actions

3 Design architetturale

Di seguito vengono analizzate l'architettura complessiva dell'applicazione e le decisioni critiche riguardanti pattern architetturali e tecnologie rilevanti. Prima di pensare a qualsiasi architettura per il gioco da realizzare, ciò che si è cercato di fare è stato individuare l'engine ideale per il progetto. La scelta è ricaduta su Indigo in quanto:

- E' un framework specifico per il game development
- E' scritto in Scala 3 e favorisce lo sviluppo tramite paradigma funzionale con un approccio unidirezionale ed immutabile al flusso di dati
- Permette il gioco su browser, come da requisito di business, mediante compilazione tramite Scala.js.

I concetti chiave di Indigo che ci guidano nello sviluppo del gioco sono

- Paradigma Model, View, ViewModel
- Game loop con modello ad eventi
- Scene

3.1 Paradigma Model-View-ViewModel

Il pattern architetturale **MVVM** (Model, View, ViewModel) è una variante del famoso MVC. Obiettivo di questo pattern è quello di separare il modello dei dati dalla sua rappresentazione, tenendo entrambi puri e funzionali al loro scopo, frapponendo tra loro un elemento "ibrido", il ViewModel. Di seguito l'interpretazione sulla quale si basa Indigo e che seguiamo per lo sviluppo del nostro gioco.

Model Rappresenta il modello di gioco puro, indipendentemente dalla sua rappresentazione visuale. Esso contiene lo stato del gioco e la sua logica.

ViewModel Si interpone tra Model e View. Ha lo scopo di mantenere alcuni dati utili per la rappresentazione che tuttavia non concernono la logica di gioco, devono perciò rimanere separati e non essere inclusi all'interno del Model.

View Si occupa di offrire una rappresentazione del Model e del ViewModel a schermo. Costituisce quindi la logica di visualizzazione di questi, senza contenere però alcuno stato o logica di gioco.

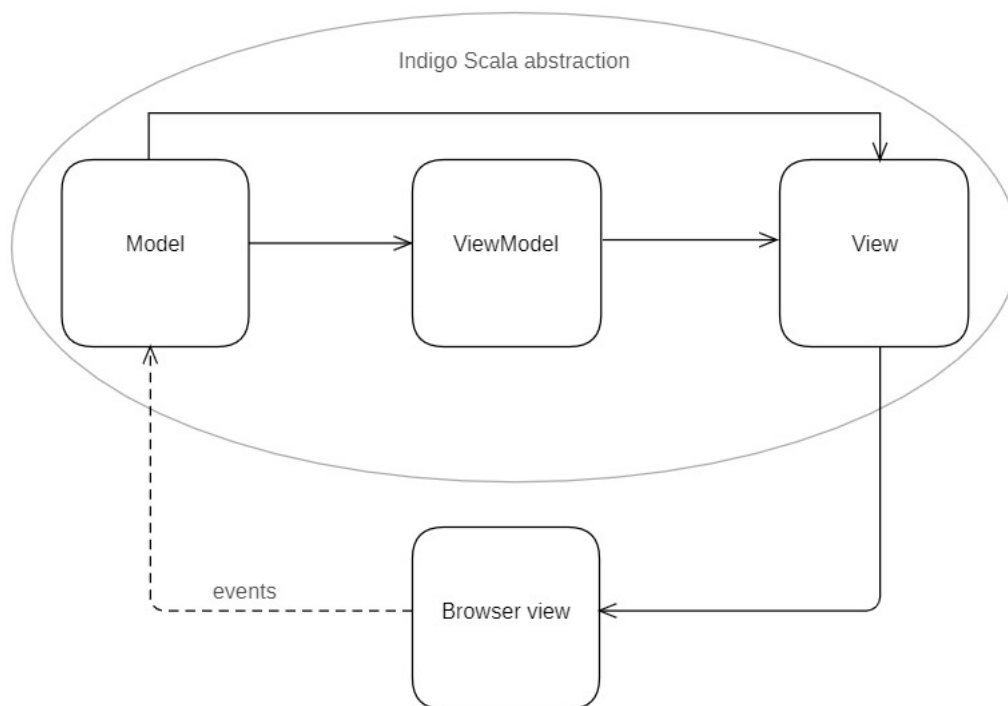


Figura 1: *Architettura Model, View, ViewModel*

3.2 Game loop con modello ad eventi

La logica di Indigo si basa su un game loop che processa, ad ogni iterazione, una coda di eventi. Ad ogni ciclo, il framework esegue le seguenti operazioni:

- Aggiunta dell'evento `FrameTick` alla coda eventi
- Per ogni evento, update del Model
- Per ogni evento, update del ViewModel
- Presentazione e rendering degli elementi a video
- Reset della coda di eventi

Il concetto di **immutabilità**, presente nel paradigma funzionale, qui si traduce non in un update di uno stato interno del modello, ma bensì nella generazione di un nuovo modello aggiornato.

Durante l'update del Model è possibile generare eventi custom che verranno processati all'iterazione successiva.

3.3 Scene

Le scene sono un modo di organizzare il codice secondo una logica di gioco ben definita. Sono un meccanismo di suddivisione che permette di individuare delle "fasi" di gioco da sviluppare in modo separato le une dalle altre. In ogni istante all'interno del gioco la scena indicata come "corrente" è abilitata all'aggiornamento del Model/ViewModel, alla gestione degli eventi in coda ed infine alla presentazione a schermo: la scena corrente può leggere e aggiornare solo i suoi dati che sono un sottoinsieme di quelli globali.

Abbiamo identificato quattro scene principali su cui andare a definire Lost 'n Souls.

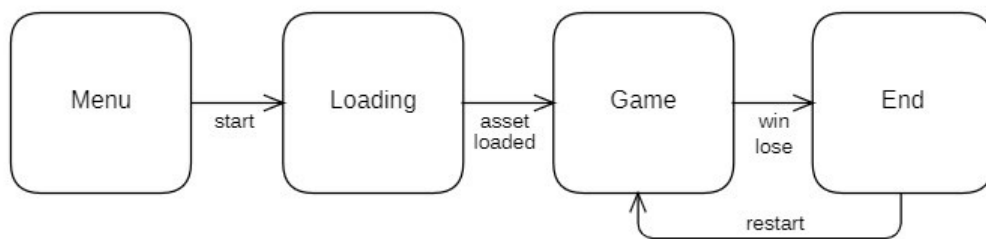


Figura 2: *Il flusso delle scene*

3.4 Architettura di Model e ViewModel

Come conseguenza della suddivisione di cui sopra, il Model principale è costituito dai singoli Model relativi a ciascuna scena. Stessa cosa vale per il ViewModel.

