

UNIVERZITET SINGIDUNUM
DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE I
MEĐUNARODNU SARADNJU

Studijski program:
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

MASTER RAD

Tema: Računarstvo u oblaku: arhitektura, usluge,
primena i bezbednost

Mentor:

prof. dr Mladen Veinović

Student:

Milorad Lečić

Beograd, jun 2014.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	4
Uvod	4
Predmet i polazišta istraživanja	6
Značaj i aktuelnost istraživanja	6
Ciljevi istraživanja	6
Metode istraživanja	7
Hipoteze istraživanja	7
1. Definisanje cloud computing i osnovne karakteristike	8
2. Standardne karakteristike cloud computinga.....	15
3. Osnovne karakteristike cloud computinga.....	19
3.1. Dinamička kompjuterska infrastruktura	19
3.2. Pristup baziran na uslugama	20
3.3. Samouslužni model korišćenja.....	20
3.4. Minimalno ili samoupravljavajuća platforma	20
3.5. Naplata na bazi korišćenja.....	21
4. Modeli usluga	22
5. Cloud Computing arhitektura	26
6. Budućnost cloud computing.....	29
7. Primena cloud computing u poslovne svrhe.....	30
7.1. HP i GS 1.....	30
7.2. Softver za upravljanje serverima stvara dinamične infrastrukture	31
7.3. Peer to peer - mreže računara istog prioriteta.....	33
8. Bezbednost u Cloud Computing-u	35
8.1. Adresa Cloud bezbednosti - veliki izazov	36
8.2. Pregled drugih modela Cloud Computing-a	37
8.3. Pregled IBM Sigurnosnog okvira (IBM Security Framework).....	39
8.3.1. Bezbednost upravljanja, upravljanja rizicima i pridržavanje.....	40
8.3.2. Ljudi i identiteti.....	40
8.3.3. Podaci i informacije	41
8.3.4. Aplikacije i procesi	42
8.3.5. Mreža, server i krajnja tačka.....	43
8.3.6. Fizička infrastruktura	43
9. Bezbedonosni problemi s bazom podataka u cloud computing-u	44
9.1. Sigurnost podataka u cloud computing-u	46

9.2. Date base as-a-service	47
9.3. Odabir baze u cloud computing-u	48
10. Tehnologije za realizaciju cloud computing-a.....	51
10.1. Virtualizacija	51
10.1.1. Virtualne mašine	51
10.1.2. Definicije.....	52
10.1.3. Tehnike	54
10.1.4 Istorijat	55
10.1.5. Popularni softver	58
10.2. Softver za realizaciju	62
10.3. Standardne instance.....	62
10.4. Instance sa velikom količinom RAM memorije	63
10.5. Instance sa snažnijim procesorima.....	64
10.6. Instance klastera	64
Zaključak.....	65
Literatura.....	67

Sažetak

U radu ćemo analizirati i objasniti računarstvo u oblaku. Definisaćemo šta je računarstvo u oblaku, njegove karakteristike, modele usluga. Drugi deo rada biće posvećen pitanju bezbednosti u računarstvu u oblaku, bezbedonosni problem i rešenja.

Ključne reči: računarstvo u oblaku, bezbednost, arhitektura, softver.

Apstraktan

Ovde vršimo analizu i objašnjavamo računarstvo u oblaku. Definisaćemo sta je računarstvo u oblaku, njegove karakteristike i servisne modele. Drugi deo biće posvećen sigurnosnim problemima i resenjima.

Glavne reči: računarstvo u oblaku, sigurnost, arhitektura, softver

Uvod

Cloud Computing je relativno nov pojam. Iako “oblak” odavno predstavlja metaforu za internet, termin Cloud Computing u današnjem značenju prvi put je javno upotrebio Erik Šmit (Google), davne 2006. godine.

Suština Cloud Computinga je u tome da vam više ne treba klasičan softver, čak ni hardver. Zahtev za hardverom je minimalan – za rad je dovoljan Smartphone, Tablet, Netbook... ali i najjeftiniji PC najgore moguće konfiguracije. Pri tom niste vezani za jedan uređaj: svojim fajlovima možete da pristupite sa bilo kog mesta.

Ne morate da brinete o kompatibilnosti hardvera i softvera. Umesto glomaznih, opterećujućih programa, na raspolaganju su vam razni SaaS, PaaS i IaaS. Ništa ne morate da instalirate, dovoljno je da se registrujete i odmah možete da koristite odabran paket. Jednostavnije od ovoga ne može. Ni jeftinije.

U roku od samo nekoliko meseci, cloud computing, nekada relativno malo poznat koncept, postao je najprimamljivija tehnologija godine. Čitav niz kompanija pridružio se novom trendu, lansirajući nove usluge vezane za cloud computing. U mnogim slučajevima, radilo se samo o preimenovanju postojeće ponude kako bi se iskoristile nove okolnosti. Ukratko, radilo se o medijskoj groznici najvišeg nivoa.

Međutim, strasti se polako smiruju i IT mediji, kao i analitičari i sama informatička industrija, danas imaju u mnogo većoj meri realističan pogled na tehnologiju cloud computing-a. Na primer, Gartner ide toliko daleko da predviđa da će cloud computing proći kroz period 'razbijanja iluzija' – tj. fazu u medijskom ciklusu u kojoj nove tehnologije ne uspevaju da ispune očekivanja i brzo izlaze iz mode.

I pored toga, uprkos senzacionalizmu, i za razliku od mnogih tehnologija koje su joj prethodile, kao što su video telefonija, kancelarija bez papira i mobilna televizija, da navedemo samo neke od njih, cloud computing će sasvim sigurno ostati prisutni i evoluirati tokom godina koje slede.

Oni će izmeniti način rada ljudi, kao i poslovanje kompanija, omogućavajući im da koriste usluge na ekonomičniji način.

Usluge cloud computing-a naročito su privlačne za male ili početničke kompanije koje ne mogu priuštiti velike inicijalne investicije u informatičku opremu. Ipak, nije verovatno da će veće organizacije potpuno napustiti model informatičkih aktivnosti 'na licu mesta' ili da će informatičke kapacitete koji imaju centralnu ulogu u njihovoj tržišnoj konkurentnosti zameniti uslugama cloud computing-a. Mnoge kompanije i dalje će zahtevati nivo bezbednosti, performansi ili specijalizacije aplikacija koji ne može biti dostignut korišćenjem javnih cloud computing-a. One će možda formirati sopstvenu privatnu arhitekturu cloud computing-a, skrivenu iza korporativnih firewall-a, kako bi iskoristile njihovu efikasnost, ali uz veću bezbednost i kontrolu.

Ukratko, cloud computing ne predstavlja prolaznu modu, ali ni revoluciju u elektronskom poslovanju. Umesto toga, većina kompanija verovatno će koristiti kombinovano informatičko okruženje, u kojem će aplikacije, infrastruktura i, u pojedinim slučajevima, svi poslovni procesi, biti realizovani putem javnih i privatnih cloud computing-a.

Cloud computing servisi imaju perspektivu za bezbednost u servisu (Security as a Service - SECaaS). Centralizacijom i virtuelizacijom resursa za obezbeđivanje informacionih sistema, kod Cloud provajdera, te njihovim stavljanjem na raspolaganje većem broju, prvenstveno korporativnih korisnika, dolazi se do bezbednosti kao posebnog Cloud servisa. Osnovna distinkcija između bezbednosti u Cloudu i bezbednosti baziranoj na Cloud-u (SECaaS) je u tome što se prva bavi obezbeđivanjem podataka i servisa koji su već eksternalizovani van matične organizacije u Cloud, dok SECaaS predstavlja izmeštanje same bezbednosne funkcionalnosti, ili njenih segmenata, u Cloud. Pri tome nije nužno da se drugi IT servisi prethodno već nalaze u Cloud-u. Organizacija se, stoga može odlučiti da samo zaštitu svojih unutrašnjih sistema i aplikacija prepusti Cloud servis provajderu. Na ovaj način se otvaraju nove mogućnosti sa ciljem bržeg, fleksibilnijeg i optimalnijeg prilagođavanja promenljivom poslovnom okruženju.

Prihvatanje bezbednosti kao Cloud servisa je nedovoljno. Korporativni korisnici su još uvek relativno uzdržani prema Cloud servisima uopšte, a naročito prema poveravanju bezbednosti Cloud provajderima. To je naročito izraženo na našim prostorima. Ipak, najnovija predviđanja govore o tome da će, bar u svetskim razmerama, potražnja za ovakvom vrstom servisa, narednih godina, biti u porastu.

Modelovanje bi trebalo da kao rezultat da jasnije odgovore za razumevanje kompleksnih novonastalih relacija i međuzavisnosti Cloud okruženja, te na osnovu toga da bude od pomoći prilikom donošenja odluka o prepuštanju obrade i bezbednosti podataka Cloud provajderima.

Predmet i polazišta istraživanja

Predmet istraživanja je objašnjenje cloud computing-a kao relativno nove računarske tehnologije koja obezbeđuje fleksibilan, od lokacije nezavistan pristup računarskim resursima koji se brzo i neprimetno alociraju i dealociraju prema potražnji. Računarski resursi se apstrahuju i obično virtuelizuju, i korisnicima se isporučuju u vidu usluga. Naplaćivanje, kada je prisutno, obično je bazirano na korišćenju, često u srazmeri sa količinom upotrebljenih resursa.

Značaj i aktuelnost istraživanja

Cloud je aktuelan koncept koji se upravo sada intenzivno razvija. Shodno tome, trpi kritike – donekle osnovane, ali često preterane. Mešaju se skepsa i finansijski interesi. Kompanije koje su lideri u razvoju Cloud Computing tehnologije, kao što je Google, imaju velike konkurente kojima vođenje suptilnih negativnih kampanja nije strano.

Ciljevi istraživanja

U društvenom smislu, cilj našeg istraživanja je proučimo ulogu i značaj cloud computing kao relativno nove računarske tehnologije. **U naučnom smislu**, šire gledano, cilj rada je da dokažemo kako cloud computing predstavlja korak dalje u razvoju IT infrastrukture i usluga .

Metode istraživanja

Što se tiče metodologije istraživanja i definisanja opšte metode saznanja u ovom radu je primenjena analiza uslova, kao i problema i izazova sa kojima se računarski sistemi suočavaju u dinamičnom i turbulentnom okruženju. Analiza uslova podrazumeva prikupljanje, shvatanje i razumevanje različitih eksternih i internih faktora koji utiču na funkcionisanje i razvoj računarskih sistema. Nakon definisanja relevantnih faktora za njihovo detaljno proučavanje primenjenje su posebne metode saznanja poput: analogije, generalizacije, analiza, sinteza, indukcija, dedukcija i klasifikacija. Svaka od njih implementovana je u odgovarajućem delu ovog istraživanja.

Hipoteze istraživanja

Osnovna hipoteza od koje se polazi u istraživanju je da cloud computing olakšava isporučivanje IT resursa i servera na daljinu putem interneta.

Pored osnovne postavljenje su i sledeće posebne hipoteze:

- Cloud computing ima sposobnost da korisnici brzo i jeftino premeste i ponovo postave resurse tehnološke infrastructure
- Zahvaljujući cloud computing-u, kapitalni troškovi se uveliko smanjuju i pretvaraju u operativne troškove

Navedene hipoteze će na kraju rada biti potvrđene ili opovrgnute u zavisnosti od rezultata i zaključaka celokupnog istraživanja. Verodostojnost navedenih hipoteza biće proverena i kroz analizu njihove praktične primene u funkcionisanju preduzeća i računarskih sistema. Bez obzira na verifikaciju hipoteza ili ne, spoznaja koju obezbeđuje rezultat istraživanja ovog pristupnog rada predstavlja značajnu informaciju i omogućava saznanje koje će biti korišćena znanja u budućim razvojnim planovima i funkcionisanju IT sektora i računarskih sistema.

1. Definisanje cloud computing i osnovne karakteristike

Slika 1. Izvršavanje operacija u oblacima



Izvor: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu>, pregledano, 17.01.2014.

Danas svi govore o cloud computing-u, ali čini se da svako koristi drugačiju, iako sličnu, njihovu definiciju, u zavisnosti od svoje pozicije. Na primer, oni koji rade u oblasti usluga imaju drugačiju definiciju cloud computing-a od nekoga ko radi na sistemskoj arhitekturi.

Gartner and Forrester nudi sledeću definiciju (6):

„Oblast računarstva u kojoj se veoma skalabilni informatički kapaciteti obezbeđuju u vidu usluge isporučene putem interneta brojnim eksternim potrošačima.“

Daryl Plummer, Gartner

„Apstrahovana, visoko skalabilna i kontrolisana kompjuterska infrastruktura koja hostuje aplikacije namenjene krajnjim korisnicima i čije se usluge naplaćuju na bazi ostvarene potrošnje.“

Forrester

Intel takođe ima sopstvenu definiciju cloud computing-a, koja uzima u obzir njegovu arhitekturu i usluge, pri čemu postoji razlika između javnih i privatnih cloud computing mreža:

Arhitektura cloud computing: usluge i podaci egzistiraju u deljenom, dinamički skalabilnom skupu resursa zasnovanom na tehnologijama virtualizacije i/ili skaliranim aplikativnim okruženjima (5).

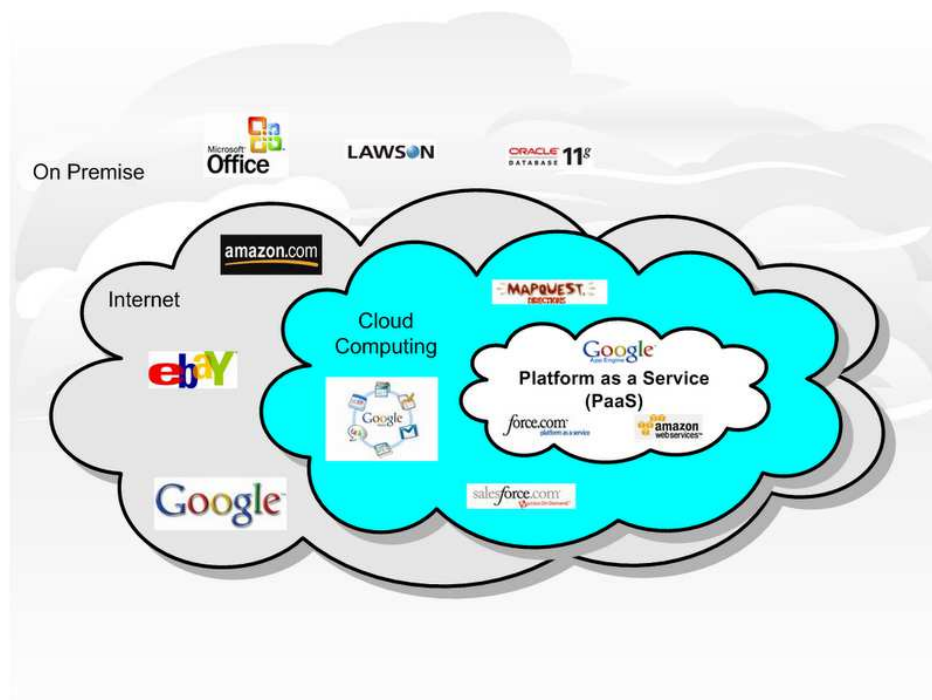
Usluge cloud computing-a: servisi za potrošače ili kompanije realizuju se putem javnog interneta. Oslanjajući se na arhitekturu cloud computinga, skaliranje usluga vrši se bez intervencije korisnika i obično se naplaćuje na osnovu ostvarene potrošnje. Privatni cloud computing: arhitektura oblaka je smeštena iza firewall-a organizacije i pruža informatičke usluge za internu upotrebu.

