

DOCUMENTAZIONE TECNICA: VR SCUOLA

Il progetto `vr scuola` è una soluzione back-end robusta implementata utilizzando il framework Spring Boot. Progettata per il deployment come applicazione web archive (WAR), questa soluzione è ottimizzata per l'uso in ambienti server che supportano Java Servlet API 4.0 e superiori. Di seguito viene fornita una documentazione dettagliata riguardante la configurazione del progetto, le dipendenze, i plugin Maven utilizzati, e le linee guida per il deployment e la manutenzione.

Configurazione generale del Progetto

- **Group ID:** `it.delisagroup.vrscuola`
- **Artifact ID:** `spring-boot-war-deployment-school`
- **Versione:** `0.0.1-SNAPSHOT`
- **Packaging:** `war`
- **Nome del Progetto:** `spring-boot-war-deployment-school`
- **Descrizione:** VR Scuola API

Configurazione Maven

Parent POM

Spring Boot Version: `3.2.2` (Spring Boot Starter Parent)

Questa configurazione eredita tutte le ottimizzazioni e configurazioni dal Spring Boot, facilitando la gestione delle dipendenze e la configurazione del build.

Proprietà del Progetto

- **Java Versione:** `17`
- **Database (MySQL) Versione:** `8.0.33`
- **JSON Processing API Versione:** `20240205`
- **Validation API Versione:** `3.1.0-M1`
- **Spring WebFlux Versione:** `3.2.3`
- **Tomcat Embedded Versione:** `10.1.19` (Per il supporto JSP)
- **JSTL API e Implementation Versione:** `3.0.0` / `3.0.1`
- **JSON Path Versione:** `2.9.0`

- **OpenPDF Versione:** 2.0.0 (Per la generazione di documenti PDF)
- **SpringDoc OpenAPI Versione:** 2.3.0 (Per documentazione API)
- **HTTP Components Versione:** 4.5.14
- **JFreeChart Versione:** 1.5.4 (Per la generazione di grafici)
- **Apache PDFBox Versione:** 3.0.1 (Per manipolazione PDF)

Dipendenze

Spring Boot Starters

- **Web:** Supporto completo MVC per applicazioni web.
- **OAuth2 Client:** Autenticazione tramite provider esterni.
- **Security:** Configurazioni di sicurezza di base.
- **Data JPA:** Integrazione JPA per operazioni di database.
- **WebFlux:** Supporto per programmazione reattiva.
- **Test:** Supporto per test con JUnit e Spring Testing utilities.

Altre Biblioteche e Framework

- **Lombok:** Riduce la ripetizione del codice.
- **MySQL Connector:** Connettore JDBC per MySQL.
- **JSON:** Supporto per il processing di JSON.
- **Jakarta Validation:** Per la validazione dei dati.
- **Tomcat Jasper:** Supporto per JSP.
- **Jakarta JSTL:** Tag library per JSP.
- **OpenPDF e Apache PDFBox:** Creazione e manipolazione di documenti PDF.
- **JFreeChart:** Generazione di grafici.
- **Commons Codec:** Utility per codifica e decodifica.

Configurazione del Build

- **Nome finale del file WAR:** ROOT.war
- **Plugin principali:**
 - **Spring Boot Maven Plugin:** Configurazione per l'esclusione di Lombok nel package finale.
 - **Maven Compiler Plugin:** Specifica della versione del compilatore.
 - **Maven Surefire Plugin:** Configurazione per i test.
 - **Maven Resources Plugin:** Gestione delle risorse.

Uso

Questa applicazione back-end è ideale per essere deployata su server che supportano servlet 4.0+, utilizzando database MySQL per la gestione dei dati e offrendo un'API completa documentata tramite SpringDoc OpenAPI. Questo la rende adatta per uso in ambienti educativi virtuali dove sono richiesti sia elevati standard di sicurezza che capacità di scalabilità.

Linee Guida per il Deployment

Preparazione per il Deployment

1. **Verifica delle Configurazioni:** Assicurati che tutte le configurazioni nel file `pom.xml` siano corrette e che le versioni delle dipendenze siano compatibili.
2. **Build dell'Applicazione:** Esegui `mvn clean install` per costruire il file WAR.
3. **Test dell'Applicazione:** Esegui tutti i test unitari e d'integrazione per garantire la funzionalità dell'applicazione prima del deployment.

Deployment su Server

- **Server Compatibili:** Tomcat 10.1.19 o superiore, compatibile con Servlet 4.0+.
- **Configurazione del Server:** Assicurati che il server sia configurato per utilizzare Java 17 e che le impostazioni di memoria e sicurezza siano adeguate per le esigenze dell'applicazione.

Manutenzione e Aggiornamenti

- **Monitoraggio:** Implementa strumenti di monitoraggio e logging per tracciare le prestazioni e gli errori in produzione.
- **Aggiornamenti:** Mantieni le dipendenze aggiornate per sfruttare miglioramenti di prestazioni e correzioni di sicurezza.

Questa documentazione serve come guida completa per il setup, deployment e la manutenzione del back-end di VR Scuola, assicurando che gli sviluppatori e gli amministratori di sistema possano gestire efficacemente l'applicazione nel suo ciclo di vita.

Funzionalità e Configurazioni di VR Scuola

Il sistema VR Scuola integra un'ampia varietà di funzionalità, incentrate sulla gestione e il monitoraggio di risorse educative virtuali, gestione di utenti (studenti, insegnanti), e interazioni con visori VR. La documentazione seguente esplora in dettaglio le funzionalità chiave basate sulle costanti e le configurazioni del sistema.

Costanti di Sistema e Funzionalità

Formati e Gestione del Tempo

- **Formati Temporal**: Diversi formati di tempo (`UNIQUE_TIME_STD`, `UNIQUE_TIME_FORMAT`, ecc.) vengono utilizzati per registrare eventi e log, supportando operazioni di auditing e tracking temporale dettagliato.

Gestione delle Risorse

- **Directory delle Risorse**: Percorsi come `PATH_RESOURCE_DIR` indicano dove le risorse di file sono memorizzate, facilitando l'organizzazione e l'accesso.
- **Operazioni sui File**: Tracciamento di eventi come aggiunta o rimozione di visori (`ADD_OCULUS_CONF`, `CHANGE_OCULUS_CONF`), utili per la configurazione e la manutenzione dell'hardware.

Stati di Connessione

- Vari stati (`CONNECTED_IN_PENDING`, `CONNECTED_IN_CONNECTED`, ecc.) rappresentano la condizione di connettività dei dispositivi, utili per monitorare lo stato di rete dei visori VR.