Da notare che una scena, per la sua presentazione a video, può non necessitare di un Model o di un ViewModel, lo stesso concetto si può estendere per una View qualsiasi la quale potrebbe basarsi solo su Model.

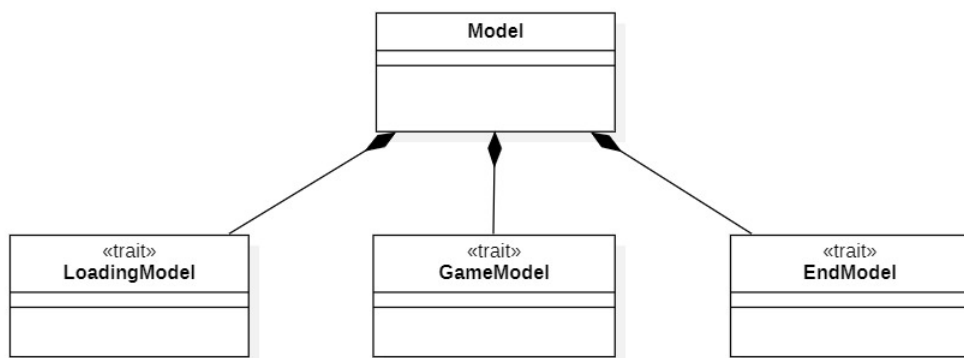


Figura 3: *Il Model*

3.5 Elementi principali del GameModel

All'interno della scena di gioco, abbiamo identificato i principali componenti:

- **Character** Personaggio controllato dal giocatore
- **Dungeon** Intera mappa di gioco nel suo complesso
- **Room** Stanza situata all'interno di una mappa di gioco
- **Anything** Una qualsiasi entità da visualizzare all'interno di una stanza: nemico, oggetto, elemento bloccante o anche lo stesso Character.

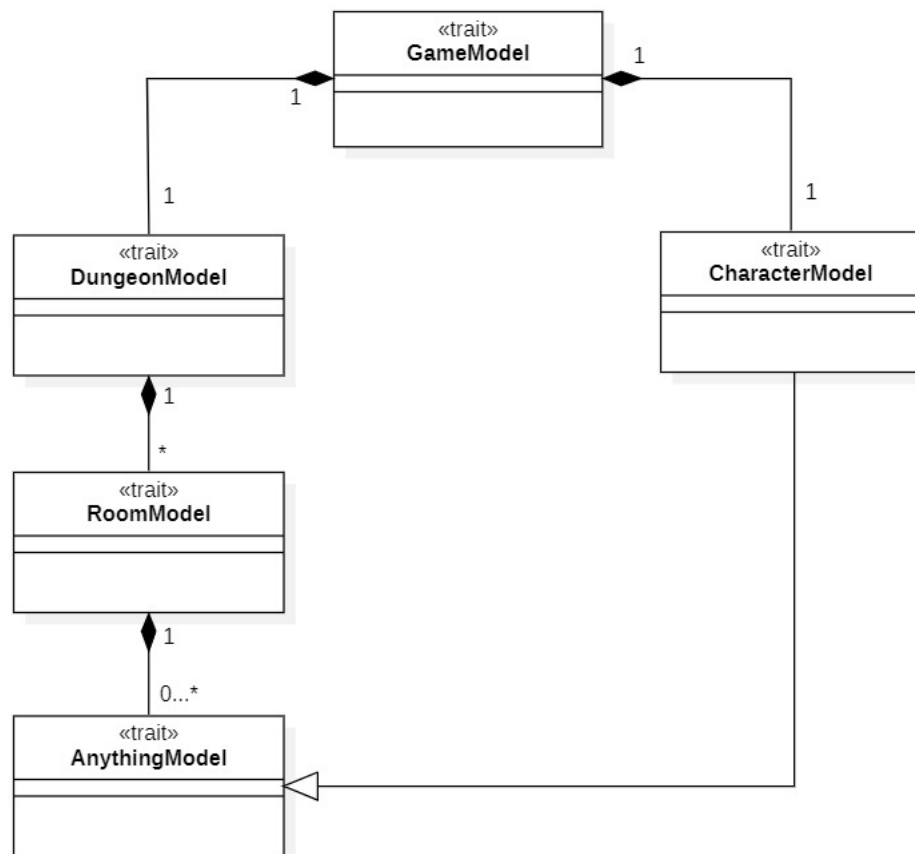


Figura 4: *Diagramma degli elementi principali del GameModel*

3.6 Anything OOP anziché pattern ECS

Per concludere la descrizione dell'architettura occorre specificare come organizzare gli oggetti presenti nel gioco, quelli che abbiamo chiamato **Anything**. Un oggetto è caratterizzato da proprietà e comportamenti comuni ad altri, ad esempio tutti gli oggetti sono posizionabili nella stanza di gioco e visualizzabili mentre alcuni di questi possono spostarsi, collidere, causare danno e così via.

Tradizionalmente molto usato nel game development è il pattern Entities-Components-Systems che prevede la sostituzione di una gerarchia di oggetti con il concetto di entità e componenti: le entità sono definite dai diversi componenti a loro associati. Alcune implementazioni di ECS definiscono i componenti come solo strutture dati mentre il comportamento è specificato nel sistema che li gestisce, quindi in stile funzionale. Questo pattern è nato per diversi motivi ma quello più banale è che, quando i linguaggi non supportano l'ereditarietà multipla, è impossibile specificare una precisa gerarchia di oggetti che soddisfi i requisiti di un gioco di una certa complessità, o comunque questa gerarchia sarebbe molto profonda e poco flessibile a future estensioni.

