Introduzione

Prima di addentrarsi nelle specifiche di questo progetto è bene partire dal concetto di applicazioni cloud – native.\\

Un’applicazione cloud – native è un’applicazione concepita e realizzata per risiedere in cloud.\\

L’approccio da utilizzare per lo sviluppo di questa tipologia di applicazioni è diametralmente opposto a quello per lo sviluppo di un’applicazione monolitica, come sarà spiegato in seguito nel paragrafo \ref{sec:microserviziintro}.\\

\\

Le applicazioni cloud – native si basano su tre concetti fondamentali:

\begin{itemize}

\item Orchestratori di container

\item Microservizi

\item Scalabilità

\end{itemize}

\\

Proprio nel rispetto di questa filosofia, sono stati introdotti i cosiddetti \emph{Orchestratori di container}, che sono utilizzati per racchiudere e allo stesso tempo isolare, una o più applicazioni nel loro ambiente di esecuzione, con i relativi file necessari.\\

In altre parole, i container possono essere visti come delle Virtual Machine (infatti possiedono molte delle caratteristiche) che però non eseguono un sistema operativo nella sua interezza, ma solo l’applicazione di cui si necessita ed eventuali altri servizi coinvolti nel ciclo di vita di questa.

I container risultano essere comodi e affidabili per l’utilizzo in tutti i momenti dello sviluppo di un nuovo software, dallo sviluppo, al test, fino alla fase finale di produzione.\\

Altri due vantaggi che si possono ottenere dall’utilizzo dei container, così come per le Virtual Machine, riguardano la sicurezza e la scalabilità.\\

La prima è conseguenza del fatto che, come detto sopra, si riesce ad isolare l’applicazione in esecuzione in un determinato container e quindi, se dovessero esserci problemi (nella maggior parte dei casi possono verificarsi problemi inevitabili), questi non potrebbero intaccare in nessun modo altri container e quindi il funzionamento di altre applicazioni.\\

La scalabilità è garantita dal fatto che un container può essere creato, gestito e modificato in base alle necessità, non esistono \emph{container standard}, ognuno viene adattato per lo scopo da raggiungere.

I microservizi possono essere definiti come la scomposizione di applicazioni in elementi più piccoli, così da ottenere diversi vantaggi, come:

\begin{itemize}

\item \textbf{Scalabilità}\\ C’è la possibilità di misurare il carico di lavoro di un singolo servizio in ogni momento e adattarlo di conseguenza (si pensi alla differenza che può esserci in termini di carico di lavoro, ad esempio, nelle ore diurne e nelle ore notturne) il che può portare diversi vantaggi.

\item \textbf{Semplicità di distribuzione}\\ I microservizi possono essere distribuiti con l'approccio \emph{CI/CD} (Continuous Integration/Continuous Delivery), proprio come è stato fatto nella realizzazione di questo progetto, così da semplificare l'integrazione e il testing di nuove funzionalità.

\item \textbf{Indipendenza}\\ Si possono gestire gli errori di un determinato servizio isolandolo, senza bloccare l'intera applicazione.

\end{itemize}

Lo scopo di questo progetto è stato di realizzare un plugin per l'API Gateway Kong.\\

Il plugin prevede l'integrazione di Kong con un microservizio per verificare l'avvenuto acquisto di un modulo applicativo da parte di un utente, identificato tramite token.

Il progetto includerà la realizzazione del microservizio e l'ottimizzazione del plugin tramite l'utilizzo di una cache locale a Kong.\\

Il plugin, insieme al Gateway, funge quindi da tramite tra l’utente e il microservizio, intercettando tutte le richieste dell’utente, analizzandole, scomponendole e inoltrandole al microservizio, che risponderà al plugin che a sua volta inoltrerà la risposta all’utente.\\ \\

Quindi, il progetto ha tre macro – componenti:

\begin{itemize}

\item Kong Gateway

\item Plugin per Kong Gateway scritto in linguaggio Lua

\item Microservizio scritto in linguaggio Java

\end{itemize}

Si è deciso, insieme al Tutor Aziendale, di puntare su Kong Gateway come API Gateway per questo progetto proprio perché questo consente l’installazione di plugin proprietari e custom, oltre a fornire tutte le funzioni di base di un API Gateway.\\ \\

Per quanto riguarda lo sviluppo del plugin, si è voluto utilizzare il linguaggio Lua per le sue caratteristiche di semplicità di utilizzo e integrazione e leggerezza.\\ \\

Infine, per la realizzazione del microservizio è stato deciso di utilizzare il linguaggio Java e il framework Spring perché sono stati reputati più adatti allo scopo.\\

Il framework Spring fornisce delle caratteristiche che risultano essere comode e sicure per il programmatore per quanto riguarda la creazione di microservizi, gestione dei dati, integrazione con un Database ecc., il tutto mantenendo intatti i costrutti e le pratiche del linguaggio Java.

\\ \\

Tutte le caratteristiche e le specifiche tecniche riguardanti le macro – componenti e le micro – componenti del progetto saranno esposte in seguito.

Descrizione dello stage

In questo capitolo saranno esposte brevemente tutte le caratteristiche e le dinamiche dello stage svolto, che saranno approfondite nei capitoli successivi.

Azienda

AESYS S.r.l. è un’azienda fondata nel 2013 a Pescara (PE) che si occupa di sviluppo software e consulting con sedi a Pescara e Torino. Ad oggi AESYS conta più di 240 dipendenti.\\

Nel corso degli anni l’azienda ha vissuto una grande crescita e ora dispone di figure specializzate in molteplici campi.\\

\subsection{Servizi offerti}

AESYS è attiva in molti campi dell’ambito dell’\emph{Information Technology} fornendo servizi per piattaforme Web e Mobile, in ambito DevOps, Cloud, Machine Learning e sviluppo UX/UI.

\subsection{Organizzazione}

AESYS è suddivisa in \emph{Business Unit}, ognuna per campo di sviluppo.\\

In particolare, nella realizzazione di questo progetto sono state coinvolte due Business Unit: la RED, che si focalizza su tutte le tecnologie legate al linguaggio Java e alla JVM e la ORANGE, unità in ambito DevOps che fornisce supporto per manutenzione e monitoraggio dei sistemi su grandi infrastrutture.

\subsection{Metodologie aziendali}

AESYS adotta la metodologia di sviluppo Agile da diverso tempo, applicandone i principi nel quotidiano.\\

La metodologia di sviluppo Agile si basa su dei valori fondamentali:

Il personale e le interazioni sono più importanti dei processi e degli strumenti.

È meglio avere un software funzionante che una documentazione esaustiva.

