



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea Magistrale in Informatica

Advanced Tools and Techniques for Software Development

REHEARSAL ROOM SCHEDULE WEB SERVICE

FRANCESCO TERROSI

6326113

Anno Accademico 2018-2019

INDICE

1	Introduzione al Software	3
1.1	Descrizione e Vincoli	3
1.2	Panoramica del Software	3
2	Tecniche e Framework utilizzati	7
2.1	Version Control System	7
2.2	Build Automation	7
2.2.1	Maven	7
2.2.2	Gradle	8
2.3	Continuous Integration	11
2.4	Frameworks	12
2.5	Software Design	13
2.6	Problemi durante lo sviluppo	20
2.6.1	Spring Boot	20
2.6.2	Gradle	20

INTRODUZIONE AL SOFTWARE

1.1 DESCRIZIONE E VINCOLI

Il software sviluppato implementa un web service per la gestione delle prenotazioni di una sala prove.

Lo sviluppo del software è iniziato definendo dei requisiti sull'orario della sala e sulla definizione delle richieste di prenotazione valide. In particolare:

- La sala prove in questione offre 3 sale, prenotabili per turni di 2 ore e 30 minuti
- Ciascuna sala è prenotabile per qualunque orario (il minutaggio non deve necessariamente essere un multiplo di 30, la sala prove rimane aperta h24)
- È possibile effettuare una prenotazione fino a 5 minuti prima dell'orario specificato
- Tutte le prenotazioni richiedenti un orario O , $O \leq \text{ora attuale} + 5 \text{ minuti}$ vengono rifiutate
- Soltanto gli utenti registrati nel sistema possono effettuare le prenotazioni
- Le prenotazioni vengono associate in maniera univoca all'username scelto in fase di registrazione
- Non possono esistere due utenti con lo stesso username

1.2 PANORAMICA DEL SOFTWARE

Il software è stato implementato utilizzando diverse tecniche di programmazione fra cui il *Test-Driven-Development*, *Build-Automation* (*Maven* e

Gradle), *Continuous Integration*... seguendo una filosofia di sviluppo modulare. Possiamo dividere i vari pacchetti in pacchetti di **utilità** (model, exceptions, configurations...) e pacchetti di **servizio** (services, repository, web)

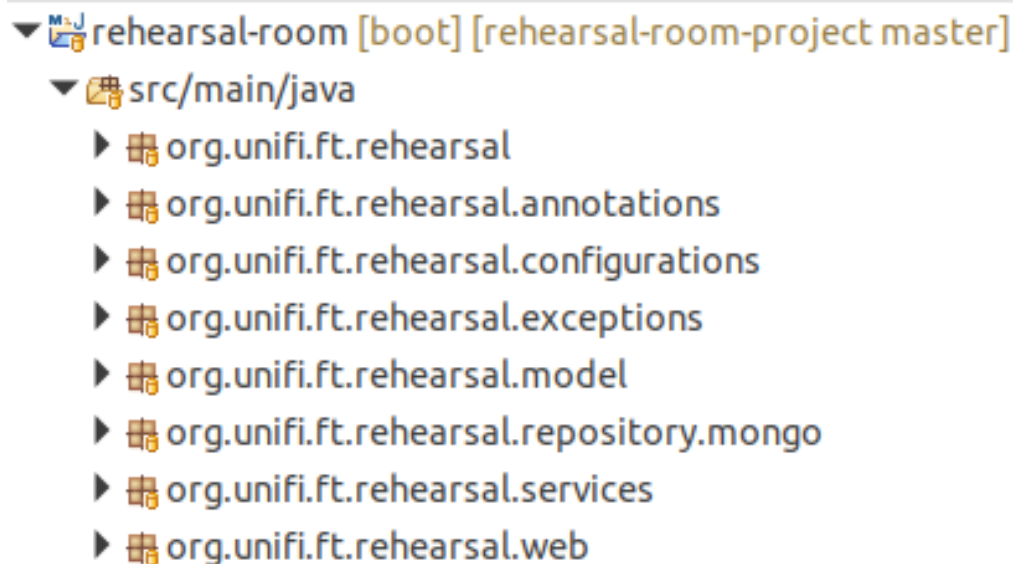


Figura 1: Gerarchia dei pacchetti

L'applicazione è stata sviluppata utilizzando il *Framework Spring Boot*, grazie al quale è stata facilitata l'implementazione e la gestione di un database MongoDB (che consiste di due differenti repository: uno per gli utenti e uno per le prenotazioni) e l'esposizione dei metodi offerti dai vari *services* grazie ai Web Controller.