Quello vogliamo fare in questo progetto è sfruttare appieno le potenzialità in ambito **OOP** che ci offre Scala, il quale ci permette tramite i **mix-ins** di appiattire la gerarchia ed ottenere la flessibilità richiesta dal problema. Quindi abbiamo appositamente scelto il nome Anything in sostituzione al classico Entity per specificare che non stiamo applicando il pattern ECS, un sottotipo di Anything rappresenta una nostra entità che può essere mixata con altri tratti per ottenere nuove proprietà e comportamenti.

Visto l'impiego del pattern MVVM, occorre inoltre tenere ben presente che un Anything deve essere in realtà codificato in tre parti ben distinte Model-View-Model-View ciascuna sottotipo rispettivamente di **AnythingModel**, **AnythingViewModel** e **AnythingView** e ciascuna eventualmente mixata come descritto precedentemente. Inoltre è da specificare che ogni oggetto in gioco è costituito sempre da un Model e una View ma quest'ultima potrebbe non necessitare di un ViewModel.

Il Model di un oggetto come comportamento base deve reagire alle richieste di aggiornamento che avvengono ad ogni iterazione del game loop: questa richiesta deve essere propagata a tutta la catena di ereditarietà e ai vari oggetti mixati ed infine restituire un nuovo Model aggiornato. Sebbene gran parte del comportamento e della logica di gioco è così incapsulata nei Model degli oggetti, dovremmo comunque elaborare dei sistemi che avranno una visione globale gestendo l'interazione tra diversi Model, come un sistema per controllare le collisioni tra oggetti.

Per concludere, la nostra soluzione OO non è la migliore soluzione possibile per lo sviluppo di un gioco. Il pattern ECS ha vantaggi prestazionali riconosciuti sia in termini di utilizzo CPU (meno calls per l'aggiornamento degli oggetti) che di ottimizzazione dell'utilizzo della memoria (data-oriented design), tuttavia a fini didattici vogliamo sperimentare elementi di Scala OOP avanzati.

4 Design di dettaglio

Design di dettaglio (scelte rilevanti, pattern di progettazione, organizzazione del codice – corredato da pochi ma efficaci diagrammi)

4.1 Pattern di progettazione

4.1.1 Family polymorphism

4.1.2 Bounded F-polymorphism

4.1.3 Pimp my library

4.1.4 Strategy

4.1.5 Adapter

4.1.6 Factory

4.2 Organizzazione del codice

Il codice è stato organizzato in packages. Questi, seguono la suddivisione in scene dell'applicativo. Al loro interno, si può ritrovare una suddivisione in Model, View, ViewModel e Componenti. Il package Core invece, contiene le parti basilare a cui il resto del sistema fa riferimento.

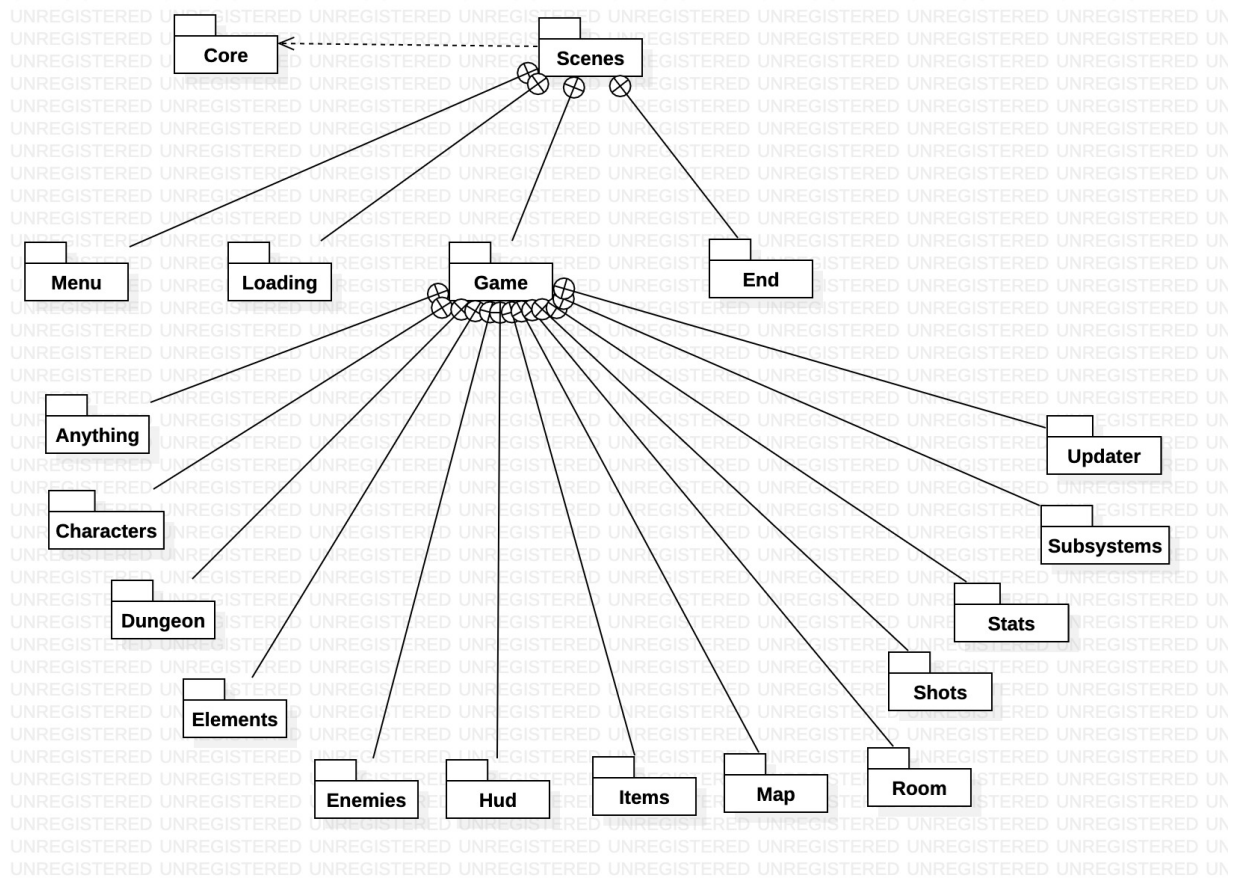


Figura 5: *Package Diagram del sistema(da modificare con versione pro di staruml)*

5 Implementazione

Di seguito vengono analizzati per ogni membro del team gli aspetti implementativi più significativi del sistema.