La collaborazione con il cliente è più importante della stipula di un contratto.

Essere pronti al cambiamento.

\subsubsection{Strumenti di supporto}

In AESYS lo strumento più utilizzato per comunicare è Microsoft Teams.\\

Il software in questione permette di creare al proprio interno una vera e propria gerarchia aziendale, programmare meeting, avere agende condivise, instant messaging e tante altre risorse utili per lavorare in team.

All’interno dell’azienda viene utilizzato \emph{Git} come sistema di versionamento del software (argomento approfondito nel capitolo \emph{Tecnologie utilizzate}).\\

Progetto di stage

Il progetto di stage prevede la realizzazione di un plugin per \emph{Kong Gateway} scritto con il linguaggio \emph{Lua}.\\

Il plugin prevede l'integrazione del gateway con un microservizio scritto in Java per verificare l'avvenuto acquisto di un modulo applicativo da parte di un utente identificato tramite token.\\

Il progetto comprende la realizzazione del microservizio e l'ottimizzazione del plugin tramite l'utilizzo di una cache locale a Kong.\\

Ovviamente è stato necessario acquisire delle competenze di base prima della realizzazione del progetto, come ad esempio:

Acquisire una conoscenza sufficiente del sistema di Version Control \emph{Git}.

Le competenze necessarie per lo svolgimento del progetto sono:

Conoscenza della metodologia di sviluppo Agile (acquisita durante lo stage).

Conoscenza del sistema di Version Control \emph{Git} (acquisita durante lo stage).

Conoscenza del linguaggio Java e della JVM (Java Virtual Machine) per la realizzazione del microservizio (acquisita durante gli studi accademici).

Conoscenza del framework \emph{Spring} da utilizzare nello sviluppo del microservizio.

Conoscenza della struttura e del funzionamento di Kong Gateway (acquisita durante lo stage).

Conoscenza del linguaggio Lua per lo sviluppo del plugin (acquisita durante lo stage).

Conoscenza degli strumenti per effettuare testing sul prodotto finito (acquisita durante lo stage).

%Ripartizione oraria/settimanale

Ripartizione del lavoro svolto

Lo stage aziendale ha avuto una durata di 225 ore, come previsto dal piano di studio Universitario per la Facoltà di Informatica. All’interno dell’azienda le ore sono state suddivise in cinque settimane lavorative full time, dal lunedì al venerdì dalle 09:00 alle 18:00.\\

Di seguito due tabelle che riassumono la ripartizione settimanale e oraria dello sviluppo del progetto.\\

|  |  |
| --- | --- |
| Settimana | Attività svolte |
| Prima settimana | Esposizione delle specifiche del progetto.\newline Acquisizione delle competenze preliminari necessarie quali \emph{Git} e metodologia di sviluppo Agile. |
| Seconda settimana | Studio del framework \emph{Spring}.\newline Sviluppo del microservizio. |
| Terza settimana | Sviluppo del microservizio. |
| Quarta settimana | Testing del microservizio.\newline Studio del funzionamento di Kong Gateway. \newlineConfigurazione Kong Gateway. |
| Quinta settimana | Studio delle specifiche del plugin.\newline Studio della sintassi e della semantica del linguaggio Lua.\newline Sviluppo plugin per Kong Gateway.\newline Testing del prodotto finito. |

|  |  |
| --- | --- |
| Attività | Ore impiegate |
| Esposizione delle specifiche del progetto | 2 |
| Acquisizione delle competenze preliminari necessarie quali \emph{Git} e metodologia di sviluppo Agile | 38 |
| Studio del framework \emph{Spring} | 20 |
| Sviluppo del microservizio | 60 |
| Testing del microservizio | 5 |
| Studio del funzionamento di Kong Gateway | 30 |
| Configurazione Kong Gateway | 5 |
| Studio delle specifiche del plugin | 2 |
| Studio della sintassi e della semantica del linguaggio Lua | 12 |
| Sviluppo plugin per Kong Gateway | 20 |
| Testing del prodotto finito | 8 |

Obiettivi

Gli obiettivi fissati dal Tutor Aziendale per lo sviluppo di questo progetto riguardano l’acquisizione di una conoscenza teorica e pratica di tutte le tecnologie utilizzate:

Conoscenza dei sistemi di versionamento, nello specifico \emph{Git}.

Conoscenza del mondo dei microservizi, API Composition, Access token, Service Discovery.

Conoscenza dei linguaggi \emph{Java} e \emph{Lua}.

Conoscenza delle librerie e dei framework utilizzati durante lo sviluppo.

Conoscenza di \emph{Kong Gateway}.

Effettuare code review su codice sorgente prodotto.

Test End – to – End sul microservizio e sul plugin.

Git

Git è un DVCS (Distributed Version Control Systems) gratuito, open source e distribuito, utilizzabile da riga di comando, che consente di effettuare il controllo versione per un progetto.

Data la sua natura “distribuita” Git è basato su flussi di lavoro simultanei; quindi, diversi sviluppatori possono collaborare ad un progetto, ognuno con il proprio workflow.

LOGO GIT

Java

Java è un linguaggio di programmazione ad alto livello orientato agli oggetti.

Il suo scopo è quello di essere multipiattaforma, tutte le piattaforme che supportano il linguaggio devono essere in grado di eseguire un codice Java compilato senza effettuare nuovamente la compilazione.

Compilando un codice Java si ottiene un file Java ByteCode (con estensione .class) che sarà eseguito sulla JVM (Java Virtual Machine).

È proprio la JVM ad essere utilizzabile sulla maggior parte delle piattaforme.

LOGO JAVA

Eclipse

Eclipse è un IDE (Integrated Development Environment) per lo sviluppo software realizzato in Java.\\

Eclipse unisce in un’unica interfaccia grafica per

Scrittura del codice sorgente

Compilazione

Debugging

Framework Spring

Spring è un framework open source per lo sviluppo di applicazioni in Java.\\

Spring è un framework modulare, consente di utilizzare solo i moduli di cui effettivamente si necessita.\\

Nello specifico, per la realizzazione del progetto sono stati utilizzati i moduli descritti in seguito.

Spring Boot

L’utilizzo di questo modulo consente di creare applicazioni Java standalone, pronte all’esecuzione.\\

Spring Boot consente di scegliere quale tool utilizzare per effettuare la build, in questo progetto è stato utilizzato Maven.\\

Alla base di ogni build con Spring Boot e Maven c’è il file pom.xml (acronimo di Project Object Model) in cui sono descritte tutte le impostazioni e le dipendenze necessarie alla build in un linguaggio simil – XML.

