

MULESOFT PLATFORMA ZA INTEGRACIJU**MULESOFT INTEGRATION PLATFORM**Milana Čarapić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA**

Kratak sadržaj – U ovom je radu opisana Mulesoft platforma za integraciju sistema. Objasnjena je potreba za korištenjem integracija. Opisane su mogućnosti koje ova platforma nudi u cilju integrisanja sistema. U radu je prikazan i proces kreiranja Mulesoft aplikacije kao i njeno testiranje, odnosno prikazani su dobijeni rezultati.

Ključne reči: Integracije sistema, ESB, Mulesoft

Abstract – This paper describes the Mulesoft integration platform. The need for integrations is explained. Possibilities that this platform offers in order to integrate different systems are described. The paper also describes the process of creating a Mulesoft application as well as its testing, the obtained results are presented.

Keywords: System integration, ESB, Mulesoft

1. UVOD

U današnje vreme poslovni sistemi ne mogu da funkcionišu izolovano, već postoji potreba za komunikacijom sa drugim sistemima kako bi razmenili potrebne informacije i na taj način uspešno obavili svoju funkciju. Što je sistem složeniji, to mu je potrebno više podataka iz drugih sistema kako bi nesmetano obavljao svoj zadatak. Sistemi između kojih je potrebno uspostaviti komunikaciju mogu da imaju različito definisane formate podataka i protokole i zato njihovo povezivanje predstavlja pravi izazov. Rešenje je integracija sistema.

Integracija predstavlja proces spajanja više različitih sistema u celinu koja funkcioniše kao jedinstveni sistem, putem kojeg se prate i upravlja svim integrisanim sistemima [1]. Integracija dozvoljava komunikaciju, odnosno deljenje informacija između spojenih sistema u cilju izvršavanja zajedničkog zadatka.

2. O INTEGRACIJAMA**2.1. Šabloni za integraciju**

Integracioni šablon predstavlja metod komunikacije koji sistemi koriste za slanje i primanje podataka [1].

Neki od integracionih šablona nabrojani su u nastavku:

1. Migracija (data migration) – predstavlja slanje podataka od jednog sistema do drugog.
2. Emitovanje (broadcast pattern) – predstavlja komunikaciju gde jedan sistem šalje podatke većem broju sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Vuković, docent.

3. Agregacija (aggregation pattern) – je kontinualni proces u kojem više sistema šalju podatke jednom sistemu [2].
4. Bidirekciona sinhronizacija (bi-directional sync) – je kontinualna komunikacija između dva ili više integrisanih sistema gde se slanje podataka odvija u oba smera (za razliku od tri predhodna šablona).
5. Korelacija (correlation) – ovaj šablon je veoma sličan bidirekcionoj sinhronizaciji, jer se podaci šalju kontinualno u oba smera. Razlika je u tome što, kod korelacije, šalju se samo oni podaci koji postoje u oba sistema. Podatak koji postoji samo u jednom integrisanom sistemu neće učestvovati u komunikaciji.

2.2. Načini implementacije

Implementacija integracije sistema može da se obavlja na više načina. Jedan od načina jeste “integracija od tačke do tačke” (point-to-point integration), gde se sistemi povezuju posebno svaki sa svakim. Ovaj način je izvodljiv u slučaju kada imamo svega nekoliko sistema koje treba međusobno integrisati. U realnom svetu, broj integrisanih sistema je daleko veći. Svakim dodavanjem nove komponente u integrisani sistem, broj point-to-point veza eksponencijalno raste [3]. Dakle, svako dodavanje/uklanjanje/zamena point-to-point veze u integrisanom sistemu koji sadrži više od 3 komponente predstavlja veoma komplikovan i dug proces sklon greškama.

Još jedan od načina implementacije koji prevazilazi mane point-to-point integracije jeste ESB (Enterprise Service Bus). ESB je arhitektura čiji je osnovni koncept da se integracija različitih komponenti ostvari postavljanjem komunikacione magistrale između njih, a zatim da se omoguću svakoj komponenti da komunicira sa magistralom. ESB je apstraktni sloj koji predstavlja univerzalni prevodilac koji omogućava komunikaciju između više različitih komponenti [4].