5.1 Alan Mancini

Durante il corso del progetto mi sono occupato di studiare ed implementare:

- AnythingModel con alcuni suoi sottotipi come DynamicModel e AliveModel e sperimentazione del workflow per consentire mixin/estensione e l'update del Model immutabile
- Macro per ridurre il boilerplate code quando si estende un AnythingModel
- Adapter per semplificare l'update di un insieme di Anything
- AnythingView e AnythingViewModel di base e sperimentazione del workflow derivante
- Nemici per quanto concerne Model ed i loro comportamenti riutilizzabili
- Servizio Prolog come sottosistema di Indigo, integrazione di TauProlog e interfacciamento grazie a Scala.js, ed infine client per consultazioni da parte del gioco
- Generazione del dungeon randomica con Prolog
- Visualizzazione mini-mappa del dungeon

5.1.1 AnythingModel e immutabilità

Per quanto riguarda il trait AnythingModel e suoi trait sottotipi/mixins il problema è quello di consentire l'update dello stesso nel contesto dell'immutabilità ritornando quindi una **copia aggiornata di se stesso e del tipo corrente**. Scala infatti attualmente non dispone di un sistema per copiare un oggetto aggiornando solo alcune sue proprietà, se non riapplicando il costruttore creando un nuovo oggetto o utilizzando il metodo copy di una case class, ma a partire da un trait base non si conosce ancora quale classe/case class lo estenderà. Una tecnica che potrebbe sembrare idonea è l'utilizzo di un self-type richiedendo un tipo anonimo che implementi un metodo copy, ma occorrerebbe specificare tutti i suoi argomenti e questi non si conoscono in quanto dipendono dalla classe finale e come questa viene mixata.

Sebbene una soluzione consigliata è quella di impiegare polimorfismo ad-hoc con typeclass, abbiamo riscontrato che nel nostro caso volendo mantenere il mixing degli oggetti questo pattern non è facilmente applicabile.

La soluzione trovata è quindi quella di applicare il pattern **F-Bounded Polymorphism** con type-member.

```
trait AnythingModel {  
  type Model >: this.type <: AnythingModel  
  
  val id: AnythingId  
  val view: () => AnythingView[Model, _]
```

```

...
def update(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): Outcome[Model] =
  Outcome(this)
}

trait DynamicModel extends AnythingModel with StatsModel {
  type Model >: this.type <: DynamicModel

  val speed: Vector2
  val collisionDetected: Boolean

  def withDynamic(boundingBox: BoundingBox, speed: Vector2, collisionDetected: Boolean): Model

  override def update(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): Outcome[Model] =
    for {
      superObj <- super.update(context)(gameContext)
      (newSpeed, newPosition) = computeMove(context)(gameContext)
      boundLocation          = gameContext.room.boundPosition(newPosition)
      newObj = superObj
        .withDynamic(boundLocation, newSpeed, boundLocation.position != newPosition.position)
        .asInstanceOf[Model]
    } yield newObj
}

```

Da notare la necessità di un cast a `Model` in quanto il compilatore Scala non riconosce che il type member di ritorno è lo stesso definito poco sopra: questo cast comunque è legittimo e sicuro.

Cambiando argomento, per concludere la descrizione dei `AnythingModel` ho applicato il pattern **Pimp My Library** al fine di estendere le funzionalità di `Double` in modo da ottenere un `Timer`, utilizzato poi in diversi `Model`

```

type Timer = Double
extension (timer: Timer)
  def elapsed(time: Double): Timer = timer match {
    case 0 => 0
    case x if x - time > 0 => x - time
    case - => 0
  }

```

Infine ho utilizzato il **pattern Adapter** per trasformare implicitamente `Vector2` in `Vertex`, due modi di Indigo per gestire i vettori secondo me ridondanti e per questo abbiamo deciso di utilizzarne uno solo nei nostri `Model`

```

given Conversion[Vector2, Vertex] with
  def apply(v: Vector2): Vertex = Vertex(v.x, v.y)

```

Design

Per concludere la descrizione di `Anything`: ogni `Model` viene creato specificando la sua `View` (factories as functions in linea con il **pattern strategy**) in modo tale che, quando una collezione di oggetti viene renderizzata, non è necessario fare type-match e indicare la corretta `View` da utilizzare in base al `Model`.

5.1.2 Macro per ridurre boilerplate code

Quando si definisce il `Model` di un oggetto di gioco che mixa diversi comportamenti è necessario implementare altrettanti metodi del tipo `with-Comportamento` in modo da

permettere la sua copia aggiornata.

```
|| def withDynamic(x,y,z) = copy(x=x,y=y,z=z);
```

Per questo ho cercato un modo per generare in automatico questi metodi per una case class qualsiasi e l'unico sistema era scrivere una macro attivata da una annotation, ma Scala 3 al momento non supporta questa soluzione possibile su Scala 2.

Quindi ho implementato la **copyMacro** che consente di eseguire il metodo copy con come argomenti quelli dello scope dove viene attivata la macro, sfruttando le potenzialità della ancora non documentata Scala Reflection API.

```
|| def withDynamic(x,y,z) = copyMacro
```

5.1.3 Adapter per update di collection di Anything

Quando si esegue l'update di una collezione di oggetti AnythingModel o AnythingViewModel ad esempio Map[AnythingId, AnythingModel] si ottiene una Map[AnythingId, Outcome[AnythingModel]] ma quello che occorre è ottenere la Map originale unendo le Outcome e gli eventi contenuti da ciascuna.

```
|| anything.map((id, any) => id -> any.update(context)(GameContext(this, character)))
```

Per comodità ho applicato il **pattern Adapter** fornendo un apposito convertitore implicito, di seguito quello per AnythingViewModel.

```
|| given Conversion[Map[AnythingId, Outcome[AnythingViewModel[_]]], Outcome[Map[AnythingId, AnythingViewModel[_]]]] with
||   def apply(set: Map[AnythingId, Outcome[AnythingViewModel[_]]]): Outcome[Map[AnythingId, AnythingViewModel[_]]] =
||     set.foldLeft(Outcome[Map[AnythingId, AnythingViewModel[_]]]())((acc, el) =>
||       acc.merge[AnythingViewModel[_], Map[AnythingId, AnythingViewModel[_]]](el._2)((set, el2) => set
||         + (el._1 -> el2))
||     )
```