Spring Data

\emph{Spring Data} fornisce un modello di programmazione per l’accesso ai dati indipendentemente dal tipo di database utilizzato.\\

Nello specifico, per la realizzazione del progetto è stata utilizzata la specifica di \emph{Spring Data} chiamata \emph{JPA} per:

Gestione del database

Creazione di tabelle

Esecuzione di query

Azure DevOps

\emph{Azure DevOps} è una piattaforma fornita da Microsoft\texttrademark che consente di pianificare il lavoro, creare e distribuire applicazioni.\\

Nello specifico, per la realizzazione del progetto sono state utilizzate le applicazioni descritte in seguito:

\begin{itemize}

\item \textbf{Azure Repos} per la creazione e la gestione di repository \emph{Git} per il controllo e il versionamento del codice sorgente.

\item \textbf{Azure Pipelines} per l’automatizzazione del build e del deploy dell’intero progetto.

\item \textbf{Azure Artifacts} per la condivisione degli artefatti \emph{Maven}.

\end{itemize}

Docker

\emph{Docker} è un progetto open source per la creazione di container portabili e multipiattaforma.\\

Docker utilizza il kernel Linux per isolare i processi in modo da poterli eseguire in maniera indipendente.\\

Ogni container è basato su un’immagine, solitamente un intero Sistema Operativo, a scelta tra quelle fornite all’interno di Docker Hub (raccolta ufficiale di tutte le immagini disponibili) o un’immagine “custom”, realizzata appositamente dal singolo sviluppatore per un determinato scopo.\\

Grazie all’organizzazione in container si ha un alto livello di sicurezza, esattamente come se i sistemi in esecuzione fossero fisicamente separati.\\

Nella realizzazione del progetto è stata utilizzata l’immagine ufficiale di \emph{Kong Gateway} (approfondita nel paragrafo successivo) per la creazione del container.

Kong Gateway

Un API gateway è uno strumento che si interpone tra un client e un back end per la gestione delle API (Application Programming Interface) che si comporta come un proxy inverso accettando tutte le richieste indirizzate alle API gestite, consentendo di configurare\emph{services} e \emph{routes}.\\

Kong Gateway è un API gateway cloud-native che fornisce tutte le caratteristiche descritte sopra e, inoltre, consente l’utilizzo di plugin.\\

Una volta installato è possibile configurarlo accedendo alle seguenti pagine:

Kong Manager, porta 8000, consente di utilizzare un’interfaccia grafica per configurare \emph{services}, \emph{routes} e \emph{plugins}.

Pagina delle configurazioni, porta 8002, raccoglie tutte le configurazioni del gateway in formato JSON.\\

L'argomento sarà approfondito nel paragrafo \ref{sec:kongprog}, contestualmente al suo utilizzo nella realizzazione del progetto.

PostgreSQL

\emph{PostgreSQL} è un DBMS (Database Management System) open source relazionale a oggetti che supporta la gran parte delle istruzioni del linguaggio SQL standard alle quali aggiunge diverse feature quali:

Query complesse

Foreign keys

Triggers

Views aggiornabili

Integrità dei dati nelle transazioni

Controllo concorrente del versionamento

\\

Inoltre fornisce la possibilità di aggiungere tipi di dato, funzioni, operatori ecc.

Lua

\emph{Lua} è un linguaggio di scripting open source che combina la sintassi procedurale a costrutti di dati basati su array associativi.\\

È un linguaggio tipizzato dinamicamente, viene eseguito interpretando un bytecode e gestisce la memoria in modo automatico tramite un \emph{garbage collector}.\\

È stato scelto per la realizzazione del plugin per le sue caratteristiche:

Veloce

Portatile

Embeddable

Leggero

JWT

\emph{JWT} (JSON Web Token) è un open standard che definisce un metodo sicuro per la trasmissione di informazioni tra le parti sottoforma di oggetto JSON.\\

Le informazioni inviate sono firmate digitalmente tramite un \emph{secret}, utilizzando l’algoritmo HMAC, oppure tramite una coppia di chiavi pubblica/privata, con gli algoritmi RSA o ECDSA.

Questa tipologia di token risulta utile in diversi scenari, come:

Autorizzazioni, una volta che l’utente effettua una richiesta includendo il token sarà autorizzato ad accedere a tutte le risorse che gli sono permesse.

Scambio di informazioni, utilizzando i token JWT firmati con una coppia di chiavi è possibile in ogni momento verificare l’autenticità del mittente o del destinatario.

Un token JWT composto da tre parti principali, in questo ordine:

Header

Payload

Signature

ed ha una forma del tipo

xxxxx.yyyyy.zzzzz

Postman

\emph{Postman} è una piattaforma API per la creazione, sviluppo e testing di APIs.\\

Nello sviluppo del progetto è stato utilizzato per la fase di testing (approfondita nel capitolo dedicato), dato che permette di effettuare delle richieste HTTP/S, offrendo la possibilità di configurare il body della stessa e di ricevere la risposta.\\

Requisiti e casi d'uso

In questo capitolo saranno elencati ed esplicati i requisiti per la realizzazione dell’applicazione e i possibili casi d’uso.

\section{Requisiti}\label{sec:requisiti}

Il funzionamento che si vuole ottenere dall’applicazione è descritto dalla seguente rappresentazione:

\begin{figure}[H]

    \centering

    \resizebox{1.0\textwidth}{!}{\includegraphics{img/comunicazioni\_applicazioni.drawio.png}}

    \caption{Schema comunicazioni}

    \label{fig:comunicationscheme}

\end{figure}

Ricapitolando, dallo schema delle comunicazioni si evince che il funzionamento dell’applicazione si articola in:

\begin{enumerate}

\item Invio della richiesta \texttt{HTTP GET} dall’utente a Kong Gateway.

\item Inoltro del token all’interno della richiesta da Kong Gateway al plugin Lua.

\item Estrapolazione dell’indirizzo mail dal token ricevuto (verificandone anche l’integrità).

\item Richiesta \texttt{HTTP GET} dal plugin al microservizio Spring.

\item Operazioni per il collegamento al Database.

\item Esecuzione della query per verificare le autorizzazioni dell’indirizzo mail ricevuto.

\item Ottenimento del risultato della query.

\item Si rimanda l’informazione ottenuta effettuando il percorso inverso, fino a comunicarla all’utente.

