

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	4
1 Processo di sviluppo adottato	5
1.1 Meeting	5
1.1.1 Sprint planning	5
1.1.2 Daily Scrum	5
1.1.3 Sprint review	6
1.1.4 Sprint retrospective	6
1.2 Divisione dei Task	6
1.3 Definition of done	6
1.4 Tool	7
2 Requisiti	8
2.1 Requisiti di business	8
2.2 Requisiti utente	8
2.3 Requisiti funzionali	9
2.4 Requisiti non funzionali	13
2.5 Requisiti di implementazione	13
3 Design architetturale	15
3.1 Paradigma Model-View-ViewModel	15
3.2 Game loop con modello ad eventi	16
3.3 Scene	16
3.4 Architettura di Model e ViewModel	17
3.5 Elementi principali del GameModel	18
3.6 Anything OOP anziché pattern ECS	19
3.7 Prolog engine e PrologService	20
4 Design di dettaglio	22
4.1 GameModel	22
4.2 Dungeon	23
4.3 Room	24
4.3.1 Door	24
4.4 AnythingModel	25
4.4.1 Update e immutabilità	26
4.4.2 Nemici	27
4.5 AnythingView e AnythingViewModel	27
4.5.1 Asset e animazioni	29
4.6 Pattern di progettazione	29

4.6.1	Family polimorphism	29
4.6.2	Bounded F-polimorphism	30
4.6.3	Pimp my library	30
4.6.4	Strategy	31
4.6.5	Adapter	31
4.7	Organizzazione del codice	31
5	Implementazione	33
5.1	Alan Mancini	34
5.1.1	AnythingModel e immutabilità	34
5.1.2	Macro per ridurre boilerplate code	36
5.1.3	Adapter per update di collection di Anything	36
5.1.4	AnythingView e AnythingViewModel	37
5.1.5	Nemici e comportamenti come mixin puri	38
5.1.6	PrologService	39
5.1.7	Generazione dungeon con Prolog	39
5.2	Federico Mazzini	40
5.2.1	Dungeon	40
5.2.2	Room	41
5.2.3	Door	41
5.2.4	Prolog	42
5.2.5	Monadi	42
5.2.6	Collisioni	42
5.2.7	Verifica vittoria/sconfitta	43
5.3	Matteo Brocca	44
5.3.1	Rappresentazione grafica degli Anythings tramite Asset ed animazioni	44
5.3.2	Definizione del FireModel e ShotModel per la gestione dei proiettili	46
5.3.3	Gestione delle statistiche degli Anithing	48
5.3.4	Boss, PrologModel e definizione del suo comportamento tramite Prolog	50
6	Retrospettiva	55
6.1	Sprint 1 27/09 - 03/10	55
6.2	Sprint 2 04/10 - 10/10	55
6.3	Sprint 3 11/10 - 17/10	56
6.4	Sprint 4 18/10 - 24/10	56
6.5	Sprint 5 25/10 - 31/10	57
6.6	Sprint 6 01/11 - 07/11	58
6.7	Sprint 7 08/11 - 14/11	58
6.8	Sprint 8 15/11 - 21/11	60

6.9	Sprint 9 22/11 - 28/11	60
-----	----------------------------------	----

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 single player con la possibilità per un utente di comandare un personaggio all'interno di una mappa composta da stanze, affrontare nemici, raccogliere oggetti e sconfiggere un nemico finale.
- 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 Tempo invulnerabilità dopo essere stato colpito

5.1.3 Velocità di movimento

5.1.4 Rate dello sparo

5.1.5 Danno dei proiettili

5.1.6 Velocità dei proiettili

5.1.7 Range dei proiettili

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 Rate dello sparo
 - 6.2.4.2 Danno dei proiettili
 - 6.2.4.3 Velocità dei proiettili
 - 6.2.4.4 Range dei proiettili
 - 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 5 diverse azioni scelte casualmente con una certa probabilità in base al suo stato di vita e quello del personaggio.

6.8.2.1 Attacco con singolo proiettile in direzione del personaggio se questo si trova sullo stesso asse x o y all'interno della stanza

6.8.2.2 Attacco che spara 4 proiettili in contemporanea: sopra, sotto, destra e sinistra

6.8.2.3 Attacco che spara 4 proiettili in contemporanea in diagonale: sopra, sotto, destra e sinistra

6.8.2.4 Si sposta verso il personaggio per aggredirlo

- 6.8.2.5 Si teletrasporta in un punto della stanza specchiato rispetto a quello attuale. Se il punto è occupato da un elemento bloccante, trova il primo posto libero nel suo intorno
- 6.8.3 Costituito da un corpo
- 7. 10 Oggetti che il personaggio può raccogliere per incrementare le proprie caratteristiche
 - 7.1 Arrow: incrementa il rate dello sparo
 - 7.2 Drop: incrementa il danno dei proiettili
 - 7.3 Eye: incrementa il danno dei proiettili ed il rate dello sparo
 - 7.4 Fireball: incrementa il danno e la velocità dei proiettili
 - 7.5 Glasses: incrementa il range dei proiettili
 - 7.6 Heart: incrementa la vita massima di 1
 - 7.7 Juice: incrementa la velocità di spostamento e danno del fuoco
 - 7.8 Mushroom: incrementa la vita massima di 2
 - 7.9 Syringe: incrementa la velocità di spostamento, il rate dello sparo e la velocità dei proiettili
 - 7.10 Tail: incrementa il danno ed il range dei proiettili

2.4 Requisiti non funzionali

- 1. Fluidità di gioco
 - 1.1 Deve essere garantita una velocità di almeno 30 FPS su processore Apple M1 in situazioni di gioco "caotiche", dove per caotico si intende la presenza all'interno di una stanza del Character comandato dal giocatore, 5 nemici, 10 shot e 10 elementi bloccanti.

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.

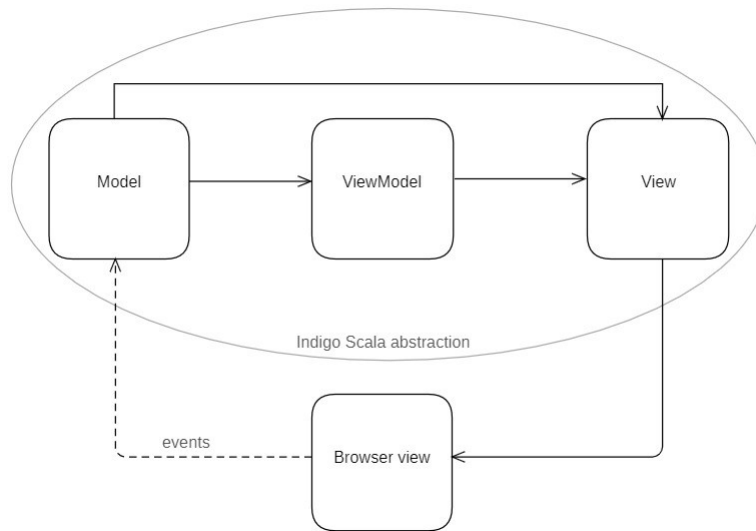


Figura 1: *Architettura Model, View, ViewModel*

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.

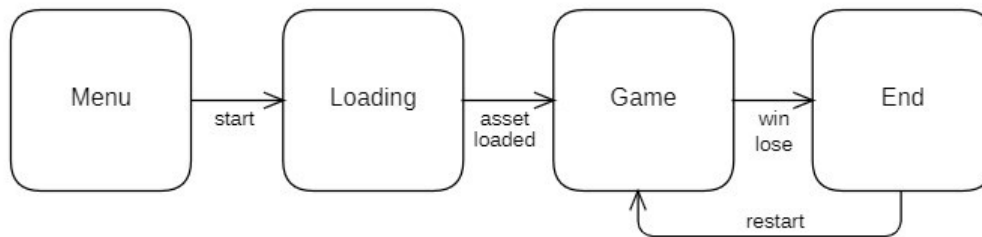


Figura 2: *Il flusso delle scene*

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.

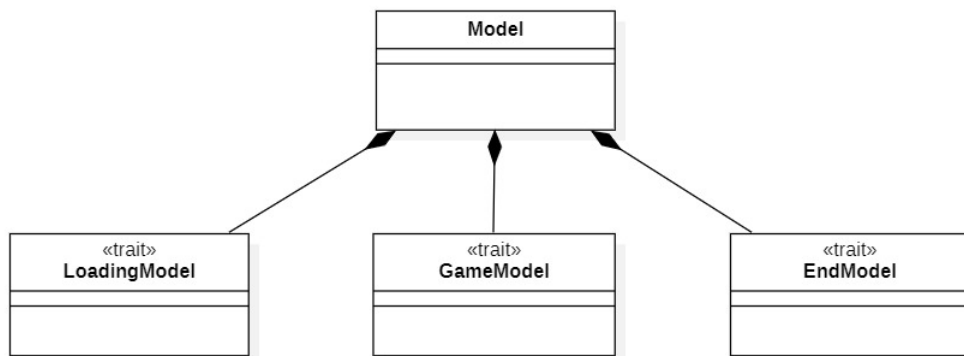


Figura 3: *Il Model*

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.