Cloud computing možemo posmatrati kao novi koncept zasnovan na ranijim modelima distribuiranih usluga koji su stvoreni tokom poslednje decenije, uključujući računarstvo u vidu usluge (utility computing), usluge na zahtev (on-demand services), mrežno računarstvo (grid computing) i softver u vidu usluge (software-as-a-service). Međutim, cloud computing od tradicionalnih internet servisa razdvaja inherentna dinamična i fleksibilna arhitektura koja omogućava korisnicima informatičkih tehnologija da plaćaju samo one usluge koje su im zaista potrebne, kao i da u kratkom vremenskom roku višestruko povećaju njihov obim.

Cloud computing, kako smatra Gartner, predstavljaju 'fenomen u nastajanju' – drugim rečima, fenomen koji nastupa u trenutku kada su uslovi za to povoljni i kada brojni faktori to dozvoljavaju – u ovom slučaju, orijentacija ka servisima, virtualizacija i standardizacija računarstva putem interneta. U kombinaciji sa globalnom ekonomskom krizom, cloud computing omogućavaju smanjenje određenih troškova vezanih za informatičke tehnologije.

Najveći deo arhitekture cloud computinga koji se danas koriste obuhvata javne cloud computing mreže namenjene pružanju usluga putem interneta, kao što su Google Search, Microsoft Hotmail ili Salesforce.com.

Slika 2. Prikaz javne cloud computing mreže



Izvor: <http://www.princeton.edu>, pregledano, 17.01.2014.

Veliki provajderi usluga, zajedno sa tipičnim pionirima u prihvatanju novih tehnologija kao što su finansijske usluge, superkompjuteri i farmaceutske kompanije, takođe primenjuju arhitekturu cloud computing-a prilikom implementacije privatnih cloud mreža zaštićenih firewall-om. Ovaj način korišćenja još uvek je u početnoj fazi i očekuje se da će ostvariti dalji rast na bazi korporativnih tehnologija virtualizacije koje se već sada uvode (7). Javne usluge cloud computing-a uglavnom su usmerene ka potrošačkim uslugama kao što su pretraživanje na internetu, lični email servisi, društveno povezivanje (social networking) i druge primene Interneta 2.0 (Web 2.0). Male i početničke kompanije takođe privlači koncept usluga pruženih putem cloud computing-a, s obzirom na to da on omogućava smanjenje inicijalnih investicija u informatičke tehnologije. Očekuje se da će neke od većih kompanija uvesti usluge cloud computing-a u oblasti aplikacija za koje se smatra da nemaju kritičnu važnost za poslovanje – kao što je internet softver za upravljanje rasporedom putovanja zaposlenih ili za podršku u sferi menadžmenta ljudskih resursa (3).

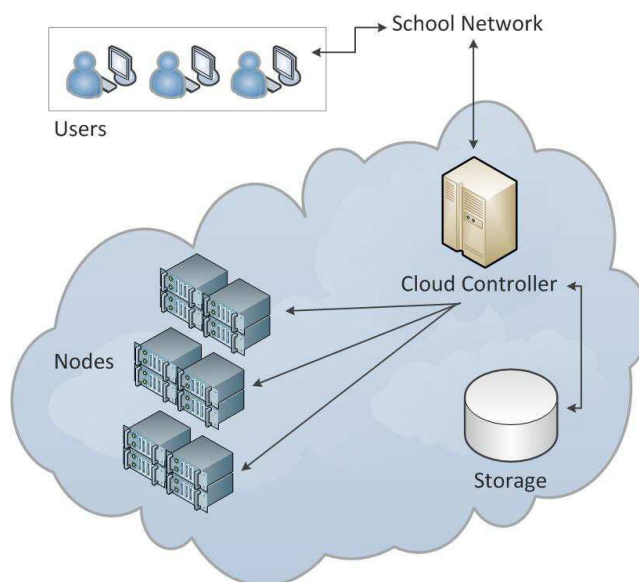
Međutim, za mnoge kompanije, informatička infrastruktura blisko je povezana sa centralnom oblašću njihovog poslovanja i eksternalizacija računarskih kapaciteta predstavljala bi veliki poslovni rizik. Bezbednost, pouzdanost, performanse i usaglašenost sa standardima predstavljaju navažnija pitanja za šefove informatičkih odeljenja prilikom procenjivanja novih tehnologija. Na primer, biotehnološka kompanija možda neće želeti da vrši modeliranje novih lekova izvan sopstvenih zidova, već će za naprednu simulaciju novih jedinjenja iskoristiti sopstvene servere. Kako bi iskoristila svu fleksibilnost i efikasnost arhitekture cloud computing-a, ta kompanija može razviti internu, privatnu cloud computing mrežu nad kojom će imati veću kontrolu i ostvariti veću bezbednost računarskih resursa.

IBM, Yahoo i Google su udružili moć cloud computing-a za posao. Ovo je kratak primer kako nova tehnologija radi. Iako je cloud computing polje u razvoju kompjuterske nauke, ideja postoji već nekoliko godina. Naziva se cloud computing zato što podaci aplikacije postoje na "oblaku" Web servera. Istraživači koji traže pametnije načine da bi obavili najkomplikovanije kompjuterske zadatke misle da su pronašli odgovor u oblacima, ali ne one vrste koje sežu nebom i sastoje se od vodenih kapljica i smrznutih kristala. Umesto toga, okrenuli su se nečemu nazvanom cloud computing, čiji je cilj pružanje super kompjuterske moći preko Interneta. Svake decenije, kompjuterska industrija menja prioritet za softverom koji je smešten na jednom mestu i softver koji se umesto toga nalazi na korisničkim računarima. To je uvek odluka o ravnoteži, ali današnje kombinacije visoko brzih mreža, boljih PC grafičkih procesora, i brzih jeftinijih servera i disk prostora su okrenuli inženjere prema izvršenju većeg broja obrada podataka u data centrima. U ranom delu ove decenije istraživači su se založili za sličan centralizovani pristup, nazvan "Grid Computing". Ali cloud computing projekti razvijeni u poslednjim godinama su moćniji od grid sistema (2).

IBM je jedna od vodećih kompanija koja objavljuje planove za korišćenje Cloud Computing tehnologije. IBM direktori u Šangaju su otkrili sistem nazvan blue cloud, koji će omogućiti bankama i drugim korisnicima distribuciju programa kroz veliki broj mašina za izvršenje brzih, komplikovanih analiza podataka. Prvi blue cloud produkti su objavljeni u proleće 2008. godine.

Dve vrhunske internet kompanije su objavile slične projekte. Yahoo kaže da će Carnegie Mellon University i eventualno druge škole koristiti 4000 procesorski kompjuter postavljen u Web kompaniji za obavljanje softverskih istraživanja. I Google, upravljajući se efikasnošću jednog od svetskih najvećih super računara korišćen za pokretanje njihovog pretraživačkog pogona, kažu da će napraviti hiljade procesora u njihovim data centrima dostupnim školama uključujući univrezitete u Vašingtonu, Stanford univerzitetu i MIT-u da bi pomogli učenje računarskih programskih tehnologija visokih performansi.

Slika 3. Prikaz korišćenja cloud computing-a od strane korisnika



Izvor: <http://nxtcloud.blogspot.com/>, pregledano, 18.01.2014.

Mnogi dugogodišnji istraživači super računara kažu da su ovo primeri tenzija oko cloud computing-a. Upotpunjujući ovu tenziju, sledi, povećanje vrlo brzih internet konekcija, jeftiniji moćniji čipovi, jeftiniji i veći hard diskovi i razvijanje data centara koji sadrže stotine i hiljade kompjutera za brže pružanje boljih programa velikom broju korisnika. Ništa od ovoga ne bi bilo moguće decenijama ranije.

Google pretrživački pogon i produktivne aplikacije su između ostalog najraniji proizvodi u pokušaju za pronalaženje moći obrade na ogromnim bankama kompjuterskih servera, umesto na

jednom desktop PC-ju. Microsoft je izdao online program nazvan Windows Live za deljenje slika, smeštanje fajlova i drugih aplikacija serviranih iz novih data centara. Yahoo je preuzeo slične korake. IBM je podvrgnuo 200 istraživača svom cloud computing projektu. I Amazon.com je skoro omogućio pristup za proizvođače softvera njihovom "Elastic Compute Cloud" servisu, koje omogućuje malim softverskim kompanijama plaćanje za pokretanje obrade koji teče iz Amazon-ovih data centra podataka (1).

Super računare danas uglavnom koristi vojska, vladine obaveštajne službe, univerziteti, istraživačke laboratorije i velike kompanije za izvršenje ogromno kompleksnih računanja za zadatke kao što su simulacija nuklearne eksplozije, predviđanje klimatskih promena, dizajniranje aviona i analize koji proteini u telu se slažu sa potencijalnim novim lekovima. Cloud computing uspeva da pruži ovakav tip moći, izvršenje desetina trilijona računica po sekundi za probleme kao što su analiza rizika u finansijama, pružanje ličnih medicinskih usluga, čak i pokretanje zahtevnih kompjuterskih igara, na taj način da korisnici mogu koristiti kroz Web. To se radi umrežavanjem velikih grupa servera koji često koriste jeftinu potrošačku PC tehnologiju, sa specijalizovanim konekcijama za širenje obrade podataka putem njih. Poređenja radi, novi i najaci kućni PC računari izvršavaju samo oko tri biliona računica u sekundi (8).

Zamislite da ste direktor velike korporacije (kompanije). Jedna od vaših odgovornosti uključuje da obezbedite da svi zaposleni imaju pravi hardver i softver koji im je potreban da bi obavljali svoje poslove. Kupovina računara za svakog nije dovoljna, takođe morate za svakoga da naručite softver ili softversku licencu da bi zaposlenima obezbedili potrebne alate. Kada zaposlite novog radnika morate da kupite dodatni softver ili da budete sigurni da vaša trenutna softvreska licenca omogućuje dodatno korišćenje softvera. Neki u šali kažu da je to toliko stresno da neće te moći mirno da spavate na velikoj količini vašeg novca. Uskoro, biće alternative za direktore. Umesto instalacije softvera na svakom računaru, treba samo da učitate jednu aplikaciju. Ta aplikacija će omogućiti radnicima da pristupe servisima zasnovane na Web-u koje hostuju sve programe koje su korisniku neophodni da bi obavio posao. Udaljeni računari u vlasništvu drugih kompanija će izvršavati sve od e-maila do obrade teksta, kao i programe za kompleksne analize podataka. To se naziva cloud computing i to može promeniti celu kompjutersku industriju. U cloud computing

sistemu postoji značajan napredak u radu. Lokalni računari ne moraju više da izvršavaju teške poslove prilikom izvršavanja aplikacija. Mreža računara koje kreira oblak obavlja te poslove umesto lokalnih računara. Hardverski i softverski zahtevi na strani korisnika se smanjuju. Jedina stvar koju korisnik računara mora da ima da bi mogao da radi u cloud computing sistemima je softverski interfejs, koji može biti običan Web Browser, a cloud computing mreža obavlja sve ostalo. Postoje velike šanse da već koristite neku formu cloud computing-a. Ako imate e-mail nalog sa web baziranim e-mail servisima kao što su Hotmail, Yahoo!Mail ili Gmail, već imate neko iskustvo sa cloud computing-om. Umesto izvršenja e-mail programa na vašem računaru, vi prilazite web e-mail nalogu udaljenom od vas. Softver i skladišni prostor za vaš nalog ne postoji na vašem računaru, on je na servisima kompjuterskog oblaka (3).

Dok je procenu teško pronaći, potencijalno upotreba je rasprostranjena. Umesto korišćenja relativno male grupe visoko obučених korisnika, cilj cloud computing je da super izračunavanja omogući svima. Tehnologija može biti upotrebljena za analizu razgovora na sastancima, a zatim da predvidi šta radnicima sa podacima sledeće može zatrebati. Google i ostali takođe grade online servise za pružanje potrošačima većeg pristupa informacijama koje bi pomogle vođenju njihove brige o zdravlju. Tehnički standardi za povezivanje različitih kompjuterskih sistema i delovi softvera potrebnih za rad cloud computinga još uvek nisu kompletno definisani. To može usporiti napredak novih proizvoda (9). Za široko pojasnim probojem SAD-a još uvek zaostaju mnoge zemlje u Evropi i Aziji, i bez brzih konekcija, posebno bežičnih, cloud computing servis neće biti široko dostupan. Čuvanje velike količine podataka o korisničkim identitetima i prioritetima izaziva nove brige o zaštiti privatnosti.

2. Standardne karakteristike cloud computinga

Cloud Computing je pokušaj optimizacije hardverskih resursa kako bi se što optimalnije zadovoljile potrebe korisnika, smanjile investicije i početna ulaganja u IT, ubrzala implementacija IT rešenja. Cloud Computing se na kraju svodi na pružanje kompjuterskih usluga preko interneta umesto klasične prodaje proizvoda.

Pionir cloud computing-a je Amazon sa svojim AWS cloud servisom (2006. godina) IaaS – infrastructure as a service (infrastruktura kao usluga) predstavlja cloud servis koji vam omogućuje pristup hardverskoj infrastrukturi prema vašim potrebama pomoću veoma jednostavnih web aplikacija. Sve što treba da uradite jeste da izaberete resurse koji su vam potrebni (CPU, RAM, Storage) i u roku od par minuta dobijate vrhunsku hardverski infrastrukturu. Vodeće kompanije u ovoj oblasti su Amazon i Rackspace (4).

PaaS – platform as a service (platforma kao usluga) je specifičan vid cloud servisa koji za razliku od IaaS umesto hardverske infrastrukture pruža kompletno okruženje za razvoj aplikacija. Korisnik ne mora da razmišlja o instaliranju softvera, web i aplikativnim serverima itd, već dobije platformu na kojoj razvija svoje aplikacije i koje mogu da rade samo na tim platformama. Najpoznatiji predstavnici su Google App engine i Salesforce.

SaaS – software as a service (softver kao usluga) je najraširenija upotreba cloud computing-a kod krajnjih korisnika. SaaS se može osloniti na bilo koji od gore navedenih tipova, ali krajnji korisnik dobija samo konačan proizvod odnosno uslugu. Krajnji korisnici koriste određene aplikacije preko svojih brauzera (web browsers) kada im to odgovara i onoliko koliko im je potrebno. Primeri SaaS aplikacija su Gmail, Basecamp, Gdocs i naš sistem za upravljanje dokumentima NetDokumenti. Benefiti cloud computing-a su optimizacija hardverskih resursa, fleksibilnost i skalabilnost u slučaju IaaS i PaaS, nema potrebe za početnim ulaganjima u IT infrastrukturu, veoma brz pristup online aplikacijama iz SaaS modela, čuvanje podataka na bezbednim cloud sistemima umesto na ličnim računarima. Plaća se samo ono što se koristi. (najčešće mesečne i godišnje pretplate).