Log degli Eventi

- **Registrazione Eventi**: Ogni azione significativa (come `EVENT_LOG_ADD_VISOR`, `EVENT_LOG_REMOVE_STUDENT`, ecc.) viene registrata, permettendo un'analisi dettagliata delle operazioni effettuate dagli utenti.

Gestione degli Utenti e delle Classi

- **Amministrazione Scuola**: Funzionalità per aggiungere o rimuovere studenti, docenti, classi, e corsi, riflettendo operazioni tipiche della gestione scolastica.

Configurazioni del Database

- **Stringhe di Connessione**: Informazioni dettagliate per la connessione al database principale e a un database di sola lettura, specificando le credenziali e i parametri di connessione necessari.

Autenticazione e Sicurezza

- **Keycloak Integration:** Configurazioni specifiche per l'integrazione con il sistema di autenticazione Keycloak, gestendo l'autenticazione e le autorizzazioni degli utenti.
- **OAuth2 Settings:** Configurazioni per l'uso di OAuth2, essenziale per la sicurezza e l'integrazione con servizi esterni.

Gestione delle Sessioni

- **Durata della Sessione:** Configurazione `server.servlet.session.timeout` determina la durata delle sessioni utente, importante per la sicurezza e la gestione delle risorse del server.

Logging e Diagnostica

- **Configurazioni di Logging:** Livelli di logging (`logging.level.it.delisagroup.vrscuola`, `logging.level.org.hibernate.SQL`) configurati per tracciare operazioni SQL e azioni specifiche del sistema, facilitando il debugging e la manutenzione.

Configurazioni dell'Interfaccia Utente e API

- **Thymeleaf:** Configurazione del motore di template Thymeleaf per la generazione dinamica di HTML.
- **SpringDoc:** Configurazioni per SpringDoc per la generazione di documentazione API Swagger, migliorando l'usabilità e l'accessibilità delle API.

Gestione File e Risorse

- **Percorsi Risorse:** Definizione di percorsi specifici per differenti tipi di documenti e configurazioni (`school.resource.conf`, `school.resource.doc`), organizzando efficacemente i file necessari per il funzionamento dell'applicazione.

Conclusioni

La configurazione e le funzionalità di VR Scuola sono pensate per offrire un sistema flessibile e robusto per la gestione dell'ambiente educativo virtuale. La dettagliata organizzazione di costanti e configurazioni riflette un'attenzione alla scalabilità, sicurezza, e facilità di manutenzione, essenziali per un'applicazione moderna di questo calibro. Queste configurazioni supportano una vasta gamma di operazioni critiche, dalla gestione degli utenti e delle risorse alla registrazione e monitoraggio di attività, evidenziando la complessità e la potenza del sistema VR Scuola.

Configurazione della Sicurezza Web e Autenticazione per VR Scuola

La configurazione di sicurezza nel back-end di VR Scuola è critica per garantire che solo utenti autorizzati possano accedere a risorse sensibili e eseguire operazioni critiche. Questa sezione della documentazione dettaglia l'implementazione della sicurezza tramite Spring Security, JWT (JSON Web Tokens), e OAuth2, usando il sistema di autenticazione Keycloak.

Configurazione della Sicurezza con Spring Security

Contesto e Impostazioni Generali

- **ApplicationContext e issuerUri:** L'oggetto `ApplicationContext` di Spring è iniettato nel `WebSecurityConfig` per accedere ai bean di Spring in runtime. L'`issuerUri` è utilizzato per costruire l'URI necessario a recuperare il set di chiavi pubbliche per la decodifica dei JWT.

JwtDecoder

- **Definizione del JwtDecoder:** Un `JwtDecoder` è configurato per decodificare i JWT utilizzando l'URI del set di chiavi (JWK set) disponibile presso l'`issuerUri`. Questo è fondamentale per la validazione dei token OAuth2 durante l'autenticazione e l'autorizzazione.

Gestione dell'Accesso Basato sui Ruoli

- **AuthorizationManager:** Il metodo `roleAccessManager` fornisce una logica di autorizzazione personalizzata, che verifica se un utente autenticato con OAuth2 ha un ruolo specifico (ad es., "admins"). Utilizza un `OAuth2AuthorizedClientService` per caricare informazioni sul client autorizzato e un `JwtDecoder` per decodificare il JWT e controllare i ruoli nel token.

Configurazione di HttpSecurity

- **Disabilitazione di CORS e CSRF:** Per motivi di sicurezza e compatibilità, CORS e CSRF sono disabilitati. Questo è comune in ambienti back-end che servono principalmente API a clienti fidati.
- **Configurazione dei Percorsi di Accesso:** I percorsi critici come `"/setup-visore"`, `"/scan-visore"`, ecc., sono protetti e richiedono che l'utente sia un amministratore. Altri percorsi generali sono accessibili pubblicamente.

- **Gestione delle Sessioni:** La politica di creazione delle sessioni è impostata su `SessionCreationPolicy.IF_REQUIRED`, il che significa che una sessione viene creata solo se necessario.

Flussi di Autenticazione e Gestione degli Errori

- **OAuth2 Login:** La configurazione di `oauth2Login` gestisce il flusso di autenticazione OAuth2, utilizzando un `CustomAuthenticationSuccessHandler` per gestire le azioni post-login.
- **Gestione delle Eccezioni:** La configurazione di gestione delle eccezioni cattura i tentativi di accesso non autorizzati, reindirizzando gli utenti a una pagina di logout personalizzata in caso di accesso negato.

Configurazione del Logout

- **Logout Configuration:** La configurazione del logout specifica l'URL di successo del logout, migliorando l'esperienza utente post-logout e garantendo che le sessioni siano terminate correttamente.

Sicurezza dell'Intestazione HTTP

- **Configurazione delle Intestazioni:** Le opzioni di sicurezza delle intestazioni sono configurate per permettere gli iframe dalla stessa origine, una pratica comune per applicazioni che incorporano contenuti interni sicuri.

Conclusioni

La configurazione di sicurezza di VR Scuola rappresenta un approccio complesso e stratificato per proteggere le risorse dell'applicazione e garantire che solo gli utenti autorizzati possano eseguire operazioni sensibili. Utilizzando le tecnologie avanzate di Spring Security, JWT e OAuth2 con il supporto di Keycloak, VR Scuola stabilisce un ambiente sicuro e gestibile per la distribuzione di tecnologie educative avanzate.

