

МОДЕЛИ В2В ИНТЕГРАЦИЈА У CLOUD COMPUTING ОКРУЖЕЊУ B2B INTEGRATION MODELS IN CLOUD COMPUTING ENVIRONMENT

Слађана Јанковић, Снежана Младеновић

РЕЗИМЕ: В2В (Business-to-Business) интеграција је на XML-у (eXtensible Markup Language) заснована интеграција која омогућава сигурну размену пословних информација преко Интернета, у реалном времену. Интероперабилност је способност два система или компоненте да размењују информације, али и да користе размењене информације. Семантичка интероперабилност обезбеђује да два система која комуницирају, интерпретирају заједничке или дељене податке на конзистентан начин. Рад даје преглед постојећих модела семантичке интероперабилности заснованих на коришћењу онтологија. Представљени су основни концепти cloud computing технологије, као релативно нове рачунарске парадигме. Анализирају се карактеристике cloud computing окружења са аспекта В2В интеграција. Проучавају се могућности примене познатих метода В2В интеграције у cloud computing окружењу. У раду се предлажу модели В2В интеграције пословних система у cloud computing технолошком окружењу. Предложени модели омогућавају реализацију различитих сценарија В2В интеграције у којима учествују постојеће локалне апликације и базе података, као и базе података и апликације из „облака”.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: В2В интеграција, Cloud computing, Сервисно-оријентисана архитектура, Семантичка интероперабилност.
ABSTRACT: B2B (Business-to-Business) integration is the XML (eXtensible Markup Language)-based integration that enables the secure exchange of business information over the Internet in real time. Interoperability is the ability of two systems or components to exchanging information and usage the exchanged information. Semantic interoperability provides that some two systems in communicating interpret common or shared data in a consistent manner. The paper reviews existing models of semantic interoperability which are based on ontologies. The basic concepts of cloud computing technologies as a relatively new computing paradigm are shown. The characteristics of cloud computing environments in terms of B2B integration have been analyzed. The possibilities of the known methods of integration in B2B cloud computing environment have been considered. In this paper we propose the models of B2B integration of business systems in the cloud computing technology environment. The proposed models allow implementation of various B2B integration scenarios involving existing local applications and databases as well as databases and applications from the cloud.

KEY WORDS: B2B integration, Cloud computing, Service-oriented architecture, Semantic interoperability.

1. УВОД

Интеграција апликација је ефикасна и оркестрирана размена ресурса и/или података између апликација које се користе у оквиру једне или више компанија. Business-to-business (B2B) апликације фокусирају се на развој пословних партнерстава и трансформацију односа између организација [1]. В2В интеграција у основи представља безбедну координацију информација између предузећа и њихових информационих система [2]. Ова интеграција је на XML-у (eXtensible Markup Language) заснована интеграција и омогућава сигурну размену пословних информација преко Интернета, у реалном времену [3]. Интероперабилност је способност два система или компоненте да размењују информације, али и да користе размењене информације. Да би два система могла да користе размењене информације, мора се остварити њихова семантичка интероперабилност. Семантичка интероперабилност је способност дељења, агрегирања или синхронизовања података/информација између хетерогених информационих система [4].

Типови В2В интеграције могу се сврстати у неколико општих категорија: интеграција информација, интеграција преко корисничког интерфејса, интеграција на бази сервиса, интеграција пословних процеса [5]. Тренд у

интеграцији апликација представља кретање од интеграције информација према интеграцији помоћу сервиса [6]. Пошто интеграција апликација представља сложен проблем, у реалности примењена решења најчешће представљају комбинацију примене различитих типова интеграције апликација и неколико врста технологија. Немогуће је пронаћи једно технолошко решење које ће бити универзално применљиво, јер свака појединачна организација захтева различит приступ [7].

У другој секцији рада биће дат преглед постојећих модела семантичке интероперабилности заснованих на коришћењу онтологија. Трећа секција посвећена је анализи cloud computing технологије, посебно са аспекта реализације сервисно-оријентисаних архитектура (COA). У четвртој секцији предложени су модели и сценарији В2В интеграције у cloud computing окружењу. Последња секција садржи закључке о могућностима које нуди cloud computing технолошко окружење на пољу В2В интеграција.

2. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ МОДЕЛА СЕМАНТИЧКЕ ИНТЕРОПЕРАБИЛНОСТИ

За два система каже се да су семантички интероперабилни ако један другом могу да прослеђују упите, потенцијално

кроз серију мапирања шема података [8]. Семантичка интероперабилност омогућава да два или више рачунарских система, размењују информације и да аутоматски, смисаоно и прецизно тумаче и препознају размењене информације, а са циљем да испуне захтеве дефинисане од стране крајњих корисника. Да би омогућили семантичку интероперабилност агенти, сервиси, апликације имају потребу да деле једно исто, заједничко, разумевање речника или да креирају кореспонденцију или мапирања између њихових различитих речника.

Онтологија је „формална, експлицитна спецификација дељене концептуализације” [9]. „Концептуализација” се односи на апстрактни модел неког феномена у свету који идентификује релевантне концепте тог феномена. „Експлицитна” значи да су типови концепата који се користе и ограничења њихове употребе експлицитно дефинисани. „Формална” се односи на чињеницу да онтологија мора бити разумљива за рачунаре. „Дељена” одражава мишљење да онтологија обухвата знање око кога постоји општа сагласност, које није ограничено на неког појединца, већ је прихваћено од групе. Суштинска природа онтологије је да се труди да препозна и опише оно што постоји у реалном свету. Генерално, онтологије се дефинишу за поједине домене (отуда „онтологије домена”), пошто је онтологија корисна и подесна ако је фокусирана на специфичан сектор реалности. Онтологије истакнуто фигуришу у појављивању семантичког Web-a, као начин представљања семантике докумената и омогућавања да семантика буде коришћена од стране Web апликација и интелигентних агената. Онтологије служе да стандардизују и обезбеде интерпретације садржаја Web-a. Да би настао садржај разумљив машинама, Web стране морају имати семантичко тумачење, тј. описе који користе терминологију коју дефинише једна или више онтологија.

Постоје две главне класе онтологија. Прву класу чине онтологије које служе за експлицитно снимање „статичког знања” о домену. Другу класу онтологија чине онтологије које пружају могућност резоновања (закључивања) о доменском знању (знање које се тиче решавања одређеног проблема). Унутар прве класе онтологија, према степену општости, разликујемо три типа онтологија:

- доменске онтологије: представљају знање релевантно за одређени домен, нпр. медицински, механички, саобраћајни, итд.;
- генеричке онтологије: могу се примењивати у више домена. Нпр., онтологија која представља знање у вези са мерењима може се примењивати у разним техничким доменима. Ова врста онтологија назива се још и „super theory” или „core technology”;
- репрезентативне онтологије: формулишу опште ентитете репрезентације, не дефинишући шта треба да буде представљено. Веома познат пример ове врсте онтологија је Frame Ontology.

Унутар класе онтологија које представљају знање у вези са решавањем одређеног проблема, издвајају се два типа онтологија:

- онтологије задатака: обезбеђују термине карактеристичне за појединачне, специфичне задатке;
- онтологије метода: обезбеђују термине карактеристичне за појединачне, специфичне методе решавања проблема.

Постоји још једна класа онтологија: онтологије апликација. Онтологија апликације је комбинација доменске онтологије и онтологије метода. Она садржи сво знање - статичко и знање у вези са решењем одређеног проблема, које је неопходно за моделирање одређеног домена.

Најзначајније примене онтологија су у следећим сферама:

- обрада знања израженог природним језицима,
- аутоматско извлачење знања из научних текстова,
- лексичке онтологије, међу којима је најпопуларнија и највећа WordNet,
- враћање семантичких информација из складишта података,
- дељење и вишеструка употреба знања,
- интегрисање информација из хетерогених извора,
- опис концепата и веза који могу постојати у једној Интернет апликацији. Под описом се подразумева формална спецификација налик програму.

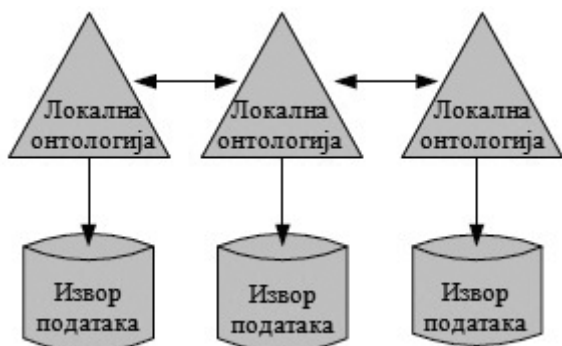
Постоје три приступа у коришћењу онтологија за постизање семантичке интероперабилности. Приступ заснован на коришћењу једне глобалне дељене онтологије обезбеђује јединствено семантичко тумачење локалних шема извора података (слика 1). Глобална онтологија може бити комбинација више модуларних онтологија.