3. MULESOFT KAO PLATFORMA ZA INTEGRACIJU**3.1. Mule ESB**

Mule ESB je integraciona platforma bazirana na Java programskom jeziku. Omogućava integraciju različitih sistema pomoću komunikacione magistrale koja predstavlja središnji sloj (middleware) putem koje sistemi komuniciraju, odnosno razmenjuju podatke.

Koncept magistrale razdvaja sisteme jedne od drugih. Podaci koji putuju do magistrale su kanonskog formata. Kanonski format poruke znači da postoji jedan dosledan format unapred ugovoren od strane sistema. Korišćenje kanonskog modela podataka je odličan način da se strukturiraju poruke koje stižu na magistralu, a to onda

pojednostavljuje implementaciju same magistrale [6]. Postoji "adapter" između aplikacije i magistrale, koji transformiše format podataka koje dolaze od aplikacije u kanonski format magistrale, i obrnuto [5].

U Mule ESB arhitekturi, magistralu, odnosno središnji sloj koji integriše sisteme čine Mule aplikacije. Mulesoft aplikacije se sastoje od komponenti koje zajedno čine flow, a kroz koji se procesiraju Mule događaji, u koje spadaju Mule poruke i Mule promenljive.

4. ALATI ZA RAZVOJ MULE APLIKACIJE

Alati koje možemo koristiti za razvoj Mule aplikacija su Anypoint Studio i Flow Designer.

4.1. Anypoint Studio

Anypoint Studio je desktop integrisano razvojno okruženje za razvoj i testiranje Mule aplikacija, bazirano na Eclipse-u. Ovo je grafičko razvojno okruženje, čija je karakteristika da sve komponente od kojih ćemo razvijati našu Mule aplikaciju su već predefinisane i vizuelno predstavljene ikonicama, dok sam razvoj aplikacije se izvodi drag-and-drop metodom. Odabirom i prevlačenjem komponenti u vizuelni editor gradimo Mule aplikaciju. Prilikom odabira komponente, potrebna je vrlo mala konfiguracija da bismo izabranu komponentu prilagodili potrebama naše aplikacije i da bi komponenta izvršavala svoju funkciju. Pozadinski kod aplikacije je definisan u XML-u.

4.2. Flow Designer

Drugi način za kreiranje Mule aplikacije jeste preko alata Flow Designer. Flow Designer je deo Design Center komponente Anypoint platforme. Za razliku od Anypoint studio-a koji je desktop razvojno okruženje, Flow Designer je web grafičko okruženje.

U odnosu na Anypoint Studio, Flow Designer je veoma ograničen opcijama i alatima za razvoj Mule aplikacija. Flow Designer može nesmetano koristiti sa razvoj jednostavnih aplikacija, ali za kompleksnije aplikacije neophodno je koristiti Anypoint Studio.

5. ARHITEKTURA MULE APLIKACIJE

5.1. Flow

Mule aplikacije obrađuju poruke i druge delove Mule događaja putem komponentata, konektora i modula koji su grupisani unutar jednog toka (flow). Tok (flow) je niz komponentata povezanih međusobno i koji imaju zajedničku funkciju da prime, obrade poruku i proslede rezultat obrade.

Unutar jednog flow-a, redosled komponenti je bitan. Prva komponenta se zove izvor poruke (message source) koja prima poruku od jednog ili više spoljnih izvora. Nakon što prva komponenta primi poruku, to rezultira pokretanjem izvršavanja toka. Zatim slede komponente koje obrađuju pristiglu poruku i oni se zajedno zovu obrađivači poruke (message processors). Poruka putuje od jednog do drugog obrađivača poruke redosledom kojim su definisani. Svaki flow prestavlja smislenu jedinicu rada u celokupnom procesu obrađivanja poruke.