Le operazioni sui repository sono implementati appunto dalle classi contenute in `org.unifi.ft.rehearsal.services`: `BandService` e `Scheduler`. `BandService` si occupa della gestione della registrazione nel sistema dei gruppi che vogliono usufruire della sala prove. Le operazioni possibili sono il salvataggio di un utente nel sistema e la ricerca di un determinato utente tramite *username*.

La classe `Scheduler` implementa invece le operazioni di salvataggio delle prenotazioni. Essendo questo servizio utilizzato dagli utenti sono fornite diverse operazioni per il salvataggio, la ricerca e la cancellazione.

Come accennato all'inizio del paragrafo, questi servizi sono esposti tramite un'interfaccia web realizzata grazie al *framework Model View Controller* offerto da *Spring Boot*, di cui verrà approfondito il funzionamento nei

paragrafi successivi.

TECNICHE E FRAMEWORK UTILIZZATI

2.1 VERSION CONTROL SYSTEM

Per controllare il versionamento del software durante tutta la fase di sviluppo è stato utilizzato il software *git*, in congiunzione con la piattaforma *github*:

Maven - <https://github.com/FrancescoTerrosi/rehearsal-room-project>

Gradle - <https://github.com/FrancescoTerrosi/rehearsal-room-gradle>

Nonostante il lavoro sia stato svolto da un singolo studente è stato comunque adottato il modello *gitflow*, accompagnato dai meccanismi di pull-request offerti da *github*, grazie ai quali è stato possibile effettuare vari check di integrità della build su *travis*, *coveralls* e *sonarcloud*.

2.2 BUILD AUTOMATION

Come già detto, sono stati usati due strumenti di build automation:

- Maven: solido, conosciuto e ben accettato nell'ambiente di sviluppo software, data la sua diffusione vi sono molti tutorial, plugin e schemi di configurazione
- Gradle: molto recente, in continuo sviluppo, permette una configurazione pressoché totale della build del progetto

2.2.1 Maven

Le specifiche di un progetto Maven vengono definite nel file "pom.xml". All'interno di questo file è possibile definire alcune opzioni di configurazione del progetto (nome del gruppo e del progetto, versione di Java. . .) e,

soprattutto, definire le dipendenze necessarie al corretto funzionamento del software e i plugin che specificano le operazioni da fare durante il processo di build.

Per adottare una sorta di approccio modulare anche nel processo di build del progetto, sono stati definiti diversi profili all'interno del pom.

Definire un profilo permette di incapsulare i plugin e le loro configurazioni al suo interno, in modo tale che queste vengano attaccate alla fase appropriata del lifecycle di Maven solamente quando richiesto.

Per separare le operazioni di generazione dei report di *JaCoCo*, i *Mutation Tests*, gli *Integration Tests* e gli *End to End Tests* sono stati quindi definiti i profili:

- jacoco
- mutation
- integration
- e2e

```
mvn clean verify -Pjacoco coveralls:report sonar:sonar
mvn verify -Pintegration
mvn verify -Pe2e
```

Figura 2: Fasi e profili utilizzati per effettuare la build del progetto su travis-ci.

Il profilo *mutation* non viene utilizzato in quanto di scarsa rilevanza per i check successivi (ma molto utile in locale)

2.2.2 Gradle

Gradle è, attualmente, il maggior *competitor* di Maven per quanto riguarda la build automation.

La procedura di assemblamento di un software è intrinsecamente diversa: se in Maven abbiamo un ciclo di vita rigido e ben definito, in cui i vari *goal* vengono eseguiti in un ordine ben definito e in maniera sequenziale, Gradle si basa sulla definizione di *tasks* (intuitivamente possiamo vederli come un corrispettivo dei *goal*), il cui ordine di esecuzione viene definito dal *task graph*, un grafo aciclico che definisce l'ordine di esecuzione dei vari compiti.