Problemi cloud computing-a svakako postoje. Najčešće pometani problemi su privatnost (strah od neovlašćenog pristupa poverljivim podacima), sigurnost (sigurnost infrastrukture na kojoj se nalaze poverljivi podaci, bekapi, zaštita od hakerskih napada itd), zakonska regulativa (najveći problem je nedostatak preciznih pravilnika i zakona vezanih za cloud computing). Neki drugi put ćemo detaljno razraditi tematiku problema cloud computing-a.

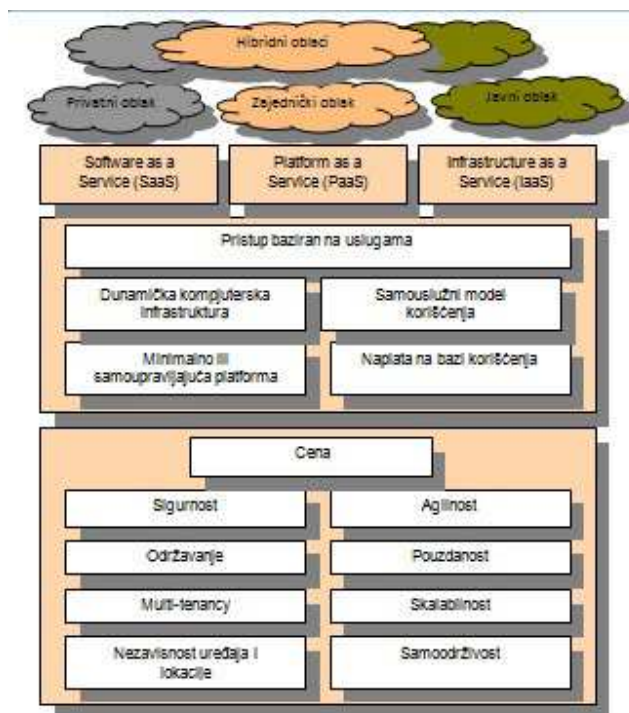
Cloud computing u Srbiji je veoma prisutan. Iako ne u onoj meri u kakvoj je prisutan u SAD, ali polako cloud computing ulazi u našu svakodnevnicu. U Srbiji postoji jedan IaaS provider i to je EUNET u saradnji sa Telenorom (obezbedio data centar). EUNET koristi AppLogic aplikaciju za upravljanje svojim cloud resursima. PaaS cloud servis mi nije poznato da postoji, dok postoji više SaaS aplikacija kao što su NetDokumenti, ManageWP, Pantheon, Minimax, Bilans itd... Prof. Milan Vidaković je predavao o Google App engine-u i GWT framework-u. Google App engine je primer PaaS cloud servisa gde vam je Google omogućio korišćenje njegovih ogromnih resursa i to besplatno (do određene granice a to je 150MB prostora, 1GB dnevnog protoka i 100 mail-ova na dan) (5).

Prednosti Google App Engine – brz deploy na Google platformu, besplatno okruženje, mogućnost zarade preko Ad Sense programa, programiranje u Javi, Python i GO jezicima. Mane Google App Engine – nimalo trivijalan backup i migracija podataka iz bazu na druge sisteme, nemogućnost finijeg podešavanja potrebnih resursa i sigurnosnih mera, ne podržava multithreading, nema fajl sistem.

Što se GWT framework-a tiče, tu možemo razvezati priču u nedogled, pa ću ovde samo navesti za i protiv.

Prednosti GWT – programira se u Javi, generiše se Javascript koji radi jednako dobro na svim brauzerima, open source, jednostavno kreiranje korisničkog interfejsa, veoma brz razvoj bogatih web aplikacija (10).

Mane GWT – ne podržava multitab (podržava ali uz plać majke), nema drag and drop funkciju (može se uzeti neko gotovo rešenje), relativno siromašna widget biblioteka, komplikovane promene stilova na svim komponentama.



Cloud framework se sastoji od standardnih karakteristika, osnovnih karakteristika, modela usluga i primena modela.

Standardne karakteristike Cloud Computinga (11):

1. Agilnost – sposobnost da korisnici brzo i jeftino premeste i ponovo postave resurse tehnološke infrastrukture.
2. Cena – kapitalni troškovi se uveliko smanjuju i pretvaraju u operativne troškove. Ovo smanjuje prepreke za ulazak u posao, jer je infrastruktura obezbeđena od strane trećeg lica i ne mora biti kupljena ako će se koristiti za jednokratne ili povremene poslove računarske obrade. Naplata na osnovu Utility Computing sistema je fino usklađena sa opcijama potrošača i potrebno je manje IT veština za implementaciju.
3. Nezavisnost uređaja i lokacije – omogućava korisnicima da pristupe sistemima preko Web pretraživača bez obzira na njihovu lokaciju ili tip uređaja koji koriste. Kako je

infrastruktura tipično obezbeđena od strane trećeg lica i pristupa joj se putem interneta, korisnici se mogu povezati gde god se nalazili.

4. Pouzdanost – poboljšana je korišćenjem redundantnih sajtova, čime Cloud Computing postaje pogodan za kontinualno poslovanje. Time je omogućen i oporavak posle greški ili pada sistema.

5. Skalabilnost – omogućena putem dinamičkih (na zahtev) rezervisanja resursa na preciznoj samouslužnoj bazi slično realnom vremenu, bez potrebe korisnika da brinu o opterećenjima. Učinak se nadgleda, a konzistentne i slabo upregnute arhitekture su konstruisane korišćenjem Web usluga kao sistemskog interfejsa.

6. Sigurnost – može se poboljšati centralizacijom podataka i povećanjem resursa koncentrisanih na bezbednost, ali postoji briga oko gubljenja kontrole nad određenim osetljivim podacima i nedostatku sigurnosti za uskladištene kernele. Sigurnost je često na nivou tradicionalnih sistema ili čak bolja, delimično zato što provajderi izdvajaju resurse za rešavanje pitanja sigurnosti koje mnogi korisnici ne mogu da priušte. Provajderi obično beleže pristupe sistemu, mada je pristupanje samim zapisnicima teško ili nemoguće.

7. Samoodrživost – postiže se kroz poboljšano korišćenje resursai efikasnije sisteme i neutralne emisije ugljen dioksida. Ipak, kompjuteri i prateća infrastruktura su veliki potrošači energije.

8. Održavanje – Cloud Computing aplikacije su lakše za održavanje jer ne moraju da budu instalirane na računaru svakog korisnika. Podrška ovim aplikacijama je olakšana, kao i poboljšavanje jer promene stižu odmah od korisnika.

9. Multi-tenancy – (softverska arhitektura gde jedna instanca softvera podržava više korisnika umesto pokretanja više instanci za svakog korisnika ponaosob) obezbeđuje deljenje resursa i troškova preko velikog broja korisnika, što dozvoljava:

- Centralizaciju infrastrukture na lokacijama sa manje troškova (odnosi se na rentu, troškove električne energije itd.)
- Uvećanje kapaciteta za maksimalna opterećenja (korisnici ne moraju da se brinu za maksimalne nivoe opterećenja)
- Povećanje iskorišćenja i efikasnosti kod sistema koji su obično samo 10%-20% iskorišćeni.

3. Osnovne karakteristike cloud computinga

Postoje različita mišljenja oko odabira glavnih karakteristika Cloud Computinga, ali sledeća kategorizacija se može smatrati najverodostojnijom. U njoj postoji pet glavnih karakteristika (12):

1. Dinamička kompjuterska infrastruktura.
2. Pristup baziran na uslugama.
3. Samouslužni model korišćenja.
4. Minimalno ili samoupravljavajuća platforma.
5. Naplata na bazi korišćenja.

3.1. Dinamička kompjuterska infrastruktura

Cloud Computing zahteva dinamičku kompjutersku infrastrukturu. Osnova dinamičke infrastrukture je standardizovana, skalabilna i sigurna fizička infrastruktura. Trebalo bi da postoje nivoi redundantnosti da bi se osigurao visok nivo dostupnosti, ali pre svega, mora biti omogućeno lako proširivanje bez menjanja postojeće arhitekture ako dođe do rasta upotrebe. Takođe, infrastruktura mora biti virtualizovana. Virtualizovano okruženje podstiče serversku virtualizaciju kao osnovu za pokretanje servisa. Ove usluge moraju lako da se omoguće i onemoguće putem softverske automatizacije. Obrade usluga moraju da budu premeštene sa jednog fizičkog servera na drugi, u zavisnosti od opterećenja koje može rasti ili smanjivati se. konačno, ova infrastruktura bi trebalo da bude veoma iskorišćena bez obzira da li je omogućena od strane eksternog Cloud provajdera ili unutrašnjeg IT odeljenja. Ova infrastruktura mora da dostavi veću poslovnu vrednost od uložene investicije. Dinamička kompjuterka struktura je kritična za efektno podržavanje elastične prirode omogućavanja i onemogućavanja usluga koje zahtevaju korisnici, dok se istovremeno održava visok nivo pouzdanosti i sigurnosti. Konsolidacija, obezbeđena virtualizacijom uparenom sa automatizacijom omogućavanja usluga, stvara visok nivo iskorišćenja konačno stvarajući veoma efektan način upotrebe glavne opreme (3).

3.2. Pristup baziran na uslugama

Cloud Computing je informaciona tehnologija bazirana na uslugama. Ovo je potpuni kontrast tradicionalnim modelima sa sistemom ili serverom u fokusu. U većini slučajeva, korisnici Cloud-a žele da koriste neku poslovnu uslugu ili aplikaciju u neku vremenski ograničenu svrhu i ne žele da budu zaglavljani u sistemu i mrežnoj administraciji okruženja. Oni preferiraju brz i lak pristup određenom delu aplikacije ili nekoj usluzi. Pojednostavljuvanjem serversko-centralnog pogleda infrastrukture, korisnici sistema mogu lako pristupiti moćnom, predefinisanoj kompjuterskom okruženju, dizajniranom specijalno za njihove servise.

Pristup baziran na uslugama omogućava korisnicima lakše prilagođavanje i poslovni obrt – što lakše i brže korisnik može da obavi administrativni deo posla, više će imati vremena za poslovne poteze i time će smanjiti troškove (5).

3.3. Samouslužni model korišćenja

Korišćenje Cloud Computing tehnologija zahteva određeni nivo samousluge korisnika. Pogodnost samousluge omogućava korisnicima da na zahtev upload-uju, grade, razviju, organizuju, upravljaju i vrše izveštaje o poslovnim uslugama. Samousluga Cloud Computinga mora da obezbedi intuitivan korisnički interfejs koji omogućava korisnicima da na produktivan način upravljaju životnim ciklusom servisa. Korist od samousluge, iz perspektive korisnika, je dobijanje nivoa moći i nezavisnosti, koji doprinosi značajnoj agilnosti poslovanja. Još jedna korist, često zanemarivana iz perspektive IT tima ili servisnih provajdera, je ta da što se više samousluge omogući korisnicima, manje će samom provajderu usluge biti potrebno da se bavi administracijom. Ovo štedi vreme i novac i dozvoljava administrativnom osoblju da se fokusira na značajne strateške obaveze.

3.4. Minimalno ili samoupravljujuća platforma

U cilju efikasnog pružanja Cloud Computing tehnologije korisnicima, IT tim ili servisni provajderi moraju da podrže tehnološke samoupravljujuće platforme. Najbolji u svojoj vrsti,

“oblaci” podržavaju samoupravljanje putem softverske automatizacije podržavajući sledeće osobine (12):

- Mehanizam za staranje o implementaciji usluga i gašenje radi povraćanja resursa za ponovnu upotrebu.
- Mehanizmi za rezervisanje resursa i planiranje kapaciteta.
- Mogućnosti za konfigurisanje, upravljanje i izveštavanje da bi se obezbedila sredstva koja se mogu dodeliti i rasporediti u više grupa korisnika.
- Alati za kontrolu pristupa resursima i politika kako se resursi mogu koristiti i izvršavati operacije.

Sve ove sposobnosti omogućavaju poslovnu agilnost, a istovremeno omogućavaju kritičnu i neophodnu administrativnu kontrolu. Ovaj balans kontrole i upravljanja održava bezbednost i vreme neprekidnog rada, smanjuje nivo IT administrativnih napora i drži niske cene za operativne troškove oslobađajući resurse da se fokusiraju na projekte veće vrednosti.

3.5. Naplata na bazi korišćenja

Cloud Computing je zasnovan na iskorišćenju. Potrošači plaćaju samo za resurse koje koriste, i stoga im naplaćuje na osnovu modela potrošnje. Cloud Computing platforme moraju da obezbede mehanizme za snimanje informacija koje omogućavaju izveštavanje i/ili integraciju sa sistemima naplate. Vrednost, sa aspekta korisnika, je mogućnost da plate samo za sredstva koja su koristili, što im na kraju pomaže da zadrže niske troškove. Iz ugla provajdera, to im omogućava da prate korišćenje i dobijanje povratnih informacija za svrhe naplaćivanja. Ukratko, sve ove definišuće karakteristike su neophodne u proizvodnji privatnog oblaka, sposobnog da postigne ubedljivu poslovnu vrednost koja uključuje uštede na glavnoj opremi i operativnim troškovima, smanjuje troškove podrške i značajno povećava poslovnu agilnost. Sve ovo omogućuje kompanijama da povećaju profitne stope i konkurentnostna tržištu koje opslužuju.

4. Modeli usluga

Usluge koje nudi Cloud Computing mogu biti podeljene u tri glavne kategorije (13):

1. Cloud Software as a Service (SaaS) – Mogućnost koja obezbeđuje korisniku da koristi aplikacije provajdera koje se izvršavaju na infrastrukturi oblaka. Aplikacijama se može pristupiti sa različitih klijentskih uređaja kroz lagani korisnički interfejs, kao što je Web pretraživač (na primer, Web zasnovani e-mail). Korisnik ne upravlja ili kontroliše osnovnu infrastrukturu oblaka koja uključuje mreže, servere, operativne sisteme, skladištenje ili čak pojedinačne mogućnosti aplikacije, uz moguću izuzetak ograničenih korisničkih podešavanja konfiguracije aplikacije. Ovo je jeftin način za male i srednje kompanije da dobiju prava za korišćenje softvera kada im je potreban, umesto licenciranja svih aplikacija na svim uređajima koje poseduju, pogotovu ako će se softver koristiti samo sporadično. Praktično sav softver može da se primeni u SaaS sistemu. Mnoge aplikacije na UNIX-u imaju ovu funkcionalnost, dok aplikacije pod EULA-om nisu imale ovu fleksibilnost pre SaaS-a. Na primer, licenciran primerak tekstualnog procesora je morao da bude na određenoj mašini da bi se mogao napraviti dokument. Ovaj program nije imao nikakvu vrednost na računaru koji je bio ugašen u toku noći. Još gora je bila činjenica da je zaposleni morao da ima još jednu u celosti plaćenu licencu da bi napisao ili menjao izveštaj od kuće, na svom računaru, dok mu je licenca za softver na poslu bila neoperativna (ugašen računar). Softver za daljinsko upravljanje je probao da reši ovaj problem deljenjem kontrole nad procesorom, umesto licenciranjem na zahtev. Iako obećavajuć, ovaj pristup zahteva da host kompjuter bude uključen stalno i stvara bezbedonosne probleme zbog pristupanja računaru preko mreže. SaaS postiže efikasnost licenciranjem na zahtev i menadžmentom informacija i izlaza, nezavisno od hardverske lokacije. SaaS aplikacije se razlikuju od ranijih rešenja dostave aplikacija preko interneta po tome što su razvijene specifično da koriste tehnologije kao što su pretraživači, kako bi bile “Web-native”. Dizajn podataka i arhitekture SaaS aplikacija je takav da su izgrađene sa “multi-tenant” backendom, što omogućava većem broju korisnika da pristupa željenom modelu podataka. Karakteristike SaaS-a su: pristup i upravljanje komercijalno dostupnim softverom preko mreže; upravljanje aktivnostima iz centralnih lokacija umesto sa lokacije svakog korisnika ponaosob, što omogućava korisnicima da pristupaju

aplikacijama sa udaljenosti preko Web-a; dostava aplikacije je tipično bliža jedan-za-više modelu, nego jedan-na-jedan modelu, što uključuje arhitekturu, cene i karakteristike upravljanja; centralizovano apgrejđovanje karakteristika, što znači da krajnji korisnici ne moraju da skidaju pečeve i apgrejđove; česta integracija u veće mreže komunicirajućeg softvera – bilo kao deo mash-upa ili kao dodatak PaaS-u.