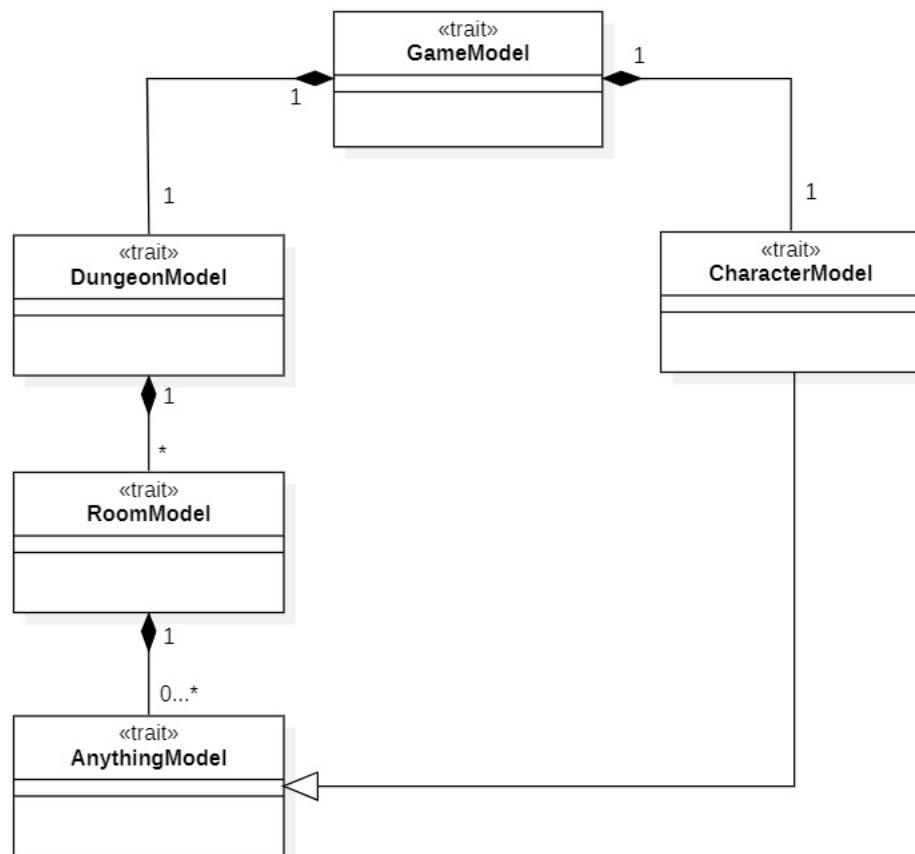


Figura 4: *Diagramma degli elementi principali del GameModel*

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 che 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.

3.7 Prolog engine e PrologService

Il motore Prolog da utilizzare per la generazione del dungeon, delle stanze combattimento e del comportamento del Boss deve potersi integrare ed interagire con Indigo. Poichè Indigo compila con Scala.js e per evitare possibili problemi con engine scritti in Java/-Scala, la scelta di quale motore Prolog usare ricade su **TauProlog**, un engine scritto in Javascript e quindi facilmente integrabile nel nostro contesto.

Tuttavia per comunicare con questo motore occorre utilizzare la **programmazione asincrona** in quanto è strutturato in modo da rispondere alle interrogazioni mediante una **callback** che deve essere fornita. Questa modalità di interazione non è supportata direttamente da Indigo, il quale con il suo game loop supporta come input eventi/messaggi che però possono essere generati solo internamente durante le fasi di update del Model: l'attivazione di una callback asincrona fuori dal game loop non può né modificare lo stato del Model che è immutabile né generare un evento.

Per questo si rende necessario lo sviluppo di un componente separato che faccia da proxy per l'engine TauProlog e risponda alle richieste del gioco con opportuni eventi customizzati.

Indigo dispone dei **SubSystems**, servizi con un proprio Model ed esterni alla logica di gioco ma che vengono attivati nel game loop per intercettare eventi ed eseguire azioni: occorre quindi predisporre un **PrologService** subsystem.

In figura sotto è mostrata l'interazione tra i sistemi: da notare che la callback chiamata da TauProlog necessita di scrivere dati nel Model del PrologService invalidando così il concetto di immutabilità, ma solo per quel servizio esterno al gioco ed il tutto senza introdurre alcun problema di concorrenza in quanto ogni esecuzione di procedura è atomica nel contesto dell'**event loop** di Javascript.

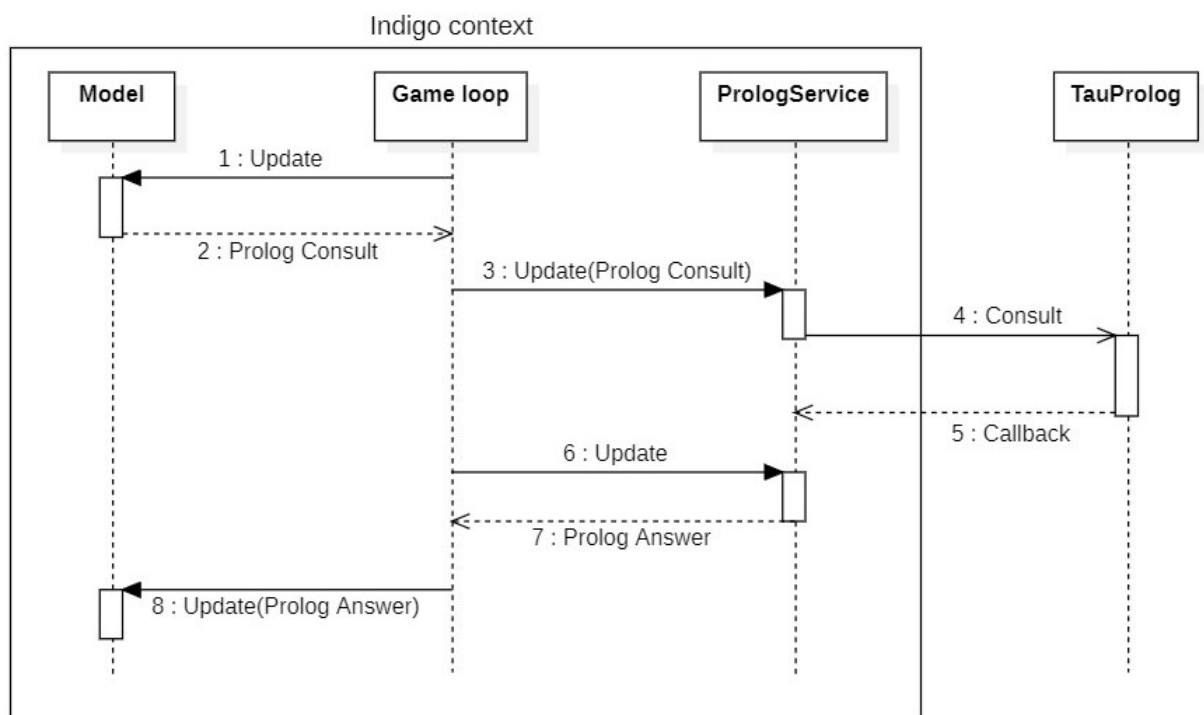


Figura 5: *Diagramma dell'interazione con TauProlog*

4 Design di dettaglio

Design di dettaglio (scelte rilevanti, pattern di progettazione, organizzazione del codice – corredato da pochi ma efficaci diagrammi) Di seguito verranno analizzate le scelte di design rilevanti per il sistema, i pattern di progettazione utilizzati e l'organizzazione del codice.

4.1 GameModel

L'intero modello di gioco, dallo stato al comportamento, è incapsulato all'interno della struttura GameModel. E' possibile identificare due diverse accezioni del modello, a seconda del momento di gioco. Un momento in cui la partita non è ancora stata avviata e un momento successivo in cui invece la partita è avviata. Nel primo momento, a partita non avviata, è necessario generare il dungeon e le stanze che lo compongono. Nel secondo momento, una volta che è avvenuta la generazione, il modello è costituito da un Dungeon, composto da diverse stanze, e dal character controllato dal giocatore.

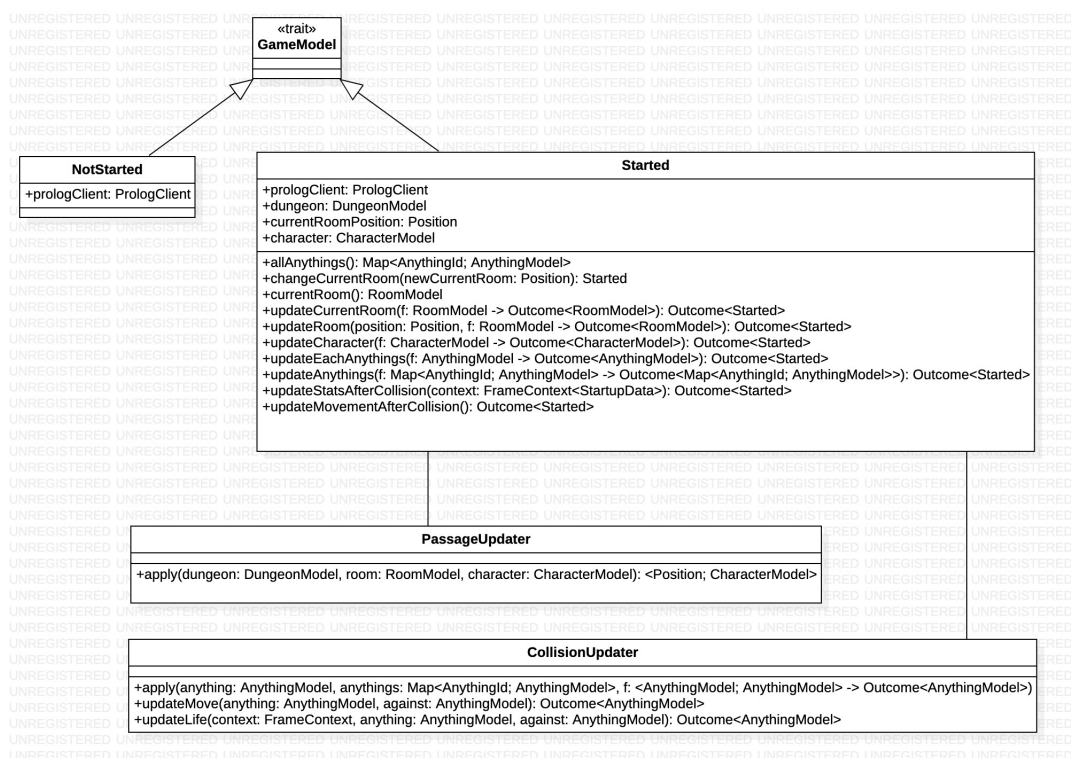


Figura 6: Game model class diagram (da modificare con versione pro di staruml)

Il modello di gioco rappresenta un'istantanea delle varie componenti che lo compongono in un determinato momento. Ogni modifica al modello consiste nella creazione di un nuovo modello con il componente aggiornato.