Слика 1. – Приступ заснован на коришћењу једне онтологије

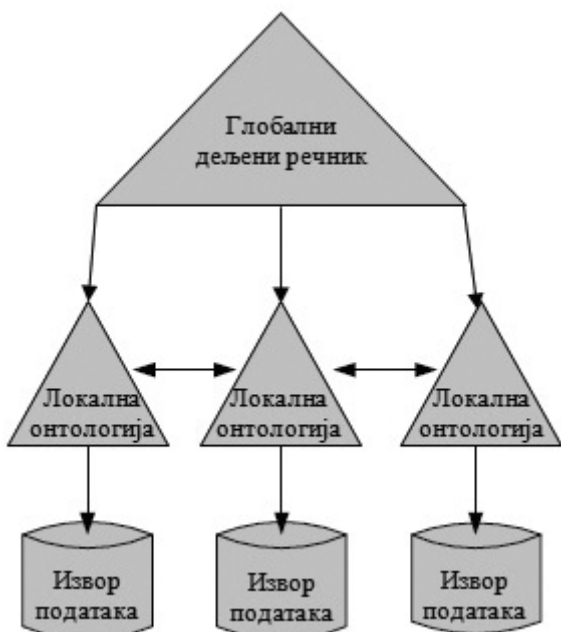
Приступ заснован на коришћењу више онтологија подразумева да сваки извор информација има своју локалну онтологију, при чему локалне онтологије не морају обавезно да користе заједнички речник (слика 2). Свака онтологија може се креирати независно од осталих, јер између онтологија постоји лабава веза. Да би се остварила

интероперабилност онтологије се морају ускладити креирањем и коришћењем правила мапирања између градивних блокова онтологија.



Слика 2. – Приступ заснован на коришћењу више локалних онтологија

Хибридни приступ комбинује основне карактеристике претходна два приступа (слика 3). Сваки извор података има сопствену онтологију, али су локалне онтологије креиране на основу глобалног дељеног речника. На тај начин олакшано је мапирање између онтологија. Дељени речник дефинише основне термине домена, а они се користе да опишу комплексну семантику унутар локалних онтологија.



Слика 3. – Хибридни приступ заснован на коришћењу више локалних онтологија и глобалног дељеног речника

Приступ заснован на коришћењу једне онтологије сувише је крут и ригидан, јер су системи међусобно круто повезани унутар једне заједничке онтологије. Додавање новог извора података захтева значајне интервенције на постојећој онтологији. Приступ заснован на коришћењу више онтологија значајно су флексибилнији, поготову у ситуацијама када се додаје нови извор података. Код ових приступа неопходно је извршити мапирање између две онтологије [10]. Сценарио Web портала је карактеристичан пример код кога је пожељно

користити хибридни приступ и вршити мапирања између онтологија [11].

Сервисно-оријентисане технологије и стандарди обезбеђују пројектантима и програмерима широк спектар могућности и приступа, када је у питању постизање семантичке интероперабилности. Избор одређеног приступа зависи од пословног окружења у коме се имплементира СОА. Модели семантичке интероперабилности класификују се према следећим критеријумима [12]:

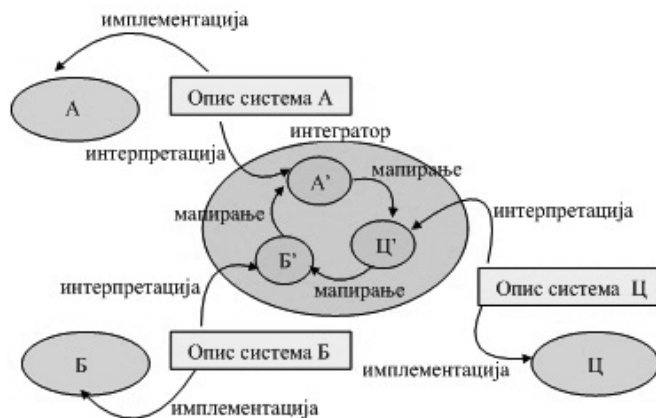
- начин мапирања шема података:
 - свака шема се мапира у све друге шеме,
 - све шеме се мапирају у јединствену шему;
- окружење у коме ће се извршавати интеграциона логика:
 - централизовано, у јединственом чвору – интегратору,
 - дистрибуирано (децентрализовано), у свим међусобно равноправним чворовима.