\end{enumerate}

Quindi si vuole che, una volta inviata la richiesta \texttt{HTTP GET} dall’utente a Kong Gateway, questa sia analizzata dal plugin Lua integrato nel Gateway.\\

Il plugin ha il compito di estrapolare l’indirizzo mail dal token ricevuto (verificandone anche l’integrità) per poi inoltrarlo al microservizio Spring.\\

Il microservizio svolge tutte le operazioni per il collegamento con il Database PostgreSQL e successivamente esegue una query all’interno di questo per verificare le autorizzazioni dell’indirizzo mail ricevuto. Una volta ottenute si comincia il percorso inverso: il Database comunica, con il risultato della query, le autorizzazioni dell’indirizzo mail al microservizio, che le inoltra al Gateway, così da inviare una risposta all’utente, che sarà autorizzato o meno a procedere.

\section{Casi d'uso}\label{sec:casiuso}

L’applicazione da realizzare risulta adatta per l’integrazione su tutte le piattaforme che offrano dei servizi gratuiti e a pagamento, infatti, lo scopo è quello di determinare quali utenti di un’eventuale piattaforma siano autorizzati ad accedere a determinati servizi.\\ \\

Un reale esempio di applicazione del prodotto può essere una piattaforma che fornisca servizi di PEC (Posta Elettronica Certificata) ma anche di fatturazione elettronica.\\

Si supponga che l’utilizzo della PEC sia gratuito a tutti gli utenti registrati, mentre la fatturazione elettronica sia riservata ai soli utenti che abbiano sottoscritto un abbonamento: in questo caso il prodotto realizzato soddisferebbe la necessità di controllare a quali livelli della piattaforma un determinato utente ha il permesso di accedere.

Progettazione e sviluppo

In questo capitolo saranno esposti gli approcci teorici e pratici per lo sviluppo del progetto.

\section{Containerizzazione con Docker}\label{sec:ContDocker}

Sulla base di quanto spiegato precedentemente, per quanto riguarda la creazione e l’utilizzo delle applicazioni cloud – native, sono stati introdotti i cosiddetti \emph{Orchestratori di container}, che sono utilizzati per racchiudere e allo stesso tempo isolare, una o più applicazioni nel loro ambiente di esecuzione, con i relativi file necessari.\\

In altre parole, i container possono essere visti come delle Virtual Machine (infatti possiedono molte delle caratteristiche) che però non eseguono un sistema operativo nella sua interezza, ma solo l’applicazione di cui si necessita ed eventuali altri servizi coinvolti nel ciclo di vita di questa.\\

I container risultano essere comodi e affidabili per l’utilizzo in tutti i momenti della creazione di un nuovo software, dallo sviluppo al test, fino alla fase finale di produzione.\\

Altri due vantaggi che si possono ottenere dall’utilizzo dei container, così come per le Virtual Machine, riguardano la sicurezza e la scalabilità.\\

La prima è conseguenza del fatto che, come detto sopra, si riesce ad isolare l’applicazione in esecuzione in un determinato container e quindi, se dovessero esserci problemi (nella maggior parte dei casi possono verificarsi problemi inevitabili), questi non potrebbero intaccare in nessun modo altri container e quindi il funzionamento di altre applicazioni.\\

La scalabilità è garantita dal fatto che un container può essere creato, gestito e modificato in base alle necessità, non esistono \emph{container standard}, ognuno viene adattato per lo scopo da raggiungere.\\

\begin{figure}[ht]

    \centering

    \resizebox{1.0\textwidth}{!}{\includegraphics{img/containervsvm }}

    \caption{Container e Virtual Machine a confronto}

    \label{fig:one}

\end{figure}

Docker è un software open source per la creazione e la gestione di container.\\

L’utilizzo di Docker si basa sulle \emph{Docker images} che possono essere utilizzate per:

\begin{itemize}

\item Template per la creazione di container

\item Starting point per un container

\item Eseguire codice all’interno di un container

\end{itemize}

Le \emph{Docker images} possono essere prelevate da Docker Hub, la raccolta ufficiale di immagini messe a disposizione per gli utenti, oppure si può scrivere un file di testo, il \texttt{Dockerfile}, per racchiudere tutti i comandi per assemblare un’immagine durante la fase di build.

Introduzione ai microservizi

Prima di introdurre il concetto di architettura a microservizi è bene introdurre il concetto di architettura monolitica.\\

Un’architettura monolitica è una metodologia di sviluppo secondo la quale tutti i processi coinvolti sono strettamente legati tra di loro e sono erogati come un singolo servizio.\\

Questa tipologia di approccio porta ad avere sistemi nei quali modificare le funzionalità diventa più complesso in quanto si deve agire sull’intero sistema e non solo sulle parti effettivamente interessate.\\

Inoltre, utilizzare un’architettura monolitica porta a correre dei rischi per quanto riguarda la disponibilità dell’applicazione, in quanto anche se solo uno dei processi coinvolti avesse un malfunzionamento, questo si propagherebbe nell’intera applicazione.\\ \\

Per quanto riguarda le architetture a microservizi, queste sono diametralmente opposte alle architetture monolitiche.\\ \\

Nelle architetture a microservizi l’obiettivo è quello di scomporre l’applicazione da realizzare nelle sue funzioni (\emph{servizi}) di base.\\

Ogni servizio può essere compilato e distribuito in modo indipendente; quindi i singoli servizi possono funzionare o non funzionare senza compromettere gli altri.\\

Utilizzare i microservizi significa riuscire a gestire criticità inevitabili, poter sfruttare la scalabilità dinamica e semplificare l'[integrazione di nuove caratteristiche](https://www.redhat.com/it/topics/integration).\\ \\

Oggi i [container Linux](https://www.redhat.com/it/topics/containers/whats-a-linux-container) permettono di eseguire più parti di un'applicazione in modo indipendente con un controllo superiore sui singoli componenti.\\

I microservizi containerizzati rappresentano la base delle applicazioni cloud native.\\ \\

Di seguito sono elencati alcuni dei vantaggi di un’architettura a microservizi:

Agilità

Essendo ogni applicazione suddivisa in servizi di base, i team di sviluppo agiscono in contesti ridotti, semplificando il lavoro e ridurre i tempi del ciclo di sviluppo.

Scalabilità

Lavorare con un microservizio consente di scalare in modo indipendente per rispondere alla richiesta di un determinato servizio.\\

In questo modo è possibile misurare il carico di lavoro di un singolo servizio e adattarlo di conseguenza; il che può portare a dei vantaggi anche in termini economici per il mantenimento dell’applicazione.

Semplicità di distribuzione

I microservizi supportano l’approccio \emph{CI/CD} (Continuous integration/Continuous Delivery), così da semplificare l’integrazione e il testing di nuove funzionalità avendo comunque la possibilità di effettuare un rollback in caso di problemi.