Una scelta rilevante ai fini dell'implementazione è il fatto che, a livello di modello, il character controllato dal giocatore è sempre fuori dalla stanza in cui si trova, in questo modo è possibile aggiornare in maniera indipendente le due componenti.

4.2 Dungeon

Dungeon è il termine con cui viene identificata la mappa di gioco. Esso è composto da stanze disposte in maniera randomica ma collegate tra loro. La struttura Grid è ciò che descrive un Dungeon nella sua forma più basilare e geometrica e offre delle operazioni per esplorarlo.

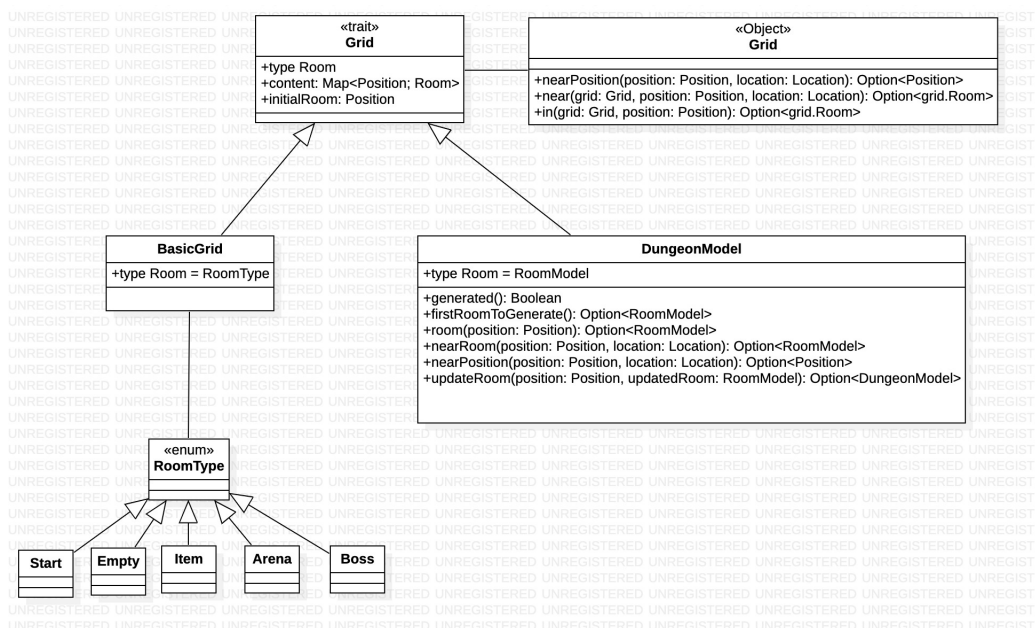


Figura 7: *Dungeon class diagram*(da modificare con versione pro di staruml)

Grid definisce quindi una collezione di stanze, di tipo ancora non definito, in una specifica posizione all'interno di una griglia di dimensioni n . All'interno di una griglia, un elemento potrebbe o non potrebbe essere presente, andando così a definire un dungeon con stanze in posizioni diverse. E' necessario perciò lavorare con strutture dati che consentano l'assenza di un dato.

Il Dungeon vero e proprio prende forma quando il tipo Room viene definito con un modello consono a descriverne lo stato e il comportamento.

4.3 Room

Come da requisiti, una stanza è la componente principale del Dungeon e può essere di diversi tipi: Empty, Arena, Item e Boss. Ogni stanza incapsula al suo interno gli elementi che sono rilegati all'interno e non possono muoversi all'interno del Dungeon, come ad esempio i nemici o gli elementi bloccanti.

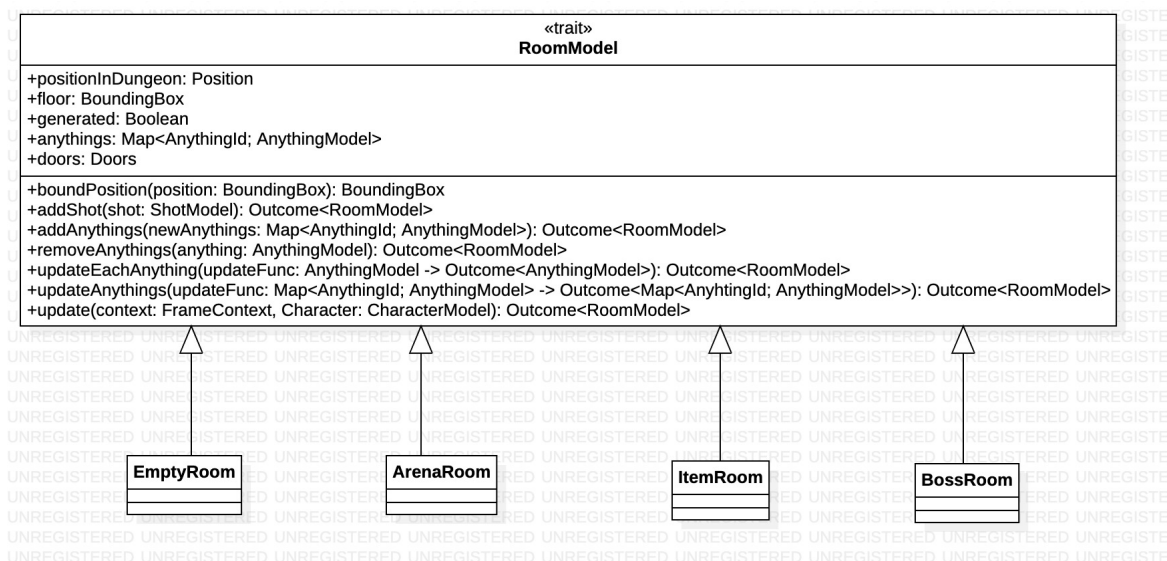


Figura 8: *Room class diagram*(da modificare con versione pro di staruml)

Una stanza è anche responsabile dell'aggiornamento di tutto ciò che incapsula. Anche in questo caso si cerca di lavorare con strutture dati immutabili, perciò l'aggiornamento di uno o più componenti consegue una nuova stanza aggiornata. L'aggiornamento viene fatto ad ogni `FrameTick` ed è comandato dal `dungeon`, solamente per la stanza correntemente visualizzata, le altre stanze non sono aggiornate o gestite.

4.3.1 Door

Un dettaglio importante di una stanza sono le porte che la collegano con altre stanze. Si è scelto di definire una porta non tanto come un link, ma come una proprietà statica, lasciando al `Dungeon` il compito di gestire il collegamento. Una porta è quindi l'associazione di un lato della stanza con lo stato della stessa. Il fatto che vi sia una porta, presuppone comunque che dalla parte opposta vi sia un'altra stanza, ma questo dettaglio è trasparente alla stanza e gestita dal `Dungeon`.

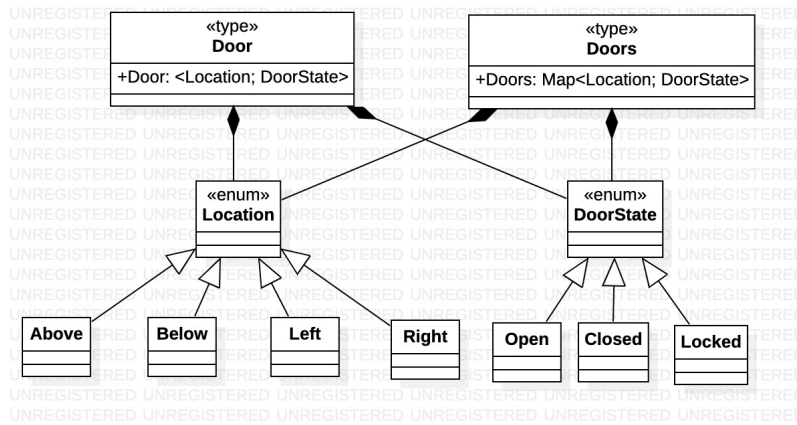


Figura 9: *Door class diagram*(da modificare con versione pro di staruml)

4.4 AnythingModel

In generale ogni oggetto in gioco contiene un identificativo univoco e una bounding box che ne determina posizione e dimensioni 2D, inoltre ad ogni istanza è associata la factory per la sua View in modo tale che, quando una collezione di AnythingModel viene renderizzata, è sufficiente creare la View e chiamare il metodo draw.

Ogni oggetto inoltre reagisce alla richiesta di update che avviene ad ogni iterazione del game loop, ma il modo con cui lo fa dipende da specifici comportamenti definiti come sottotipi mixabili di AnythingModel.

I sottotipi principali sono:

- **DynamicModel** un oggetto in grado di spostarsi autonomamente durante un update, dove e come viene stabilito dalla classe che esegue il mixing attraverso l'implementazione di alcuni template-method predisposti
- **AliveModel** un oggetto vivo che può essere colpito perdendo vita. Non ha comportamento autonomo.
- **DamageModel** un oggetto che provoca danno di contatto. Non ha comportamento autonomo.
- **FireModel** un oggetto in grado di sparare autonomamente durante un update, dove e come viene stabilito dalla classe che esegue il mixing attraverso l'implementazione di alcuni template-method predisposti. Durante l'update può emettere uno ShotEvent contenente ShotModel
- **SolidModel** un oggetto solido che non può essere fisicamente attraversato da un altro. Non ha comportamento autonomo.

Questi tratti possono richiedere delle Stats per ottenere dei parametri al loro funzionamento (ad esempio la velocità massima da applicare ad uno spostamento): le Stats se richieste sono assegnate durante l'istanziazione di un Model ma possono cambiare durante il gioco.

Di seguito in figura 10 mostriamo un estratto della gerarchia di AnythingModel con tutti i sottotipi che aggiungono proprietà e comportamenti al Model di base e che possono essere estesi o mixati da un Model finale.