Комбиновањем свих могућих избора, према два наведена критеријума, добијамо четири могућа модела семантичке интероперабилности.

Централизовани „свако-према-сваком” модел

Код централизованог модела „свако-према-сваком”, сервиси се интерпретирају и мапирају у друге сервисе, без коришћења онтологија. Функцију семантичке интеграције обезбеђује посебна компонента, која се назива интегратор (слика 4). Интегратор креира модел, за сваки од укључених сервиса, на основу сопствене интерпретације описа сервиса.

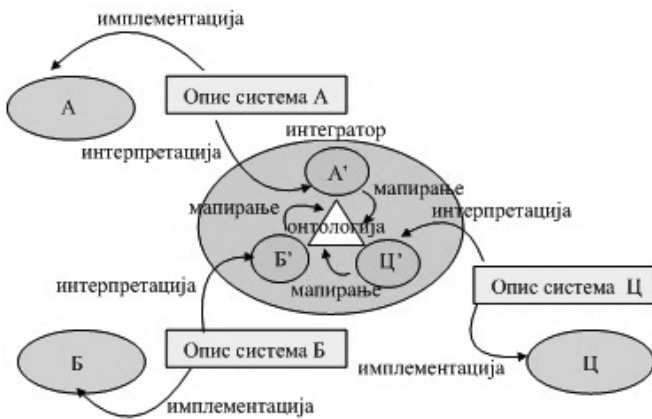
Интегрисани сервиси, у овом случају инстанце, најчешће су атомични, независни и самостални. Да би се омогућила међусобна комуникација између интегрисаних сервиса, предуслов је да постоји међусобна усаглашеност. У супротном, могуће семантичке грешке откривају се тек у фази извршавања. Модел интегрисаних сервиса погодан је за примену у затвореном окружењу. Онтологије нису укључене у модел. У односу на друге моделе за семантичку интероперабилност, модел „свако-према-сваком” је скупљи и непоузданији.



Слика 4. – Централизовани „свако-према-сваком” модел семантичке интероперабилности

Централизовани „сви-према-једном” модел

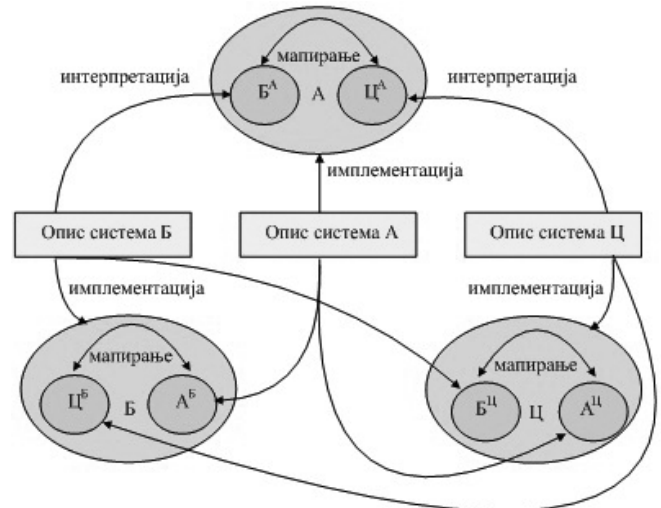
Централизовани модел сервиса „сви-према-једном” мапира улазно/излазне податке у једну јединствену онтологију, којом управља специјализована апликација или сервис (компонента интегратор на слици 5). Интегратор креира модел за сваки сервис посебно на основу своје интерпретације расположивих описа сервиса, на исти начин као и у случају модела „свако-према-сваком”. Мапирање обавља интегратор на основу јединствене онтологије. Дизајнери интегратора задужени су за постављање семантичког слоја, па конзистентност интегратора зависи од њиховог познавања система. Провајдери, кроз имплементацију сервиса, обезбеђују своје сопствене моделе и нису укључени у развој интегратора. Овај модел погодан је за примену у динамичким окружењима, на пример, у случају позивања Web сервиса у B2B сценаријима. Примена модела није једноставна јер захтева пажљиво проучавање односа између: изражајности језика за онтологије, шема за мапирање и интеграционих алгоритама. Значајна особина модела „сви-према-једном” је могућност да се, укључењем нових компоненти и извршењем њиховог мапирања, прошири пословни модел.