2. Cloud Platform as a Service (PaaS) – mogućnost koja obezbeđuje korisniku da postavi na infrastrukturu oblaka aplikaciju koju je korisnik kreirao ili zatraženu aplikaciju koja je izrađena korišćenjem programskih jezika i alata podržanih od strane provajdera. Korisnik ne upravlja ili kontroliše osnovnu infrastrukturu oblaka koja uključuje mreže, servere, operativne sisteme, skladištenje, ali ima kontrolu nad postavljenim aplikacijama i eventualno podešavanjima za hosting okruženje tih aplikacija. Karakteriše je postavljanje aplikacija bez troškova kupovanja i održavanja odgovarajućih slojeva hardvera i softvera, obezbeđujući sve potrebno za održavanje kompletnog životnog ciklusa izgradnje i implementacije Web aplikacija i servisa potpuno dostupnih sa interneta. Takođe je poznata kao Cloudware. Karakterišu je: servisi za razvoj, testiranje, implementaciju, hosting i održavanje aplikacija u istom integrisanom razvojnom okruženju; alati za kreiranje korisničkog interfejsa zasnovani na Webu; multi-tenant arhitektura; integracija sa Web servisima i bazama podataka; podrška za saradnju razvojnih timova; pristup podacima o unutrašnjim mehanizmima i funkcionisanjima aplikacija. Tipovi PaaS-a su: Add-on razvojni alati koji se koriste za kastomizaciju postojećih SaaS aplikacija i koji su na neki način ekvivalentni kastomizaciji makro jezika kod takvih aplikacija kao što je Lotus Notes i Microsoft Word. Nezavisna razvojna okruženja, koja ne uključuju tehničke, licencne ili finansijske zavisnosti od specifičnih SaaS aplikacija ili Web servisa i namenjene su da obezbede generalizovano razvojno okruženje. Okruženja za dostavu aplikacija, koja nemaju razvojne, debug i test sposobnosti i obezbeđuju samousluge na nivou hostinga kao što je staranje o bezbednosti i skalabilnost na zahtev. Otvorena platforma kao usluga, dozvoljava developeru da koristi bilo koji programski jezik, bazu podataka, operativni sistem, server itd. Postoje razne prednosti usvajanja PaaS-a. Jedna od njih su koristi od ad hoc geografski distribuiranih razvojnih timova koji rade zajedno na projektima. paaS omogućava inkorporaciju Web usluga iz različitih izvora. Javlja se

smanjenje troškova od korišćenja usluga ugrađenih u infrastrukturu za bezbednost, skalabilnost, zaštitu od padova sistema umesto obezbeđivanja i testiranja i integrisanja ovih usluga pojedinačno. Postoje i uštede u korišćenju viših nivoa programerskih apstrakcija za stvaranje servisa, korisničkih interfejsa i drugih aplikacionih elemenata. Ka usvajanju PaaS-a vuče i želja ljudi (korisnika) da poseduju evoluirajuću tehnologiju koja može kontinualno da se unapređuje da podrži multikorisničku interakciju zarad rešavanja kompleksnih problema na koje se nailazi u svakodnevnom životu.

3. Cloud Infrastructure as a Service (IaaS) – mogućnost koja obezbeđuje korisniku da upravlja procesiranjem, skladištenjem, mrežom i drugim fundamentalnim kompjuterskim resursima gde korisnik može da postavi i pokrene proizvoljan softver koji uključuje operativne sisteme i aplikacije. Korisnik ne upravlja ili kontroliše osnovnu infrastrukturu oblaka, ali ima kontrolu nad operativnim sistemima, skladištenjem, postavljenim aplikacijama, i moguću kontrolu nad odabranim mrežnim komponentama (na primer Firewall). Osnovne komponente ovog pristupa su Utility Computing (naplata po principu koliko se potroši – toliko se i plaća), virtualizacija platforme, kompjuterski hardver, kompjuterske mreže, povezanost sa internetom.

Karakteristike Infrastrukture kao servisa su (13):

- Resursi bivaju isporučeni kao servis, što uključuje servere, mrežnu opremu, CPU, prostor na diskovima...
- Dinamičko skaliranje infrastrukture koja se prilagođava (umanjuje ili uvećava) prema resursnim potrebama aplikacije.
- Varirajući troškovi koji zavise od fiksnih cena po resursnoj komponenti.
- Multi-tenant pristup, više korisnika koegzistira na istim infrastrukturnim resursima.
- Infrastruktura preduzetničke klase dozvoljava kompanijama srednje veličine da imaju koristi od agregatnih resursa.

Postoje 4 modela primene (13):

1. Privatni oblak – oblak infrastruktura se koristi isključivo za organizaciju. Može da bude upravljan od strane organizacije ili trećeg lica i može da postoji u i van premise.
2. Zajednički oblak – infrastruktura oblaka je podeljena između nekoliko organizacija i podržava zajednice koje imaju zajedničke interese (na primer, misiju, zahtevi bezbednosti, politiku, zajednička razmatranja...). Može biti rukovođen od strane organizacija ili treće strane i može postojati u i van premise.
3. Javni oblak – oblak infrastruktura je dostupna javnosti ili velikoj industrijskoj grupi i u vlasništvu je organizacije koja se bavi prodajom oblak usluge.
4. Hibridni oblak – oblak infrastruktura je sastav dva ili više oblaka (privatnih, zajedničkih ili javnih) koji ostaju jedinstveni, ali su povezani standardizovanom ili vlasničkom tehnologijom koja omogućava prenos podataka i prenosivost aplikacija.

5. Cloud Computing arhitektura

Kada pričamo o cloud computing sistemima, lakše nam je da izvršimo podelu u dve sekcije: front end i back end. Međusobno su konektovani putem mreže, najčešće internetom. Front end je strana korisnika kompjutera, odnosno klijenta. Back end je "Cloud" sekcija sistema. Front end uključuje klijentski računar (ili računarsku mrežu) i aplikaciju neophodnu za pristup cloud computing sistemu. Nemaju svi cloud computing sistemi isti interfejs. Servisi kao web bazirani e-mail programi koriste postojeće web browsere kao što su Internet Explorer ili Mozilla Firefox. Drugi sistemi imaju jedinstvene aplikacije koje obezbeđuju mrežni pristup klijentu.

Većinu vremena serveri ne rade u punom kapacitetu, to znači da postoji ne iskorišćena procesorska snaga. Moguće je prevariti fizički server da se ponaša kao da su upitanju više servera, od kojih svaki izvršava sopstveni operativni sistem. Ta tehnika se naziva server virtualizacija. Povećavajući rezultat individualnih servera, server virtualizacija smanjuje potrebu za više fizičkih računara (mašina). Na Back End-u nalaze se razni računari, serveri i sistemi za skladištenje podataka koji kreiraju "Cloud (oblak)" računarskih servisa. U teoriji, cloud computing sistem može sadržati bilo koji kompjuterski program koji možete da zamislite, od obrade podataka do video igara. Često, svaka aplikacija ima sopstveni namenski server.

Centralni server upravlja sistemom, nadgleda saobraćaj i klijentske zahteve da bi obezbedio da sve funkcioniše stabilno. Sledi set pravila, nazvanim protokolima i koristi specijalnu vrstu softvera nazvanog Middleware. Middleware omogućuje mrežnim računarima međusobnu komunikaciju.

Ako cloud computing kompanija ima veliki broj klijenata, verovatno će biti velikih potreba za velikim prostorom za skladištenje podata. Neke kompanije zahtevaju stotine uređaja za skladištenje podataka. Cloud computing sistemi zahtevaju dva puta veći broj uređaja za skladištenje podataka za čuvanje klijentskih informacija. To je zato što se ovi uređaji kao i računari, često kvare. Cloud computing sistem mora praviti kopiju svih klijentskih informacija i čuva je na drugim uređajima. Te kopije omogućuju centralnom server pristup rezervnim

mašinama za dobijanje podataka koje drugačije nebi bili dostupni. Kreiranje kopije podataka u vidu rezerve kopije se naziva redudancija.

Cloud computing je tesno vezan za grid computing i utility computing. U grid computing sistemu mrežni računari su u mogućnosti da pristupaju i koriste resurse svakog računara u mreži. U cloud computing sistemu to se jedino često dešava u Back End-u. Utility computing je poslovni model u kome jedna kompanija plaća drugoj kompaniji za pristup računarskim aplikacijama ili skladištenju podataka.

Aplikacija cloud computing-a su praktično ne ograničene. Sa pravim Middleware programima, cloud computing sistem može izvršiti sve programe kao i normalan računar. Potencijalno, sve od generičkih programa za obradu teksta do računarskih programa dizajniranih po specifičnim potrebama kompanije.

Neke od kompanija koje istražuju su najveće kompanije kompjuterske industrije. Microsoft, IBM, Google investiraju milione dolara u razvoj. Neki ljudi misle da Apple može istražiti mogućnosti proizvodnjom interfejsnog hardvera za cloud computing sisteme. Zašto bi bilo ko želeo da se osloni na druge računarske sisteme za izvršenje programa i čuvanje podataka?

Iz sledećih razloga (14):

-Klijenti bi mogli da pristupe njihovim aplikacijama i podacima sa bilo kog mesta u bilo kom trenutku. Oni mogu da pristupe cloud computing sistemu koristeći bilo koji računar povezan na Internet. Podaci ne bi bili vezani za hard disk računara korisnika kao ni za internu mrežu kompanije.

To može smanjiti cenu hardvera. Cloud computing sistemi mogu smanjiti potrebu za naprednim hardverom na klijentskoj strani. Vi nećete imati potrebu da kupite najbrži računar sa najvećom količinom memorije, zbog toga što će cloud computing system preuzeti brigu o tome umesto vas. Umesto toga kupićete jeftini računarski terminal. Terminal uključuje monitor, ulazne uređaje kao što su tastatura i miš i sasvim onoliko (i računar dovoljan za izvršenje) procesorske moći koliko

je potrebno za izvršenje Middleware-a, potrebnog za konektovanje na cloud computing sistem. Neće vam trebati veliki hard disk jer će svi vaši podaci biti sačuvani na udaljenom računaru.

Korporacije koje se oslanjaju na računare moraju da budu sigurne da poseduju adekvatan softver za postizanje svojih ciljeva. Cloud Computing sistemi daju tim kompanijama širok pristup računarskim aplikacijama. Te kompanije ne trebaju da kupuju set softvera ili softverskih licenci za svakog radnika. Umesto toga, kompanije plaćaju honorarne troškove cloud computing kompanijama.

Serveri i uređaji za čuvanje podataka zauzimaju prostor. Neke kompanije iznajmljuju fizički prostor za čuvanje servera, zbog toga što nemaju dovoljno prostora kod sebe. Cloud computing daje tim kompanijama opciju čuvanja podataka na tuđem hardveru, uklanjajući potrebu za fizičkim prostorom kod tih kompanija. Kompanije mogu uštedeti novac na IT podršci. Hardver u cloud computing sistemu, u teoriji, ima manje problema od mreže heterogenih računara i operativnih sistema.

Ukoliko back end cloud computing sistema predstavlja grid computing sistem, klijenti mogu koristiti prednost cele mreže računara. Često, naučnici i istraživači rade sa toliko kompleksnim kalkulacijama da bi individualnim računarima bile potrebne godine da kompletiraju kalkulacije. Na grid computing sistemu, klijent može poslati kalkulaciju na obradu cloud computing-u. Cloud sistem će iskoristiti moć svih dostupnih računara čime će značajno ubrzati kalkulaciju.

Cloud computing može pretvoriti kućne računare u proste terminale. Na neki način to je korak unazad. Prvi računari su uključivali korisničke terminale povezane kablovima. Svaki terminal je imao računarski monitor i tastaturu, ali su oni služili samo za pristup glavnom računaru. Nije bilo načina za čuvanje informacija na terminalu.

6. Budućnost cloud computing

Cloud computing menja svet za poslovnu upotrebu. Prelazak preduzeća na cloud computing i klijenta-server život na cloud-u će rasti i napredovati. Rad će biti u aplikacijama koje su bazirane na internetu i pristup će biti uglavnom od mrežnih uređaja koje rade kroz oblak. Ljudi i preduzeća će pristupati korišćenju softverskih aplikacija na mreži, koristeći udaljen server mreže.

Dok većina danas redovno koristi na sajtove za društveno umrežavanje, kao što su Facebook i Twitter, i mesta kao što su Yahoo i Hotmail, zajedno sa lokacijama za deljenje video zapisa kao što je You Tube, budućnost donosi mnogo više. Desktop računari neće biti daleko preko noći; ipak personalni računari će nastaviti da drže određene informacije, dok drugi se “sele” u oblak skladištenje. Predviđanje mnogih vrhunskih stručnjaka tehnologije kažu da će cloud computing nadmašiti desktop računare do 2020. Nove aplikacije će nastaviti da se javljaju sa razvojem za smart telefone i razvoj za oblak inovacije. Cloud virtuelni serveri su atraktivni iz mnogo razloga, lakoća korišćenja, trenutni pristup, lične informacije od bilo kog umreženog uređaja i još mnogo toga. Iako se čini da će cloud computing rasti kako raste internet, to nije nešto što znači kraj desktop kao što ih danas znamo, to jednostavno znači novi načini korišćenja, a napredak tehnologije koja poboljšava upotrebu.