Configurazione del Contesto Web e Localizzazione per VR Scuola

La configurazione del contesto web di VR Scuola, definita nel `WebApplicationContextConfig`, stabilisce le fondamenta per il supporto multilingua, la gestione delle risorse e la visualizzazione di contenuti attraverso un framework

MVC (Model-View-Controller). Di seguito è descritta in dettaglio l'implementazione di queste configurazioni all'interno del framework Spring MVC.

Configurazione del View Resolver

- **InternalResourceViewResolver**: Questo componente è essenziale per risolvere le viste JSP specificate nei controller. È configurato per cercare le viste nella directory `/WEB-INF/view/` e utilizzare i file con estensione `.jsp`.
 - `setViewClass(JstlView.class)`: Imposta la classe di vista su `JstlView`, che supporta l'uso delle JavaServer Pages Standard Tag Library (JSTL) all'interno delle viste.

Gestione delle Risorse Statiche

- **Resource Handlers**: Permette l'accesso a risorse statiche come immagini, CSS e JavaScript, che sono essenziali per la parte front-end dell'applicazione. Le risorse sono servite dalla directory `/resources/`, facilitando l'organizzazione e l'accessibilità dei file statici.

Supporto Internazionalizzazione e Localizzazione

- **MessageSource**: Il `ResourceBundleMessageSource` è configurato per gestire i messaggi di localizzazione da un file di proprietà denominato `messages`. Questo permette di centralizzare i testi dell'applicazione e facilitare la traduzione in diverse lingue.
- **LocaleResolver**: `CookieLocaleResolver` è utilizzato per memorizzare le preferenze linguistiche dell'utente in un cookie, consentendo di persistere la scelta della lingua tra le sessioni. Il cookie, chiamato `localeInfo`, ha una durata di 24 ore.
- **LocaleChangeInterceptor**: Un interceptor che ascolta il parametro `language` nelle richieste. Questo permette agli utenti di cambiare la lingua dell'interfaccia dinamicamente attraverso una richiesta GET, aggiornando il valore del locale utilizzato dall'applicazione.

Configurazione del Servlet MVC

- **Default Servlet Handling:** Configurazione che permette al DispatcherServlet di Spring MVC di gestire tutte le richieste che arrivano all'applicazione, passando il controllo ai controller appropriati.

Integrazione dei Servizi Rest

- **RestTemplate:** Un bean `RestTemplate` è definito per facilitare la comunicazione con API esterne. `RestTemplate` è un client HTTP che permette all'applicazione di consumare e interagire con servizi REST in modo semplice ed efficace.

Conclusioni

La configurazione del contesto web di VR Scuola svolge un ruolo cruciale nel supportare funzionalità avanzate per una piattaforma educativa interattiva. L'architettura supporta un'esperienza utente ricca e dinamica, con la capacità di adattarsi a diversi contesti linguistici e culturali. Questo assicura che VR Scuola possa essere facilmente localizzata e personalizzata per soddisfare le esigenze di un pubblico globale, mantenendo al contempo una gestione efficiente delle risorse e un'integrazione fluida con sistemi e servizi esterni.

Configurazione OAuth2 per VR Scuola

La classe `OAuth2Config` nel backend di VR Scuola è responsabile per configurare e gestire le registrazioni dei client OAuth2 utilizzando Spring Security. Questa configurazione centrale consente un'autenticazione e autorizzazione sicura e scalabile con il sistema esterno di Identity Provider, in questo caso, tramite Keycloak.

Dettagli della Configurazione

Parametri di Configurazione

- **baseName:** URL base dell'applicazione. Viene utilizzato per costruire l'URL di reindirizzamento post-autenticazione.
- **issuerUri:** URI del server che emette il token (Issuer).

- **provider**: Identifica il provider di autenticazione configurato, utilizzato anche come ID di registrazione.
- **clientName**: Nome descrittivo del client, usato per scopi amministrativi o di logging.
- **clientId**: Identificativo unico del client OAuth2 assegnato dal provider di identità.
- **clientSecret**: Secret del client usato per autenticare la richiesta del token presso il provider di identità.
- **scope**: Permessi dell'autenticazione, specifica quali permessi l'applicazione richiede.
- **authorizationGrantType**: Tipo di concessione dell'autorizzazione, indica il flusso OAuth2 utilizzato (es. `authorization_code`).

Implementazione della Registrazione del Client

- **ClientRegistration**: Viene creato un oggetto `ClientRegistration` configurato con i parametri forniti. Questo oggetto rappresenta la registrazione di un client OAuth2 e contiene tutte le informazioni necessarie per il processo di autenticazione e ottenimento dei token.

Endpoint Configurati

- **Authorization URI**: Endpoint presso il quale l'utente sarà reindirizzato per l'autenticazione.
- **Token URI**: Endpoint per la richiesta del token di accesso dopo che l'autenticazione è avvenuta con successo.
- **User Info URI**: Endpoint per ottenere dettagli sull'utente autenticato, basato sul token di accesso ottenuto.
- **JWK Set URI**: Endpoint per ottenere il set di chiavi pubbliche usato per verificare la firma dei token JWT emessi dall'issuer.

InMemoryClientRegistrationRepository

- **Repository**: Utilizza un `InMemoryClientRegistrationRepository` per memorizzare la configurazione del client. Questo repository è semplice e adatto per applicazioni con un numero limitato di configurazioni client che non cambiano frequentemente.

Gestione degli errori

- **Gestione delle Eccezioni:** Nel caso di configurazioni non valide o errori durante il passaggio dei parametri, l'eccezione viene catturata e tracciata, e il metodo ritorna `null`, indicando un fallimento nella creazione della registrazione del client.

Conclusioni

La configurazione OAuth2 in VR Scuola è fondamentale per garantire che tutte le interazioni con i servizi esterni siano sicure e autorizzate correttamente. La classe `OAuth2Config` gestisce la complessità della configurazione OAuth2, permettendo una facile manutenzione e scalabilità del sistema di autenticazione. Grazie a questa configurazione, VR Scuola può integrarsi efficacemente con Keycloak, sfruttando un moderno protocollo di autenticazione e autorizzazione per proteggere l'accesso alle risorse critiche.

Configurazione Hibernate per VR Scuola

La classe `HibernateConfig` nel back-end di VR Scuola gestisce la configurazione di Hibernate per l'accesso e la manipolazione dei dati tramite JPA (Java Persistence API). Questa configurazione supporta sia uno schema principale che uno secondario keycloak per operazioni di sola lettura.