Слика 5. – Централизовани „сви-према-једном” модел семантичке интероперабилности

Децентрализовани „свако-према-сваком” модел

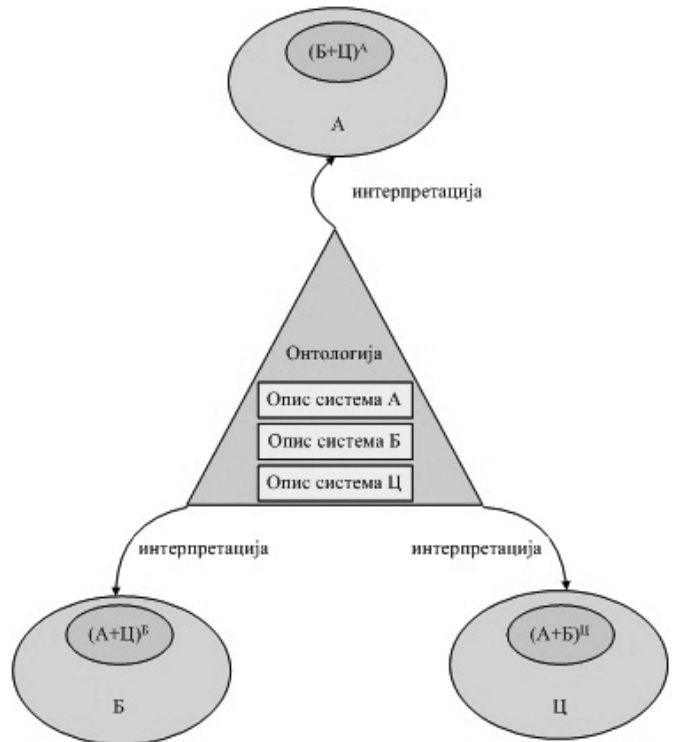
Интеграциона логика децентрализованог модела „свако-према-сваком” је дистрибуирана и не заснива се на заједничким онтологијама (слика 6). Модел је карактеристичан за слабо повезана окружења. Сврстава се у „peer-to-peer” системе. Семантике у систему су дистрибуиране и стриктно међусобно изоловане. Одговорност сваког од учесника је да изврши мапирање према осталим учесницима које жели да укључи. Услед непостојања централног модела, у циљу постизања интероперабилности, потребно је да се у сваком чвору обезбеди мапирање укључених сервиса.



Слика 6. – Децентрализовани „свако-према-сваком” модел семантичке интероперабилности

Децентрализовани „сви-према-једном” модел

Правила мапирања учесника, у случају децентрализованог „сви-према-једном” модела, обезбеђују се на основу модела онтологије (слика 7). Модел онтологије укључује семантику и концепте свих укључених компоненти, а интеграциона логика се извршава дистрибуирано. У овом моделу компоненте су дистрибуиране, а развој и проширење онтологија мора се, на неки начин, обавити централизовано.



Слика 7. – Децентрализовани „сви-према-једном” модел семантичке интероперабилности

3. CLOUD COMPUTING TEKHOLOŠKO OKRUŽEЊE

Технологија „облака” или рачунарство „облака” (енгл. Cloud Computing) је назив који је настао као метафора за нешто што се дешава на Интернету – „облаку”. То може бити нека услуга у виду софтвера (пословна апликација) или хардвера (складиштење података, процесорска снага) чија физичка локација није позната, број сервера који се користе за ту услугу није познат, њихова инфраструктура такође није позната, могу бити у истој згради или на различитим континентима. Технологија „облака” обухвата и софтверске и хардверске услуге. Софтвер као сервис (енгл. *Software as a Service, SaaS*) је назив који се односи на софтверске услуге „у облаку”. Карактеристике *SaaS*-а су:

- испорука преко Web-а - корисник треба да буде повезан на Интернет и да има Web browser;
- плаћање по употреби - укупна цена није фиксна већ се мења, у зависности од утрошене процесорске снаге, простора, меморије и протока;
- централизована подршка - сви корисници раде на истој апликацији и уколико се уоче проблеми или недостаци, они се решавају на нивоу целог система а не на нивоу појединачног корисника.