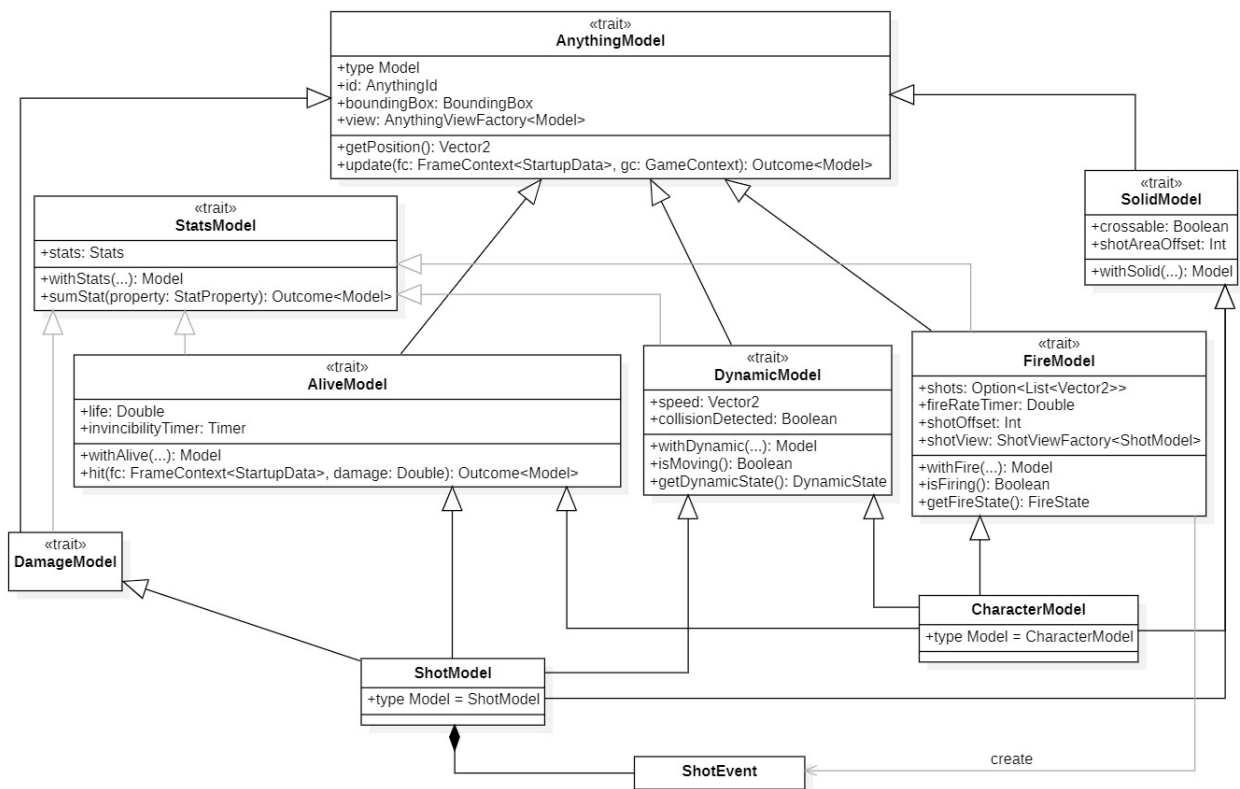


Figura 10: Gerarchia AnythingModel

4.4.1 Update e immutabilità

Ogni metodo che applica modifica al Model, a partire da update che viene richiamata ad ogni iterazione del game loop, deve ritornare una **copia aggiornata** dello stesso e del **tipo corrente**: adottiamo il pattern **F-Bounded Polymorphism con type-member**. Allo scopo predisponiamo un type member astratto Model e per ogni trait un template method with***(...) che accetta come argomenti quelli da modificare e ritorna un nuovo oggetto aggiornato di tipo Model: entrambi da definire nella classe finale che mixa il

trait. E' richiesto che il metodo update richiami super.update in modo da propagare l'aggiornamento a tutti i trait mixati. *Si rimanda all'implementazione per il dettaglio di come il pattern viene applicato con Scala.*

Nota Sebbene una soluzione consigliata in sostituzione al polimorfismo F-Bounded 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 e avrebbe generato più boilerplate code.

Nota Abbiamo deciso di inglobare il comportamento nei Model con il metodo update, ma un alternativa forse migliore e più semplice era delegarlo a sistemi esterni, i quali si sarebbero occupati ad esempio di spostare gli oggetti, farli sparare, etc: in questo progetto abbiamo cercato di emulare un modello ad agenti oltre che garantirci la massima possibilità di personalizzazione del comportamento soprattutto per quanto riguarda i nemici.

4.4.2 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

Abbiamo pensato di esprimerli come strategie da ri-utilizzare, quindi come mixin puri mediante il meccanismo dei **Self-types** anzichè renderli degli EnemyModel ereditando da questo: il concetto è che se si vuole sviluppare un nemico si estende direttamente EnemyModel e non uno di questi comportamenti.

Di seguito in figura 10 mostriamo come sono stati definiti i nemici a livello di Model.

4.5 AnythingView e AnythingViewModel

Come scelta di design stabiliamo che

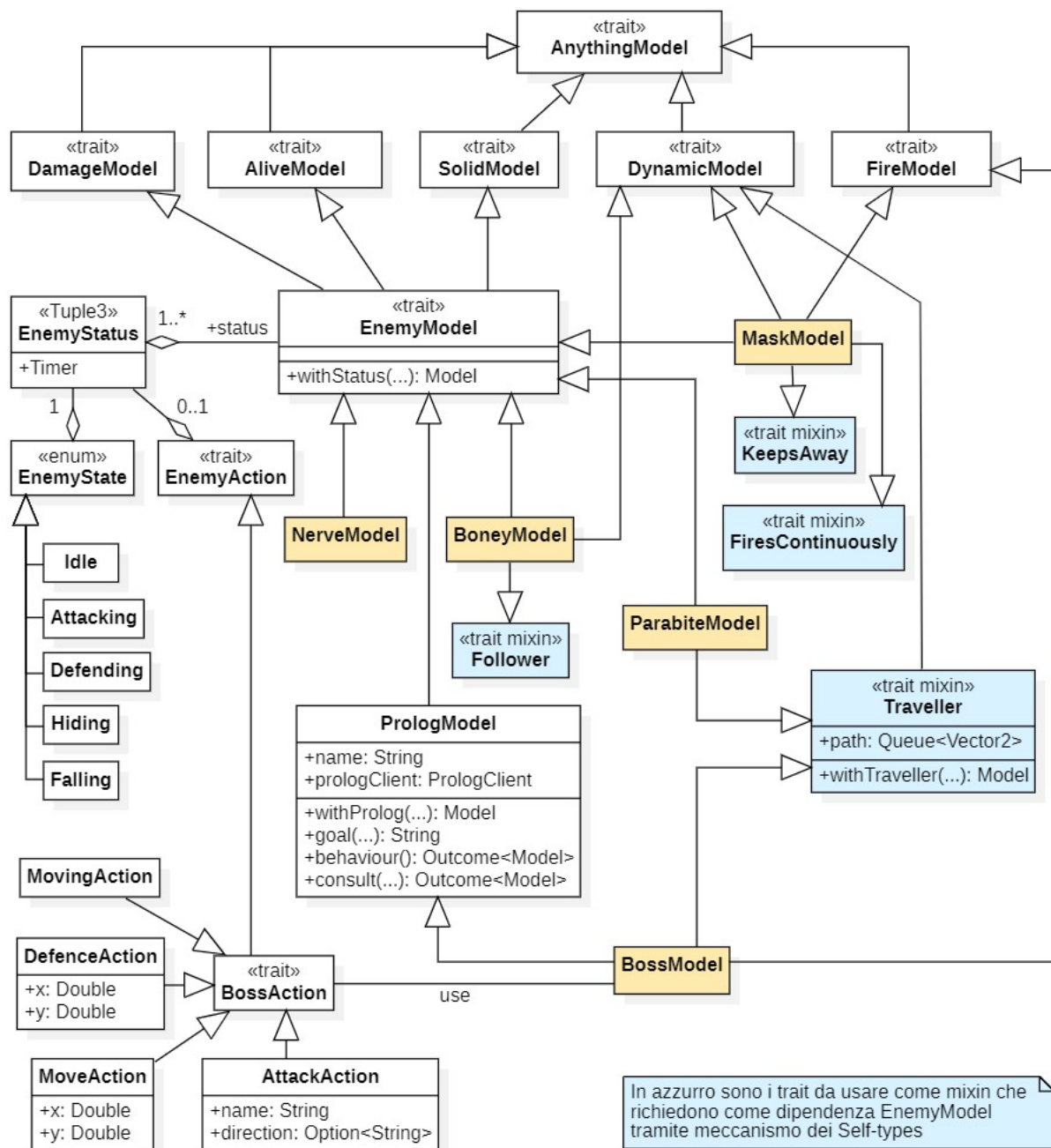


Figura 11: *Gerarchia Enemies*

- 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: in generale quando non ha animazioni complesse
- Un ViewModel viene istanziato con lo stesso identificativo univoco usato per l'oggetto Model a cui si riferisce
- Un Model potrebbe disporre di diverse versioni di View ma la sua istanza ne utilizza una

Per la View abbiamo pensato di adottare il pattern **Family Polymorphism** definendo al suo interno i type member astratti **Model** e **ViewModel** che vengono concretizzati dai sottotipi 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 (*vedi approfondimento su implementazione*)
- a nostro avviso è più espressiva per indicare cosa richiede una View

Il pattern **Family Polymorphism** è stato applicato definendo il tipo astratto **View** che rappresenta il contenuto grafico da visualizzare attraverso il metodo **draw**, quest'ultimo richiama il template method **view** per ottenerlo.

In figura mostriamo l'utilizzo degli **Union Types** per definire che un ViewModel può non essere richiesto da una View. Per la gerarchia di ViewModel valgono gli stessi concetti già menzionati per il Model di immutabilità e polimorfismo F-Bounded. L'esempio concreto di utilizzo in figura riguarda il Character, ma è definito almeno un singleton object View per ciascun Model.

4.5.1 Asset e animazioni

4.6 Pattern di progettazione

Di seguito si elencano brevemente i pattern di progettazione utilizzati.

4.6.1 Family polymorphism

Il family polymorphism è stato utilizzato in più di un'occasione, tra cui

- Definizione di una struttura per il Dungeon, ancora da tipare, ma che già definisce i comportamenti principali di esso.