Bezbednosni problema su, naravno, jedan od najznačajnijih pitanja u vezi sa “oblakom”. Ali uvek postoji zabrinutost, za usuge kao što je online bankarstvo. Napredak se nastavlja i sve više ljudi se okreću “oblaku” za druge usluge, bezbednost će bez sumnje biti poboljšana, kao dobro. Cloud bezbednosni protokol će biti uspostavljen što se više zahteva javljaju. Većim preduzećima će trebati više vremena za prelazak na “oblak” skladištenje. Bezbednosna pitanja su veliki problem za njih, kao i kontrola nad osetljivim podacima. Budućnost “oblaka” će biti sporija u ovoj oblasti, kao i u velikim gradskim oblastima. Rast oblak neće biti brz, i to neće oduzeti opcije klijent-server za nekoliko decenija a ima i mesta gde će nastaviti da bude optimalan za korisnike. Cloud computing je u budućnosti, tačno tamo gde će cilj, koji će slediti put, tek treba da se utvrdi, jer kao druge nove tehnologije, svako je otporan na promene, potrebno je vreme.(14)

7. Primena cloud computing u poslovne svrhe

7.1. HP i GS 1

Kompanija HP i GS1 Canada, kanadski ogranak vodeće globalne neprofitne organizacije posvećene poboljšanju efikasnosti lanaca snabdevanja, lansiraju novu uslugu povlačenja potencijalno štetnih prehrambenih proizvoda iz lanca isporuke koja je zasnovana na cloud computing tehnologiji.

Usluga povlačenja proizvoda koju će GS1 Canada pružati, funkcionisaće pomoću HP cloud computing platforme za proizvodni sektor, što kompanijama omogućava da sagledaju i dele informacije unutar lanca snabdevanja. Organizacije koje se bave prehrambenim i potrošačkim proizvodima ovu uslugu mogu koristiti da smanje broj grešaka, skrate vreme potrebno za povlačenje proizvoda i snize troškove vezane za upravljanje ovim procesom.

“Globalni standardi vezani za lanac snabdevanja od suštinske su važnosti za efikasno povlačenje proizvoda”, rekao je Art Smith, predsednik i generalni direktor organizacije GS1 Canada. “GS1 globalne standarde koriste milioni kompanija širom sveta koje žele da unaprede sigurnost, bezbednost i efikasnost lanaca snabdevanja. Integracijom GS1 standarda i HP cloud computing platforme iznova osmišljamo način na koji se informacije o povlačenju proizvoda razmenjuju među preduzećima i pružamo dodatnu podršku njihovim naporima da unaprede bezbednost potrošača.”

GS1 usluga povlačenja proizvoda preduzećima nudi (17):

- jasna uputstva o rukovanju, uklanjanju i naknadi troškova radi ubrzanja povlačenja
- mogućnost prilagođavanja obaveštenja i slanja relevantnih informacija određenim maloprodajama
- bezbednosni i revizorski trag radi obezbeđivanja usklađenosti s propisima
- ugrađene bezbednosne mere koje šalju obaveštenja autorizovanim korisnicima i određenim maloprodajama

“Smanjenje rizika koje se odnosi na bezbednost potrošača vezano za povlačenje proizvoda izuzetno je važno i za proizvođače i za prodavce“, rekao je Russ Daniels, potpredsednik i tehnološki direktor HP-ove kompanije EDS. ”Pojednostavljivanjem procesa povlačenja proizvoda možemo pokazati da cloud computing usluge dodaju pravu vrednost našim svakodnevnim životima.”

Razvijena u saradnji sa HP-ovim centralnim istraživačkim ogranakom [HP Labs](#), usluga povlačenja proizvoda koju pruža GS1 Canada sastoji se od HP softvera, usluga i infrastrukture, uz upotrebu Microsoft®. NET Framework tehnologije. Inicijalno aktiviranje usluge povlačenja proizvoda biće usmereno na kanadsku prehrambenu industriju, a očekuje se da u budućnosti bude proširena i na druge poslove i regione. HP cloud computing platforma za proizvodni sektor već je dostupna.

7.2. Softver za upravljanje serverima stvara dinamične infrastrukture

Kompanija Fujitsu ima novi moćan resurs koji omogućava korporacijama da kreiraju dinamične infrastrukture od virtuelnih i fizičkih servera u okruženjima centara podataka i „Cloud computing” okruženjima.

Softversko rešenje „ServerView Resource Coordinator VE” (RCVE) spreže sve fizičke i virtuelne resurse u okviru kompleksnih IT serverskih topologija – uključujući i „Cloud computing” okruženja – čime se postiže pojednostavljeno, objedinjeno upravljanje i obezbeđuje da se resursi dinamički optimizuju u cilju pružanja najboljih performansi u svakom trenutku. Sa popularizacijom virtuelizacije servera dodata je nova dimenzija upravljanju serverima – sa nizovima virtuelnih mašina kreiranim na pojedinim fizičkim serverima stvorila se i potreba da se svakom od njih upravlja.

To je IT administratorima dovelo do povećane kompleksnosti i troškova upravljanja infrastrukturom, uključujući upravljanje zakrpama, održavanja rutina i popravke „lomova”. Štaviše, efektivno upravljanje farmom servera zahteva da se optimalni sistemski resursi automatski alociraju sve vreme.

„Resource Coordinator VE” rešava ovaj izazov nudeći pojednostavljeno, objedinjeno, automatizovano upravljanje raznovrsnim, heterogenim „skladištima” virtuelnih i fizičkih servera, i ujedno obezbeđujući intuitivno upravljanje životnim ciklusom servera sa upravljačke konzole grafičkog tipa. Pored PRIMERGY blejd servera, RCVE podržava i PRIMERGY rek i „tower” servere kao i „x86” servere drugih proizvođača. Softver takođe integriše vodeće dobavljače rešenja za virtuelizaciju među kojima su i VMware, Microsoft Hyper-V i Xen.

RCVE omogućava postizanje troškovno-isplative visoke dostupnosti za skladišta servera tako što čitave nizove sistema u eksploataciji obezbeđuje držanjem jedne ili nekoliko jedinica u režimu pripravnosti. Ova „N plus 1” opcija umesto „pokrivanja” svakog pojedinačnog servera u eksploataciji rezervnim, rezultira time da organizacije mogu da ostvare značajne uštede u troškovima hardvera kao i veću iskorišćenost sistema bez pristajanja na duže vreme u kome je sistem van funkcije (downtime).

Operacijama uprošćavanja i automatizacije, RCVE može da smanji vreme potrebno za razmeštanje i zamenu servera i do 90 procenata. Intuitivna, upravljačka konzola sa grafičkim okruženjem dramatično pojednostavljuje svakodnevne operacije u centru podataka, kao i u okruženjima kombinovanih fizičkih i virtuelnih resursa.

Akira Jamanaka (Akira Yamanaka), senior potpredsednik kompanije Fujitsu Limited, rekao je tim povodom: „Upravljanje i alokacija serverskih resursa postalo je suštinski kompleksnije zahvaljujući virtuelizaciji i trendovima ka ‘Cloud computing’-u. Fujitsu u formi „Resource Coordinator VE” softvera isporučuje snažan novi alat koji omogućava dramatično pojednostavljenje, racionalizaciju i uštedu na troškovima u okviru centara podataka – efektivnim konsolidovanim upravljanjem holističkim serverskim resursima.” (18)

RCVE, koji je od danas dostupan za poručivanje, ključna je komponenta „Dinamične kocke” (Dynamic Cube) – PRIMERGY BX900 blejd-server sistema nove generacije, koje takođe danas premijerno predstavljen (12. maj).

PRIMERGY BX900 je kompletna dinamična serverska infrastruktura u jednoj blejd-šasiji, bazirana na četiri osnovna principa: projektovana da uštedi novac klijenata smanjenjem računa za električnu energiju, da dostigne nove nivoe performansi, da pruži nezabeležene rekorde u vremenu nesmetanog rada, i da garantuje zaštitu investicije (17).

7.3. Peer to peer - mreže računara istog prioriteta

Kod ovog tipa mreža ne postoji definisan server niti hijerarhija među računarima. Svi računari su jednaki, obično svaki računar funkcioniše kao klijent i kao server, i ne postoji imenovan administrator za celu mrežu. Korisnik svakog računara odlučuje koji podaci sa njegovog računara se mogu deliti na mreži.

Mreže ovog tipa često se nazivaju i radne grupe koje podrazumevaju manju grupu korisnika, uglavnom manju od 10 računara. Mreže korisnika istog prioriteta su relativno jednostavne, jer svaki računar se istovremeno ponaša i kao server i kao klijent, tako da nema potrebe za nekim moćnim serverima.

U mrežama računara istog prioriteta, mrežni softver ne mora da ima isti nivo performansi. Kod operativnih sistema kao što su Microsoft Windows NT Workstation, Microsoft Windows for Workgroups i Microsoft Windows 95, umrežavanje u mreže istog prioriteta već je ugrađeno u operativni sistem tako da nije potreban nikakav dodatni softver (18).

Mreže računara istog prioriteta su pogodne za sredine u kojima (16):

- ima manje od 10 korisnika
- korisnici se nalaze u istoj prostoriji
- pitanje bezbednosti nije značajno
- organizacija i mreža će imati ograničeni rast u doglednoj budućnosti, odnosno mreža se neće širiti.

Kod ovog tipa mreža ne postoji administrator sistema čija je obaveza da opslužuje mrežu. Svaki korisnik sam opslužuje svoj računar. Svi korisnici mogu da dele svoje resurse onako kako oni

žele. U resurse spadaju diskovi, štampači, faks kartice i drugo. Ali obaveza svakog od računara unutar mreže je da (16):

- koristi značajan postotak svojih resursa da bi podržao lokalnog korisnika i
- koristi dodatne resurse da bi podržao svakog udaljenog korisnika koji pristupa njegovim resursima.

Bezbednost korišćenja mreže zasniva se na definisanju šifre za neki resurs, npr. direktorijum koji se deli preko mreže. Pošto svi korisnici mreže sami definišu bezbedonosne mere i deoba se odvija na svim računarima, centralizovana kontrola teško se ostvaruje, jer svi korisnici ne preduzimaju određene mere zaštite (1).

8. Bezbednost u Cloud Computing-u

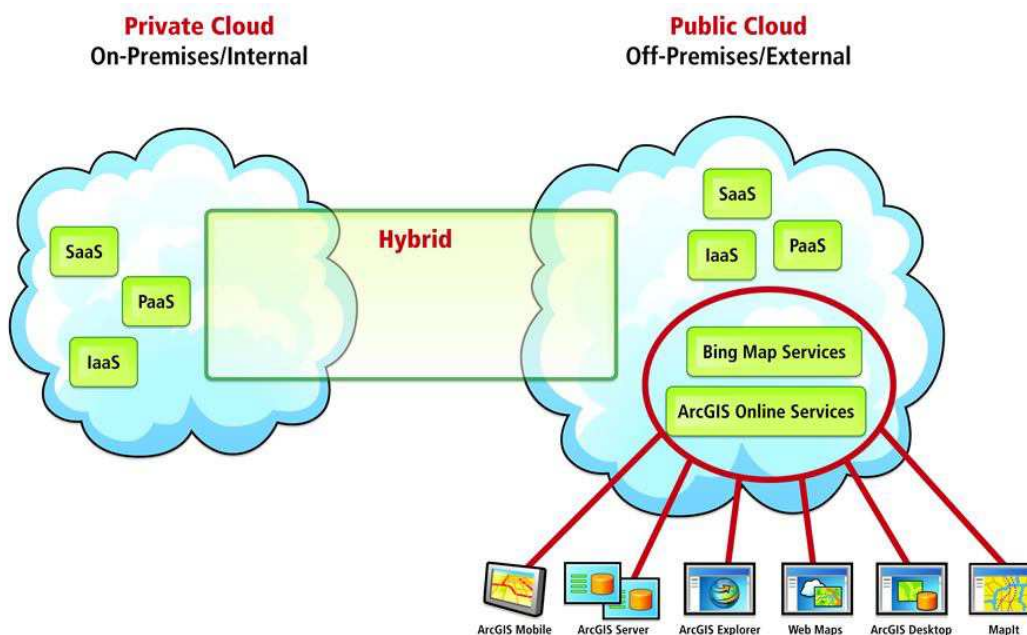
Cloud computing je fleksibilna, ekonomična i proverena platforma za isporuku i pružanje poslovnih ili potrošačkih IT usluga putem interneta. Cloud resursi se mogu brzo razvijati, i lako se postepeno smanjivati, sa svim procesima, aplikacijama i servisima pribavljenim „na zahtev“, bez obzira na lokaciju korisnika ili uređaja.

Kao rezultat, cloud computing daje organizacijama šansu da povećaju efikasnost servisnih isporuka, unapredi IT menadžment, i bolje uskladi IT usluge sa dinamičkim poslovnim zahtevima. Na mnogo načina cloud computing nudi "najbolje od oba sveta", obezbeđuje solidnu podršku glavnim poslovnim funkcijama uz sposobnost razvijanja novih i inovativnih servisa.

Kao dodatna prednost, cloud computing poboljšava korisničko iskustvo bez povećanja složenosti. Korisnici ne moraju da znaju ništa o korišćenim osnovnim tehnologijama ili implementacijama.

I javni i privatni cloud modeli su sada u upotrebi. Dostupni su svakome sa internetom, javni modeli uključuju Softver kao servis (SaaS) cloud kao što je IBM LotusLive, Platforma kao servis (PaaS) cloud kao što je IBM Računarstvo na zahtev, i Bezbednost i zaštita podataka kao servis (SDPaaS) cloud kao što je IBM Menadžment servisa ranjivosti. Privatni cloud poseduje i koristi jedna organizacija. Oni nude mnogo istih pogodnosti kao i javni cloud, a daju vlasniku organizacije veću fleksibilnost i kontrolu. Osim toga, privatni cloud može da obezbedi manje kašnjenje od javnih clouds tokom perioda najjačeg saobraćaja. Mnoge organizacije prihvataju i javni i privatni cloud computing integrišući dva modela u hibridni cloud (5).

Slika 4. Hibridni cloud



Izvor: <http://www.virtualizuj.sk>, pregledano, 14.04.2014.

Ovi hibridi su dizajnirani da zadovolje specifične poslovne i tehnološke zahteve, pomažući optimizaciju bezbednosti i privatnosti uz minimalne investicije u fiksne IT troškove. Kako su prednosti cloud computinga jasne, tako je jasna i potreba za razvijanjem bezbednosti za cloud implementacije. Sledeće stranice daju pregled ključnih bezbednosnih pitanja u vezi cloud computing, zaključno sa IBM-Point of View na sigurnosnoj cloud arhitekturi i okruženju.

8.1. Adresa Cloud bezbednosti - veliki izazov

Pored standardnih izazova razvoja bezbednih informacionih sistema, cloud computing predstavlja dodatni nivo rizika, jer su osnovne usluge često dostupne trećoj strani. "Spoljašnji" aspekt dostupnosti čini težim za održavanje integriteta i privatnosti podataka, podrške podataka i dostupnosti servisa, i pokazivanja elastičnosti (7). Efektivno cloud computing premešta veći deo kontrole nad podacima i operacijama sa klijentske organizacije na njihove cloud provajdere, gotovo na isti način na koji organizacije povere deo svojih IT poslovanja spoljnim preduzećima.

Čak i osnovni zadaci, kao što su primena zakrpe i konfigurisanje zaštitnog zida, može postati odgovornost cloud provajdera servisa, a ne krajnjeg korisnika. Kao rezultat toga, klijenti moraju da uspostave odnos poverenja sa svojim provajderima i da budu svesni rizika da njihovi provajderi izvršavaju, primenjuju i upravljaju bezbednosti u njihovo ime. Ovaj "Veruj, ali prover" odnos između cloud provajdera usluga i klijenata je kritična, jer klijenti su i dalje su u krajnjoj liniji odgovorni za istinitost i zaštitu svojih važnih podataka, čak i ako je taj posao odgovornost cloud provajdera. U stvari, neke organizacije odabiraju privatne ili hibridne modele umesto javnih cloud-s zbog rizika u vezi sa spoljnim servisima.