Инфраструктура као сервис (енгл. *Infrastructure as a service, IaaS*) је назив који се односи на испоручивање инфраструктуре као сервиса. У то спадају: сервери, процесорска снага, меморија, простор на диску, мрежна опрема и остали ресурси рачунарских центара. Главне карактеристике *IaaS*-а су: хардвер, виртуелизација, плаћање по употреби, мрежна опрема, излаз на Интернет. Платформа као сервис (енгл. *Platform as a Service, PaaS*) је назив који означава модел испоручивања оперативних система као сервиса заједно са осталим сервисима, путем Интернета, без инсталације. *PaaS* нуди различите комбинације сервиса „у облаку” за подршку свих фаза развојног циклуса апликације. Ти сервиси могу бити: интегрисано развојно окружење, контрола изворног кода, контрола верзија, праћење измена кода, интерактивни тестови за више корисника, итд.

У cloud computing окружењу могу се хостовати апликације из којих се директно, путем корисничког интерфејса, приступа како базама података на локалним серверима, тако и базама података „у облаку”. „У облаку” се могу хостовати и сервиси специјализовани за преузимање података из база, било локалних или „из облака”. Технологија „облака” омогућава и постојећим апликацијама да на једноставан начин приступају подацима и сервисима „из облака”. Набројане карактеристике cloud computing окружења иницирају могућности развоја широког спектра сценарија B2B интеграције. Cloud computing окружење потпуно је прилагођено за развој сервисно-оријентисаних архитектура, што га чини флексибилним и погодним за реализацију свих постојећих метода B2B интеграције: интеграција информација (дељење информација, преузимање информација, обједињавање информација из

хетерогених извора задавањем упита путем заједничког корисничког интерфејса), интеграција апликација, интеграција уз помоћ сервиса, портална интеграција. Са аспекта захтева B2B интеграције, веома значајна особина cloud computing технологије је то што омогућава интегрисање са постојећим базама података и апликацијама. Дакле, cloud computing окружење не захтева развој нових решења од почетка, већ омогућава разне моделе интегрисања постојећих информационих система. Сервисно-оријентисана архитектура омогућава неограничен број субјеката, тј. парова који остварују B2B интеграцију.

Постоје три врсте „облака”: јавни, приватни, хибридни. Јавни и приватни „облаци” су две комплементарне врсте „облака”. За јавни „облак” сматра се да се налази „негде тамо” на Интернету и обично је препуштен компанији која нуди услуге технологије „облака”. Приватни „облак” креира се за ексклузивно коришћење само једног клијента, омогућавајући максималну контролу над подацима, сигурношћу и квалитетом услуга. Компанија поседује комплетну инфраструктуру и има контролу над апликацијама које се испоручују у приватном „облаку”. Приватни облак може се налазити у просторијама предузећа које га користи, а може се налазити и на некој посебној локацији – рачунарском центру задуженом за тај приватни „облак”. Компаније се увек могу одлучити да користе и јавни и приватни „облак” истовремено. На пример, могу постојати строго поверљиви подаци који не смеју напустити просторије компаније и не смеју се изложити могућности да неко други дође до њих. За такве податке се користи приватни „облак”. Исто тако, компанија може имати велику количину података који нису толико поверљиви, а опет захтевају много рачунарских ресурса, па ја за њих згоднији јавни „облак” како би се уштедело на додатним улагањима у инфраструктуру. Комбинацијом јавног и приватног „облака” добијамо хибридни „облак”. Посебну врсту хибридних „облака” представљају community „облаци”. Они често представљају најбоље решење за реализацију B2B интеграција јер омогућавају приступ сервисима „из облака” само са рачунара који припадају одређеним организацијама. То се постиже тако што се омогући приступ са рачунара чије IP (Internet Protocol) адресе припадају задатим опсезима.

4. СТРУКТУРА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА B2B ИНТЕГРАЦИЈЕ У CLOUD COMPUTING OKRUŽEЊУ

Предложени модел B2B интеграције пословних система састоји се од следећих компоненти:

K1 – архитектура система B2B интеграције пословних система:

- постојећи информациони системи између којих треба остварити B2B интеграцију;
- локалне онтологије пословних система;
- доменска онтологија за домен којем припадају посматрани пословни системи;

- механизми B2B интеграције пословних система;
- cloud computing платформа B2B интеграције пословних система;

K2 – активности развоја система B2B интеграције пословних система:

- анализа пословних система између којих треба остварити B2B интеграцију;
- креирање локалне онтологије за сваки пословни систем;
- креирање доменске онтологије за посматрани домен;
- развој сценарија B2B интеграције пословних система;
- развој механизма B2B интеграције пословних система;
- реализација B2B интеграције пословних система;