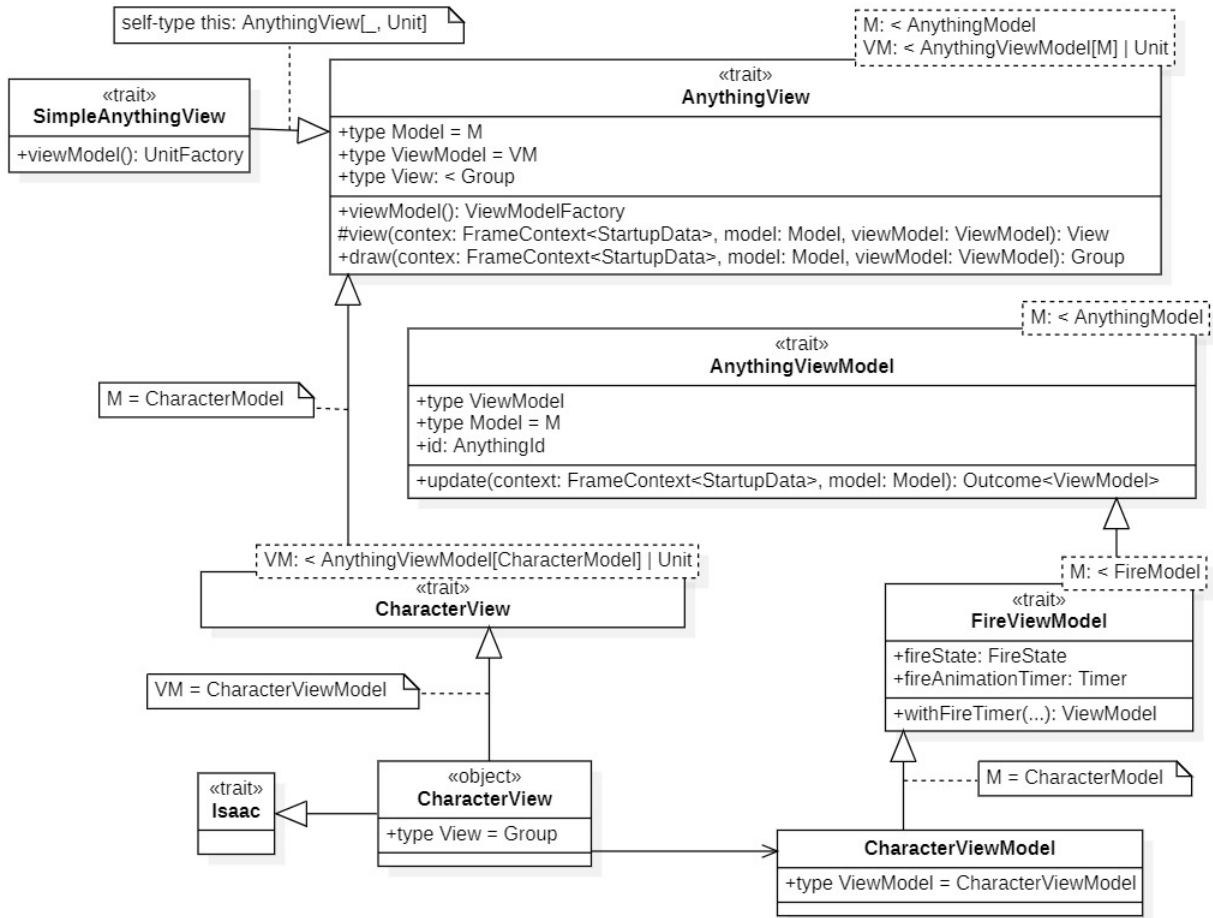


Figura 12: Gerarchia *AnythingView* e *AnythingViewModel*

4.6.2 Bounded F-polimorphism

4.6.3 Pimp my library

Il pattern Pimp my library è stato ampiamente utilizzato, soprattutto per quanto riguarda l'estensione di librerie scritte da terze parti, come ad esempio l'engine Indigo. Avendo usato Scala 3 è stato utilizzato il meccanismo degli *extension method*.

In particolare è stata estesa la struttura dati Group di Indigo (rappresentante un gruppo di elementi visualizzabili a schermo), aggiungendo metodi comuni per centrare e scalare gli oggetti in base allo schermo.

Si è sfruttato il pattern anche per modellare le Door come solo struttura dati, per poi modellare i vari comportamenti mediante metodi esterni. Per questa struttura, si è quindi diviso lo stato dal comportamento.

...andare avanti

4.6.4 Strategy

Il pattern strategy è stato utilizzato all'interno della logica di update delle strutture dati. Avendo lavorato con strutture dati immutabili, è stato molto utile definire una funzione comune di aggiornamento che accettasse una strategia di aggiornamento piuttosto che il vero aggiornamento, per via delle logiche a volte innestate che ci si è trovati ad affrontare. Un altro momento in cui si è rivelato utile questo pattern è stato all'interno del sistema di gestione delle collisioni, in cui, alla scoperta di una collisione, l'update dell'elemento dipendeva appunto da una strategia variabile.

4.6.5 Adapter

Conversion

4.7 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 basilari a cui il resto del sistema fa riferimento.

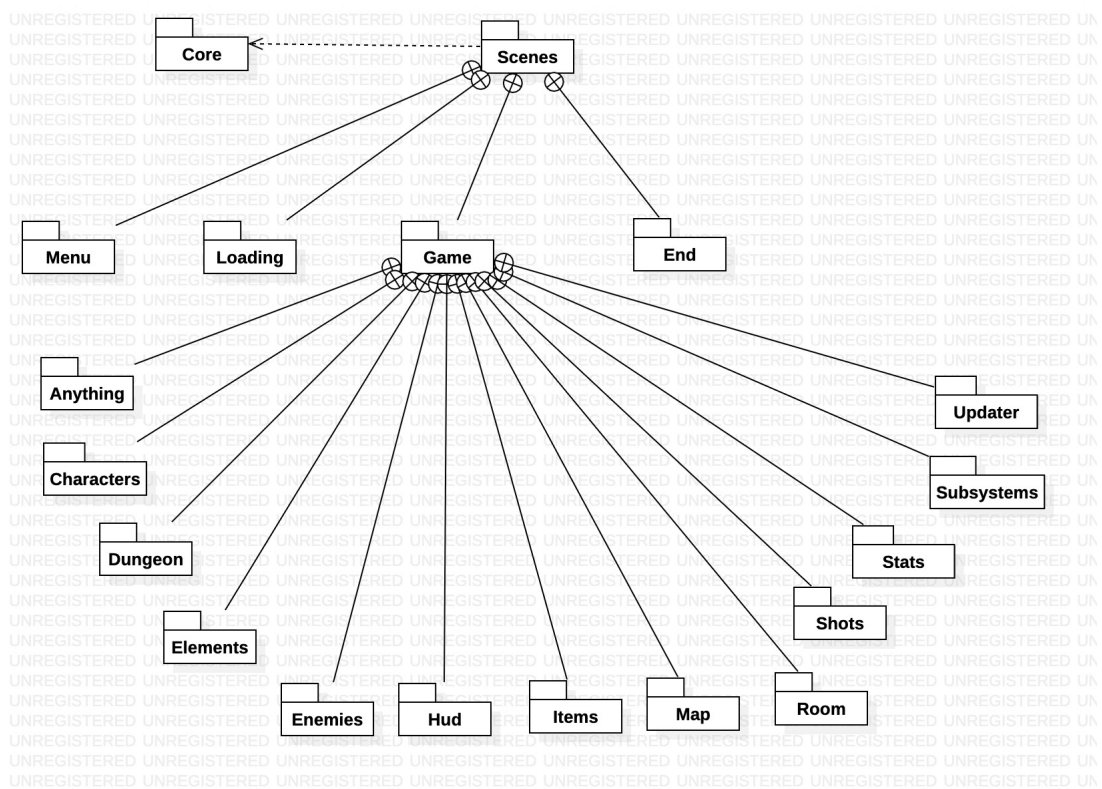


Figura 13: *Package Diagram del sistema(da modificare con versione pro di staruml)*

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
- PrologService 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 l'applicazione del pattern **F-Bounded Polymorphism** la soluzione che ho adottato con type-member anzichè l'utilizzo di argomenti generici garantisce un buon livello di type-safety: sembra difficile se non impossibile rompere i vincoli di tipo imposti. Impongo che il tipo di *this* sia sottotipo di Model e quest'ultimo sottotipo del tratto in cui è definito: tutto questo permette anche di implementare un metodo update di base che ritorni proprio *this* di tipo Model.

```
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.

Per concludere AnythingModel: la factory per la view è richiesta come funzione in linea con il **pattern strategy** applicato in modo funzionale con Scala.

Cambiando argomento, 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)

```

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 template method 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.

```

|| things.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[_]]]().empty)
||         ((acc, e1) =>
||           acc.merge[AnythingViewModel[_], Map[AnythingId, AnythingViewModel
||             [_]]](e1._2)((set, e2) => set + (e1._1 -> e2))
||         )

```

5.1.4 AnythingView e AnythingViewModel

Nel codice che segue da notare è 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.

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

  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()
    }
}
```

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]()
        )
    )
  )
```

L'utilizzo di **Typeable** è presente anche in **AnythingViewModel** 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

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, mostro qui un esempio dell'impiego dei **Self-types** per evitare di estendere da `EnemyModel`

```
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
    }
}
```

5.1.6 PrologService

Riguardo l'implementazione dei Term prolog ho proceduto secondo la modalita **Mixed OOP/FP** separando la definizione dei dati dal comportamento. Si è poi reso utile l'impiego del pattern **Adapter** per convertire implicitamente all'occorrenza i termini Tau in nostri Term.

```
given Conversion[TauTerm, Term] with
  def apply(t: TauTerm): Term = t.args.length match {
    case 0 => Atom(t.id)
    case _ =>
      Struct(
        Atom(t.id),
        t.args
          .map[Term](arg =>
            arg match {
              case a: TauNum    => a
              case a: TauVar    => a
              case a: TauTerm   => a
            }
          )
        .toList: _*
      )
  }

given Conversion[TauSubstitution, Substitution] with
  def apply(t: TauSubstitution): Substitution = Substitution(
    t.links.foldLeft(HashMap[String, Term]())((hmap, kv) => hmap + (kv._1 -> kv._2))
  )
```

5.1.7 Generazione dungeon con Prolog

L'algoritmo Prolog genera il dungeon partendo dalla stanza iniziale posizionata in 0,0 all'interno di una griglia virtualmente infinita. Le successive stanze vengono posizionate selezionando randomicamente una cella libera adiacente a quelle già aggiunte. Per fare questo viene mantenuta una lista di posizioni libere, questa inoltre viene troncata sempre per mantenere una lunghezza di 6 posti in modo che l'algoritmo proceda ad aggiungere stanze con buona probabilità partendo dall'ultima stanza generando così una struttura più "tortuosa" come da requisito. La stanza del boss, aggiunta per ultima, viene posizionata in modo da essere adiacente ad una sola stanza.