Jednostavna Mule aplikacija može da sadrži samo jedan flow, ali obično aplikacije se sastoje od mnoštva flow-ova koji su podeljeni po ulogama. Svaki flow ima određenu funkciju unutar aplikacije. U toku razvoja aplikacije, kada uočimo da se redosled nekih obrađivača poruke ponavlja

u više flow-ova, možemo ih izdvojiti u posebnu jedinicu koja se naziva subflow. Na taj način izbegavamo ponavljanje istog koda, već ga izdvojimo u posebnu jedinicu i onda on može biti korišten više puta od strane više flow-ova.

5.2. Struktura Mule poruke

Kada poruka stigne i putuje kroz flow, ona se javlja u formi događaja. Mule događaji (Mule events) sadrže osnovne informacije koje se obrađuju u Mule aplikaciji.

Mule događaj se sastoji iz sledeće dve komponente:

- Mule poruke (mule message) – to su podaci koji će se koristiti za izvršavanje flow-a unutar aplikacije.
- Mule promenljive (mule variables) – to su metapodaci Mule događaja koji se koriste unutar flow-a.

Mule poruka (Mule message) je deo Mule događaja i predstavlja podatke iz spoljašnjih sistema koji se obrađuju kroz flow unutar Mule aplikacije.

Mule poruka se sastoji iz dva dela:

- Sadržaj poruke (payload) – sadrži telo poruke. To može biti sadržaj fajla, zapis iz baze podataka, odgovor na REST ili Web service zahtev itd. Sadržaj poruke se menja kroz flow u zavisnosti od obrađivača poruke koji se nalaze u tom flow-u.
- Atributi (attributes) – metapodaci koji povezani sa sadržajem poruke. Specifični atributi poruke zavise od izvora poruke, konektora koji dobavlja poruku u flow. Atributi mogu sadržati zaglavlja (headers) i svojstva koji prima ili vraća konektor, kao i druge metapodatke koji su popunjeni od strane konektora.

Mule promenljive (Mule variables) su korisnički definisani metapodaci o poruci. Promenljive se koriste za privremeno čuvanje informacija o poruci koju aplikacija procesuiru. Promenljive neće biti prosledene na određite zajedno sa porukom.

6. DATAWEAVE JEZIK ZA TRANSFORMACIJU PODATAKA

Transformacija podataka je proces konvertovanja podataka iz jednog formata u drugi. U toku integracija sistema, ovaj proces je veoma bitan jer obično kada se podaci šalju iz izvornog sistema u odredišni sistem su različitog formata i neophodno je transformisati ih u odgovarajući format pre slanja na odredište. Konkretno, u Mule integraciji, podaci iz izvornog sistema prvo stižu do Mule magistrale koja je sačinjena od Mule aplikacija, pa tek onda na odredište. Kako smo već rekli da magistrala ima definisan kanonski format, može se desiti izvorni sistem šalje podatke u drugačijem formatu od kanonskog formata magistrale. Zato postoje „adapteri“ koji transformišu podatke čim oni pristignu na magistralu.

Za pristup i transformaciju podataka, Mulesoft je razvio svoj jezik pod nazivom DataWeave, i koji se koristi unutar Mule aplikacija. U pitanju je jezik izraza (expression language) i koji podržava koncepte koji su zajednički većini programskih jezika.

7. KOMPONENTE MULE APLIKACIJE

Komponente su osnovne gradivne jedinice flow-a unutar Mule aplikacije. Komponente pružaju logiku obrade poruke koja prolazi kroz flow aplikacije. Komponente su podeljene u dva kategorije: Osnovne komponente (Core) i

konektori. Osnovne komponente su one komponente koje razvijaju internu logiku unutar flow-a, dok konektori omogućavaju eksternu komunikaciju sa resursima izvan flow-a.

Konektor je softver koji omogućava konekciju između Mule flow-a i eksternog resursa. Resurs može biti bilo kojeg tipa: baza podataka, protokol, API.