5.1.4 AnythingView e AnythingViewModel

Come scelta di design stabiliamo che

- Una View e un ViewModel devono essere progettati per uno specifico Model.
- Un ViewModel potrebbe essere usato da diverse View
- Una View potrebbe non necessitare di un ViewModel
- Un Model potrebbe disporre di diverse View ma sua istanza ne utilizza una

Per la View abbiamo adottato il pattern **Family Polymorphism** definendo al suo interno i type member astratti Model e ViewModel che vengono concretizzati dai sotto-tipi della View. Nella versione finale tuttavia i due tipi interni vengono collegati a dei parametri generici in quanto abbiamo trovato che questa soluzione

- ci offre tutti i vantaggi di avere dei type member come la pulizia del codice o la possibilità di usare path-dependent types
- ci ha dato meno problemi di type inference
- ci consente di risolvere il problema di type test runtime su tipi astratti (descritto di seguito)
- a nostro avviso è più espressiva per indicare cosa richiede una View

```

trait AnythingView[M <: AnythingModel: Typeable, VM <: AnythingViewModel[M] | Unit: Typeable] {
  type Model = M
  type ViewModel = VM

  def viewModel(id: AnythingId) => ViewModel

  protected def view(context: FrameContext[StartupData], model: Model, viewModel: ViewModel): View
  ...

  def draw(context: FrameContext[StartupData], model: Model, viewModel: ViewModel): Group =
    view(context, model, viewModel)
      .moveTo(model.getPosition())
      .moveBy(Assets.Rooms.wallSize, Assets.Rooms.wallSize)
      .withDepth(depth(model))

  @targetName("anyDraw")
  def draw(context: FrameContext[StartupData], model: AnythingModel, viewModel: AnythingViewModel[_] |
    Unit): Group =
    (model, viewModel) match {
      case (m: Model, vm: ViewModel) => draw(context, m, vm)
      case _ => Group()
    }
}

```

Da notare il context bound **Typeable** (alias di `TypeTest[Any,T]`) che importa ed abilita gli impliciti `TypeTest[Any,M]` e `TypeTest[Any,VM]` i quali ci permettono in modo molto veloce, pulito e sicuro di eseguire una draw dato un Model o ViewModel non correttamente tipati. Il problema che avevamo nella visualizzazione degli Anything era che, data una loro collezione, non è possibile ottenere un suo singolo elemento tipato correttamente in modo automatico, quindi l'unica soluzione trovata prevedeva di fare pericolosi type cast. Nel codice sotto ad esempio il Model genera la View sulla quale viene eseguita una draw: il Model passato alla draw non veniva riconosciuto dal compilatore del tipo richiesto e soprattutto il ViewModel cercato nell'altra collezione viene ovviamente tipato in modo generico. Ho quindi pensato di invertire il problema permettendo al metodo draw della View di accettare un qualsiasi Model o ViewModel in modo sicuro eseguendo un **type check del tipo a runtime** verificando che questo corrisponda ai type member specificati. Il TypeTest interviene implicitamente durante il match con i type Member della View.

```

def anythingView(context: FrameContext[StartupData], model: RoomModel, viewModel: RoomViewModel):
  Group =
    model.anythings.foldLeft(Group())((s1, s2) =>
      s1.addChild(
        s2._2
          .view()
          .draw(
            context,
            s2._2,

```

```

viewModel.anythings
  .get(s2._2.id)
  .getOrElse[AnythingViewModel[_] | Unit]()
)
)
)

```

Lo stesso pattern **Family Polymorphism** e l'utilizzo di **Typeable** sono presenti anche in **AnythingViewModel** che al suo interno definisce il type member **Model** e dove il suo metodo **update** richiede in input un oggetto di tipo **Model** generalmente ottenuto da una collezione mista.

5.1.5 Nemici e comportamenti come mixin puri

Design

Per quanto riguarda i nemici abbiamo pensato ad un mini framework che consenta la creazione rapida di nuovi nemici in modo da soddisfare i requisiti di possibili future espansioni. A tale scopo un **EnemyModel** dispone di una coda di stati temporizzati che vengono processati uno dopo l'altro: questo permette la realizzazione di nemici che eseguono una sequenza di azioni. Sono stati definiti dei comportamenti mixabili elementari come:

- **Follower**: un nemico che insegue il character
- **FiresContinuosly**: un nemico che spara in continuazione nella direzione del character
- **KeepsAway**: un nemico che si mantiene a distanza dal giocatore
- **Traveller**: un nemico che segue un percorso indicato da una sequenza di punti

Implementazione

Per quanto riguarda il mini framework per lo sviluppo di nemici ho applicato il pattern **Pimp My Library** al fine di creare un **mini DSL** per generare la coda di stati a partire da due di essi

```

|| extension (s1: EnemyStatus) def :+(s2: EnemyStatus): Queue[EnemyStatus] = Queue(s1, s2)

```

Circa i comportamenti dei nemici, ho impiegato i **Self-types** anzichè ereditare realizzando così dei mixin "puri" in modo da esprimere il concetto che sono delle strategie "aggiuntive" da utilizzare durante lo sviluppo di un nemico

```

|| trait Follower { this: EnemyModel with DynamicModel =>
  def computeSpeed(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): Vector2 =
    status.head match {
      case (EnemyState.Attacking, _) =>
        (gameContext.character.getPosition() - getPosition()).normalise * MaxSpeed @@ stats
      case _ => Vector2.zero
    }
}

```

5.2 Federico Mazzini

Durante il corso del progetto mi sono occupato di differenti parti all'interno di esso, tra cui, in ordine:

- Scena di loading e caricamento degli asset
- Il Dungeon, dal modello alla sua integrazione con le altre componenti (ad eccezione dell'algoritmo Prolog per la sua generazione)
- Le stanze di gioco, la loro tipologia, i diversi comportamenti e la gestione degli Anything interni
- Le porte e il passaggio da una stanza all'altra
- Definizione e visualizzazione di elementi bloccanti
- Disposizione, mediante Prolog, di nemici ed elementi bloccanti all'interno delle stanze
- Sistema delle collisioni e di Bounding degli elementi interni alla stanza
- Scena finale e relativa verifica di avvenuta vittoria/sconfitta