Il file in cui vengono definite le dipendenze del progetto, i plugin e

altre configurazioni è il file "build.gradle". Uno dei vantaggi è indubbiamente l'utilizzo di un DSL *Groovy-like*, al posto del verboso xml utilizzato da Maven.

```
// sezione in cui vengono definiti i binary plugins
// importano classi che eseguono operazioni necessario alla build
plugins {
    id 'org.springframework.boot' version '2.1.3.RELEASE'
    id 'java'
    id 'jacoco'
    id 'com.github.kt3k.coveralls' version '2.8.2'
    id "org.sonarqube" version "2.7"
    id 'com.sourcemuse.mongo' version '1.0.7'
    id 'info.solidsoft.pitest' version '1.4.0'
}

// applicazione degli script plugin
// implementano configurazioni aggiuntive alla build gradle
apply from: "$rootDir/itest.gradle"
apply from: "$rootDir/e2etest.gradle"
apply plugin: 'io.spring.dependency-management'

// sezione delle dipendenze del progetto
dependencies {
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-security'
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-web'

    testImplementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-test'
    testImplementation 'org.springframework.security:spring-security-test'
}
```

Figura 3: Esempio di file build.gradle

Gradle permette inoltre di definire dei *task* personalizzati che possono essere inseriti all'interno del task graph (e quindi eseguiti ogni volta che viene eseguita la build del progetto. In questo caso possiamo immaginarli, con un certo livello di astrazione, come un *goal* di Maven che viene attaccato a una fase) oppure eseguirli in maniera autonoma.

Uno degli aspetti fondamentali nella definizione di nuovi task Gradle è la loro indipendenza. È buona pratica definire un file `.gradle` apposito in cui vengono dichiarati i *source sets* e le *dipendenze* necessarie al compimento del task, di modo tale che possa essere eseguito indipendentemente dagli altri. È comunque possibile definire un ordinamento fra essi, utilizzando i comandi *dependsOn* e *finalizedBy*.

```
// Definisce le cartelle sorgenti
sourceSets {
    integTest {
        java.srcDir 'src/it/java'
        resources.srcDir file('src/test/resources')
        compileClasspath += sourceSets.main.runtimeClasspath
        runtimeClasspath += output + compileClasspath + configurations.testRuntime
    }
}

// Definisce le dipendenze del task integTest.

dependencies {
    integTestCompile 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-test'
    integTestCompile 'org.springframework.security:spring-security-test'
}

// Dichiarazione del task 'integTest'
task integTest(type: Test) {
    description = 'Runs the integration tests.'
    maxHeapSize = '1024m'

    testClassesDirs = sourceSets.integTest.output.classesDirs
    classpath = sourceSets.integTest.runtimeClasspath

    mustRunAfter tasks.test
    check.dependsOn integTest
}
```

Figura 4: Esempio di task definito dall'utente nel file `itest.gradle`

Un altro degli aspetti fondamentali di Gradle è il massiccio utilizzo del Gradle Wrapper.

Il wrapper consente di poter effettuare build gradle senza averlo installato sulla propria macchina. Lavorando in team di sviluppo il vantaggio è

ancora maggiore in quanto assicura che tutti i membri effettuino le build utilizzando la stessa versione di Gradle, senza bisogno di alcuna gestione aggiuntiva.

Tutti i plugin e le dipendenze Maven del progetto sono state ritradotte in Gradle, per assicurare l'uniformità delle due versioni. Su travis, la build viene eseguita con il seguente comando:

```
./gradlew build jacocoTestReport coveralls sonarqube
```

Figura 5: Viene invocato il gradle wrapper per inizializzare la versione corretta di Gradle con cui eseguire la build del progetto

I task che vengono eseguiti sono:

- build
 - Configura la build e calcola il task graph, compila i file sorgente andando a scaricare le dipendenze, esegue i test e produce il fatjar dell'applicazione
- jacocoTestReport
 - Esegue JaCoCo per calcolare la code coverage
- coveralls
 - Cerca il file .xml prodotto da JaCoCo e invia i risultati a coveralls
- sonarqube
 - Effettua l'analisi su SonarCloud

È possibile apprezzare come le operazioni per assemblare e testare effettivamente il progetto siano tutte racchiuse nel comando (task) *build*.

2.3 CONTINUOUS INTEGRATION

Per entrambi i progetti è stata stabilita un link con i server di Travis-CI, in modo tale da poter eseguire le build complete in remoto e poter continuare a lavorare localmente sul software.

Le specifiche della build sono visualizzabili nel file `.travis.yml`, un file di configurazione che serve per dare direttive alla virtual machine su cui il progetto viene assemblato.

Fra le due versioni vi è una piccola differenza: nel progetto Maven, i server MongoDB sono stati simulati attraverso l'utilizzo di Docker; per poterlo utilizzare sulla piattaforma di Travis è necessario specificarlo fra i servizi desiderati in modo tale che esso possa venire scaricato e successivamente eseguito dal plugin *fabric8* in fase di testing.

Nel progetto Gradle è stato invece utilizzato un plugin per avere un server MongoDB *embedded* nell'applicazione, pertanto non è stato necessario specificare l'utilizzo di Docker nel file *.travis*.