Dettagli della Configurazione

DataSource Primario e Secondario

- **DataSource Primario:** Configurato per accedere al database principale. Utilizza i parametri definiti nelle proprietà dell'ambiente, come URL del database, nome utente e password.
- **DataSource Secondario:** Similmente configurato, ma specificamente ottimizzato per operazioni di sola lettura. Implementa impostazioni avanzate come il blocco della modalità di scrittura, l'impostazione di auto-commit su `false` e la definizione del livello di isolamento della transazione a `TRANSACTION_READ_COMMITTED`.

EntityManagerFactory

- **EntityManagerFactory Primario:** Crea un `LocalContainerEntityManagerFactoryBean` che gestisce le entità del package `it.delisagroup.vrscuola.entities`. Questo factory

bean è configurato con il `dataSource` primario e le proprietà Hibernate appropriate.

- **EntityManagerFactory Secondario:** Gestisce entità in un pacchetto separato, `it.delisagroup.vrscuola.second.entities`, utilizzando il `dataSource` secondario. È particolarmente utile per gestire dati che non richiedono operazioni di scrittura, come report o query analitiche.

Proprietà di Hibernate

- **Proprietà Comuni:** Include impostazioni come il dialetto SQL di Hibernate, la visualizzazione delle query SQL nei log, la formattazione dell'output SQL e le politiche di aggiornamento dello schema del database.
- **Proprietà Secondarie:** Simili alle principali, ma con l'aggiunta di `hibernate.connection.read_only` impostato su `true` e `hibernate.hbm2ddl.auto` su `none`, per garantire che non vengano fatte modifiche allo schema nel database secondario.

Gestione delle Transazioni

- **TransactionManager Primario:** Un `JpaTransactionManager` è configurato per gestire le transazioni per l'EntityManagerFactory primario. Questo assicura che tutte le operazioni di database nel contesto principale siano correttamente gestite in termini di inizio, commit e rollback delle transazioni.
- **TransactionManager Secondario:** Analogamente configurato per il contesto secondario, garantendo che le transazioni nel database di sola lettura siano gestite efficacemente, anche se queste sono per lo più non necessarie a causa della natura di sola lettura.

Conclusioni

La configurazione di Hibernate in VR Scuola è essenziale per garantire che l'applicazione gestisca efficacemente le operazioni di database in due contesti distinti: uno per operazioni CRUD (Create, Read, Update, Delete) regolari e uno ottimizzato per la lettura. Questa separazione non solo migliora le prestazioni, ma aiuta anche a mantenere l'integrità dei dati in ambienti con requisiti diversificati. La configurazione dettagliata assicura che gli sviluppatori possano

lavorare con un ambiente di database robusto e ben organizzato, facilitando sia le operazioni quotidiane che l'analisi dei dati.

Gestione Personalizzata di Autenticazione

La classe `CustomAuthenticationSuccessHandler` in VR Scuola personalizza la gestione del successo di autenticazione, permettendo azioni specifiche post-login, come il salvataggio di informazioni sull'utente nella sessione e il reindirizzamento a una pagina specifica.

Dettagli della Implementazione

Principio di Funzionamento

Quando un utente completa con successo il processo di autenticazione, `onAuthenticationSuccess` viene invocato. Questo metodo gestisce diversi aspetti dell'esperienza utente subito dopo il login.

Componenti Chiave

- **OidcUser**: Questa implementazione verifica se l'utente autenticato è un'istanza di `OidcUser`, che è tipico per gli utenti autenticati tramite OpenID Connect (OIDC).
- **Gestione ID Token**: Se disponibile, l'ID token dell'utente viene estratto e salvato nella sessione HTTP. Questo token può essere utilizzato in seguito per interazioni con altre parti del sistema che richiedono un'identificazione dell'utente o verifiche di sicurezza.
- **Salvataggio del Nome Utente**: Il nome utente, ottenuto tramite `getName()` di `OidcUser`, è anch'esso memorizzato nella sessione. Questo può facilitare la personalizzazione dell'interfaccia utente e altre logiche di business che dipendono dall'identità dell'utente.

Reindirizzamento Post-Login

- **Redirect Strategy**: Utilizza `DefaultRedirectStrategy` per il reindirizzamento, una scelta comune per gestire reindirizzamenti in un contesto di autenticazione Spring Security. Dopo l'autenticazione, gli utenti vengono reindirizzati a `/abilita-classe`, una pagina che presumibilmente permette ulteriori interazioni legate alle funzionalità della classe.

Considerazioni sulla Sicurezza

- **Gestione della Sessione:** È importante garantire che la sessione venga gestita in modo sicuro. Il salvataggio dell'ID token nella sessione può presentare rischi se non gestito correttamente. Si dovrebbe considerare l'uso di HTTPS per proteggere i dati della sessione e possibilmente implementare meccanismi di scadenza per i token memorizzati.
- **Protezione da CSRF:** Mentre il reindirizzamento e la manipolazione della sessione sono gestiti, è cruciale assicurarsi che la protezione da Cross-Site Request Forgery (CSRF) sia abilitata per evitare attacchi che potrebbero sfruttare la sessione dell'utente.

Conclusioni

`CustomAuthenticationSuccessHandler` è un componente essenziale per migliorare l'esperienza dell'utente post-login, fornendo una gestione sicura e personalizzata del processo di autenticazione. Questo handler non solo migliora la sicurezza memorizzando l'ID token in modo sicuro, ma facilita anche una migliore integrazione dell'utente con il sistema, dirigendolo verso pagine pertinenti che migliorano l'engagement e l'utilizzo delle funzionalità offerte da VR Scuola.

Gestione delle Multi-Richieste

La classe `ConcurrentRequestFilter` di VR Scuola è un filtro servlet che monitora e gestisce la concorrenza delle richieste HTTP, offrendo una visione in tempo reale del carico di traffico sul server. Questo componente è vitale per mantenere le prestazioni del sistema sotto controllo e per prevenire il sovraccarico durante picchi di traffico.

Funzionalità Principali

Monitoraggio in Tempo Reale

- **Conteggio Richieste per Secondo:** Utilizza un `AtomicInteger` per tenere traccia del numero di richieste ricevute ogni secondo. Questo approccio garantisce l'accuratezza nel conteggio in un ambiente multithreading senza necessità di sincronizzazione esplicita.