5.2.1 Dungeon

Per quanto riguarda il Dungeon, ho cercato di fornire un'implementazione basilare del modello e delle sue funzioni principali. In particolare ho immaginato la mappa come una griglia, composta da una collezione di elementi in posizioni [X,Y]. Questi elementi sarebbero poi diventate le stanze all'interno del Dungeon effettivo, ma per la generazione, è stato utile ridurli a semplici "tipi", da definire successivamente, perciò ho messo in pratica il pattern **Family Polimorphism**.

```
type Position = (Int, Int)
trait Grid {
  type Room
  val content: Map[Position, Room]
  val initialRoom: Position
}
```

Il type Room è stato ridefinito in due case class, la prima è stata utilizzata durante la generazione del dungeon, prima di generare gli elementi interni alla stanza. In questo caso Room è stato associato ad un semplice enum descrivente il tipo di room.

La seconda volta invece, è stato definito per il vero Dungeon, già generato e con elementi all'interno, in cui il type Room è stato effettivamente associato al vero e completo modello della stanza.

5.2.2 Room

Come già descritto, le stanze sono di diverso tipo, Empty, Arena, Item e Boss. Per modellare questi concetti ho definito un trait base il quale contiene la maggior parte dei comportamenti ma lascia il resto alle classi specializzate. Una room, qualsiasi, è caratterizzata da un insieme di porte (link ad altre room), una collezione di Anything e un area di gioco in cui gli elementi si muovono. Avendo lavorato con strutture dati immutabili, ho cercato di fornire più metodi possibili per la modifica di una Room, intesa come creazione di un nuovo modello con la modifica specificata. Per evitare ripetizioni di codice, la funzione generale sfrutta le **Higher Order Function** e mette in campo il pattern **strategy**.

```
def updateAnythings
  (updateFunc: Map[AnythingId, AnythingModel] => Outcome[Map[AnythingId, AnythingModel]])
  : Outcome[RoomModel] =
  for (updatedAnythings <- updateFunc(anythings))
  yield this match {
    case room: EmptyRoom =>
      room.copy(anythings = updatedAnythings)
    case room: ItemRoom =>
      room.copy(anythings = updatedAnythings)
    case room: ArenaRoom =>
      room.copy(anythings = updatedAnythings)
    case room: BossRoom =>
      room.copy(anythings = updatedAnythings)
    case _ => this
  }
```

Ho sfruttato questa funzione in molte altre adibite alla modifica degli Anything interni di una room, come ad esempio

```
def addShot(shot: ShotModel): Outcome[RoomModel] =
  updateAnythings(anythings =>
    Outcome(anythings + (shot.id -> shot)))
```

5.2.3 Door

Per quanto riguarda le porte, ho cercato di rimanere il più fedele possibile allo stile funzionale. Ho perciò definito un tipo Location e un tipo State, i quali insieme vanno a comporre una porta. Ho creato un object per permettermi di definire e modificare una Door, ma ciò che nella pratica ho utilizzato sono le **Extension** e le **Conversion** di scala 3 (impliciti precedentemente). In questo modo, è possibile definire una collezione di porte per una stanza nel seguente modo:

```
|| (Left -> Open) :+ (Right -> Open) :+ (Above -> Lock)
```

5.2.4 Prolog

Ho utilizzato il prolog per la definizione di un "area di gioco" e un "area elementi" all'interno delle stanze. Ho immaginato come il pavimento di una stanza fosse una griglia. Ho generato, aiutandomi con una findall, la griglia e, in base alle porte della

stanza, un'area di gioco di dimensione variabile che comprendesse le porte. Ciò che non rientrava nell'area di gioco è stato classificato come area elementi. Utilizzare il Prolog in questa situazione è stato molto utile per la natura "esplorativa" di esso, la quale mi ha permesso di calcolare facilmente le aree. Di contro, l'algoritmo da me sviluppato è relativamente lento considerando il resto del sistema.

5.2.5 Monadi

All'interno del progetto è stata utilizzata la struttura monadica Outcome propria di Indigo. Attraverso essa è stato possibile wrappare l'intero modello o sottoparti di esso, concatenando diverse modifiche al modello senza avere side effect. Per lavorare con questa monade, ho utilizzato spesso la **for comprehension** di Scala. Di seguito un esempio, riguardante l'intera catena di update del modello di gioco.

```
for {  
  updatedCharacter <- model.updateCharacter(c => character.update(context)(gameContext))  
  updatedRoom      <- updatedCharacter.updateCurrentRoom(r => model.currentRoom.update(context)(  
    character))  
  withPassage      <- updatedRoom.updateWithPassage  
  withStats        <- withPassage.updateStatsAfterCollision(context)  
  withMovements    <- withStats.updateMovementAfterCollision  
} yield withMovements
```

5.3 Matteo Brocca

ciao

6 Retrospettiva

6.1 Sprint 1 27/09 - 03/10

Epic Visualizzare il personaggio a schermo

Il primo sprint è stato prevalentemente organizzativo ed è stato focalizzato sulla scelta e il setup degli strumenti, la definizione del processo di sviluppo e il design architetturale. In particolare si è scelto di lavorare con il framework Indigo e si è studiata la sua documentazione, al fine di comprendere come organizzare il codice e poter definire l'architettura generale del gioco. Era previsto anche il setup della CI/CD, abbiamo deciso però di spostarla nella seconda sprint, la quale sarà orientata a implementare la struttura base e produrre la prima schermata di gioco.



Figura 6: *Grafico Burn-down primo sprint*

6.2 Sprint 2 04/10 - 10/10

Epic Visualizzare il personaggio a schermo

Nel secondo sprint abbiamo effettuato il setup dell'architettura includendo Indigo, al fine di visualizzare il menu di avvio, il loading e permettere all'utente di visualizzare il proprio personaggio all'interno di una stanza vuota. Abbiamo inoltre abilitato la continuous integration. Siamo così giunti all'obiettivo dell'epic. In questa sprint, abbiamo fatto i primi passi con l'engine Indigo, confrontandoci costantemente in modo da sperimentare insieme il suo utilizzo. Questo ci ha permesso di allineare la nostra conoscenza a riguardo e definire una modalità operativa per le future sprint. Non siamo riusciti a completare la visualizzazione del personaggio in quanto ci siamo resi conto di dover

impostare meglio il modello generale al fine di realizzare una struttura a componenti che funzioni con Indigo.