Codice riutilizzabile

Uno dei vantaggi del suddividere un’applicazione in servizi è la possibilità di poter riutilizzare codici di servizi già esistenti per altre applicazioni.

Resilienza

Avendo un’applicazione a servizi indipendenti si aumenta la resilienza in caso di errori.\\

Si possono gestire completamente gli errori di un servizio isolando la funzionalità senza bloccare l’intera applicazione.

Il microservizio CheckEmail

Il microservizio realizzato verifica l'avvenuto acquisto di un modulo applicativo da parte di un utente, identificato, ai fini del microservizio, da un indirizzo e-mail.\\

Lo scopo principale del microservizio è quello di ricevere una richiesta \texttt{HTTP} con all’interno del body un indirizzo e-mail.\\

Una volta estratto l’indirizzo e-mail il microservizio effettua una \emph{query} all’interno del Database per controllare che l’indirizzo sia presente nella tabella degli utenti abilitati all’utilizzo di un determinato servizio.\\

In base al risultato della query il microservizio restituisce un codice \texttt{HTTP} come risposta alla richiesta.\\

La tipologia di richieste descritte sono effettuate tramite il metodo \textbf{\texttt{GET}} di \texttt{HTTP}, quindi vengono richiesti dei dati dal server.\\

I codici che possono essere restituiti sono:

TABELLA

Andando ad analizzare più a fondo le specifiche dell'Algoritmo \ref{alg:checkemail} è possibile notare, in testa al metodo, l’annotazione \mintinline{java}{@GetMapping("/join/checkemail/\{mail\}")} tramite la quale diventa possibile intercettare delle richieste \texttt{HTTP GET} effettuate in un determinato percorso. Il parametro \mintinline{java}{\{mail\}} può essere utilizzato all’interno della funzione.\\

Si passa poi alla creazione di un \mintinline{java}{EntityManager} che consente di eseguire query all’interno delle \emph{entity} create tramite i \emph{model}.\\

I passaggi successivi sono per la creazione e l’esecuzione della query, che effettua un’operazione di join tra le tabelle \texttt{Users} e \texttt{Email}, andando semplicemente a controllare che l’indirizzo mail specificato nella richiesta \texttt{HTTP GET} sia effettivamente presente all’interno della tabella \texttt{Users} e quindi sia abilitato all’accesso.\\

Il tutto è svolto all’interno di un blocco \mintinline{java}{try\{ \} catch(Exception)\{ \}} al fine di prevenire comportamenti anomali: se viene lanciata l’eccezione \mintinline{java}{NoResultException} o \mintinline{java}{NullPointerException}, si ritorna il codice \texttt{HTTP 402 Payment Required}.

Se si termina l’esecuzione della query senza eccezioni e la variabile \mintinline{java}{result} non è impostata a \mintinline{java}{null}, si ritorna il codice \texttt{HTTP 200 OK}.

Sviluppo

Database

Per sviluppare ed utilizzare il microservizio si è resa necessaria la creazione del Database PostgresSQL per la memorizzazione dei dati degli utenti.\\

È bene premettere che il Database è stato volutamente creato nella maniera più semplice e facilmente mantenibile possibile dato che durante lo sviluppo questo doveva servire solo per scopi di testing.\\

Il Database è composto da due tabelle:

users\\ Contiene le informazioni di tutti gli utenti abilitati ad accedere ad un determinato servizio.

email\\ Contiene gli indirizzi e-mail di tutti gli utenti della piattaforma, quindi non è garantito che tutti avranno accesso a tutti i servizi.

Microservizio

Per lo sviluppo del microservizio, come accennato in precedenza, è stato deciso di utilizzare il linguaggio di programmazione Java e il framework Spring.\\

Il progetto è stato realizzato utilizzando l’IDE Eclipse ed è composto da cinque \emph{package}.

Descrizione dei package:

com.aesys.valeriodesiati.mail

Contiene la classe principale del microservizio.

com.aesys.valeriodesiati.mail.controller

Contiene le classi \emph{Controller} del microservizio, ovvero le classi annotate con \mintinline{java}{@RestController}.\\

Un esempio di utilizzo di un \mintinline{java}{@RestController} è l’algoritmo \ref{sec:checkemail}.

In Spring una classe annotata come \emph{Controller} è una classe che sarà utilizzata come handler di richieste web.

com.aesys.valeriodesiati.mail.exception

Contiene le classi per la definizione di \emph{custom exception}.\\ L’implementazione di tali classi si è resa necessaria per poter comprendere meglio gli errori in fase di sviluppo e di debug.\\

com.aesys.valeriodesiati.mail.model

Contiene le classi relative alle Entità all’interno del Database.\\

\emph{Spring Boot JPA} consente la creazione di entità in un Database a partire da una normale classe Java tramite l’aggiunta di annotazioni fornite dal framework.

com.aesys.valeriodesiati.mail.repository

Contiene le interfacce relative alle entità del Database che ereditano l’interfaccia \mintinline{java}{JpaRepository<T,ID>}.\\

Tale interfaccia contiene le API per tutte le operazioni CRUD di base.\\

CRUD (Create Read Update Delete) è un acronimo che indica le quattro operazioni fondamentali per creare un’applicazione che abbia uno storage persistente.

\\

Introduzione a Kong Gateway

Come accennato nel paragrafo \ref{sec:kongintro}, \emph{Kong Gateway} è un API gateway cloud-native che fornisce l’opportunità di configurare \emph{services} e \emph{routes} e, oltre a questi, anche \emph{plugin} e \emph{consumer}.\\

\subsection{Service}

Un \emph{service} in Kong Gateway è un’astrazione di tutti i servizi upstream custom che si aggiungono alla configurazione. Con \emph{servizio upstream custom} si intende un microservizio custom che prende dati dalla richiesta inoltrata al gateway e ne restituisce altri al gateway stesso, che si occuperà di comunicarli al client.\\

Solitamente ad ogni \emph{service} è associato una o più \emph{routes}.\\

\subsection{Route}

Una \emph{route} è una regola definita per indirizzare correttamente le richieste del client.\\

L’associazione di una (o più) route ad un servizio consente di realizzare un meccanismo di routing molto potente, dato che è possibile configurare molto nel dettaglio il percorso che si vuole realizzare (protocolli da utilizzare, livello di sicurezza ecc.).\\

\subsection{Plugin}

Un \emph{plugin} è un’entità che sarà eseguita durante tutto il ciclo di vita di una richiesta o risposta HTTP/S (HyperText Trasfer Protocol / Secure).\\

È il modo in cui Kong Gateway fornisce la possibilità di ottenere funzionalità aggiuntive per un \emph{service} o una \emph{route}.\\

I plugin possono configurabili possono essere sia proprietari (attivabili da Kong Manager) sia custom. Per la realizzazione di un plugin custom si ha la possibilità di scegliere tra vari linguaggi di programmazione per lo sviluppo quali Go, Python, JavaScript e Lua (linguaggio utilizzato per lo sviluppo del plugin custom utilizzato nel progetto).\\

\subsection{Consumer}

Un \emph{consumer} in Kong Gateway può essere inteso come un utente di uno specifico servizio e può essere identificato tramite un \texttt{id} univoco.