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 generazione e all' integrazione con il modello Scala)
- 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 Arena
- 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, 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(  
    gameContext))  
  updatedRoom <- updatedCharacter.updateCurrentRoom(r => model  
    .currentRoom.update(character))  
  withPassage <- updatedRoom.updateWithPassage  
  withStats <- withPassage.updateStatsAfterCollision(context  
    )  
  withMovements <- withStats.updateMovementAfterCollision  
} yield withMovements
```

5.2.6 Collisioni

Il sistema delle collisioni ha l'obiettivo di verificare se due elementi all'interno di una stanza collidono. Se questo accade, è necessario aggiornare la posizione degli elementi per evitare che gli elementi si intersechino e gestire un side effect che potrebbe o meno esserci durante la collisione (danno). Ad esempio, un oggetto in movimento che collide con una roccia verrà spostato il tanto che basta per non intersecarsi, ma non ha ripercussioni dopo il contatto. Se invece un oggetto in movimento collide con uno shot, questo oggetto perderà punti vita, a seconda del tipo di shot.

Per via del grande numero di combinazioni di collisioni possibili, il sistema delle collisioni fa largo uso di **strategy** per evitare la duplicazione del codice.

Il sistema agisce in due momenti distinti:

1. In un primo momento viene verificata la collisione tra un elemento e tutti gli altri interni alla stanza. Per ogni collisione viene applicata una funzione all'elemento che corrisponde al side effect.
2. In un secondo momento vengono ricontrollate le collisioni e spostati gli elementi di conseguenza.

Il doppio controllo è dovuto al fatto che non è possibile spostare subito un elemento, perchè si potrebbero perdere collisioni con altri elementi. Questo aspetto, in termini di prestazioni, è largamente migliorabile, ma si rimanda a eventuali sviluppi futuri.

5.2.7 Verifica vittoria/sconfitta

- Un giocatore vince se sconfigge il boss
- Un giocatore perde quando il personaggio controllato finisce i punti vita

Il controllo viene effettuato tramite due eventi *Win* e *GameOver*. Uno dei due eventi viene lanciato quando, durante l'update del Character o del Boss, la life raggiunge lo zero. Gli eventi vengono intercettati dalla Scena di gioco la quale mostra un messaggio di vittoria/sconfitta e rimanda alla scena finale, dove è possibile eventualmente iniziare una nuova partita.

5.3 Matteo Brocca

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

- Rappresentazione grafica degli Anythings tramite Asset ed animazioni
- Definizione del FireModel e ShotModel per la gestione dei proiettili
- Gestione delle statistiche degli Anithing
- Character controllato dal giocatore
- Boss, PrologModel e definizione del suo comportamento tramite Prolog
- Item che il Character può raccogliere per modificare le proprie statistiche
- HUD per la visualizzazione delle statistiche a schermo

5.3.1 Rappresentazione grafica degli Anythings tramite Asset ed animazioni

Come definito a livello architetturale (3.6), ogni oggetto del gioco è codificato non solo dal Model che ne determina il comportamento, ma anche dalla **View** per la sua rappresentazione a schermo e, quando necessario, da un **ViewModel**.

Durante l'implementazione si è resa necessaria una buona organizzazione del codice per seguire i principi DRY e definire coerentemente come debba essere realizzata una View, la quale dipende sempre da Asset grafici ed, in alcune situazioni, anche da animazioni, separando il *cosa* disegnare dal *come*, in modo tale da realizzare diversi Tratti per lo stesso oggetto senza mai replicare il codice in comune.

Questa organizzazione ci ha permesso di generare velocemente le specifiche View per Character, Enemies, Bosses, Items and Elements.

È stata creata una libreria per gli **AnythingAsset**, la quale codifica le informazioni di base necessarie a disegnare a schermo un certo Asset ed implementa metodi condivisi.

Facciamo un esempio: Il CharacterModel, viene rappresentato a schermo dalla sua relativa CharacterView e CharacterViewModel.

La CharacterView definisce solo la funzione di "disegno" che sfrutta il metodo drawComponents di AnythingAsset e viene mixata con il tipo di carattere che si vuole disegnare a schermo, in questo caso Isaac. Il trait Isaac estende IsaacAsset per definire come disegnare ogni singolo componente a schermo. A sua volta il trait IsaacAsset è quello che estende il trait base AnythingAsset e definisce le dimensioni e nome della Sprite che viene caricata durante l'avvio del gioco.

Nel momento in cui si decida di modificare l'estetica del Character (il "*cosa*"), da "Isaac" a "Mario", senza dover modificare il "*come*" questo viene rappresentato (da una testa, un corpo, un'ombra, ...), basterà creare un nuovo trait Mario e relativo MarioAsset.

```

trait AnythingAsset {
  val name: Option[String]
  val width: Int
  val height: Int
  val offsetY: Int
  val scale: Double

  def asset: AssetName = {...}
  def boundingBox(position: Vertex = {...}
  def shotAreaOffset: Int = {...}
  def withScale: Double => Double = {...}

  def spriteAnimation(name: String): Sprite[Material.Bitmap] = {...}
  def boundingView: Shape = {...}
  def shadowView: Shape = {...}

  def drawComponents(components: List[SceneNode]): Group =
    Group()
    .addChild(
      Group()
        .withRef(0, offsetY)
        .addChildren(components)
    )
    .withScale(Vector2(scale, scale))
}

trait IsaacAsset extends AnythingAsset {
  override val name: Option[String] = Some("isaac")
  override val width: Int = 28
  override val height: Int = 33
  override val offsetY: Int = 18
  override val scale: Double = 5
}

trait Isaac extends IsaacAsset{
  ...
  def headView(model: CharacterModel, viewModel: CharacterViewModel):
    Graphic[Material.Bitmap] = {...}
  def bodyView(model: CharacterModel): Sprite[Material.Bitmap] = =
    {...}
}

object CharacterView extends CharacterView[CharacterViewModel] with
  Isaac {
  ...
  def view(context: FrameContext[StartupData], model: Model, viewModel:
    ViewModel): View =
    model.life match {
      case 0 => Group()
    }

```

```

    case _ => drawComponents(List(shadowView, bodyView(model), headView
      (model, viewModel)))
  }
}

```

5.3.2 Definizione del FireModel e ShotModel per la gestione dei proiettili

Il FireModel è un trait progettato per essere mixato con qualsiasi AnythingModel che abbia la capacità di sparare proiettili consentendo in automatico di gestire l'update dell'oggetto nel contesto dell'immutabilità.

Quando viene utilizzato questo trait è richiesta la sola implementazione del metodo **computeFire** per generare lo sparo: una lista opzionale di vettori che identificano la direzione x/y di uno o più proiettili.

L'effettiva generazione dei proiettili dipende dal rate del fuoco, una delle caratteristiche attribuibili all'anything tramite lo StatsModel di cui si parlerà in seguito.

In automatico l'update del modello verifica se sono stati generati proiettili ed in automatico, solo se il rate del fuoco lo permette, viene generato un evento sull'Outcome di tipo **ShotEvent** che il framework Indigo è in grado di catturare e gestire durante il gameLoop della scena.

```

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

  val shots: Option[List[Vector2]]
  val fireRateTimer: Double
  val shotOffset: Int
  val shotView: () => ShotView[_]

  ...

  def computeFire(context: FrameContext[StartupData])(gameContext:
    GameContext): Option[List[Vector2]]

  def createEvent(direction: Vector2): ShotEvent =
    ShotEvent(
      ShotModel(
        id,
        Vector2(boundingBox.horizontalCenter, boundingBox.top +
          shotOffset),
        direction,
        Stats.createShot(stats)
      )(shotView)
    )
}

```

```

override def update(context: FrameContext[StartupData])(gameContext:
  GameContext): Outcome[Model] =
  val newFireRateTimer = fireRateTimer.elapsed(context.gameTime.delta
    .toDouble)
  val newShot          = computeFire(context)(gameContext)

  val retObj = for {
    superObj <- super.update(context)(gameContext)
    newObj = (newFireRateTimer, newShot) match {
      case (0, Some(_)) => superObj.withFire(FireRate @@ stats,
        newShot).asInstanceOf[Model]
      case _            => superObj.withFire(newFireRateTimer,
        newShot).asInstanceOf[Model]
    }
  } yield newObj

  (newFireRateTimer, newShot) match {
    case (0, Some(list)) => list.foldLeft(retObj)((obj, direction) =>
      obj.addGlobalEvents(createEvent(direction)))
    case _              => retObj
  }
}

```

Ogni proiettile generato è uno `ShotModel`, a sua volta un `AliveModel` (un `AnythingModel` con caratteristiche) mixato con il `SolidModel` per gestire le collisioni, `DynamicModel` per gestire il movimento ed il suo range massimo, `DamageModel` per gestire il danno dopo una collisione. Viene creato con le corrette statistiche a partire da chi ha generato lo sparo ed aggiunto agli elementi della `Room`.

La factory che ne permette la creazione durante la generazione dell'evento `ShotEvent` richiede anche quale sia la relativa `View` per la rappresentazione grafica del proiettile. Si può infatti notare che il `FireModel` richiede la definizione della funzione di creazione di questa `View` di tipo `ShotView`, un trait che sfrutta il **Self-Type** per richiedere espressamente di essere mixato con il trait **ShotAsset** che definisce le informazioni di base che ogni proiettile deve avere ed implementa la funzione **drawShot**.