Figura 7: *Grafico Burn-down secondo sprint*

6.3 Sprint 3 11/10 - 17/10

Il terzo sprint è stato dedicato al affinamento del personaggio aggiungendo animazioni e vincolandolo all'interno dei confini della stanza. Questo ha richiesto di approfondire lo studio di Indigo riguardo le animazioni e rifattorizzare la stanza, le sue proprietà e la sua logica. Oltre a questo è stata rivista la gerarchia di classi che supportano il personaggio e che sarà alla base di tutti gli elementi presenti dentro alla stanza (nemici, oggetti, elementi bloccanti). Infine, con lo studio di un workflow di test per Indigo, ci siamo predisposti per uno sviluppo TDD che avverrà dalle prossime sprint.

6.4 Sprint 4 18/10 - 24/10

Il quarto sprint è stato incentrato principalmente sul dungeon e sulla feature dello sparo per il personaggio controllato dall'utente. In particolare, per quanto riguarda il dungeon, è stata implementata la generazione tramite prolog e, inoltre, la possibilità di navigare tra le stanze attraverso l'uso di porte. Essendo Indigo basato su Scala.js abbiamo integrato un engine Prolog scritto in javascript e creato un'interfaccia in Scala per interagirci.

Nella prossima sprint, sarà necessario un refactor e una forte integrazione tra le parti sviluppate individualmente dai diversi componenti del team.

Data - 11 ottobre 2021 - 17 ottobre 2021

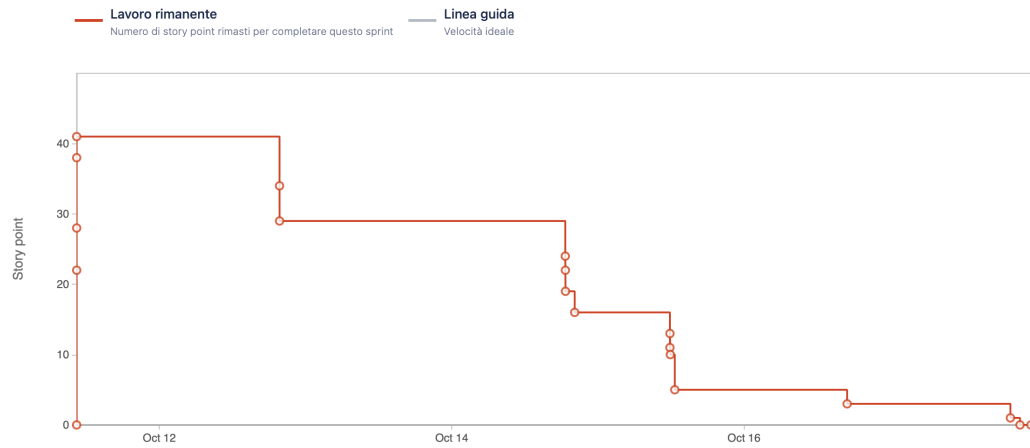


Figura 8: *Grafico Burn-down terzo sprint*

Data - 18 ottobre 2021 - 24 ottobre 2021

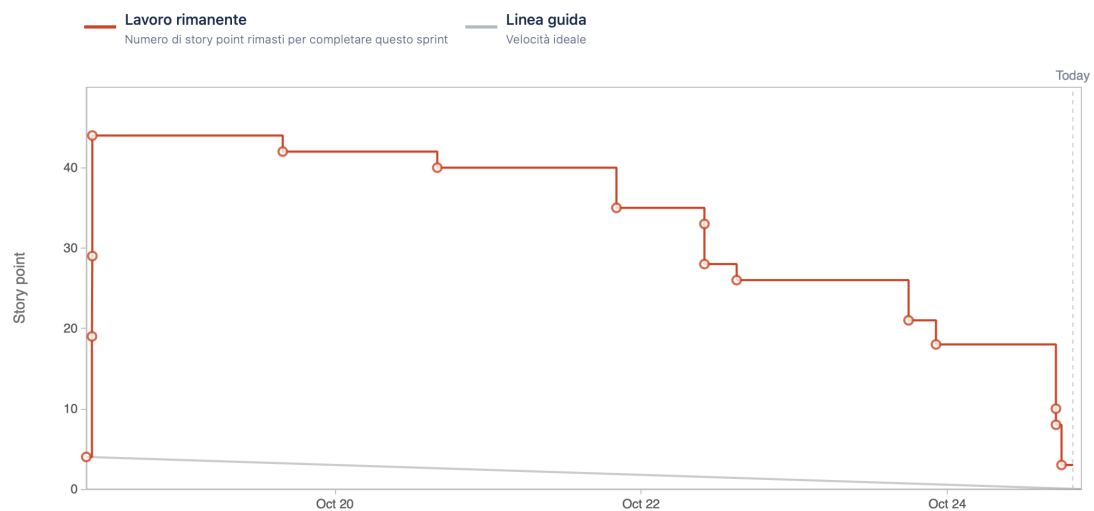


Figura 9: *Grafico Burn-down quarto sprint*

6.5 Sprint 5 25/10 - 31/10

Il quinto sprint è stato dedicato al refactor di diversi sezioni dell'applicativo, per permettere, nelle prossime sprint, di implementare in maniera più semplice le feature rimanenti. In particolare, Alan si è occupato dell'interazione Scala Prolog, in modo tale da poter utilizzare il Prolog anche per la generazione degli elementi delle stanze. Federico invece si è occupato delle Room, in modo da poter implementare le collisioni tra oggetti in ma-

niera corretta nella prossima sprint. A livello di feature, all'interno di questa sprint si è dotato l'applicativo di una vera generazione casuale del dungeon e Matteo si è dedicato a dotare il personaggio di caratteristiche migliorabili. In questa sprint volevamo offrire più valore al committente, ma abbiamo riscontrato problemi con i test in quanto lavorando con Scala3, ScalaJS e Indigo siamo stati vincolati nella scelta dei framework di test da utilizzare. In particolare al momento non è possibile abilitare il Coverage.