\section{Architettura del plugin \texttt{checkemail}}\label{sec:architetturaplugin}

Un plugin in Lua per Kong Gateway si compone principalmente di due file:

handler.lua

Questo file contiene tutta la logica del plugin, devono essere implementate tutte le funzioni coinvolte nel ciclo richiesta/risposta.

schema.lua

Racchiude tutte le configurazioni addizionali, se necessarie, come ad esempio coppie chiave/valore o altre impostazioni per modificare il comportamento del plugin.

Il funzionamento e l’utilizzo di questi file sarà approfondito nel paragrafo successivo e nel paragrafo \ref{sec:kongconf}.

\subsection{Sviluppo}\label{sec:sviluppoplugin}

Come detto in precedenza la logica del plugin è interamente contenuta nel file \texttt{handler.lua}.\\

È richiesto il seguente comportamento dal plugin:

Analizzare il token ricevuto.

Parse del token.

Inviare una richiesta http al microservizio \texttt{CheckEmail}.

Ottenere e inoltrare al Gateway il codice di risposta ottenuto.

Il primo punto è realizzato dalla funzione SplitToken(token), che analizza il token \texttt{JWT} ricevuto e lo suddivide nelle tre parti di cui è composto: Header, Body e Signature.\\

La funzione restituisce un array contenente le tre componenti del token.

CODICE

Successivamente si procede con il parse del token, mediante la funzione \mintinline{lua}{ParseToken(token)}

che inizia chiamando la funzione \mintinline{lua}{SplitToken(token)}

per ottenere l’array delle parti, per poi proseguire applicando una decodifica ad ogni parte controllando anche l’eventuale presenza di errori.\\

La funzione può restituire tre o quattro risultati: nel caso in cui non ci siano stati errori vengono restituite solo le tre componenti del token decodificate, altrimenti vengono restituiti quattro risultati, i primi tre impostati a \mintinline{lua}{null}

(rappresentano i campi del token) e il quarto come stringa con un messaggio di errore.\\

Da notare come tutte le parti vengano prima suddivise e poi decodificate anche se il dato ricercato (l’indirizzo mail) si trova solo nel Body, questo per favorire e semplificare la ricerca di eventuali componenti del token corrotte.

CODICE

Il ciclo del funzionamento del plugin termina quindi l’estrazione dell’indirizzo mail dal token decodificato e l’inoltro della richiesta \texttt{HTTP} al microservizio \texttt{CheckEmail}.\\

Il microservizio è raggiungibile al link \texttt{ <http://restservice-springid.azurewebsites.net/join/checkemail/>}, unendo al link l’indirizzo mail che si desidera controllare.\\

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, xleftmargin=20pt, linenos]{lua}

    local body, code, headers, status = http.request("http://restservice-springid.azurewebsites.net/join/checkemail/"..bodyTok.email)

\end{minted}

\caption{Inoltro richiesta \texttt{HTTP} dal plugin}\label{alg:pluginhttprequest }

\end{algorithm}

L’ultimo controllo che si effettua è quello sul codice di ritorno \texttt{HTTP} ricevuto dal microservizio, quindi si invia una risposta da Kong Gateway all’utente.

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, xleftmargin=20pt, linenos]{lua}

    if code == 200 then

        return kong.response.exit(200, "Success")

    end

    if code == 402 then

        return kong.response.error(402, "Payment Required")

    end

COMMENTA

\end{minted}

\caption{Inoltro risposta dal plugin a Kong Gateway}\label{alg:plugingatewayresponse}

\end{algorithm}

\section{Configurazione Kong Gateway}\label{sec:kongconf}

Kong Gateway è stato containerizzato tramite Docker utilizzando l’immagine ufficiale presente su Docker Hub.\\

Il container è stato reso raggiungibile tramite una macchina virtuale su Azure con immagine Debian.\\

Sono state create delle pipeline CI/CD per automatizzare i processi di containerizzazione e di installazione del plugin.\\

La pipeline è azionata automaticamente dai cambiamenti nella repository principale del progetto e si occupa di far eseguire, all’interno della macchina virtuale, uno script per l’aggiornamento dei \emph{services}, \emph{routes}, \emph{consumers}.\\

\\

Il gateway può essere configurato in modi diversi:

Interfaccia grafica di Kong Manager, disponibile collegandosi da browser alla porta 8002 del container.

Tramite file JSON contenenti le informazioni necessarie che saranno aggiunte al file di configurazione principale (\texttt{kong.conf}), inoltrati con delle richieste \texttt{HTTP POST} verso il container in esecuzione.

Come detto in precedenza, gli aspetti configurabili sono:

\emph{Services}

\emph{Routes}

\emph{Consumers}

\emph{Plugin}

Ognuno con un file JSON di configurazione dedicato.\\

I plugin custom, come quello realizzato, non necessitano di un file di configurazione dedicato, è sufficiente copiare i file relativi nella directory \texttt{/usr/local/share/lua/5.1/kong/plugins/nome\_plugin/} del container.\\

Tutta la configurazione è effettuata tramite lo script bash \texttt{addplugin} che ha i seguenti compiti:

Avviare il container.

Copiare all’interno i file relativi ai plugin custom.

Riavviare il container (per consentire la lettura dei file dei plugin caricati)

Eseguire il comando \mintinline{bash}{curl} per tutti i file JSON presenti relativi a tutte le altre configurazioni necessarie.