Aggiornamento Periodico delle Statistiche

- **Aggiornamento delle Code:** Tre code (`requestsLast10Seconds`, `requestsLast30Seconds`, `requestsLast60Seconds`) conservano il numero di richieste per gli ultimi 10, 30 e 60 secondi rispettivamente. Queste code sono aggiornate ogni secondo da un task schedulato che sposta il conteggio delle richieste dall'`AtomicInteger` alle code.
- **Scheduler:** Un `ScheduledExecutorService` è utilizzato per eseguire l'aggiornamento periodico delle code. Questo servizio è programmato per eseguire il task ogni secondo, garantendo che le statistiche siano sempre aggiornate.

Gestione delle Code

- **Aggiornamento delle Code:** La funzione `updateQueue` gestisce la logica di aggiunta di nuovi valori e rimozione dei valori più vecchi quando la coda raggiunge la sua capacità massima. Questo assicura che le statistiche conservate siano sempre relative al periodo di tempo designato (10, 30, o 60 secondi).

Filtraggio delle Richieste

- **Incremento del Contatore:** Durante l'esecuzione del metodo `doFilter`, il contatore di richieste per secondo viene incrementato per ogni richiesta in arrivo. Dopo che la richiesta è stata elaborata, il contatore non viene decrementato, poiché l'obiettivo è tracciare il numero di richieste arrivate e non quelle attive.

Strategie di Utilizzo

Analisi del Traffico

- **Identificazione dei Picchi di Traffico:** Le statistiche raccolte possono essere utilizzate per identificare i picchi di traffico e comprendere meglio i modelli di utilizzo dell'applicazione.
- **Prevenzione del Sovraccarico:** Implementando logiche che reagiscono al raggiungimento di certe soglie di traffico, il sistema può attivare automaticamente misure di controllo, come il throttling delle richieste, per prevenire il sovraccarico del server.

Ottimizzazione delle Risorse

- **Bilanciamento del Carico:** Le statistiche raccolte possono informare decisioni relative al bilanciamento del carico, assicurando che le risorse del server siano utilizzate in maniera ottimale.
- **Scalabilità:** Monitorando le tendenze nel traffico, gli amministratori di sistema possono pianificare in anticipo l'aggiunta di risorse o la scalabilità orizzontale del sistema.

Conclusione

Il `ConcurrentRequestFilter` è uno strumento efficace per la gestione del traffico e delle performance in VR Scuola. Offrendo una visione chiara dell'attività del server in tempo reale, questo componente aiuta a mantenere il sistema reattivo e stabile, assicurando una user experience di qualità anche sotto carico. Con la capacità di reagire dinamicamente ai cambiamenti nel traffico, VR Scuola può operare con elevata efficienza operativa e soddisfazione dell'utente.

Health Check Endpoint Controller per VR Scuola

Il `HealthCheckEndpointController` di VR Scuola offre una visione comprensiva dello stato di salute delle varie componenti del sistema attraverso un unico endpoint `/health`. Questo controller utilizza diversi servizi specializzati per valutare la salute di specifiche aree come il database, il file system, i servizi web e il sistema operativo.

Struttura e Funzionalità

Configurazione dei Componenti

- **Database:** Connessione e configurazione del database tramite URL, nome utente e password, per verificarne lo stato operativo.
- **Directory delle Risorse:** Controllo delle directory delle risorse per assicurare la loro disponibilità e accessibilità.
- **Siti Web:** Verifica dello stato di più siti web, inclusi il sito principale, il sito di autenticazione Keycloak e il sito delle risorse, per garantire la loro operatività e reattività.

Autowired dei Servizi

Il controller fa uso di `@Autowired` per iniettare le dipendenze dei vari servizi di controllo dello stato di salute, che includono:

- **DatabaseHealthCheckService**: Servizio per controllare la salute del database.
- **ResourceDirectoryHealthCheckService**: Servizio per verificare l'accessibilità delle directory delle risorse.
- **WebsiteHealthCheckService**: Servizio per testare la disponibilità e la reattività dei siti web.
- **OperatingSystemHealthCheckService**: Servizio per valutare la salute del sistema operativo su cui gira l'applicazione.

Endpoint di Salute

L'endpoint `/health` restituisce una mappa JSON degli stati di salute raccolti dai vari servizi:

- **database**: Stato di salute del database basato su URL, nome utente e password.
- **resourceDirectory**: Stato di salute della directory delle risorse.
- **website**: Stato di salute del sito principale di VR Scuola.
- **websiteKeycloak**: Stato di salute del sito di autenticazione Keycloak.
- **websiteRisorse**: Stato di salute del sito delle risorse.
- **operatingSystem**: Stato di salute del sistema operativo.

Implementazione e Uso

JSONObject per la Gestione della Risposta

- L'uso di `JSONObject` per costruire la risposta permette una manipolazione flessibile dei dati e una facile conversione in una mappa per la risposta HTTP.

Sicurezza e Autenticazione

- Mentre il controller fornisce informazioni vitali sullo stato del sistema, è essenziale garantire che tale endpoint sia adeguatamente protetto da

accessi non autorizzati, potenzialmente attraverso autenticazione e autorizzazione.

Scalabilità e Prestazioni

- Considerare l'implementazione di cache o di strategie di limitazione per ridurre l'impatto sulle prestazioni quando si verificano gli stati di salute, specialmente se l'applicazione opera in ambienti ad alta disponibilità o ad alta frequenza di richieste.

Conclusioni

Il `HealthCheckEndpointController` è un componente critico per il monitoraggio e la gestione proattiva della salute delle infrastrutture di VR Scuola. Fornendo uno snapshot completo dello stato attuale del sistema attraverso vari indicatori di salute, questo controller è essenziale per la manutenzione preventiva e per assicurare che l'ambiente di produzione rimanga funzionale ed efficiente.

AnswerController per VR Scuola

Il `AnswerController` è una componente critica del back-end di VR Scuola, responsabile della gestione delle risposte degli utenti ai questionari. Questo controller integra vari servizi per elaborare risposte, calcolare punteggi e generare report in formato PDF, migliorando l'interazione dell'utente con il sistema educativo virtuale.

Caratteristiche e Funzionalità

Ricezione e Elaborazione delle Risposte

- **Endpoint POST** `/answers`: Accetta risposte tramite richieste POST, dove le risposte sono inviate in formato JSON utilizzando un modello `AnswerModel`.
- **Integrazione con Dispositivi VR**: Il controller integra informazioni specifiche del dispositivo da cui proviene la risposta, come laboratorio, sezione, classe e argomento, grazie al servizio `VRDeviceConnectivityServiceImpl`.

Servizi Utilizzati

- **AnswerService**: Responsabile dell'inizializzazione e del salvataggio delle risposte nel database.
- **ScoreService**: Calcola il punteggio totale basato sulle risposte fornite e aggiorna il record dell'utente di conseguenza.
- **QuestionarioPdfService**: Genera un documento PDF contenente il questionario compilato dall'utente, fornendo un feedback tangibile che può essere rivisto offline.