K3 – софтверска архитектура система B2B интеграције пословних система:

- постојеће Windows и Web апликације које користе пословни системи;
- постојеће базе података које пословни системи хостују на својим серверима;
- заједничка база података „у облаку“, хостована на SQL Azure платформи,
- Web портал „у облаку“, хостован на Windows Azure платформи,
- WCF Data сервиси „у облаку“, хостовани на Windows Azure платформи;

K4 – сценарији B2B интеграције пословних система:

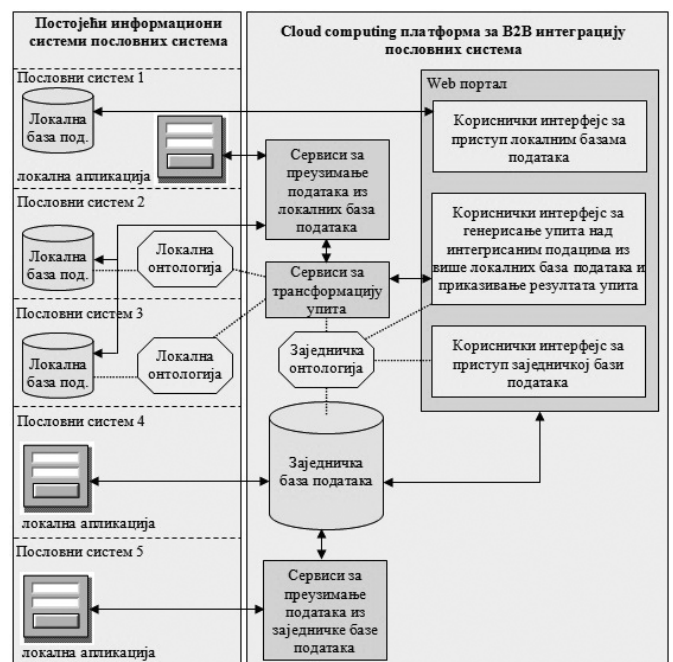
- локална апликација једног пословног система преузима податке из локалне базе другог пословног система позивањем сервиса „из облака“;
- локална апликација једног пословног система преузима податке из заједничке базе података „из облака“ позивањем сервиса „из облака“;
- корисник приступа подацима из заједничке базе података „из облака“ путем корисничког интерфејса локалне апликације која се користи у његовом пословном систему;
- корисник путем заједничког корисничког интерфејса – Web портала „у облаку“, приступа подацима из локалне базе података;
- корисник путем заједничког корисничког интерфејса – Web портала „у облаку“, приступа подацима из заједничке базе података „у облаку“;
- корисник путем заједничког корисничког интерфејса – Web портала „у облаку“, креира упите који се извршавају над интегрисаним подацима који потичу из више локалних база података. Резултати упита приказују се унутар истог корисничког интерфејса.

K5 – методе B2B интеграције пословних система:

- дељење информација;
- размена информација;
- интеграција информација;
- интеграција апликација;
- портална интеграција.

Могућа детаљна архитектура система B2B интеграције у cloud computing окружењу коју ми предлажемо приказана је на слици 8. У оквиру ове архитектуре за B2B интеграцију пословних система уочавају се следеће компоненте:

- заједничка база података хостована на SQL Azure платформи,
- Web портал хостован на Windows Azure платформи:
 - кориснички интерфејс за приступ заједничкој бази података;
 - кориснички интерфејс за приступ локалним базама података;
 - кориснички интерфејс за генерисање упита над интегрисаним подацима из више локалних база података и приказивање резултата упита;
- WCF Data сервиси за преузимање података из заједничке базе података, хостовани на Windows Azure платформи;
- WCF Data сервиси за преузимање података из локалних база података, хостовани на Windows Azure платформи;
- WCF Data сервиси за трансформацију упита хостовани на Windows Azure платформи.