Pomoću konektora vršimo konekcije sa:

- Softverskim aplikacijama - Koristimo konektore da povežemo Mule aplikaciju sa specifičnim softverom i vršimo akcije nad konektovanom aplikacijom.
- Bazama podataka – povezujemo Mule aplikaciju sa jednom ili više baza podataka i vršimo akcije nad konektovanom bazom.
- Protokolima – koristimo konektore da šaljemo i primamo podatke nad protokolima.

7.1. Message Source komponente

Message source komponente su komponente koje se nalaze na početku flow-a, primaju poruku od jednog ili više spoljnih resursa i iniciraju izvršavanje flow-a. Najčešći konektori koji se koriste za pokretanje flow-a su HTTP Listener i Scheduler.

7.1. Transformatori

Transformatori (transformers) su komponente koje omogućavaju transformaciju podataka u bilo koji format ili strukturu koja nam je potrebna. Transformator prima određeni sadržaj poruke i priprema je za dalju obradu menjajući njen sadržaj. Osim poruke, transformeri omogućavaju i transformacije promenljivih.

Komponente koje manipulišu promenljivim unutar Mule događaja su:

- Set Variable – služi za kreiranje promenljive ili modifikovanje vrednosti već postojeće promenljive. Kao vrednost promenljive možemo staviti string ili poruku, sadržaj poruke, ili attribute objekta. Takođe, vrednost promenljive može biti i DataWeave izraz.
- Remove Variable – briše promenljivu iz Mule događaja. Ukoliko u toku obrade Mule događaja primetimo da neka promenljiva nam više neće koristiti, možemo je lako obrisati iz Mule događaja korištenjem ove komponente.

Transform Message komponenta konvertuje ulazne podatke u novu izlaznu strukturu ili format. Kod ove komponente postoje dve prezentacije iste transformacije: grafički editor i editor za kodiranje. U grafičkom editoru se nalaze dva stabla koji predstavljaju očekivane ulazne i izlazne strukture metapodataka. Metapodatke ova komponenta obradi i prikaže njihovu strukturu u grafičkom pogledu, kako bi nam bilo lakše da mapiramo podatke drag-and-drop tehnikom. Grafički editor olakšava posao ukoliko nam je potrebna jednostavna transformacija kao što je mapiranje podataka. Složenije transformacije ne možemo postići u grafičkom editoru. Svaka izmena koju napravimo u grafičkom editoru će biti prikazana i u editoru za kodiranje kao DataWeave kod. Složenije transformacije se rade u ovom editoru pomoću DataWeave izraza.

7.2. Kontrola toka

Kontrola toka u Mule aplikacijama se postiže komponentama koje se zovu Ruteri (Routers). Kao što im

i sam naziv kaže, ove komponente usmeravaju poruke na različite destinacije unutar flow-a. Pomoću ovih komponenti moguće je:

- Podeliti poruku na nekoliko segmenata, a zatim svaki preusmeriti na drugi procesor.
- Kombinovati nekoliko poruka u jednu poruku pre nego što se pošalje sledećem procesoru u flow-u.
- Preurediti listu poruka pre slanja sledećem procesoru.
- Odrediti na koji procesor od nekoliko mogućih procesora će poruka biti preusmerena.
- Poslati jednu poruku na više različitih procesora.

U rutere spadaju komponente Choice, su Scatter-Gather i First Successful.

7.3. Rukovanje greškama i izuzecima

Kada neka aktivnost u Mule aplikaciji se ne izvrši uspešno, odnosno pojavi se greška, Mule izbaci izuzetak. Za upravljanje ovim izuzecima, Mule nam nudi nekoliko komponenti koje se zovu Error Handlers, i pomoću kojih možemo da definišemo strategiju ovih izuzetaka.

Rukovanje greškama može da se obavi na više različitih nivoa. Možemo rukovati greškama na nivou aplikacije tako što definišemo globalne rukovaoce greškama. Moguće je definisati rukovanje greškama na nivou flow-a, ili čak za blok manji od jednog flow-a (custom error handlers).