Flusso di Elaborazione delle Risposte

1. **Raccolta Informazioni Dispositivo**: Il MAC address fornito con la risposta viene usato per ottenere dettagli del dispositivo tramite `cService`. Questi dettagli vengono poi associati alla risposta per contestualizzare il risultato all'interno dell'ambiente di apprendimento dell'utente.
2. **Salvataggio e Calcolo del Punteggio**: Le risposte sono prima salvate tramite `AnswerService` e poi utilizzate da `ScoreService` per calcolare e salvare il punteggio totale.
3. **Generazione del PDF**: Dopo il salvataggio della risposta e del punteggio, `QuestionarioPdfService` genera un PDF del questionario risposto, che può essere utilizzato per la revisione o come parte di una valutazione.

Gestione delle Eccezioni

- In caso di errori durante il processo di salvataggio o durante altre operazioni, il controller gestisce le eccezioni restituendo una risposta HTTP con stato `INTERNAL_SERVER_ERROR`, assicurando che l'utente riceva un feedback appropriato riguardo al fallimento dell'operazione.

Considerazioni di Sicurezza e Privacy

- **Protezione dei Dati**: È essenziale che il controller protegga le informazioni sensibili degli utenti, specialmente quelle legate alle loro performance e identità.
- **Autenticazione e Autorizzazione**: Assicurarsi che le richieste al controller siano autenticate e che l'utente abbia il diritto di accedere o modificare le informazioni richieste.
- **Gestione degli Errori**: È cruciale che tutte le eccezioni siano gestite in modo da non rivelare dettagli interni del sistema che potrebbero essere sfruttati da un attaccante.

Conclusione

`AnswerController` offre un'interfaccia cruciale per la gestione delle interazioni degli utenti con i questionari in VR Scuola. Integrando funzionalità di salvataggio delle risposte, calcolo dei punteggi e generazione di report PDF, il controller non solo migliora l'esperienza educativa degli utenti ma fornisce anche strumenti vitali per il monitoraggio e la valutazione delle prestazioni degli studenti all'interno del sistema VR.

QuestionController per VR Scuola

Il `QuestionController` è progettato per gestire le interazioni relative ai questionari nel sistema VR Scuola, inclusa la presentazione delle domande, la gestione delle risposte, e la visualizzazione del contenuto multimediale associato. Il controller è equipaggiato con diversi endpoint che facilitano l'interazione dell'utente con la piattaforma.

Funzionalità del Controller

Endpoint per il Recupero delle Domande

- **GET** `/questions`: Fornisce una lista di domande filtrate basate su parametri specifici come l'indirizzo MAC del dispositivo, facilitando la personalizzazione del contenuto in base all'aula, classe, sezione, e argomento specifico dell'utente. Utilizza il servizio `QuestionService` per leggere le domande da un file e restituire risposte formattate, escludendo le risposte corrette per mantenere l'integrità del test.

Endpoint per Elencare i Questionari

- **GET** `/list-questions`: Restituisce un elenco dei file di questionario disponibili in una specifica directory basata sull'aula, classe, sezione, e argomento. È particolarmente utile per gli amministratori o gli insegnanti che necessitano di accedere rapidamente a tutti i test disponibili.

Endpoint per Elencare i Media Associati

- **GET** `/list-media`: Analogamente all'endpoint precedente, questo endpoint elenca i file multimediali associati ai questionari, escludendo i file delle

domande. Questo è utile per accedere rapidamente a tutto il materiale didattico supplementare.

Visualizzazione delle Domande via JSP

- **GET** `/questions-view`: Presenta le domande attraverso una pagina JSP, offrendo un'interfaccia utente grafica per la visualizzazione delle domande. Questo endpoint è particolarmente utile per le sessioni di apprendimento interattivo o per la revisione del materiale didattico.

Implementazione e Considerazioni Tecniche

Recupero e Trasformazione dei Dati

- I dettagli del dispositivo sono recuperati tramite il `VRDeviceConnectivityServiceImpl` per ogni richiesta, assicurando che le domande siano personalizzate per l'ambiente specifico dell'utente.
- Le domande sono lette da file di testo e trasformate in formati utilizzabili dall'applicazione, garantendo una gestione efficiente delle risorse didattiche.

Gestione degli Errori

- Ogni endpoint è dotato di gestione degli errori per assicurare che eventuali problemi nell'elaborazione delle richieste vengano gestiti in modo appropriato, restituendo risposte HTTP significative in caso di errori, come `internalServerError` quando si verificano problemi di I/O.

Sicurezza e Privacy

- È essenziale che gli endpoint siano adeguatamente protetti per prevenire accessi non autorizzati, specialmente quando si manipolano dati sensibili degli utenti o contenuti didattici esclusivi.
- L'uso di autenticazione, come quella fornita da `KeycloakUserService`, è cruciale per garantire che solo gli utenti autenticati possano accedere ai contenuti.

Conclusioni

Il `QuestionController` gioca un ruolo fondamentale nella gestione delle interazioni didattiche in VR Scuola, facilitando l'accesso a materiali didattici personalizzati e interattivi. La sua implementazione supporta non solo la visualizzazione e la gestione delle domande ma anche l'organizzazione e l'accessibilità dei contenuti multimediali, contribuendo significativamente all'efficacia dell'esperienza educativa complessiva.

KeycloakController per VR Scuola

Il `KeycloakController` gestisce le operazioni legate all'autenticazione e alla sessione degli utenti nella piattaforma VR Scuola, interfacciandosi con Keycloak per l'autenticazione basata su OAuth2/OpenID Connect. Le funzionalità principali includono il logout, la gestione dei dettagli dell'utente e la verifica delle credenziali.

Funzionalità del Controller

Gestione del Logout

- **Endpoint** `/logout`: Permette agli utenti di disconnettersi in modo sicuro. Prima di effettuare il logout, il controller può chiudere tutti i visori associati all'utente se necessario, salvare le sessioni attive e cancellare i cookie di sessione. Utilizza l'ID Token per inviare una richiesta di logout a Keycloak, assicurando che la sessione sia terminata anche a livello di Identity Provider.

Test degli Endpoint

- **Endpoint** `/test` e `/test1`: Forniscono semplici stringhe di risposta per confermare che l'endpoint sia raggiungibile e che l'autenticazione tramite Keycloak funzioni correttamente.