2.4 FRAMEWORKS

L'applicazione è stata sviluppata interamente utilizzando il framework *Spring Boot*, una delle varie soluzioni proposte dallo *Spring Framework* per la creazione di web-application in Java.

L'utilizzo del framework in questione oltre ad utilizzare il meccanismo di inversione del controllo proprio di Spring, permette di sviluppare applicazioni web in maniera molto rapida, rispetto all'approccio tradizionale basato su servlet.

Uno degli aspetti più interessanti è appunto l'implementazione del meccanismo di *inversion of control* tramite la *dependency injection*. Dal momento che le applicazioni sviluppate con Spring Boot vengono eseguite in un web-container dove, al suo interno, viene a sua volta eseguito un server (Tomcat, in questo caso), utilizzando il meccanismo dei server embedded proprio di Spring.

Dal momento che risulta pressoché impossibile avere un controllo totale sull'istanziamento degli oggetti una volta che l'applicazione viene lanciata, il meccanismo di *dependency injection* è di estrema importanza. Nelle applicazioni Spring Boot, al momento del loro avvio, viene caricato un *application-context* in cui sono contenute tutte le informazioni relative ai *Bean* che non sono stati inizializzati. Attraverso l'utilizzo di questo contesto è possibile dunque iniettare i *Bean* nei vari oggetti al momento dell'inizializzazione dell'applicazione. Spesso è necessario definire dei file di *configurazione* per fornire informazioni aggiuntive sui *Bean* da creare.

Un'altra importante *feature* offerta da Spring Boot sono le API per i server MongoDB. Attraverso la specifica di un semplice *Bean* (*mongo-Template*) e la definizione dell'indirizzo IP e la porta su cui esso deve girare, è possibile connettersi al server e utilizzarlo in maniera molto

intuitiva, grazie anche all'interfaccia `MongoRepository`.

Altre feature degne di nota:

- Thymeleaf: Template Engine utile per il rendering delle pagine HTML
- Spring-Security: Permette di implementare un meccanismo di autenticazione basato su Username e Password
- JUnit: framework di testing per Unit e Integration tests incorporato in Eclipse
- Cucumber: framework di testing per gli End-To-End tests.

2.5 SOFTWARE DESIGN

Il software implementato consiste di un Server di cui viene esposta l'interfaccia Web, accessibile tramite i consueti metodi *http* (GET, POST...). Inizialmente sono state definite le classi atte alla rappresentazione delle entità all'interno dell'applicazione nel pacchetto *org.unif.ft.rehearsal.model*:

- BandDetails
 - Classe che implementa l'interfaccia Spring *UserDetails*. In questa classe vengono salvate le informazioni relative a un singolo utente (che si suppone essere una band musicale). L'interfaccia *UserDetails* viene offerta da Spring come *template* per le classi che rappresentano gli utenti di un sistema.
- Schedule
 - Classe che definisce un modello per le prenotazioni. All'interno di questa classe possiamo trovare campi come: il nome della band (dell'utente) che effettua la prenotazione, data di inizio e fine, quale sala è stata prenotata...
- RehearsalRoom
 - Classe **ENUM** utilizzata per specificare il numero di stanze prenotabili nella sala prove.

Gli oggetti di tipo *BandDetails* e *Schedule* possono venire salvati a runtime in un database Mongo, rispettivamente nei repository:

- IBandDetailsMongoRepository

- `IScheduleMongoRepository`

La chiave primaria utilizzata è un oggetto di tipo *BigInteger* in previsione della moltitudine di record che questi possono avere.

A runtime tuttavia, non è possibile accedere direttamente ai metodi offerti da queste interfacce ma bisogna accedervi attraverso dei *Services*. Una classe che implementa un servizio può essere intuitivamente vista come un *wrapper* per uno specifico *repository*. Avendo a disposizione due differenti repository mongo, sono stati implementati i due seguenti servizi:

- `BandDetailsService`
 - Questa classe implementa uno *UserDetailsService*, implementazione necessaria per poter "immergere" questo servizio all'interno del framework Spring. Nella classe di configurazione della WebSecurity questo servizio viene specificato come *DaoAuthenticationProvider bean*, per permettere a Spring di sapere quale classe debba usare per l'autenticazione degli utenti. Questa classe utilizza un encoder BCrypt per criptare le password inserite dagli utenti.
- `Scheduler`
 - Classe che implementa le operazioni CRUD per gli oggetti di tipo *Schedule*

Per mantenere traccia delle varie operazioni effettuate dai *Services*, è stata utilizzata una utility di Logging: *Logback*. Questa scelta è stata fatta perché *Logback* è l'utility predefinita di Spring.