Di seguito alcune righe dello script di configurazione:

sudo docker exec -it --user root $container rm -rf /usr/local/share/lua/5.1/kong/plugins/$dir

    sudo docker exec -it --user root $container mkdir /usr/local/share/lua/5.1/kong/plugins/$dir

    sudo docker cp . $container:/usr/local/share/lua/5.1/kong/plugins/$dir/

curl -s -X POST -H "Content-Type: application/json" -d @./config/checkemail/services.json http://checkemail.westeurope.cloudapp.azure.com:8001/services > /dev/null

\subsubsection{\texttt{EmailApplication.java}}

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, xleftmargin=20pt,linenos]{java}

package com.aesys.valeriodesiati.mail;

import org.springframework.boot.SpringApplication;

import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;

@SpringBootApplication

public class EmailApplication {

    public static void main(String[] args) {

        SpringApplication.run(EmailApplication.class, args);

    }

}

\end{minted}

\caption{Classe \emph{main} del progetto}\label{alg:emailapplication}

\end{algorithm}

La classe principale del progetto è composta da un solo comando, che si occupa di avviare l’applicazione.\\

Il metodo \mintinline{java}{run()} è il metodo principale di Spring Framework, serve ad avviare tutti i processi necessari all’esecuzione dell’applicazione.\\

La prima cosa che è possibile notare è che il metodo \mintinline{java}{run()} prende come parametri il file bytecode della classe stessa ed eventuali argomenti.\\

Nello specifico, il metodo:

\begin{itemize}

\item Legge le configurazioni.

\item Avvia l’Application Context, un gestore per tutte le classi coinvolte nell’esecuzione dell’applicazione.

\item Scansiona il Path dell’intero progetto, per trovare e organizzare tutte le classi annotate con \mintinline{java}{@Controller}, \mintinline{java}{@RestController}, \mintinline{java}{@Entity } ecc.

\item Se richiesto, avvia Tomcat Server per il deploy e l’avvio dell’applicazione.

\end{itemize}

\subsubsection{\texttt{Users.java}}

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, breaklines, xleftmargin=20pt,linenos]{java}

package com.aesys.valeriodesiati.mail.model;

//imports..

@Entity

@Table (name="users")

public class Users {

    @Id

    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)

    private int id;

    @Column(name = "email", nullable = false)

    private String email;

    @Column(name = "name")

    private String name;

    @Column(name = "surname")

    private String surname;

    public Users(int id, String email, String name, String surname) {

        this.id = id;

        this.email = email;

        this.name = name;

        this.surname = surname;

    }

    //setters, getters, toString()...

}

\end{minted}

\caption{Classe \mintinline{java}{@Entity} Users.java}\label{alg:usersjava}

\end{algorithm}

È bene precisare da subito che il comportamento delle classi \texttt{Users.java} e \texttt{Email.java} è molto simile, in quanto entrambe annotate come \mintinline{java}{@Entity}.\\

Una classe annotata come \mintinline{java}{@Entity} indica che questa servirà per la creazione di una tabella all’interno del Database specificato, utilizzando come campi gli attributi della classe.\\

È possibile notare come la classe \texttt{Users.java} sia una classe molto “standard” per quanto riguarda la creazione di oggetti di tipo \texttt{Users}, le uniche aggiunte solo le annotazioni Spring, come ad esempio:

\begin{itemize}

\item \mintinline{java}{@Id} e \mintinline{java}{@GeneratedValue()} per definire l’attributo come \emph{id} autogenerato.

\item \mintinline{java}{@Column()} per definire il nome di un campo (colonna) della tabella ed eventuali altre proprietà.

\end{itemize}

\subsubsection{\texttt{JoinController.java}}

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, breaklines, xleftmargin=20pt,linenos]{java}

package com.aesys.valeriodesiati.mail.controller;

//imports..

@RestController

public class JoinController {

    @Autowired

    EntityManagerFactory emf;

    @Transactional

    @GetMapping("/join/checkemail/{mail}")

    public ResponseEntity<Integer> checkEmail(@PathVariable("mail") String mail) {

        EntityManager em = emf.createEntityManager();

        em.getTransaction().begin();

        String result = null;

        try {

            result = (String) em.createQuery("SELECT u.email FROM Users u, Email e WHERE u.email = e.email AND u.email = :email").setParameter("email", mail).getSingleResult();

        }

        catch(NoResultException | NullPointerException e) {

            return ResponseEntity.status(HttpStatus.PAYMENT\_REQUIRED).body(402);

        }

        if(result == null)

            return ResponseEntity.status(HttpStatus.PAYMENT\_REQUIRED).body(402);

        else

            return ResponseEntity.status(HttpStatus.OK).body(200);

    }

}

\end{minted}

\caption{Classe \mintinline{java}{@RestController} JoinController.java}\label{alg:joincontrollerjava}

\end{algorithm}

Si tratta della classe che svolge il compito principale del microservizio, ovvero controllare che l’indirizzo mail specificato si trovi nella tabella \texttt{email}, ma anche nella tabella \texttt{users}, proprio a certificare che l’indirizzo dato sia abilitato a procedere.\\

La classe è annotata come \mintinline{java}{@RestController}, utilizzato per la gestione di richieste \texttt{HTTP}.\\

I metodi che possono essere utilizzati con questa tipologia di Controller sono \mintinline{java}{@RequestMapping}, \mintinline{java}{@GetMapping}, \mintinline{java}{@PostMapping}, \mintinline{java}{@PutMapping}, \mintinline{java}{@DeleteMapping} ecc., si devono sempre specificare l’URL e il tipo di richiesta da gestire.

In un'architettura REST le risorse sono rappresentate in modo da essere compatibili con le operazioni CRUD (Create, Read, Update, Delete).\\ \\

Successivamente troviamo un \mintinline{java}{EntityManager} utilizzato l’interazione con il Database ed è parte del modulo Spring Data JPA.\\

Consente la creazione, la modifica, la rimozione e il caricamento di entità (tabelle) nel Database.

Andando ad analizzarne più a fondo le specifiche è possibile notare, in testa al metodo, l'annotazione\\ \\

\centerline{\mintinline{java}{@GetMapping("/join/checkemail/{mail}")}} \\ \\

tramite la quale diventa possibile intercettare delle richieste \texttt{HTTP GET} effettuate in un determinato percorso. Il parametro \mintinline{java}{{mail}} può essere

utilizzato all'interno della funzione.\\

Si prosegue con la creazione e l'esecuzione della query, che effettua un'operazione di join tra le tabelle \texttt{Users} e \texttt{Email}, andando a svolgere le operazioni descritte più in alto.\\

Il tutto è svolto all'interno di un blocco \mintinline{java}{try{ } catch(Exception){ }} al fine di prevenire comportamenti anomali: se viene lanciata l'eccezione\\

\mintinline{java}{NoResultException} o \mintinline{java}{NullPointerException}, si ritorna il codice \texttt{HTTP 402 Payment Required}.

Se si termina l'esecuzione della query senza eccezioni e la variabile \mintinline{java}{result} non è impostata a \mintinline{java}{null}, si ritorna il codice \texttt{HTTP 200 OK}.