Слика 8. – Предлој архитектуре система B2B интеграције у cloud computing окружењу

5. ЗАКЉУЧАК

Технологија „облака” конципирана је на ефикасности, изнад свега. Главне предности технологије „облака” су следеће: флексибилност, скалабилност, уштеда, портабилност. Изнајмљивање сервера „у облаку” уместо куповине сервера може значајно допринети флексибилности у техничком смислу. Компаније помоћу технологије „облака” добијају додатне могућности које не могу имати са инфраструктуром коју поседују. Могу тачно да одреде колико снаге и колико простора ће им бити потребно и тако цео систем да прилагоде тренутним потребама, без великих напора. Процес ажурирања софтвера такође се може значајно убрзати и подспешити коришћењем технологије „облака”. Администратори могу у реалном времену да ажурирају софтвер на нивоу комплетног система. Апликације у технологији „облака” имају могућност да се јако брзо прилагођавају скали оптерећења тако да ниво услуга и перформансе остану непромењене. Технологија „облака” омогућава: уштеду времена, уштеду новца и уштеду у кадровима. Компанијама које су тек на почетку и своје пословање постепено повећавају, „облак” омогућава минимална почетна улагања. Раст пословања компаније не мора нужно довести и до потребе за запошљавањем додатних техничких кадрова. Оног тренутка када се избаци нова верзија софтвера „у облаку” комплетан систем је може користити истовремено и само ажурирање траје далеко краће. Ако систем поседује n корисника, уштеда у времену потребном за ажурирање је n пута.

У зависности од типа услуга које пружају неке компаније могу имати запослене који су на терену, далеко од седишта компаније. Многе компаније послују у више земаља, па чак и на више континената. Руководећи кадрови су често на пословним путовањима и имају потребу да управљају својом компанијом и прате њен рад а да не морају бити физички присутни у њој. Сви ти захтеви су задовољени коришћењем технологије „облака”. Корисницима „облака” потребни су Web browser и приступ Интернету и могу имати потпуну функционалност где год да се налазе. У домену В2В интеграција, најзначајније предности cloud computing технологије су флексибилност и портабилност.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад делимично је подржан од стране Министарства просвете и науке Републике Србије у оквиру пројекта под бројем 36012.

7. LITERATURA

- [1] Radonjic, V., Jankovic, S., Mladenovic, S., Veskovic, S., Kostic-Ljubisavljevic, A., „B2B Integration of Rail Transport Systems in Cloud Computing Environment”, invited paper, Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies - ISABEL '11, Barcelona, Spain, October 26-29, Article 135, doi>10.1145/2093698.2093833, 2011.
- [2] Samtani, G., B2B Integrator: „A Practical Guide To Collaborative E-Commerce”, Imperial College Press, 2002.
- [3] Janković, S., „Interoperabilnost saobraćajnih poslovnih sistema zasnovana na integraciji B2B servisno orijentisanih aplikacija”, Info M, vol. 36, str. 4-12, 2010.
- [4] Kalfoglou, Y., „Cases on Semantic Interoperability for Information Systems Integration: Practices and Applications”, Information Science Reference, 2010.
- [5] Linthicum, D., „Next Generation Application Integration: From Simple Information to Web Services”, Addison Wesley, 2003.
- [6] Roshen, W., „SOA-Based Enterprise Integration: A Step-by-Step Guide to Services-Based Application Integration”, The McGraw-Hill Companies, 2009.
- [7] Jankovic, S., Mladenovic, S., Radonjic, V., Kostic-Ljubisavljevic, A., Uzelac, A., „Integration Platform-As-A-Service In The Traffic Safety Area”, Proceedings of the International Conference on Communications, Networking and Information Technology (MIC-CNIT2011), Dubai, UAE, December 16-18, pp. 70-75, 2011.
- [8] Cudré-Mauroux, P., „Emergent Semantics”, EPFL Press, 2008.
- [9] Gruber, T., „A translation approach to portable ontology specifications”, Knowledge Acquisition, 5 (2), 1993.
- [10] Ehrig, M., „Ontology Alignment Bridging the Semantic Gap”, Springer, 2007.
- [11] Acuña, C. J., Minoli, M., Marcos, E., „Integrating Web Portals with Semantic Web Services”, International Journal of Enterprise Information Systems, 6 (1), 57-67, 2010.
- [12] Vetere, G., Lenzerini, M., „Models for semantic interoperability in service-oriented architectures”, IBM Systems Journal, 44 (4), pp. 887-903, 2005.



Мр Слађана Јанковић, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, Србија
Контакт: s.jankovic@sf.bg.ac.rs
Области интересовања: Информационе технологије у саобраћају, Интероперабилност софтвера, В2В Интеграција, Cloud computing технологија, Базе података.



Др Снежана Младеновић, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, Србија
Контакт: snezanam@sf.bg.ac.rs
Области интересовања: Информационе технологије у саобраћају, Оптимизација софтверских система, Вештачка интелигенција, Управљање подацима.