Sono stati definiti due differenti file di configurazione: uno per il logging in fase di testing (in cui i log vengono mostrati solamente su console) e uno per la fase di runtime, in cui le attività come: la registrazione di un utente, eventuali tentativi di accesso falliti (utili per rilevare tentativi di accesso illegali) e altri ancora vengono salvati in dei file di log utilizzando il protocollo di *logrotation*.

Per maggiori dettagli è possibile consultare i file di configurazione:

- `src/main/resources/logback.xml`
- `src/test/resources/logback-test.xml`

Una delle caratteristiche più interessanti di Spring è indubbiamente la possibilità di implementare feature piuttosto complesse come l'autenticazione, semplicemente andando a definire delle classi di configurazione. All'interno di questo progetto possiamo trovare due classi di questo tipo nel pacchetto *org.unifi.ft.rehearsal.configurations*:

- `MongoConfig`
- `WebSecurityConfig`

La prima classe si occupa semplicemente di definire un *bean* `MongoTemplate`, un'implementazione della classe `MongoOperation` che implementa le principali operazioni su un `mongoDB`.

La seconda classe di configurazione, indubbiamente più interessante, si occupa invece delle specifiche tecniche di Security per l'applicazione. Di seguito vengono riassunti gli aspetti più interessanti che possiamo trovare al suo interno:

- Il metodo *`configure(HttpSecurity)`* è responsabile di gran parte del lavoro. Al suo interno è possibile specificare quali richieste agli URL siano ad accesso pubblico e quali invece debbano essere protetti. Inoltre è possibile specificare quale sia la pagina di Login e gli identificativi dei form in cui vengono inseriti username e password. Questo aspetto è fondamentale in quanto a questo punto Spring si occuperà in maniera autonoma delle operazioni di autenticazione (è possibile notare infatti come nella classe *`LoginPageWebController`* sia presente soltanto il metodo responsabile di renderizzare la pagina HTML).
- Il metodo *`configure(WebSecurity)`* si occupa invece non solo delle richieste ma del *contesto* generale dell'applicazione. In questo metodo si esclude dai controlli di security gli URI corrispondenti ai file css e alle pagine ad accesso pubblico come la *homepage* o la pagina di registrazione.
- La classe privata *`RehearsalAuthenticationSuccessHandler`* è un'implementazione dell'interfaccia *`AuthenticationSuccessHandler`* offerta da Spring. Viene fatto un *override* del metodo *`onAuthenticationSuccess`* che viene invocato ogni volta che un'autenticazione ha successo di modo tale che venga fatto il *forward* di parametri come l'username di un utente che verranno poi utilizzati come attributi di sessione, oltre che effettuare il redirect alla pagina delle prenotazioni.

Come già stato detto all'inizio di questo paragrafo, il Server espone i propri servizi attraverso un'interfaccia web: questo viene realizzato tramite i *WebController* all'interno del pacchetto *org.unifi.ft.rehearsal.web*.

Un Web Controller non è altro che un "mediatore" fra le operazioni fornite dalle classi di *service* e la rappresentazione grafica (html) di tali operazioni. Un Web Controller espone i servizi su degli endpoint http (e.g. /register), modifica il modello e aggiorna la vista da restituire all'utente; non a caso questo pattern viene chiamato Model View Controller ed è lo standard utilizzato da Spring.

Ad eccezion fatta per *LoginPageWebController* che si occupa solo di mostrare la pagina HTML di login ed eventualmente di aggiungere un messaggio di errore nel caso di mancata autenticazione, i due controller *RegisterPageWebController* e *SchedulePageWebController* presentano un buon esempio dell'utilizzo di questo pattern. È inoltre possibile apprezzare come le richieste http degli utenti, possibilmente contenenti anche diversi parametri, vengano mappati in dei metodi che vanno ad interagire sia con le viste che con i *Services* visti in precedenza, tutto grazie alla gestione di Spring Boot dell'ambiente web e a come tramite il template-engine *Thymeleaf* si possa manipolare il codice HTML delle viste da restituire all'utente grazie a semplice codice Java.

La gestione degli eventuali errori da mostrare all'utente viene tutta fattorizzata in un singolo metodo: *addAttributeAndStatus* che viene invocato dai metodi annotati con l'annotazione **@ExceptionHandler(MyException.class)** e che riceve come parametro il messaggio che dev'essere inserito nella vista HTML.