\subsubsection{\texttt{application.properties}}

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, breaklines, xleftmargin=20pt,linenos]{yaml}

spring.jpa.properties.hibernate.jdbc.lob.non\_contextual\_creation=true

spring.datasource.url=jdbc:postgresql://postgresqlkong.postgres.database.azure.com:5432/fattdb?ssl=true&sslmode=require

spring.datasource.username=\*\*\*\*\*

spring.datasource.password=\*\*\*\*\*

\end{minted}

\caption{File di configurazione \texttt{application.properties}}\label{alg:applicationproperties}

\end{algorithm}

Il file \texttt{application.properties} è utilizzato per definire proprietà aggiuntive dell’applicazione come nel nostro caso, il Database.\\

È possibile vedere come siano definiti tutti i parametri per la connessione al Database PostgreSQL, all’interno del quale saranno create le tabelle ed effettuate le query.

Testing

In questo capitolo saranno esposte le tecnologie e gli approcci utilizzati per il testing dell’applicazione e saranno illustrati i risultati ottenuti.

Come anticipato nel paragrafo \ref{sec:postman}, il software utilizzato per la fase di testing del progetto è Postman.\\

L’utilizzo di questo software non è stato strettamente necessario, dato che si può ottenere lo stesso risultato effettuando da terminale un comando \texttt{curl} all’indirizzo di Kong Gateway, specificando tutti i parametri e i campi della richiesta \texttt{HTTP}, ottenendo comunque i risultati (in formato diverso).\\

L’utilizzo di Postman è stato preferito per motivi di comodità nella fase di testing, soprattutto perché offre la possibilità di memorizzare le richieste inviate (con tutti i relativi campi e parametri) e i risultati.\\\\

Il software risulta molto intuitivo, basta selezionare il metodo di richiesta che si vuole utilizzare (in questo caso \texttt{HTTP GET}), inserire l’URL e, se necessario, configurare i campi della richiesta, ovvero in questo caso, aggiungere al body della richiesta il token JWT.\\

Di seguito la descrizione dei test effettuati.\\

Nella prima immagine è possibile notare come, inserendo tutti i parametri richiesti (URL, token corretto), si venga autorizzati a procedere con un codice di risposta \texttt{HTTP 200 OK}, questo perché sia l’indirizzo mail nell’URL, sia quello estratto dal token, si trovano all’interno di entrambe le tabelle del Database (si ricorda che la tabella \texttt{email} contiene tutti gli indirizzi mail, mentre la tabella \texttt{users} solo gli indirizzi autorizzati ad utilizzare un determinato servizio).

FOTO

Nella seconda immagine si testa il comportamento in una situazione particolare: nell’URL viene inserito un indirizzo mail non presente all’interno del Database e nel body della richiesta viene inserito un token relativo ad un indirizzo mail valido (lo stesso dell’immagine precedente).\\

Il comportamento atteso e ricevuto è quello di non essere autorizzati a procedere con un codice \texttt{HTTP 402 PAYMENT REQUIRED}.

FOTO

Ancora, si testa il comportamento in un’altra situazione particolare, ovvero se si dovesse effettuare la richiesta con un indirizzo mail presente nel Database ma non si fornisce il token.\\

Ancora una volta, il comportamento atteso e ricevuto è quello di non essere autorizzati a procedere.

Come scritto sopra, sarebbe stato possibile effettuare i test anche da riga di comando effettuando una \texttt{curl}, come descritto di seguito:

\begin{algorithm}

\centering

\begin{minted}[fontsize=\scriptsize, xleftmargin=20pt, linenos]{sh}

curl --location --request GET 'http://checkemail.westeurope.cloudapp.azure.com:8000/join/checkemail/valerio.desiati@aesys.tech' \

--header 'Authorization: Bearer eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCIsImtpZCI6Ik94NnhKcVZHZE5ZQVBpY3dmVDBST1NOdXBDMjJETFJTIn0.eyJuYW1lIjoiVmFsZXJpbyBEZXNpYXRpIiwibWFpbCI6InZhbGVyaW8uZGVzaWF0aUBhZXN5cy50ZWNoIiwiZXhwIjo5OTkwMDAwOTk5fQ.SeTuFxcnJkYvccx7PiAZEPbZiJbcnOb7y9bpOJxNFok'

\end{minted}

\caption{Test tramite \texttt{curl}}\label{alg:container\_config}

\end{algorithm}

Il comando racchiude esattamente quanto svolto da Postman, si effettua una richiesta \texttt{HTTP} con metodo \texttt{GET}, si specifica il link e tramite l’opzione \mintinline{sh}{--header} si specifica il token JWT.

Conclusione

Al termine della realizzazione del progetto di stage tutti gli obiettivi descritti nel paragrafo \ref{sec:obiettivi} sono stati raggiunti nei tempi prefissati, secondo la ripartizione oraria riportata al paragrafo \ref{sec:ripartizionelavoro}.\\ \\

Il progetto, nella sua fase iniziale, non è risultato di semplice realizzazione in quanto è stato richiesto l’utilizzo di tecnologie e strumenti di cui non si era a conoscenza.\\\\

Nel corso dello sviluppo ci sono state diverse problematiche:

\begin{itemize}

\item Immagini Docker.

\item Specifiche della Virtual Machine utilizzata.

\end{itemize}

All’inizio si era provato ad utilizzare l’immagine Docker \texttt{ubuntu:latest}, per poi decidere, in modo definitivo, di utilizzare l’immagine ufficiale di Kong Gateway per problemi di compatibilità e di raggiungibilità del Gateway.

Ancora, come spiegato nei capitoli precedenti, l’applicazione si trova all’interno di una Virtual Machine sulla quale è stato installato Docker con il relativo container Kong.\\

La problematica era relativa al fatto che in momenti completamente casuali l’applicazione risultava irraggiungibile, e quindi inutilizzabile.\\ Andando ad analizzare le statistiche di utilizzo su Microsoft Azure ci si è resi conto che il problema risiedeva nelle risorse (molto limitate) della Virtual Machine, che quindi accusava problemi di eccessivo utilizzo di CPU e RAM che implicava l’impossibilità di elaborare le richieste.

Quindi, parlando di eventuali sviluppi futuri del progetto, sicuramente rientra tra questi il miglioramento delle specifiche della Virtual Machine da utilizzare, tenendo conto del fatto che le risorse a disposizione con l’attuale Virtual Machine sono 1 CPU e 512 MB di memoria RAM.\\

Altri sviluppi futuri potrebbero concentrarsi sull’implementazione di un Database più ampio e ottimizzato, andando ad utilizzare ad esempio Microsoft Azure SQL Database, il Database integrato nella piattaforma Azure.