Postoje dve strategije za rukovanje greškama: On Error Propagate i On Error Continue. Ove dve strategije se odnose na način na koji ćemo grešku koja se javila unutar subflow-a proslediti flow-u koji je pozvao izvršenje tog subflow-a. On Error Continue je strategija koja će registrovati grešku unutar subflow-a, vratiće odgovor o grešci flow-u koji ga je pozvao ali sa statusnim kodom 200 – to će omogućiti da se nastavak flow-a izvrši. On Error Continue je strategija koja će registrovati grešku unutar flow-a, vratiće odgovor o grešci flow-u koji ga je pozvao ali sa statusnim kodom 500 – to će obustaviti dalje izvršavanje flow-a.

7.4. Rad sa bazama podataka

To su konektori koji uspostavljaju vezu između Mule aplikacije i relacione baze podataka. Ovi konektori mogu da uspostave vezu sa skoro svakom JDBC relacijom bazom podataka i da vrše SQL operacije. Konektori nam omogućavaju da koristimo SQL operacije nad bazom podataka, kao što su Select, Insert, Update, Delete, Stored Procedure itd. Pre upotrebe bilo kojeg konektora za rad sa bazama podataka, potrebno je prvo napraviti konfiguraciju baze podataka. Podaci neophodni za uspostavljanje konekcije su host, port, username i password.

7.5. Rad sa datotekama

Mule podržava efikasnu obradu velikih podataka poput datoteka, dokumenata i zapisa. To je omogućeno konektorima za rad sa datotekama.

Kada komponenta koristi datoteku, Mule čuva njen sadržaj u privremenom baferu. Paralelno korištenje jedne datoteke od strane više komponenti je dozvoljeno, što znači da više komponenti mogu da čitaju istu datoteku u isto vreme. Mule automatski osigurava da kada jedna komponenta čita datoteku, to ne uzrokuje nikakve neželjene efekte za drugu komponentu.

Konektore možemo podeliti na dve grupe: prva grupa obrađuje datoteke na lokalnom sistemu (local files), a druga grupa konektora obrađuje datoteke na udaljenim sistemima (remote files).

Sa lokalnim datotekama rade File konektori. Sa datotekama na udaljenim sistema rade FTP, SFTP, FTPS, MFT konektori.

FTP konektori omogućavaju pristup fajlovima i folderima koji se nalaze na FTP (File Transfer Protocol) serveru.

SFTP omogućavaju pristup fajlovima i folderima koji se nalaze na SFTP (Secure File Transfer Protocol) serveru.

7.6. HTTP Konektori

Slanje i primanje poruka preko HTTP protokola je na Mule platformi omogućeno ugrađenim HTTP konektorima. HTTP konektori nam nude opciju deklarisanja servera koji osluškuje zahteve i pokreće izvršavanje Mule aplikacije kao i HTTP klijente koji mogu komunicirati sa bilo kojim HTTP servisom [7]. Za sve tipove ovih konektora potrebno je definisati konekciju pre upotrebe. Konekcija definiše host i port gde će server biti podešen, kao i protokol: HTTP za obične konekcije ili HTTPS za TLS konekcije.

8. TESTIRANJE MULE APLIKACIJE

Testiranje softvera koristi se da bi se osiguralo da se očekivani poslovni sistemi i karakteristike proizvoda ponašaju ispravno i prema očekivanju [8].

Unit testing (jedinичno testiranje) je osnovni nivo testiranja softvera. Unit testing je praksa provere ispravnosti izlaznih vrednosti (outputs) na osnovu automatizovanih ulaznih vrednosti (inputs) za određene segmente/jedinice koda.

Za Mule aplikacije, unit testovi se prave u MUnit-u, komponenti Anypoint platforme. MUnit je framework za testiranje Mule aplikacija koji pravi unit automatizovane testove za naše aplikacije. MUnit je integrisan u Anypoint Studio.