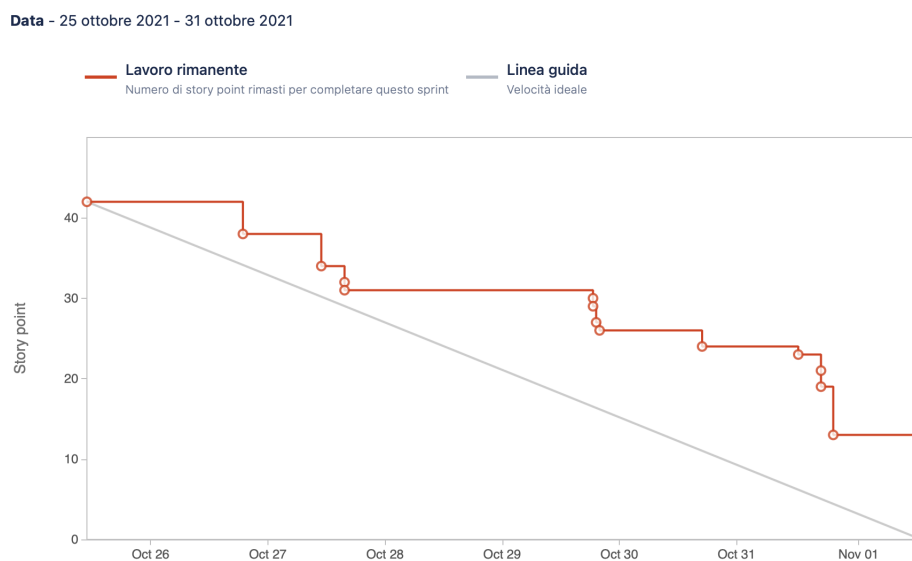


Figura 10: *Grafico Burn-down quinto sprint*

6.6 Sprint 6 01/11 - 07/11

Il sesto sprint è stato incentrato nel creare le dinamiche di gioco, tra cui la rilevazione delle collisioni tra gli elementi, la creazione di diversi nemici con diversi comportamenti e statiche, la visualizzazione dello stato del personaggio. Durante lo sprint planning abbiamo sottostimato l'effort richiesto per l'inserimento degli elementi bloccanti, anche considerando l'utilizzo del Prolog per la loro disposizione, questo richiede una nuova sprint per essere portato a termine. Un altro imprevisto è stato il dover gestire il view model per i nemici, il tutto dovuto anche a dei limiti di Indigo, il quale non è ancora maturo a livello di engine. Anche quest'ultima parte va rifattorizzata nel prossimo sprint.

6.7 Sprint 7 08/11 - 14/11

Il settimo sprint è stato dedicato al refinement di alcuni punti degli sprint precedenti e all'introduzione di nuove feature, tra cui lo sviluppo ulteriore delle dinamiche di gioco

Data - 1 novembre 2021 - 7 novembre 2021

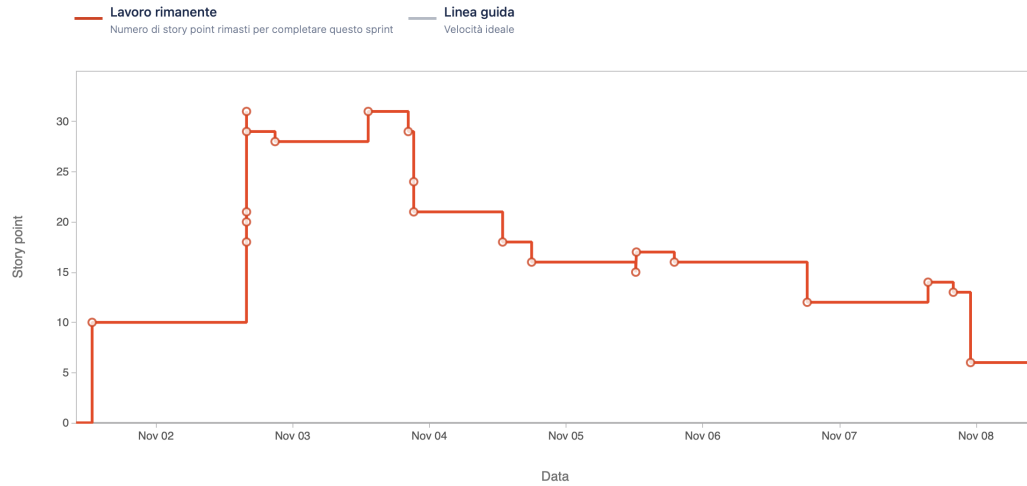


Figura 11: *Grafico Burn-down sesto sprint*

e d'interazione tra il personaggio e i nemici. Si è quindi sviluppato un modello per le statistiche di qualsiasi elemento "Alive" e un modello di individuazione e gestione delle collisioni. Per quanto riguarda i refinement invece, si è ripensato all'interazione tra Model, View e ViewModel, rifattorizzando l'architettura. Durante questa sprint non si è ancora riusciti a concludere il posizionamento degli elementi bloccanti in Prolog per via dello sviluppo di altre feature più prioritarie.

Data - 8 novembre 2021 - 13 novembre 2021



Figura 12: *Grafico Burn-down settimo sprint*

6.8 Sprint 8 15/11 - 21/11

A livello di feature, sono stati aggiunti alcuni elementi di valore per il gioco. In particolare, si è dotata la schermata di gioco di una minimappa, in modo tale che l'utente possa visualizzare a video la sua posizione nel dungeon al momento. Si è sviluppato un algoritmo Prolog per generare un area di gioco e un area di elementi, in modo tale da poter disporre all'interno della stanza nemici ed elementi bloccanti in maniera consona con quanto riportato nei requisiti. Si è poi incrementato il modello delle stats in maniera tale da poter essere modificate in base ad avvenimenti accaduti durante il gioco. La disposizione degli elementi bloccanti necessiterà di sviluppo anche durante la prossima sprint, in particolare per quanto riguarda l'integrazione tra Prolog e Scala.



Figura 13: *Grafico Burn-down ottavo sprint*

6.9 Sprint 9 22/11 - 28/11