Di seguito vengono mostrate alcune schermate di esecuzione dell'applicazione.

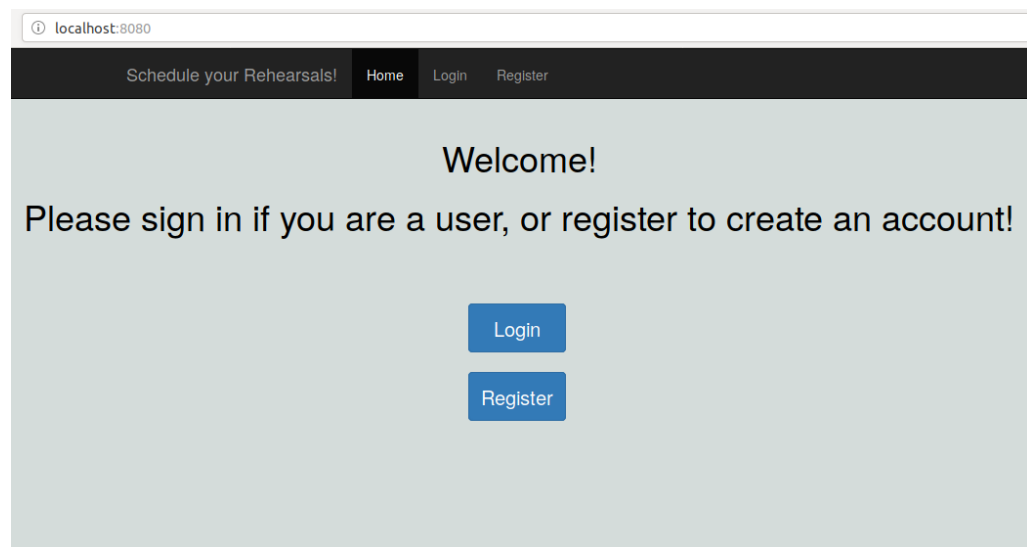


Figura 6: Homepage della web application da cui è possibile registrarsi o effettuare il login, previa registrazione

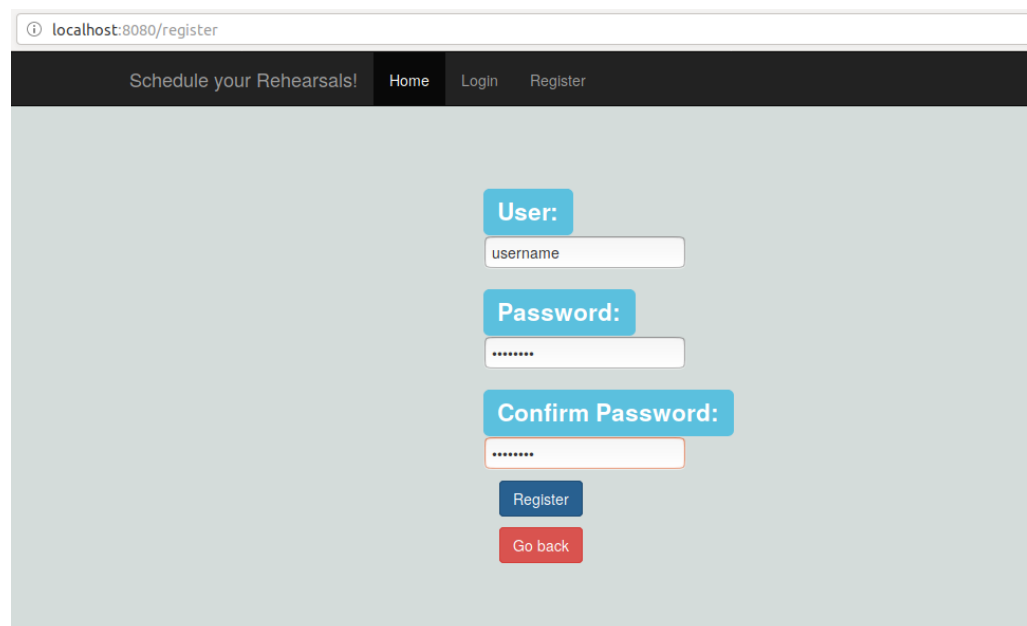


Figura 7: Pagina di registrazione. È necessario inserire uno username (in caso di username già esistente questo viene rifiutato) e inserire due volte la password. Questa viene criptata dal PasswordEncoder presente in *BandDetailsService*. La richiesta viene effettuata tramite il metodo POST, mappato sull'endpoint /register