```

class SingleShotView extends ShotView[Unit] with SimpleAnythingView {
  this: ShotAsset =>
  type View = Group

  def view(context: FrameContext[StartupData], model: Model, viewModel:
    ViewModel): View =
    drawComponents(List(drawShot))

  ...
}

```

Un esempio dell'utilizzo del `FireModel` si può apprezzare all'interno del `Character-`

Model dove viene definita la shotView come un SingleShotView con il trait ShotBlue e viene implementato il computeFire con il mapping dei tasti premuti dall'utente.

```
...  
val shotView          = () => new SingleShotView() with ShotBlue  
val shotOffset: Int = -40  
...  
  
val fireInputMappings: InputMapping[List[Vector2]] =  
InputMapping(  
  Combo.withKeyInputs(Key.UP_ARROW)    -> List(Vector2(0, -1)),  
  Combo.withKeyInputs(Key.RIGHT_ARROW) -> List(Vector2(1, 0)),  
  Combo.withKeyInputs(Key.DOWN_ARROW)  -> List(Vector2(0, 1)),  
  Combo.withKeyInputs(Key.LEFT_ARROW)  -> List(Vector2(-1, 0))  
)  
  
def computeFire(context: FrameContext[StartupData])(gameContext:  
  GameContext): Option[List[Vector2]] =  
  context.inputState.mapInputsOption(fireInputMappings)  
...  

```

5.3.3 Gestione delle statistiche degli Anithing

Molti oggetti all'interno del gioco hanno delle caratteristiche che ne influenzano il comportamento: Punti vita, Tempo invulnerabilità dopo essere stato colpito, Velocità di movimento, Rate dello sparo, Danno dei proiettili, Velocità dei proiettili, Range dei proiettili.

Si è realizzato il trait **StatsModel** da mixare con un qualsiasi Anithing per gestire l'aggiornamento di queste caratteristiche nell'ambito dell'immutabilità.

Il metodo "sumStat" è l'unico utilizzato realmente all'interno del gioco e permette di aggiornare il valore di una determinata caratteristica sommando il valore proveniente da un Item raccolto verificando in automatico che il valore non diventi negativo.

Gli altri metodi "changeStats" e "changeStat" sono solo stati previsti per eventuali sviluppi futuri.

```
trait StatsModel {  
  type Model >: this.type <: StatsModel  
  
  val stats: Stats  
  
  def withStats(stats: Stats): Model  
}
```

```

def changeStats(context: FrameContext[StartupData], newStats: Stats):
    Outcome[Model] = Outcome(withStats(newStats))

def changeStat(context: FrameContext[StartupData], property:
    StatProperty): Outcome[Model] =
    Outcome(withStats(stats + property))

def sumStat(context: FrameContext[StartupData], property:
    StatProperty): Outcome[Model] =
    Outcome(withStats(stats +++ property))
}

```

Questo trait usufruisce della libreria **Stats** la quale è implementata seguendo il pattern **Pimp My Library** per mettere a disposizione i propri metodi all'interno dello specifico dominio applicativo (**DSL**).

La libreria definisce che cosa sono le Stats, una mappa di proprietà da nome a valore. Sono stati implementate delle **Conversion** per utilizzare i valori definiti come Double anche in situazioni dove si accettano Int o String. Inoltre sono state realizzate delle **extension** per definire operatori specifici per manipolarle.

```

package lns.scenes.game.stats

enum PropertyName:
    case MaxLife, Invincibility, MaxSpeed, Range, KeepAwayMin,
        KeepAwayMax, Damage,
        FireDamage, FireRange, FireRate, FireSpeed

type PropertyValue = Double
type StatProperty  = (PropertyName, PropertyValue)
type Stats         = Map[PropertyName, PropertyValue]

given Conversion[PropertyValue, Int] with
    def apply(v: PropertyValue): Int = v.toInt

given Conversion[PropertyValue, String] with
    def apply(v: PropertyValue): String = v.toString

extension (p: PropertyValue) {
    def |+|(v: PropertyValue): PropertyValue = p match {
        case p if (v + p) < 0 => 0
        case _                => BigDecimal(v + p).setScale(2, BigDecimal.
            RoundingMode.HALF_UP).toDouble
    }
}

extension (p: PropertyName) {
    def @@(s: Stats): PropertyValue = s.getOrElse(p, 0.0)
}

```

```

extension (stats: Stats) {
  def ++(p: StatProperty): Stats =
    stats + stats.get(p._1).map(x => p._1 -> (x |+| p._2)).getOrElse(p)
}

```

5.3.4 Boss, PrologModel e definizione del suo comportamento tramite Prolog

Durante la creazione del Boss di fine Dungeon si è deciso di realizzare il **PrologModel**, un'altro trait mixabile con **EnemyModel** quando il comportamento del nemico è complesso e dipendente da goals definiti tramite linguaggio Prolog.

Questo tratto permette di gestire l'update immutabile del modello nel seguente modo: se il suo status attuale (tipico degli **EnemyModel**) è di tipo *Idle* e non è definita nessuna *EnemyAction*, allora viene interrogato il codice Prolog presente del file "name" definito in fase di mixin. Il **goal** che viene passato al prolog è una stringa prodotta dal metodo del quale si richiede l'override. La risposta del prolog, catturata dal `gameLoop`, esegue il metodo **behaviour** del chiamante implementato dalla classe che lo estende.

```

trait PrologModel(name: String) extends EnemyModel {
  type Model >: this.type <: PrologModel

  val prologClient: PrologClient

  def withProlog(prologClient: PrologClient): Model

  def goal(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): String

  def behaviour(response: Substitution): Outcome[Model]

  def consult(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): Outcome[Model] =
    prologClient
      .consult(
        context.startUpData.getPrologFile(name).get,
        goal(context)(gameContext)
      )
      .map(pi => withProlog(pi))

  override def update(context: FrameContext[StartupData])(gameContext: GameContext): Outcome[Model] =
    for {
      superObj <- super.update(context)(gameContext)
      newObj <- status.head match {
        case (EnemyState.Idle, 0, None) =>

```

```

        superObj
        .withStatus((EnemyState.Idle, 0.0, Some(ConsultingAction())
        ))
        .consult(context)(gameContext)
        .asInstanceOf[Outcome[Model]]
    case _ => Outcome(superObj)
  }
} yield newObj
}

case class ConsultingAction() extends EnemyAction

```

Il boss di nome "Loki" che è stato implementato può eseguire 5 diverse azioni, 3 di attacco, 1 di movimento ed 1 di difesa, che hanno una probabilità in base allo stato di vita del boss e del Character. Viene definito *low* il livello di vita se questo è inferiore al 50% della vita massima, altrimenti *high*

```

% estratto del file prolog "assets/prolog/loki.pl"
...
% List of probability value for actions based on Boss and Character
% life level
% @high|low (Boss)
% @high|low (Character)
% -Probability List[Attack, Defense, Move]
getActionsProbability(high, high, [0.7, 0.0, 1.0]).
getActionsProbability(high, low, [0.5, 0.0, 1.0]).
getActionsProbability(low, high, [0.7, 1.0, 0.0]).
getActionsProbability(low, low, [0.5, 0.7, 1.0]).
...

```

Di seguito vengono descritte nel dettaglio le singole azioni:

- `attack1(direction)`: viene generato un proiettile nella direzione del Character se questo si trova sullo stesso asse x o y.
- `attack2`: vengono generati 4 proiettili in contemporanea lungo i 2 assi x, y
- `attack3`: vengono generati 4 proiettili in contemporanea in diagonale lungo i 2 assi x, y
- `move(x,y)`: il boss sposta rapidamente verso il punto x, y occupato dal Character
- `defence(x,y)`: il boss si teletrasporta nel punto x,y se questo non è occupato da una roccia, altrimenti viene cercato il primo posto disponibile nel suo intorno

```

case class BossModel(...) extends EnemyModel
  with DynamicModel

```

```

with FireModel
with Traveller
with PrologModel("loki") {

...

override def goal(context: FrameContext[StartupData])(gameContext:
  GameContext): String =
  "behaviour(" +
    bossInfo + "," +
    characterInfo(gameContext) + "," +
    roomInfo + "," +
    blocksInfo(gameContext) + ",_Action)."

def behaviourOutcome(state: EnemyState, timer: Timer, option: Option[
  EnemyAction]): Outcome[Model] =
  Outcome(this.withStatus((state, timer, option) +: (EnemyState.Idle,
    0.0, None)))

override def behaviour(response: Substitution): Outcome[Model] =
  response.links("Action") match {
    case Struct(Atom("attack1"), Atom(direction)) =>
      behaviourOutcome(EnemyState.Attacking, FireRate @@ stats, Some(
        AttackAction("attack1", Some(direction))))
    case Atom("attack2") =>
      behaviourOutcome(EnemyState.Attacking, FireRate @@ stats, Some(
        AttackAction("attack2", None)))
    case Atom("attack3") =>
      behaviourOutcome(EnemyState.Attacking, FireRate @@ stats, Some(
        AttackAction("attack3", None)))
    case Struct(Atom("move"), Num(x, _), Num(y, _)) =>
      Outcome(this.withStatus(EnemyState.Attacking, 0.0, Some(
        MoveAction(x.toDouble, y.toDouble))))
    case Struct(Atom("defence"), Num(x, _), Num(y, _)) =>
      Outcome(
        this
          .withSolid(true)
          .withStatus(
            (EnemyState.Hiding, Loki.hidingTime, Some(DefenceAction(x
              .toDouble, y.toDouble))) +:
            (EnemyState.Falling, Loki.fallingTime, None) +:
            (EnemyState.Idle, 0.0, None)
          )
      )
    case _ => Outcome(this)
  }