Drugi aspekti o cloud computing takođe zahtevaju veliko preispitivanje sigurnosti i rizika. Unutar cloud-sa, teško je fizički locirati mesto gde se čuvaju podaci. Bezbednosni procesi koji su nekada bili vidljivi su sada skriveni iza izdvojenih slojeva. Ovaj nedostatak vidljivosti može izazvati više sigurnosnih i problema istinitosti (4).

Pored toga, masivno deljenje infrastrukture sa cloud computing-om stvara značajnu razliku između cloud bezbednosti i bezbednosti u više tradicionalnom IT okruženju. Korisnici povezuju različite korporacije i nivoe poverenja često komunicirajući sa istim setom kompjuterskih resursa. U isto vreme, ravnoteža posla, promena servisnog nivoa sporazuma (SLAs) i drugih aspekata današnjeg dinamičkog IT okruženja stvaraju još više mogućnosti za dekonfiguraciju, otkrivanje podataka i zlonamerno ponašanje. Infrastruktura deljenja poziva na visok stepen standardizacije i automatizacije procesa, a to može poboljšati sigurnost eliminišući rizik od greške operatera i previda. Međutim, rizici nerazdvojni od masovne deljene infrastrukture znače da cloud computing modeli moraju i dalje naglasiti značaj izolacije, identiteta i istinitosti (3).

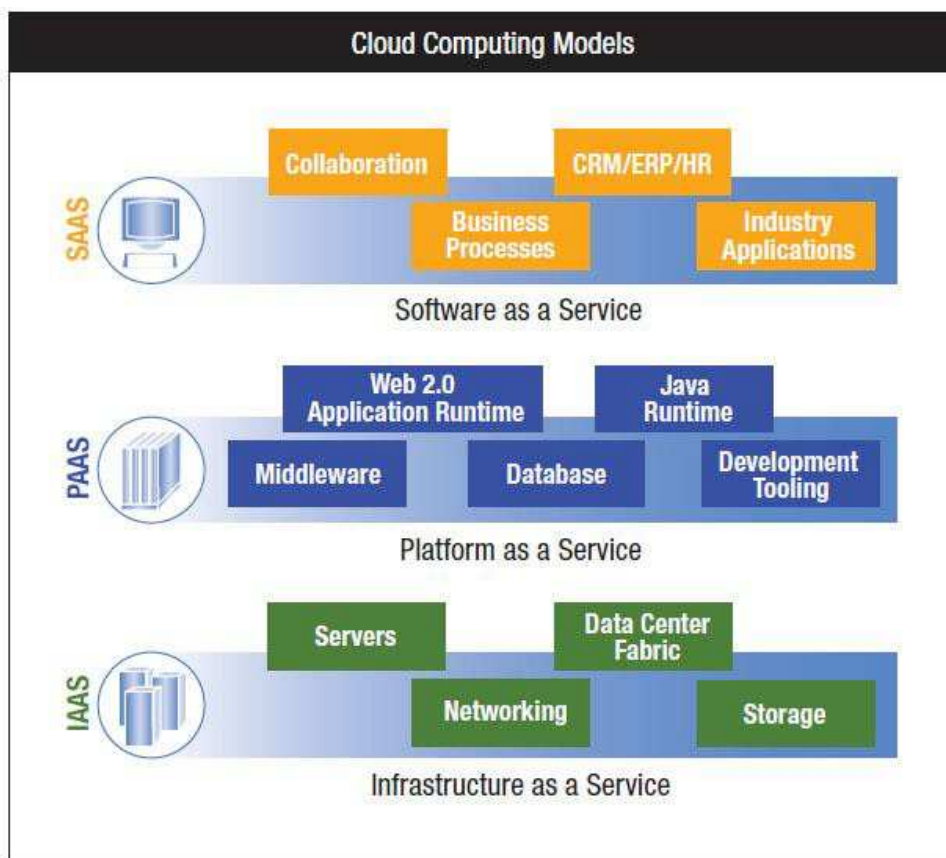
8.2. Pregled drugih modela Cloud Computing-a

Različiti modeli cloud computing-a imaju različite načine za prikazivanje njihove osnovne infrastrukture korisnicima. Ovo utiče na stepen direktne kontrole nad upravljanjem računarske infrastrukture i raspodelu odgovornosti za upravljanje njene bezbednosti. Kod SaaS modela,

većinu odgovornosti za bezbednost upravljanja pružima cloud provajder. SaaS obezbeđuje više načina za kontrolu pristupa web portala, kao što su upravljanje identitetima korisnika, aplikacija na nivou konfiguracije i mogućnost da ograničite pristup određenim IP adresama opsega ili geografskog područja. Cloud model platforma kao servis (PAAS) omogućava klijentima da preuzmu više odgovornosti za upravljanje konfiguracijom i bezbednošću baze podataka i softverskih aplikacija (1).

Infrastruktura kao servis (IAAS) model prebacuje još više kontrole i odgovornosti za bezbednost od cloud provajdera ka klijentu. U ovom modelu, dozvoljen je pristup operativnom sistemu koj podržava virtuelne slike, umrežavanje i skladištenje.

Slika 5. Modeli cloud computing-u



Izvor: <http://www.virtualizuj.sk>, pregledano, 14.04.2014.

Organizacije su zaintrigirane ovim modelima cloud computing-a zbog njegove fleksibilnosti i isplativosti, ali su takođe zabrinuti za bezbednost. Poslednje cloud studije usvojene od strane industrijskih analitičara i članaka u štampi su potvrdile ove probleme, navodeći nedostatak vidljivosti i kontrole, brige o zaštiti poverljivih informacija i čuvanje informacija u deljivom, spolja upravljanom okruženju (13).

Masovno usvajanje spoljašnjih, masovno deljenih i potpuno otvorenih cloud platforma za kritične računarske IT servise će izgleda biti još uvek nekoliko godina daleko. U bliskoj budućnosti, većina organizacija će tražiti načine da poveže usluge spoljnih cloud provajdera. Ovi cloud-si bi se koristili prvenstveno za opterećenja sa niskim profilom rizika, sa jedna-veličina-odgovara-svemu pristupom bezbednosti sa nekoliko garancija prihvatljivosti, i gde je cena glavna razlika. Za opterećenja sa srednjim i visokim stepenom rizika profila uključujući visoko regulisan ili zakonom zaštićenu informaciju, organizacije biraju izbor privatnog i hibridnog clouds-a koji omogućavaju značajan nivo kontrole i sigurnosti. Ova opterećenja će biti premeštena u spoljne clouds-e kad počnu nuditi jaču i fleksibilniju bezbednost.

8.3. Pregled IBM Sigurnosnog okvira (IBM Security Framework)

IBM-bezbednosni okvir je razvijen da opiše bezbednost u smislu resursa poslovanja koji moraju biti zaštićeni, i posmatra različite resurse domena sa poslovne tačke gledišta. Zasnovan na IBM-bezbednosnom okviru i informisan obimnim razgovorima sa klijentima IBM-a, sledeći odeljak daje listu bezbednosnih zahteva u preduzetničkoj klasi cloud computing-a danas (15).

8.3.1. Bezbednost upravljanja, upravljanja rizicima i pridržavanje

Organizacija zahteva uvid u bezbednosno stanje svojih clouds-a. Ovo uključuje široki uvid u promene, imidž i upravljanje incidenta, kao i izveštavanje incidenata za članove i specifične logove članova i reviziju podataka.

Vidljivost može biti posebno kritična po istinitost. Sarbanes-Oksley-akta, Zakon zdravstvenog osiguranja o prenosivosti i odgovornosti (HIPAA), Evropski zakoni o privatnosti i mnogi drugi propisi zahtevaju sveobuhvatne revizije mogućnosti. Pošto su javni cloud-si po definiciji "crna kutija" za pretplatnika, potencijalnom cloud pretplatniku neće biti u stanju da pokaže istinitost (Privatni ili hibridni cloud, sa druge strane, može biti konfigurisan da ispuni te zahteve).

Pored toga, od provajdera se ponekad zahteva da podrži kontrolu treće strane, a njihovi klijenti mogu biti usmereni na podršku elektronskog otkrića i sudske istrage, kada se sumnja na proboj. Ovo dodaje još više značaja za pravilno održavanje vidljivosti u cloud-u. U principu, organizacije često navode potrebu za fleksibilnim SLAS koji se može prilagoditi na svoje specifične situacije, izgrađenim na svojim iskustvima sa strateški tradicionalnim vođenjem usluga (11).

8.3.2. Ljudi i identiteti

Organizacije moraju da se uvere da ovlašćeni korisnici preko svojih preduzeća i lanca snabdevanja imaju pristup podacima i alatima koji su im potrebni, kada su im potrebni – a sve to dok blokiraju neovlašćeni pristup. Cloud okruženja obično podržavaju veliku i raznovrsnu zajednicu korisnika, tako da su ove kontrole još više kritične. U prilog tome, cloud-s uvode nove dužnosti privilegovanih korisnika: administratore koji rade za cloud provajdera. Privilegovani korisnički nadzor, uključujući i aktivnosti logovanja, postaje važan zahtev. Ovaj nadzor treba da obuhvati fizički nadzor i pozadinsku kontrolu. Identitet federacije i brzorastuće mogućnosti

ulaska moraju biti dostupne da bi koordinirale proveru identiteta i autorizaciju sa pomoćnim preduzećem ili nezavisnim sistemom. Standardizovana, jedinstvena mogućnost prijavljivanja je potrebna da se pojednostavi za prijavljivanje krajnjih korisnika na interno hostovane aplikacije i cloud-s, omogućavajući korisnicima da lako i brzo iskoriste cloud usluge (9).

8.3.3. Podaci i informacije

Većina organizacija navodi zaštitu podataka, kao njihov najvažniji sigurnosni problem. Tipični koncepti obuhvataju način na koji se podaci skladište i na koji im se pristupa, pridržavanje i reviziju zahteva, i poslovnih problema koji uključuju troškove povrede podataka, obaveštenje o zahtevima i oštećenja vrednosti brenda. Svi osetljivi ili regulisani podatci treba da budu pravilno odvojeni na cloud strukturi skladištenja, uključujući i arhivirane podatke.

Kriptovanje i upravljanje ključevima za šifrovanje podataka u prenosu do cloud ili ostatka servisa u provajderskom centru za podatke su od ključne važnosti za zaštitu podataka i saglasnosti u skladu sa mandatima. Enkripcija mobilnih medija i mogućnost da bezbedno dele ključeve za enkripciju između cloud provajdera servisa i potrošača je veoma važna i često previđena potreba. Budući da kretanje velike količine podataka brzo i jeftino preko interneta još uvek nije praktično u mnogim situacijama, u mnogim organizacijama moraju da pošalju mobilne medije, kao što je arhiv traka, do cloud provajdera. Veoma je važno da podaci budu šifrovani i da samo cloud provajder i klijent imaju pristup šifrovanim ključevima.

Značajna ograničenja u pogledu grupisanja podataka mogu nastati sa oblakom računara, u zavisnosti od lokacije organizacije, tipa podataka koji se obrađuje i prirodi svog poslovanja. Nekoliko članica Evropske unije (EU), na primer, izričito zabranjuju da privatni lični podaci svojih građana napuste granice države. Određen broj američkih vladinih institucija ne dozvoljavaju da privatni lični podaci svojih zaposlenih budu poslani u spoljni svet (10).

Pored toga, razvijanje cloud-a može povećati pitanja kršenja zakona vezanih za šifrovane informacije, i razvoj može potencijalno izložiti intelektualne svojine ozbiljnim pretnjama. Pravni savetnik organizacije mora izvršiti detaljan pregled svih zahteva pre primene oblaka, kako bi organizacija mogla da održi kontrolu nad geografskoj lokaciji podataka u infrastrukturi provajdera.

U oblastima koje uključuju korisnike i podatke sa različitim klasama rizika koje su izričito identifikovane (kao što su javne i finansijske usluge), organizacija treba da održi rasprostranjenu klasifikaciju podataka. Klasifikacija podataka će odrediti ko ima pristup, kako su ti podaci šifrovani i arhivirani, i kako se koriste tehnologije za sprečavanje gubitka podataka.

8.3.4. Aplikacije i procesi

Klijenti obično podrazumevaju cloud primenu bezbednosnih zahteva u pogledu bezbednosti slika. Svi zahtevi tipičnih primena bezbednosti i dalje važe za aplikacije u cloud-u, ali su takođe preneti i na slike koje hostuju te aplikacije. Cloud provajder treba da prati i podržava siguran proces razvoja. Pored toga, cloud korisnici zahtevaju podršku za poreklo slike i za izdavanje dozvola i kontrolu upotrebe. Suspendovanje i uništavanje slika mora da se sprovodi pažljivo, vodeći računa da osetljivi podatci sadržani u tim slikama ne budu izloženi.

Definisanje, verifikacija i održavanje položaja bezbednosti slika Vis-a-Vis klijent specifične bezbednosne politike je važan uslov, posebno u visoko regulisanim industrijama. Organizacije treba da obezbede da web servisi koje objave u cloud-u budu sigurni, usaglašeni i da zadovolje njihovu poslovnu politiku. Zahvaljujući sigurnom razvoju najbolja praksa je ključni uslov (14).

8.3.5. Mreža, server i krajnja tačka

U zajedničkoj cloud sredini klijenti žele da osiguraju da su svi domeni članova pravilno izolovani i da ne postoji mogućnost da podaci i transakcije procure iz jednog članskog domena u sledeći. Da bismo ovo postigli, klijentima je potrebna mogućnost da konfigurišu sigurnosne virtuelne domene ili pravilno bazirane sigurnosne zone. Kako se podaci kreću dalje od kontrole klijenta, oni očekuju sposobnost sistema nametanja, otkrivanja i sprečavanja da se ugradi u okruženje. Briga nije samo upada u klijentov sigurnosni virtuelni domen, već i potencijal za curenja i "istiskivanja" podataka jest, zloupotreba domena klijenta da omogući napad na treća lica. Premeštanje podataka ka spoljnim servisima stvara dodatne brige o unutrašnjim i internet baziranom uskraćivanju usluga (DOS), ili distribuiranog uskraćivanju usluga (DDOS) napadima.

U deljenoj sredini, sve strane se moraju složiti oko svojih obaveza da bi dali kritičnu ocenu podataka i sprovesti ove kritike na redovnoj osnovi. Organizacija mora preuzeti vodstvo u pogledu ugovora o upravljanju za bilo koju procenu rizika ili primenu kontrole koja se ne obavlja direktno. Gde su kataloške slike obezbeđene od strane cloud provajdera, klijenti žele da ove slike budu bezbedne i adekvatno zaštićene od korupcije i zloupotrebe. Mnogi klijenti očekuju ove slike da budu kriptografski sertifikovane i zaštićene (19).