Recupero delle Informazioni dell'Utente

- **Endpoint** `/userinfo`: Estrae dettagli rilevanti dell'utente come nome, username preferito, email, e ruoli dall'authentication token. Queste informazioni possono essere utilizzate per personalizzare l'esperienza utente sulla piattaforma o per controlli di autorizzazione.

Implementazione e Considerazioni Tecniche

Flusso del Logout

- **Chiudi Visori:** Prima di procedere con il logout, il controller può eseguire operazioni di pulizia come la chiusura di sessioni attive legate ai dispositivi VR, se specificato.
- **Invalidazione della Sessione:** La sessione viene invalidata e i cookie relativi alla sessione eliminati per prevenire accessi non autorizzati post-logout.
- **Reindirizzamento:** L'utente viene reindirizzato all'endpoint di logout di Keycloak utilizzando l'ID Token come hint per la disconnessione, garantendo che il processo di logout sia completato efficacemente.

Recupero e Gestione delle Informazioni dell'Utente

- **Estrazione e Manipolazione dei Claims:** I claims sono estratti dal token per ottenere informazioni rilevanti dell'utente, che vengono poi restituite in un formato strutturato.
- **Gestione dei Ruoli:** I ruoli dell'utente vengono analizzati per determinare l'accesso a risorse specifiche, facilitando la gestione fine-grained dell'accesso basata sui ruoli.

Sicurezza e Protezione dei Dati

- **Sicurezza dei Token:** È fondamentale garantire che i token utilizzati nelle richieste siano manipolati e trasportati in modo sicuro per prevenire esposizioni e abusi.
- **Controllo degli Accessi:** L'accesso ai vari endpoint deve essere adeguatamente protetto per assicurare che solo gli utenti con i permessi appropriati possano eseguire operazioni sensibili.

Conclusioni

Il `KeycloakController` è essenziale per la gestione sicura delle sessioni e delle autenticazioni degli utenti in VR Scuola. Fornisce un meccanismo efficace per integrare il sistema di gestione delle identità Keycloak con la piattaforma, facilitando operazioni critiche come il logout sicuro e il recupero delle informazioni dell'utente. La sua implementazione assicura che le operazioni legate alla sicurezza e alla sessione siano gestite in modo coerente e sicuro, rafforzando l'intera architettura di sicurezza del sistema.

Il codice PHP sopra descritto implementa un sistema di autenticazione e visualizzazione di contenuti basato sulle credenziali dell'utente, utilizzando il provider OAuth2 `GenericProvider` e interfacciandosi con Keycloak. Il flusso di autenticazione e la logica di gestione delle sessioni permettono di controllare l'accesso a risorse protette in una piattaforma di gestione di file, come elFinder.

Dettagli dell'implementazione:

Autenticazione OAuth2

- **OAuth2 Provider Setup:** Il `GenericProvider` viene configurato con dettagli come `clientId`, `clientSecret`, `redirectUri` e gli URL per l'autorizzazione, l'acquisizione del token di accesso e il recupero dei dettagli del proprietario della risorsa.
- **Acquisizione del Token di Accesso:** Utilizzando il codice ricevuto come parametro GET, il sistema richiede un token di accesso che sarà usato per validare l'accesso dell'utente e recuperare i suoi dettagli.

Gestione del Token JWT

- **Decodifica e Validazione del JWT:** Il token JWT ricevuto viene decodificato per estrarre il payload, che viene poi analizzato per verificare se l'utente ha i ruoli necessari (ad esempio, `admins`) per accedere alle risorse protette.

Gestione della Sessione

- **Controllo del Ruolo e Impostazione della Sessione:** Se l'utente è autorizzato (ad esempio, è un admin), la sessione viene configurata per riflettere lo stato di autorizzazione dell'utente. Questo status viene poi usato per determinare l'accesso alle risorse protette.

Interfaccia Utente e Accesso alle Risorse

- **Pagina Protetta:** Se l'utente è autenticato e autorizzato, gli viene mostrata una pagina con un'interfaccia elFinder per gestire i file. In caso contrario, viene reindirizzato alla pagina di login.
- **elFinder Configuration:** Configurazione del gestore di file elFinder con opzioni personalizzate per la visualizzazione e gestione di file e documenti,

incluso il supporto per formati specifici e integrazioni con servizi esterni come Google Docs Viewer e Microsoft Office Online.

Sicurezza e Usabilità

- **Gestione Sicura dei Cookie:** I cookie di sessione vengono cancellati alla disconnessione per prevenire la riutilizzazione delle sessioni.
- **Sicurezza del Token:** Si presuppone che il token sia trasmesso in modo sicuro e che sia utilizzato in un contesto protetto da HTTPS per prevenire intercettazioni o manipolazioni.

Considerazioni Finali

- **Protezione dei Dati e Compliance:** È essenziale che tutte le comunicazioni siano cifrate e che il sistema sia conforme agli standard di sicurezza pertinenti per proteggere le informazioni sensibili degli utenti.
- **User Experience:** La facilità di uso e l'accessibilità delle funzionalità di gestione dei file sono cruciali per garantire che gli utenti possano svolgere le loro attività in modo efficiente e sicuro.

In conclusione, questo script PHP offre una soluzione robusta per la gestione delle autenticazioni e delle autorizzazioni degli utenti, integrando sistemi esterni di gestione delle identità e fornendo una piattaforma sicura e user-friendly per la gestione di file e documenti.

Il codice PHP mostrato configura e inizializza elFinder, un gestore di file open source per applicazioni web, integrando diverse opzioni per la gestione dei file e dei media, nonché per l'integrazione con servizi esterni come Google Drive, Dropbox, e OneDrive. Il setup prevede anche misure di sicurezza, come la configurazione dell'accesso ai file e la personalizzazione delle azioni di caricamento.

Configurazione e Implementazione

Configurazione del FileSystem Locale

- **LocalFileSystem:** Il driver principale per l'accesso ai file, con il percorso impostato su `../files/`, che rappresenta la directory principale dove gli utenti possono caricare e gestire i loro file.

- **URL di Accesso:** Definisce l'URL accessibile via web ai file, facilitando l'accesso diretto ai file caricati.
- **Controllo degli Accessi:** La funzione `access` è utilizzata per controllare l'accesso ai file, nascondendo e disabilitando l'accesso ai file e cartelle che iniziano con un punto (.), che in sistemi Unix-like sono considerati nascosti.

Configurazione del Cestino

- **Trash:** Una configurazione secondaria per gestire i file eliminati, permettendo agli utenti di recuperare file o cancellarli definitivamente.
- **Percorsi e URL:** Specifica i percorsi e gli URL per i file nel cestino, mantenendo una gestione separata dei file eliminati.