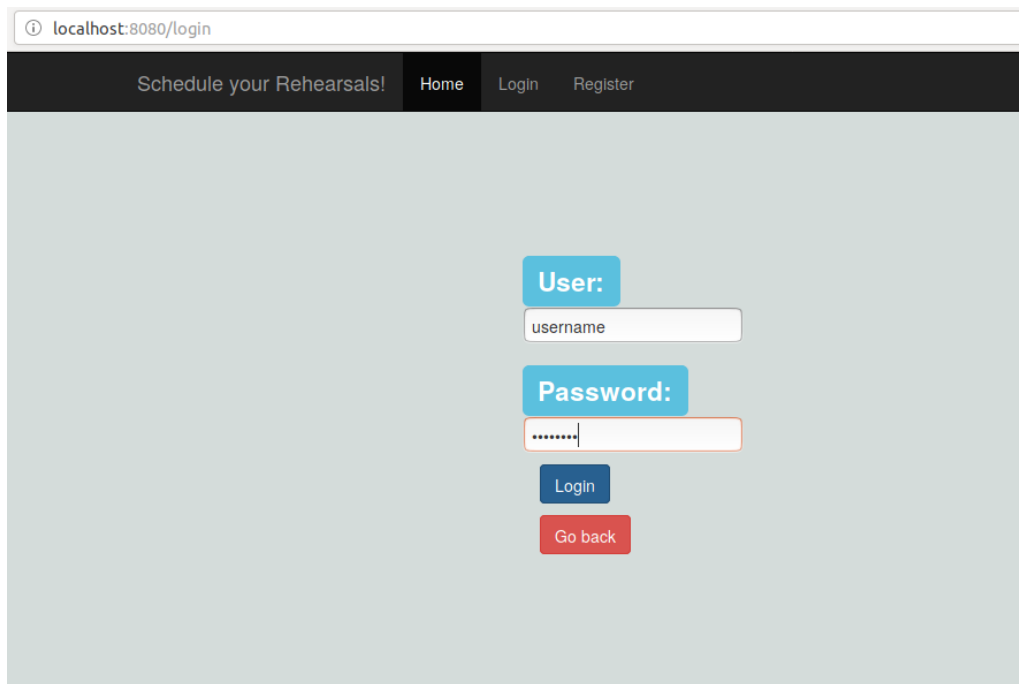


Figura 8: Pagina di Login dell'applicazione. Il metodo POST viene interamente gestito da Spring Boot, ragion per cui il Controller associato a questa vista si occupa solo di mostrare la pagina HTML

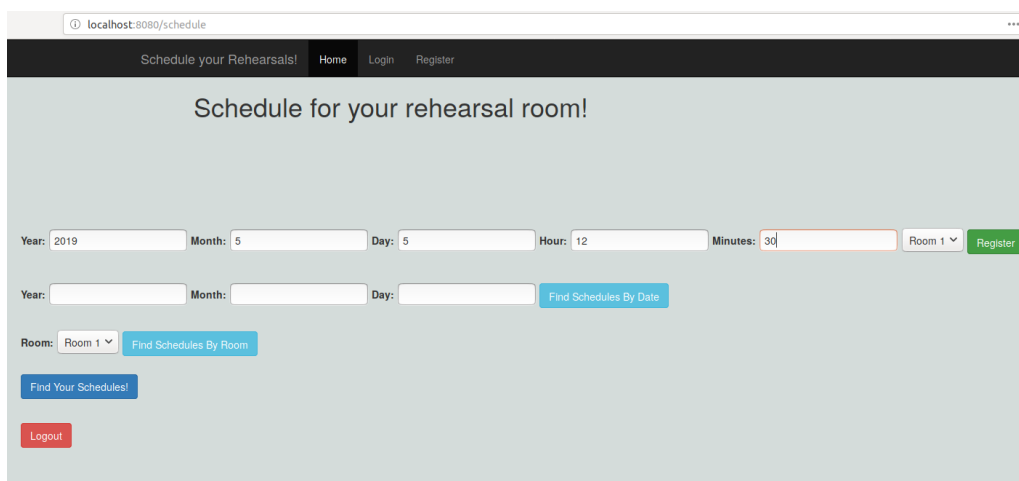


Figura 9: Effettiva pagina per lo scheduling delle prenotazioni. Per effettuare una prenotazione è necessario inserire una data valida composta da: anno, mese, giorno, ora, minuti (ricordiamo che la sala prove in questione è aperta h24). Dal momento che è possibile disdire in qualunque momento la prenotazione, non sono stati previsti metodi di pagamento che si suppone avvengano di persona.