8.3.6. Fizička infrastruktura

Cloud infrastruktura, uključujući servere, rutere, uređaje za skladištenje, napajanja i ostale komponente koje treba da podrže operacije – moraju biti fizički bezbedne. Zaštitne mere uključuju adekvatnu kontrolu i praćenje fizičkog pristupa koristeći biometrijsku kontrolu pristupa i zatvorenog kruga video (CCTV) monitoringa. Provajder treba da jasno objasni kako funkcioniše fizički pristup serverima koji hostuju klijentske radove i da podržavaju klijentske podatke (22).

9. Bezbedonosni problemi s bazom podataka u cloud computing-u

Briga oko sigurnosti podataka i pristupu podacima u bazi, postaju neophodan deo poslovanja kad se pređe na korišćenje podataka u oblaku. Korisnik želi znati da su njegovi podaci u oblaku zaštićeni i dostupni. Isporučilac usluge postavlja pitanje kakvu uslugu treba ponuditi korisniku: na koji način smestiti korisničke podatke u oblak odnosno koju bazu koristiti a da odgovara skalabilnosti i distribuiranosti clouda, kako administrirati bazu. Obe strane zanima ko je odgovoran za podatke koji se nalaze u oblaku, a ko za bazu.

S jedne strane trebalo bi definisati šta Cloud computing znači za krajnjeg korisnika, koja su pravila, obaveze, prednosti, eventualne opasnosti na koje krajnji korisnik može naići pri postavljanju osetljivih podataka u oblak. S druge strane, teži se postavljanju jasnih pravila, obaveza za isporučioce usluge koji se bez jasno definisanih granica mogu naći u neprilici da budu odgovorni ne samo za podatke, nego i za zakonski neregularne situacije na još neistraženom terenu. Razmotrićemo probleme s kojima se korisnici mogu sresti prilikom smeštanja podataka u oblak, zatim pitanje oblika baze s kojim se sreću isporučioce usluge, Database-as-a-service (18).

Cloud computing predstavlja globalni koncept koji kaže da krajnji korisnik može bilo gde držati svoje podatke, može koristiti bilo koju aplikaciju unutar oblaka i može koristiti bilo koju infrastrukturu i platformu. Kod smeštanja podataka u oblak, korisniku nije bitno gde se ti podaci nalaze, dok god se poštuje (6):

- privatnost podataka,
- zaštita od neovlašćenog pristupa,
- integritet podataka,
- dostupnost,
- brz pristup podacima.

Dakle, osim odabira vrsta usluge koja se traži od oblaka odnosno od isporučioaca usluge, kod smeštanja svojih podataka u oblak treba analizirati i sledeće faktore (14):

- Sigurnost - kontrola pristupa podacima i poštovanje standarda
- Sigurnost - fizička sigurnost (i mrežni deo)
- Latencija - koliko će udaljenost baze uticati na performanse
- Standardi - kako se podaci pune u bazu i vade iz nje
- Zadržavanje podataka - kako “izvaditi” podatke u slučaju raskida saradnje.

Sigurnost pri kontroli pristupa podacima je jasan zahtev. Kod baza podataka unutar organizacije zna se ko ima prava pristupa i pod kojim uslovima. Kada je baza smeštena izvan organizacije postaje teže znati ko ima pristup do podataka, i postaje važno kojih standarda sigurnosti podataka se spoljna organizacija pridržava.

Slično je i kod sigurnosti u fizičkom smislu. Zahtevi na fizičku sigurnost objekta su jasni i svi bi ih trebali poštovati, ali problem nastaje kod fizičke zaštite mreže. Standardno se u mrežnom svetu koriste DMZ zone, firewall-ovi, IDS i slično, da bi se osigurala mreža od neovlašćenog pristupa. Smeštanjem podataka u oblak dolazimo u situaciju da gotovo bilo ko, pa tako na primer i naši konkurenti, mogu legalno zakupiti uslugu na istom fizičkom segmentu mreže, što otvara mogućnost pristupa određenom delu naših podataka mimo naše volje. Standardi za punjenje baza su naravno neophodni, da ne bi došli u priliku da moramo razvijati posebnu aplikaciju samo da bi prebacili podatke iz sadašnje baze u bazu u oblaku i obrnuto.

Zadržavanje podataka, odnosno kako biti sigurni da su naši podaci “izvađeni” od isporučilaca usluge u slučaju prekida saradnje? Ugovorni odnos bi trebao regulirati prava i obaveze obe strane. Međutim, kako možemo biti sigurni da će ugovor biti ispoštovan ako se isporučilac usluga nalazi na nekom drugom mestu na svetu? Trebalo bi jasno definisati gde su granice odgovornosti nad podacima, nad bazom, nad aplikacijom, odnosno granice odgovornosti nad pojedinim uslugama (17).

9.1. Sigurnost podataka u cloud computing-u

Evolucija Cloud computinga sve više ide u smeru postavljanja jasno definisanih pravila za korisnike i isporučioce usluge. Obzirom da krajnjim korisnicima neće biti bitno gde se podaci u cloudu nalaze, može se desiti da su podaci smešteni i u drugoj državi. Cloud "briše" granice između država, ostavljajući korisnike na nejasnom terenu. Prepuštanje brige oko sigurnosti osetljivih podataka provajderu koji smešta te podatke unutar cloud platforme moralo bi biti jasno zakonski regulisano. Vlade mnogih zemalja pokazele su želju da upravljaju razvojem digitalizacije unutar njenih fizičkih granica, gde bi glavno usmerenje bio dogovor sa isporučiocima usluga oko smeštanja servera koji rade s podacima u cloudu (16).

Tokom 2010. i 2011. World Economic Forum je doneo osam akcijskih područja za isporučioce cloud usluga, kao i za vladine agencije, i analizirao pitanja krajnjih korisnika. Pitanja uključuju poteškoće korisnika u razumjevanju ko može pristupiti podacima koje oni stave u cloud, kako su ti podaci zaštićeni i kako korisnici mogu biti sigurni da su podaci obrisani onda kada bi to trebali biti.

Područja delovanja uključuju (15):

- poboljšanje transparentnosti o tome kako su servisi podržani, ko je odgovoran za šta, kako su podaci zaštićeni i koji zakonski ustav se primjenjuje.
- dalja istraživanja u smeru razumevanja i širenja svesti o prednostima clouda uz razumevanje rizika i trenutnih mogućnosti upravljanja rizicima.
- garancija dovoljne mrežne povezanosti kako bi korisnici koji poveravaju podatke cloudu mogli biti sigurni da će po zahtevu moći da pristupe podacima.

Problemska pitanja:

- Vlasništvo nad podacima – lokacija podataka, zakoni, privatnost, pouzdanost, vlasništvo
- Sigurnosna pitanja – interoperabilnost i portabilnost, pouzdanost, zrelost
- Pitanja poslovnog okruženja – autorizovan pristup, integritet i dostupnost, gubitak podataka, uništavanje podataka.

9.2. Data base as-a-service

S tehnološke strane, cloud computing je paradigma koja predstavlja okvir za smeštanje različitih IT usluga van okvira organizacije. IT usluge se mogu smestiti unutar osnovna tri nivoa (14):

- Infrastructure-as-a-Service (IaaS) koji osigurava usluge na najnižem tehnološkom nivou davanja procesorskih usluga, skladištenja podataka,
- Platform-as-a-Service (PaaS) koji osigurava razvojne alate za izgradnju aplikacija,
- Software-as-a-Service (SaaS) koji opisuje model korištenja aplikacija na zahtev. Ovde spadaju i usluge koje nude smeštanje podataka u oblak.

Cloud Storage je model servisa u kojem se korisnicima omogućuje da smeštaju svoje podatke u oblak kao da ih smeštaju na bilo koji drugi uređaj. Neki servisi koriste posebne alate ili web browser ali većina omogućava manipulaciju podacima kroz uobičajeni način u korisničkom OS-u.

DaaS odnosno Data-as-a-Service omogućava smeštanje podataka u oblaku dok se za pristup koriste lokalne aplikacije. Ova usluga je primenjiva samo za osnovno baratanje i manipulaciju podacima. DaaS je usluga koja se postavlja između IaaS i PaaS. DBaaS - Database-as-a-Service je najkompleksnije i najmoćnije rešenje za rad i čuvanje podataka u oblaku. DBaaS nudi potpunu funkcionalnost koja se očekuje od modern baze podataka, pa je pristup moguć korišćenjem API poziva. Upravljački sloj se nalazi u pozadini i brine se o nadgledanju. DBaaS možemo gledati i kao podskup SaaS (Software-as-a-Service), koji pokriva pružanje softvera i hardvera za baze podataka kao servis ili uslugu.

Pri odabiru usluga, treba uzeti u obzir potrebe i prirodu aplikacije koju korisnici koriste. Da li je potrebno samo udaljeno smeštanje podataka, u kom slučaju može poslužiti i najjednostavniji Cloud storage ili se traže osobine koje daje baza podataka. Da li aplikacija traži ili će tražiti npr. transakcije. Danas se sve više spominje termin Cloud Database. Taj termin bi se odnosio na baze

koje su prilagođene za smeštanje podataka u oblak. Pitanje je kakav oblik baze i DBMSa odgovara svojstvima clouda.

Baze u oblaku bi trebale da odgovaraju zahtevima korisnika i svojstvima clouda. Neke od osnovnih karakteristika koje bi trebale imati baze u cloudu, su (20):

- visoka dostupnost
- brzina
- sigurnost i privatnost
- pouzdanost
- konzistentnost
- skalabilnost
- distribuiranost

U razmatranju dva tipa arhitekture distribuiranih baza – shared-nothing i shared-disk, autor smatra da je većina današnjih arhitektura sharednothing arhitektura. Ona se bazira na podeli podataka po serveru – svaki server zasebno bi bio odvojeno skladište podataka. Naime dodavanjem novog servera se ne poboljšavaju performanse, predlaže se shared-disk baze koje dopuštaju klasterima servera da koriste jednu kolekciju podataka. Svi podaci su dostupni svim serverima, nema podele podataka, zahteva se manje servera, jednostavnije održavanje, visoka dostupnost.

9.3. Odabir baze u cloud computing-u

Ovde ćemo razmotriti nekoliko vrsta baza koje bi se mogle razmatrati kao Cloud baze. Relacijske baze podataka i RDBMS počivaju na transakcijama koje imaju ACID (atomicity, consistency, isolation, durability) svojstva (21).

- Atomnost - transakcija je nedeljiva i izvodi se u komadu.

- Doslednost - svaka transakcija transformiše bazu iz jednog korektnog stanja u drugo korektno stanje.
- Izolacija - transakcije se ne smeju sukobljavati i jedna transakcija ne može videti međurezultate druge transakcije.
- Postojanost - potvrđena transakcija je trajno napravljena.

U relacijskim DBMS doslednost je osigurana. Kada je transakcija potvrđena, svi naknadni zahtevi će biti obavešteni o toj transakciji i niko neće videti delimične rezultate transakcije. DBMS uz transakcije koje imaju ACID svojstva, takođe osigurava i kontrolu istovremenosti. Relacijske baze podataka počivaju na strogim principima pa im je prednost: stabilnost i pouzdanost, otpornost na greške, strukturirani jezik za rad sa podacima. Međutim, u oblaku, ukoliko je potrebno osigurati bazu koja mora biti brza, lako proširiva i nadograđiva, relacijske baze nailaze na problem.

Nedovoljna skalabilnost relacijskog DBMS-a bila je razlog pojave drugačijih mehanizama za upravljanje podacima: NoSQL baza podataka i MapReduce. Firme poput Google, Tweeter, Facebook, Amazon koje rade s ogromnom količinom podataka kreirale su vlastite tehnologije za smeštanje i procesiranje velike količine podataka u cloudu, nastojeći istovremeno da održe distribuiranost i skalabilnost baza. Navedene baze nisu relacijske, ne podržavaju ACID svojstva. Amazon je razvio SimpleDB baziran na key-value principu (K-V baza), a Google BigTable baziranu na MapReduce okviru.

Navedene baze, nazvane još i NoSQL baze podataka, su zapravo čista skladišta podataka sa vrlo jednostavnim mehanizmima kontrole podataka i transakcija. NoSQL baze razlikuju se od tradicionalnih relacijskih baza prvenstveno po načinu rukovanja doslednošću podataka. Prema CAP (Brewer's) teoremi kod distribuiranih shared-nothing DBMS moguće je imati samo 2 od 3 karakteristike: doslednost (svi čvorovi u klasteru vide u istom trenutku tačno iste podatke), dostupnost (greška na čvoru ne čini bazu neoperativnom), „partition tolerance“ čvorovi i dalje mogu funkcionirati iako je komunikacija između njih izgubljena).

K-V baze spremaju podatke u key-value formatu. Fleksibilnost K-V baze se ogleda u jednostavnom dodavanju novih zapisa, jednostavnoj izmeni strukture tablica. Podaci se repliciraju na različitim čvorovima što osigurava visoku dostupnost podataka. Rad sa podacima u bazi se oslanja na aplikacijsku logiku pa se mora napisati poseban API za izmenu ili kreiranje podataka. Transakcije su jednostavne (nema kompleksnih transakcija i relacija) (12).

Uopšteno, NoSQL baze su se pokazale pogodne za smeštaj velike količine podataka u distribuiranim sistemima. Mogući nedostatak im je postojanje svojstava DBMS-a, ali one svakako nalaze primenu kod rada sa ogromnom količinom podataka. Objektno orjentisane baze i OODBMS povezuje objektno orjentisane principe sa sistemom za upravljanje bazom podataka. OODBMS bi trebao moći spremati objekte koji skoro nemaju razlike u odnosu na objekte podržane programskim jezikom. Svaki objekt ima svoj OID (object identifier) koji se koristi za jedinstvenu identifikaciju određenog objekta. OID smešta reference na druge objekte u bazi, ali može uzrokovati problem ako se objekat izbriše dok drugi objekti još imaju referencu na njegov OID. Objektno orjentisani DBMS u odnosu na relacijski DBMS ima pojednostavljenu manipulaciju podacima, bržu navigaciju i nižu latenciju. Glavna prednost objektnih baza je što nema relacijskih neusklađenosti (impedance mismatch) pa je time postignuta brzina (10).

Objektno orjentisane baze se ponovo razmatraju u kontekstu rada u cloudu. Osnovna prednost im je brzina, objektna orijentiranost i DBMS. Međutim, postoji takođe nedostatak skalabilnosti i standardizovanog jezika. Sve navedene vrste baza se trenutno koriste u oblaku ili imaju potencijala za korišćenje, pa je moguće da ćemo naići na upotrebu različitih tipova, zavisno od zahteva korisnika, kao i prirodi aplikacija koje budu koristili. Prednost NoSQL baza je rad sa ogromnom količinom podataka, brzina i skalabilnost. Prednost relacijske baze je postojanje standarda koji bi olakšao prenos podataka u slučaju migracija na drugi sistem, što je vrlo bitno za krajnjeg korisnika. Prednost objektnih baza je brzina i jednostavnost rada sa podacima (9).