override def computeFire(context: FrameContext[StartupData])(

```

```

gameContext: GameContext): Option[List[Vector2]] =
status.head match {
  case (EnemyState.Attacking, _, Some(AttackAction("attack1", Some(
    direction)))) =>
    direction match {
      case "top"    => Some(List(Vector2(0, -1)))
      case "right"  => Some(List(Vector2(1, 0)))
      case "down"   => Some(List(Vector2(0, 1)))
      case "left"   => Some(List(Vector2(-1, 0)))
      case _        => None
    }
  case (EnemyState.Attacking, _, Some(AttackAction("attack2", None)
    )) =>
    Some(List(Vector2(0, -1), Vector2(1, 0), Vector2(0, 1), Vector2(
      -1, 0)))
  case (EnemyState.Attacking, _, Some(AttackAction("attack3", None)
    )) =>
    Some(List(Vector2(-1, -1), Vector2(1, 1), Vector2(1, -1),
      Vector2(-1, 1)))
  case _ => None
}

override def update(context: FrameContext[StartupData])(gameContext:
GameContext): Outcome[Model] =
for {
  superObj <- super.update(context)(gameContext)
  newObj = status.head match {
    case (EnemyState.Attacking, _, Some(MovingAction())) if
      superObj.path.length == 0 =>
      superObj.withStatus((EnemyState.Idle, 0.0, None)).
        asInstanceOf[Model]
    case (EnemyState.Attacking, _, Some(MoveAction(x, y))) =>
      superObj
        .withTraveller(Queue(Vector2(Assets.Rooms.cellToPosition(x)
          , Assets.Rooms.cellToPosition(y))))
        .withStatus((EnemyState.Attacking, 0.0, Some(MovingAction()
          )))
        .asInstanceOf[Model]
    case (EnemyState.Hiding, 0, Some(DefenceAction(x, y))) =>
      superObj
        .withDynamic(
          boundingBox.moveTo(Assets.Rooms.cellToPosition(x), Assets
            .Rooms.cellToPosition(y)),
          Vector2.zero,
          false
        )
        .asInstanceOf[Model]
    case (EnemyState.Falling, 0, _) =>
      superObj

```

```

        .withSolid(false)
        .withDynamic(boundingBox, Vector2.zero, true)
        .asInstanceOf[Model]
    case _ => superObj
  }
} yield newObj
}

case class AttackAction(val name: String, direction: Option[String])
  extends EnemyAction
case class MoveAction(x: Double, y: Double)
  extends EnemyAction
case class MovingAction()
  extends EnemyAction
case class DefenceAction(x: Double, y: Double)
  extends EnemyAction

```

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 14: *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 15: *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 16: *Grafico Burn-down terzo sprint*

Data - 18 ottobre 2021 - 24 ottobre 2021

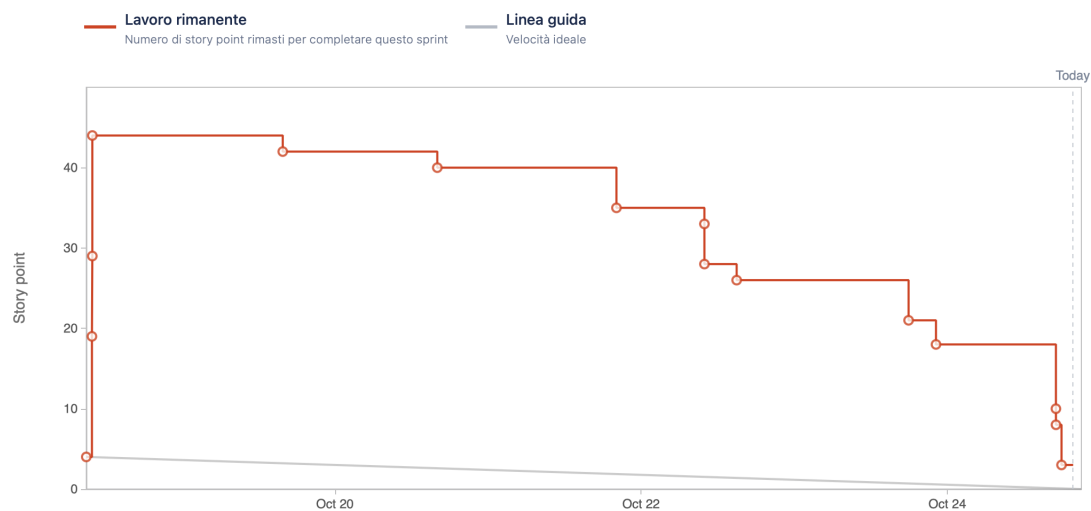


Figura 17: *Grafico Burn-down quarto sprint*

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.

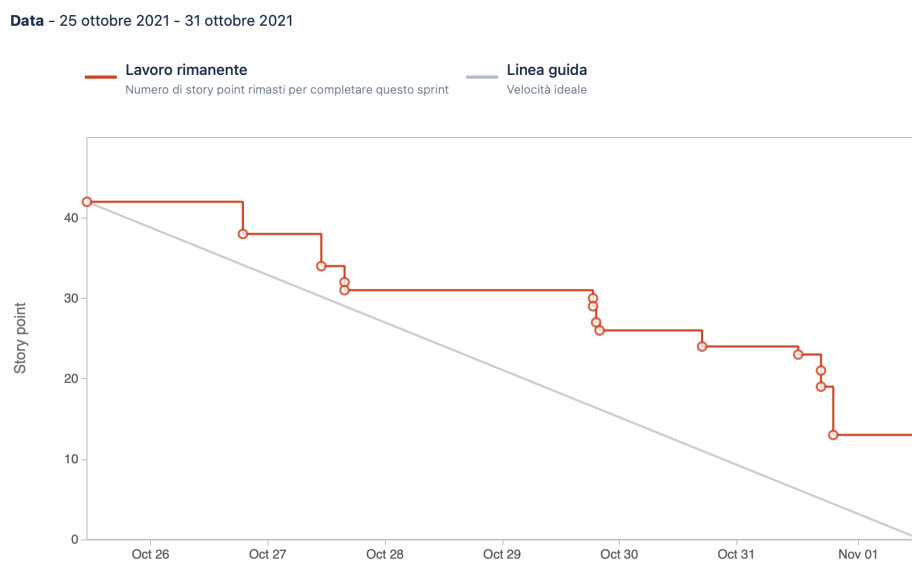


Figura 18: *Grafico Burn-down quinto sprint*

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

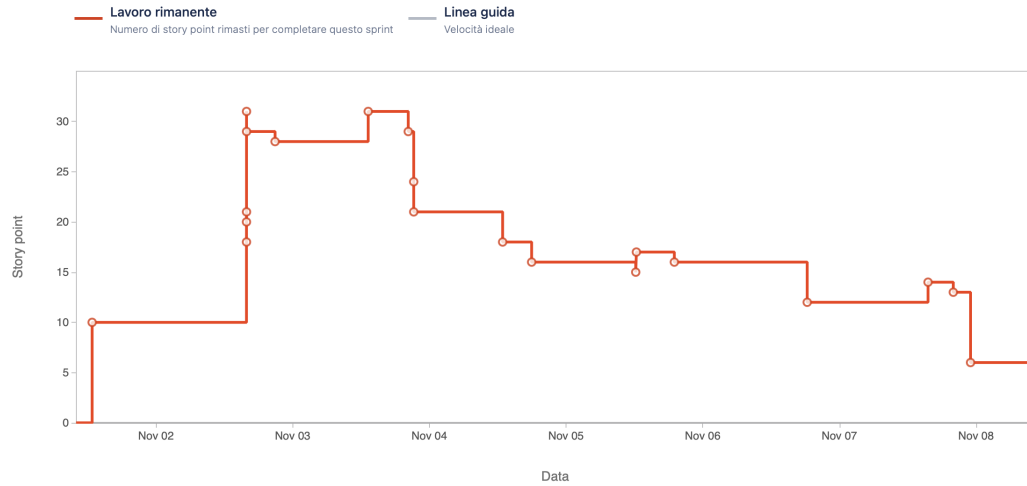


Figura 19: *Grafico Burn-down sesto sprint*

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 20: *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 21: *Grafico Burn-down ottavo sprint*

6.9 Sprint 9 22/11 - 28/11

Il nono e ultimo sprint è stato dedicato alla chiusura di alcuni ticket ancora aperti e al refinement di diversi componenti. Si è conclusa la creazione casuale degli elementi bloccanti mediante Prolog, la gestione del fine partita, creando gli scenari di vittoria, sconfitta e rivincita.

L'elemento di maggior valore aggiunto in questa sprint è il boss finale. Questo è composto da logica Scala e logica Prolog ed è stato interamente sviluppato da Matteo.

Data - 22 novembre 2021 - 28 novembre 2021

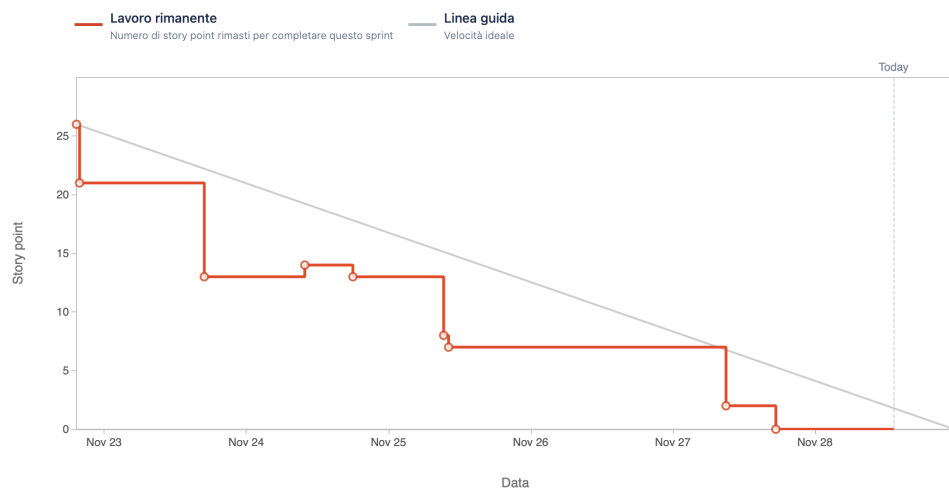


Figura 22: *Grafico Burn-down nono sprint*