Integrazione con Servizi Esterni

- **Network Mounts:** Supporto per il montaggio di servizi di storage come Google Drive e Dropbox, permettendo agli utenti di accedere e gestire file situati su piattaforme cloud direttamente dall'interfaccia di elFinder.
- **API Keys e Client IDs:** Per l'integrazione con Google Drive, Dropbox, e altri, sono necessari specifici API Key e Client ID che devono essere configurati per consentire l'autenticazione e l'interazione con questi servizi.

Gestione Avanzata dei File

- **Mime Types:** Configurazione dettagliata dei tipi di file permessi o negati per il caricamento, offrendo un controllo granulare su quali contenuti possono essere gestiti attraverso elFinder.
- **Editori e Visualizzatori Integrati:** Opzioni per integrare editor per file ZIP e visualizzatori per diversi formati di file, come PDF e documenti Microsoft Office, utilizzando strumenti esterni come Google Docs Viewer o Microsoft Office Online.

Sicurezza e Personalizzazione

- **Disabilitazione dell'Editor ZIP:** Opzione per disabilitare l'editor ZIP se necessario, per ragioni di sicurezza o per requisiti specifici dell'applicazione.

- **Configurazione del Debugging:** Gestione del livello di reporting degli errori e configurazione delle modalità di debug per facilitare lo sviluppo e la manutenzione.

Considerazioni Finali

Il codice serve come configurazione di base per l'implementazione di elFinder in un'applicazione web, offrendo flessibilità e numerose opzioni per personalizzare l'esperienza utente e integrare servizi esterni. È fondamentale garantire che tutte le configurazioni, specialmente quelle relative alla sicurezza e alla gestione dei dati sensibili, siano attentamente gestite e conformi agli standard di sicurezza applicabili. Inoltre, è cruciale testare ampiamente tutte le funzionalità in ambienti di sviluppo e staging prima del rilascio in produzione, per assicurare la stabilità e la sicurezza dell'applicazione.

Sviluppo e Manutenzione Continui

La piattaforma VR Scuola è stata progettata per essere dinamica e adattabile, con l'intenzione di evolversi in risposta ai cambiamenti tecnologici e alle esigenze degli utenti. La manutenzione e lo sviluppo continui sono fondamentali per garantire che il sistema rimanga all'avanguardia e possa incorporare nuove funzionalità o miglioramenti secondo le richieste degli utenti e le tendenze del mercato educativo.

Strategie di Implementazione

1. **Aggiornamenti Regolari del Sistema:** Mantenere il sistema aggiornato con le ultime versioni delle dipendenze e delle librerie per garantire sicurezza, stabilità e accesso alle nuove funzionalità.
2. **Feedback degli Utenti:** Implementare un meccanismo robusto per raccogliere e analizzare il feedback degli utenti, permettendo agli sviluppatori di identificare e prioritizzare le aree di miglioramento o di aggiunta di nuove funzionalità.
3. **Test Continui:** Sviluppare e mantenere una suite di test completa per verificare le funzionalità esistenti e nuove del sistema, garantendo che ogni rilascio mantenga l'integrità e la qualità del servizio.
4. **Monitoraggio delle Prestazioni:** Utilizzare strumenti di monitoraggio delle prestazioni per tracciare l'efficacia del sistema in tempo reale,

identificare i colli di bottiglia e prevenire potenziali interruzioni o degradazioni del servizio.

5. **Formazione e Supporto Utenti:** Fornire materiali di formazione aggiornati e accessibili per gli utenti, garantendo che studenti e insegnanti possano sfruttare al massimo le funzionalità della piattaforma.

Sicurezza e Conformità

La sicurezza è un aspetto cruciale del sistema VR Scuola, con misure proattive e reattive per proteggere i dati degli utenti e la loro privacy:

1. **Gestione delle Credenziali:** Implementare politiche di sicurezza rigorose per la gestione delle credenziali degli utenti, compreso l'uso di autenticazione a più fattori (MFA) dove necessario.
2. **Crittografia dei Dati:** Assicurare che tutti i dati sensibili siano criptati sia in transito sia a riposo, utilizzando protocolli e algoritmi di crittografia standard del settore.
3. **Audit e Revisione di Sicurezza:** Condurre regolarmente audit di sicurezza e revisioni del codice per identificare e mitigare vulnerabilità potenziali.
4. **Conformità Normativa:** Garantire che il sistema sia conforme alle normative di privacy e protezione dei dati pertinenti, come il GDPR nell'Unione Europea.

Conclusioni e Prospettive Future

VR Scuola si impegna a essere una piattaforma all'avanguardia per l'educazione virtuale. Attraverso un impegno continuo nello sviluppo e nella manutenzione, VR Scuola punta a espandere la sua offerta e a migliorare l'esperienza educativa per insegnanti e studenti globalmente. Guardando al futuro, la piattaforma esplorerà l'integrazione di tecnologie emergenti come l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico per personalizzare ulteriormente l'apprendimento e migliorare l'engagement degli studenti. Con queste iniziative, VR Scuola si propone di rimanere al passo con l'evoluzione tecnologica e di adattarsi alle mutevoli esigenze del settore educativo.

Piattaforma e Accesso

- **Accesso Web e Mobile:** VRScuola è accessibile tramite browser web all'url <http://192.168.200.3>.

- **Requisiti Tecnici:** Supporto per dispositivi compatibili con realtà aumentata e una connessione internet stabile per un'esperienza ottimale.

Supporto e Comunità

- **Assistenza Utenti:** Supporto dedicato per assistere gli utenti nella navigazione e utilizzo della piattaforma.
- **Contribuzione:** Incoraggiamento alla comunità di utenti e sviluppatori a contribuire al progetto.

Licenza e Documentazione

- **Licenza Apache 2.0:** VRScuola è rilasciato sotto una licenza aperta che promuove l'uso, la distribuzione e la modifica del software in modi che possono beneficiare la comunità.

Conclusione

VRScuola si impegna a portare l'istruzione a nuovi livelli di interattività e accessibilità. Con un forte focus su tecnologia, collaborazione e supporto, VRScuola si propone come leader nell'educazione digitale, spingendo i confini di ciò che è possibile in un ambiente di apprendimento moderno. Con le sue robuste funzionalità e il suo impegno verso l'innovazione e la comunità, VRScuola è ben posizionata per essere una risorsa preziosa per educatori e studenti in tutto il mondo.