The screenshot shows a web browser at the URL `localhost:8080/schedule/byName?submit=`. The application has a dark header with the text "Schedule your Rehearsals!" and navigation links for "Home", "Login", and "Register". The main content area is titled "Schedule for your rehearsal room!". It contains several input fields and buttons: a date and time selector with fields for Year, Month, Day, Hour, and Minutes, followed by a "Room 1" dropdown and a green "Register" button; another date selector (Year, Month, Day) with a blue "Find Schedules By Date" button; a "Room:" dropdown set to "Room 1" with a blue "Find Schedules By Room" button; a blue "Find Your Schedules!" button; and a red "Logout" button. At the bottom, a white notification box displays the message "username scheduled for room: FIRSTROOM on date: 2019/05/05 - 12:30" with a red "Delete" button next to it.

Figura 10: Sono messi a disposizione diverse metodologie per ricercare gli appuntamenti fissati nella sala prove: per data, per sala di prenotazione oppure tramite il tasto "find your schedules" che mostra tutte le prenotazioni associate all'username attualmente collegato. Utilizzando questa opzione è possibile eliminare le proprie prenotazioni.

2.6 PROBLEMI DURANTE LO SVILUPPO

2.6.1 *Spring Boot*

I maggiori problemi che sono stati incontrati durante lo sviluppo di questa applicazione sono perlopiù relativi agli sforzi necessari per "immergerla" nel contesto di Spring Boot.

Uno degli aspetti più critici è stata senza dubbio la configurazione della Web Security per l'applicazione, in parte dettata anche da una documentazione non sempre esaustiva e/o aggiornata. Questo ha portato a diversi fallimenti nei test cases che sono stati man mano risolti con il procedere dell'applicazione e della conoscenza del framework stesso, un esempio ne è il seguente metodo:

```
private static final String[] PUBLIC_ACCESS_URIS = {"/", "/register", "/css/**", "/webjars/**"};

@Override
public void configure(WebSecurity web) throws Exception {
    web.ignoring().antMatchers(PUBLIC_ACCESS_URIS);
}
```

Figura 11: In questo modo vengono esclusi da **qualsiasi controllo** di web security tutti gli URL relativi alle *risorse* dell'applicazione (file HTML, CSS...). Se questo fosse stato fatto nel metodo *configure(HttpSecurity)* non sarebbe stato possibile utilizzare accedere alle pagine HTML, utilizzare i webjars (Bootstrap nello specifico)

Un altro aspetto abbastanza problematico è stato l'utilizzo di un database per la gestione degli accessi degli utenti. È stato infatti necessario definire una classe che implementasse la classe Spring *UserDetailsService* per poter definire un *Bean* di tipo *DaoAuthenticationProvider* da utilizzare per l'autenticazione. Fortunatamente il problema è stato risolto abbastanza agilmente con il crescere della conoscenza del framework stesso.

2.6.2 *Gradle*

Passare dalla build-automation effettuata con Maven a quella di Gradle si è rivelato meno semplice del previsto, principalmente per l'enorme differenza con cui viene gestito il processo di build. Tuttavia, grazie a caratteristiche come un DSL per la specifica della build, Gradle si presenta

piuttosto intuitivo in contrapposizione a Maven e l'xml.

Uno degli aspetti più ostici è stato entrare nella mentalità di Gradle che impone una forte modularità nella definizione dei vari task personalizzati. È stato necessario studiare non solo in che modo i task vengono eseguiti ma anche come Gradle stesso gestisce le risorse (un esempio ne è la definizione delle classi e dei test case per i *SourceSets* presenti nei task **itest** e **ezeTest**).

Un altro aspetto che ha portato alcune problematiche nell'utilizzo di Gradle è stata indubbiamente la sua "novità" rispetto a Maven. Per quest'ultimo infatti sono presenti svariati tutorial e plugin ad-hoc per arricchire la build, per Gradle, essendo questo più giovane, risulta più difficile trovare materiale online.

Un esempio calzante può essere la ricerca di un plugin per lanciare un'immagine *Docker* (MongoDB) durante la build. La stragrande maggioranza dei plugin è progettata per **creare** un'immagine docker durante la build da caricare come docker image. È stato trovato un plugin che sembrava poter servire allo scopo prefissato ma, dal momento che utilizzava istruzioni di Gradle deprecated non è stato possibile usarlo, ragion per cui è stato scelto di utilizzare un plugin per avviare un server Mongo in-memory.