Prilikom pravljenja novog projekta u Anypoint studio-u, folder na putanji src/test/munit se automatski kreira.

Prilikom kreiranja MUnit fajlova, njihova lokacija će biti upravo ovaj folder. Pošto smo rekli da se jedan Unit test pravi za jednu jedinicu koda, a u Mule aplikaciji to je flow, znači da za jedan flow pravimo jedan Unit test.

9. IMPLEMENTACIJA STUDENTS-APP APLIKACIJE NA MULE PLATFORMI

Za potrebe ovog rada kreirana je Mulesoft aplikacija u Anypoint Studio-u pod nazivom students-app, koja predstavlja primer korištenja tehnologije. Aplikacija konzumira podatke iz MySQL baze podataka, manipuliše pomenutim podacima i šalje ih na dva odredišta: lokalni fajl i email adresu preko SMTP servera. Realizovane su funkcije za prikaz, ažuriranje i brisanje podataka o studentu iz sistema, dodavanje novog studenta u sistem, kao i prikaz podataka svih studenata u sistemu uz mogućnost filtriranja dobijenih rezultata.

U ovom poglavlju u radu je detaljno prikazan razvoj aplikacije kao i dobijeni rezultati prilikom njenog testiranja.

10. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena Mulesoft platforma za integraciju. Tehnologija je detaljno opisana kroz poglavlja u kojima su navedene mogućnosti Mulesoft platforme u cilju integrisanja sistema.

Mulesoft integraciona platforma poseduje širok spektar modula i ugrađenih konektora koji olakšavaju proces integracije. Veoma mala konfiguracija je dovoljna da se ugrađeni konektor prilagodi potrebama specifičnog sistema i osposobi za korištenje. Mulesoft kompanija prati trenutnu situaciju na tržištu, te kroz nove verzije softvera redovno kreira nove konektore koji su dostupni u Anypoint Exchange-u, gde ih je lako pronaći i dodati u svoje razvojno okruženje.

Ovaj rad je obuhvatio osnovne pojmove i uvod u integracionu platformu, kao i načine za kreiranje i testiranje integracionog rešenja (aplikacije) na specifičnoj platformi.

11. LITERATURA

- [1] <https://www.mulesoft.com/resources/integration> (pristupljeno u junu 2021.)
- [2] <https://www.mulesoft.com/resources/esb/top-five-data-integration-patterns> (pristupljeno u junu 2021.)
- [3] <https://www.mulesoft.com/resources/esb/eliminating-point-point-integration-pain-mule-esb-use-cases> (pristupljeno u junu 2021.)
- [4] <https://blog.dreamfactory.com/esb-and-api-management-which-one-and-why/> (pristupljeno u junu 2021.)
- [5] <https://www.mulesoft.com/resources/esb/what-esb> (pristupljeno u junu 2021.)
- [6] David Dossot, John D'Emic, Victor Romero, "Mule in Action, Second Edition", Shelter Island, Manning, 2014.
- [7] <https://docs.mulesoft.com/http-connector/1.5/> (pristupljeno u junu 2021.)
- [8] <https://cubes.edu.rs/sr/20/obuke-i-kursevi/sta-je-software-qa-ili-testiranje-software-a> (pristupljeno u junu 2021.)

Kratka biografija:

Milana Čarapić rođena je 17.11.1995. godine u Užicu, Srbija. Završila je gimnaziju "Ivo Andrić" u Višegradu, Bosna i Hercegovina. Školske 2014/2015 godine upisuje osnovne akademske studije prvog stepena na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, studijski program Računarstvo i automatika, usmerenje Primenjene računarske nauke i informatika. Dana 05.10.2018. godine diplomirala je sa prosečnom ocenom 8,78 (osam i 78/100). Diplomirala je na temu "Poređenje programskih jezika C++ i C#". Školske 2018/2019 godine upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, studijski program Računarstvo i automatika, usmerenje Elektronsko poslovanje.

kontakt: mcarapic95@gmail.com