10. Tehnologije za realizaciju cloud computing-a

10.1. Virtualizacija

10.1.1. Virtualne mašine

Virtualna mašina je okruženje, najčešće program ili operativni sistem, koji fizički ne postoji već je kreiran u okviru nekog drugog okruženja. U ovom smislu, virtualna mašina se naziva "gost" (guest) dok je okruženje u okviru kog je startovana "domaćin" (host). Virtualne mašine se često kreiraju da bi izvršavale zadatke koje host mašina nije u stanju da izvrši. Na primer, ako imamo host mašinu pod operativnim sistemom Windows, možemo kreirati virtualnu mašinu u kojoj ćemo pokrenuti Linux i tako omogućiti korišćenje Linux softvera. Takođe, ako imamo odgovarajuće hardverske resurse, jedan host računar može pokrenuti više virtualnih mašina u isto vreme.

Korisnik koji pristupa virtualiziranom serveru vidi server kao pravi računar, svi resursi kao hard diskovi, procesori i mrežni adapteri se ponašaju kao kod normalnih računara. U suštini, svi ovi uređaji su virtualni. Ako korisnik pristupi hard disku na serveru, on u stvari pristupa kreaciji programa za virtualizaciju a potom host pristupa pravom hard disku da zabeleži podatke.

Informatika definiše virtualnu mašinu (VM) kao softversku implementaciju računara koja izvršava programe kao prava mašina (2).

10.1.2. Definicije

Popek i Goldberg su prvobitno definisali virtualnu mašinu kao efikasan, izolovan duplikat prave mašine. Sada su u upotrebi virtualne mašine koje se ne odnose na realni hardver. Primer: Izraz virtualna mašina se često koristi da opišemo "Java runtime enviroment" firme Sun Microsystems. Java Virtual Machine (JVM) je procesna virtualna mašina koja izvršava kod, koji se naziva bytecode, kreiran specijalno za nju. Tokom ovog procesa JVM kreira virtualne resurse koje bytecode koristi umesto pravih resursa. Na ovaj način Java ostaje nezavisna u odnosu na platformu na kojoj se izvršava pošto je JVM zadužena da virtualne resurse koje dodeljuje bytecode-u transformiše u realne resurse.

Virtualne mašine se dele na dve velike kategorije, prema upotrebi i sličnosti sa pravom mašinom. S jedne strane imamo sistemsku virtualnu mašinu uz pomoć koje možemo da pokrenemo ceo operativni sistem a sa druge imamo procesnu virtualnu mašinu koja je dizajnirana da pokrene samo jedan proces.

Glavne odlike virtualnih mašina su (16):**1. Kompatibilnost**

Virtualna mašina ima sopstveni operativni sistem i aplikacije, kao i komponente koje ima fizički računar na kome se nalazi (matična ploča, grafička karta...), pa je kompatibilna sa svim x86 operativnim sistemima.

2. Izolovanost

Virtualne mašine mogu da dele fizičke resurse jednog računara, ali su međusobno potpuno izolovane i nezavisne. Pad jedne virtualne mašine ne utiče na rad ostalih virtualnih mašina pokrenutih na istom fizičkom serveru.

3. Enkapsulacija

Virtualna mašina je softverski kontejner u kome je enkapsuliran skup virtualnih hardverskih resursa, operativni sistem i aplikacije. Enkapsulacija omogućava lako prenošenje virtualne mašine. Prenos virtualne mašine svodi se na kopiranje fajla.

4. Hardverska nezavisnost

Virtualna mašina je potpuno nezavisna od hardvera na kome funkcioniše. Hardver virtualne mašine može se konfigurisati potpuno drugačije od fizičkog hardvera na kome je virtualna mašina instalirana.

5. Sistemske virtualne mašine

Sistemske virtualne mašine (koje se nazivaju i hardverske virtualne mašine) omogućavaju razmenu osnovnih fizičkih resursa mašine između više virtualnih mašina, od kojih svaka ima sopstveni operativni sistem. Softverski sloj koji omogućava virtualizaciju zove se monitor virtualne mašine ili hipervizor. Hipervizor može raditi na samom hardveru (Tip 1 ili native VM) ili povrh operativnog sistema (Tip 2 ili hosted VM).

Glavne prednosti sistemskih VM-a su (15):

- više operativnih sistema mogu postojati na istom računaru i svi su međusobno izolovani.
- virtualna mašina može obezbediti set instrukcija koji se razlikuje od host računara.

Više VM od kojih svaka ima sopstveni operativni sistem (guest operating system) često se upotrebljavaju prilikom konsolidacije servera, gde se oni procesi (services) koji su izvršavani na posebnim mašinama kako ne bi došlo do mešanja, sada vrše na odvojenim VM na istoj fizičkoj mašini. Ova upotreba se naziva quality-of-service isolation (QoS isolation).

Druga upotreba je testiranje operativnih sistema u koje se još uvek nema poverenja, na primer kada su i dalje u fazi razvoja. Virtualne mašine imaju i druge povoljnosti za razvijanje OS-a, uključujući bolje debugovanje i brži restart sistema.

6. Procesna virtualna mašina

Procesna VM, koja se zove i aplikaciona kontrolna mašina, radi kao normalna aplikacija u okviru OS-a i podržava jedan proces. Kreira se kada taj proces započne, a uništava se kada se proces završi. Namena joj je da pruži programersko okruženje nezavisno od platform na kojoj se pokreće. Ovaj tip VM-a je postao popularan zbog Java programskog jezika, koji se implementira uz pomoć Java virtualne mašine. Drugi primer je .NET Framework⁴⁴, koji radi na VM-i pod nazivom Common Language Runtime.

10.1.3. Tehnike

Emulacija osnovnog hardvera

Ovaj pristup se opisuje kao potpuna virtualizacija hardvera i može biti implementirana korišćenjem hipervizora Tipa 1 ili Tipa 2. Hipervizor Tip 1 radi direktno na hardveru, a Tip 2 radi na drugim operativnim sistemima, kao što je Linux ili Windows. Svaka virtualna mašina može da pokrene bilo koji operativni sistem koji je podržan od strane osnovnog hardvera. Korisnici mogu pokrenuti dva ili više različitih "guest" operativnih sistema istovremeno, u odvojenim "privatnim" virtualnim kompjuterima.

Potpuna virtualizacija je naročito korisna prilikom razvoja operativnog sistema, kada novi, eksperimentalni kod može raditi istovremeno sa starim, pouzdanijim verzijama, od kojih je svaka na posebnoj virtualnoj mašini. Ovaj proces može biti čak i rekurzivan: IBM je debugovao nove verzije svog operativnog sistema virtualne mašine, na kontrolnoj mašini koja radi pod starijom verzijom VM-a, a čak je koristio ovu tehniku da simulira novi hardver.

Standardna x86 procesorska arhitektura koja se koristi u modernim PC-jevima zapravo ne odgovara zahtevima virtualizacije Popeka i Goldberga. Na prvom mestu, ne postoji nijedan izvršni mod u kome sve osetljive mašinske instrukcije uvek prave "interrupt", što bi omogućilo virtualizaciju instrukciju po instrukciju.

Uprkos ovim ograničenjima, nekoliko softverskih paketa je uspelo da pruži virtualizaciju na x86 arhitekturi, iako dinamička rekompilacija privilegovanog koda, koji je prvi implementirao VMware, više utiče na performanse u poređenju sa VM koja radi na arhitekturi koja u osnovi podržava virtualizaciju, kao na primer, IBM System/370 ili Motorola MC68020. Do sada, nekoliko drugih softverskih paketa kao što su Virtual PC, VirtualBox, Parallels Workstation i Virtual Iron uspevaju da implementiraju virtualizaciju na x86 hardveru (15).

Intel i AMD su uveli hardversku virtualizaciju u svoje x86 procesore.

Virtualizacija na nivou operativnog sistema

Virtualizacija na nivou operativnog sistema je serverska virtualizaciona tehnologija koja virtualizuje servere na nivou operativnog sistema (kernel). Može se predstaviti kao particionisanje: jedan fizički server se deli na više manjih particija (koje se inače zovu virtualna okruženja (Virtual Environments, VE), virtualni privatni serveri (VPS), guests, zone, itd.); svaka od tih particija izgleda i radi kao pravi server, sa tačke gledišta korisnika. Jedan od primera su Solaris Zones. Moguće je imati više guest OS-a koji rade na istom OS-u (ovo je moguće na Solaris 10). Ali svi guest OS-i moraju koristiti isti kernel, nemoguće je koristiti drugu verziju i, takođe, ne može se koristiti drugačiji sistem od Solaris-a. Ova arhitektura troši malo resursa što omogućava maksimizaciju upotrebe serverskih resursa. Virtualizacija nije zahtevna i omogućava rad stotinama virtualnih privatnih servera na jednom fizičkom serveru. Iako virtualizacija na nivou operativnog sistema ne dozvoljava rad različitih operativnih sistema (tj. različitih kernela) moguće su druge biblioteke, distribucije, itd.

Za razliku od nje, pristupi kao što je virtualizacija (na primer VMware⁴⁶) i paravirtualizacija (na primer Xen⁴⁷ ili UML⁴⁸(User Mode Linux)) ne mogu postići toliko iskorišćenje, zbog zahtevnosti rada više kernela u isto vreme (14).

10.1.4 Istorijat

Razvoj virtualizacije kroz godine

Ideja virtualizacije se prvi put javila šezdesetih godina u laboratorijama firme IBM. Kroz godine se pojavilo puno hardvera i softvera koji su podržavali ovu tehnologiju. Posle pause osamdesetih i dela devedesetih godina, ova tehnologija se ponovo vraća na velika vrata.

IBM

Godine 1965 istraživači u IBM-u su pokušavali da izmere efektivnost novih ideja u računarskoj industriji. Tražili su način da pojedinačno uključuju i isključuju opcije i tako izmere performanse

računara u različitim uslovima. Na kraju su došli na ideju da računar podele na više manjih delova od kojih je svaki imao svoje resurse, tako da su mogli da ih gasu po potrebi bez izmene ostalih delova.

Posle ovog eksperimenta, IBM je razvio svoju ideju virtualne mašine i na osnovu toga kreirali su operativni sistem za više korisnika. Svaki korisnik ima svoju virtualnu mašinu u kojoj radi i tako dele resurse sa ostalim korisnicima bez međusobnih uticaja. Mnogi univerziteti i firme su iskoristile ovaj sistem jer su mogli da rasporede snagu svojih mainframe računara na više ljudi i tako efikasnije iskoriste procesorsku snagu. Ovaj računar je bio poznat pod nazivom IBM System 370 (S/370) i IBM System 390 (S/390). Ovaj pristup se pokazao veoma efikasnim pošto su se ovi mainframe računari prodavali sve do 2000. godine, a zamenio ih je IBM System z (19).

VMware

Tokom osamdesetih i devedesetih godina virtualizacija je generalno napuštena i njeno mesto su preuzeli jeftini x86 serveri i desktop računari. Umesto da dele resurse jednog mainframe računara, organizacije su se okrenule jeftinim distribuiranim sistemima. Pojava Linux-a i prihvatanje Windows-a tokom devedesetih su postavili x86 servere kao industrijski standard. Ovakav pristup je doneo niz problema:

- Slabo iskorišćenje resursa. Istraživanja pokazuju da se iskorišćenje kreće od 10-15%. Organizacije izbegavaju da koriste jedan server za više aplikacija zbog mogućnosti da jedan softver koji ima sigurnosne propuste ugrožava druge aplikacije.
- Povećanje troškova infrastrukture. Cena održavanja velikih sistema polako raste. Troškovi električne energije, hlađenja i prostora se ne poklapaju sa iskorišćenošću računarskih kapaciteta.
- Povećanje troškova radne snage. Sa porastom kompleksnosti sistema raste i broj stručnjaka koji su neophodni da bi sistem funkcionisao kako treba. Rešenje ovih problema je 1999. godine ponudila firma VMware. Arhitektura x86 u to vreme nije podržavala virtualizaciju i postojalo je puno problema da bi se omogućila efektivna virtualizacija na toj platformi. U okviru x86 seta instrukcija postoji 17 instrukcija koje predstavljaju problem prilikom virtualizacije. VMware softver to rešava na sledeći način:

kada se pozove neka od tih 17 instrukcija, softver za virtualizaciju ih „hvata u letu“ i menja u set instrukcija koje neće dovesti do nestabilnosti sistema. Trenutno je VMware jedan od lidera u virtualizaciji (20).

Java

Ne može se pričati o istorijatu virtualizacije bez pominjanja Jave. Ovaj programski jezik je nastao iz potrebe za potpuno portabilnim programima. Početkom devedesetih u Sun-u je pokrenut Green Project i u okviru njega je rođen programski jezik Oak. Ovaj jezik je promenio ime u Java 1996. godine i tada je izašla verzija 1.0 alpha Java Development Kit.

Osnovna filozofija Jave podrazumeva sledeće ciljeve (11):

1. Treba da bude jednostavna i objektno orijentisana.
2. Treba da bude robusna i sigurna.
3. Treba da bude nezavisna od arhitekture i portabilna.
4. Treba da pruža visoke performanse.
5. Treba da bude dinamička i da podržava niti.

Jedna od glavnih odlika Jave je portabilnost. To znači da jednom napisan program može da radi na bilo kojoj arhitekturi ili operativnom sistemu. Ovo je postignuto tako što se Java ne kompajlira u mašinski kod već u bytecode – kod sličan mašinskom ali ga ne interpretira računar već virtualna mašina specijalno pisana za hardver na kome se izvršava. Ova virtualna mašina se zove Java Virtual Machine (JVM).

U novembru 2006. godine Sun je odlučio da Java postane open source. Java je sada potpuno besplatna i open source osim malog dela na koji Sun nije imao autorska prava.

10.1.5. Popularni softver

Procesne virtualne mašine

Kako je ranije pomenuto, procesne virtualne mašine se koriste da nam pruže programersko okruženje koje je nezavisno od platforme. Najpoznatije procesne virtualne mašine su (18):

- Java virtualna mašina (JVM). Ova virtualna mašina služi za izvršavanje Java bytecode-a. Ovaj kod generalno dobijamo od Jave ali JVM može da se koristi za implementaciju koda drugih programskih jezika. Na primer, programski jezik Ada se može kompajlirati u Java bytecode i onda izvršavati u okviru JVM.
- ☐ Common Language Runtime (CLR). Ova virtualna mašina je deo Microsoft-ove .NET platforme. Koristi bytecode pod nazivom Common Intermediate Language (CIL).
- ☐ Adobe Flash Player. Ova virtualna mašina je razvijena u firmi Macromedia. Firma Adobe preuzima prava posle kupovine 2005. godine. Koristi se za reprodukciju Shockwave Flash fajlova (SWF).
- ☐ ScummVM. Originalno razvijen za grafičke avanture firme Lucas Arts. Trenutno podržava i igre drugih firmi kao što su Adventure Soft i Revolution Software.

Sistemske virtualne mašine

Kada nam je neophodna virtualizacija celog operativnog sistema koristimo sistemske virtualne mašine. Za nas su interesantni sledeći proizvodi (14):

- VMware Workstation – Proizvod firme VMware. Podržava veliki broj operativnih sistema i hardvera i moguće je startovati više virtualnih mašina u isto vreme. Instalira se u okviru drugog operativnog sistema.
- ☐ VMware Server – Omogućava udaljenu administraciju virtualnih mašina. Instalira se u okviru drugog operativnog sistema kao i Workstation ali za razliku od njega ne podržava 3D akceleraciju pa nije pogodan za desktop virtualne mašine već samo za serverske.
- ☐ VMware ESX – Ovaj proizvod je u samom vrhu VMware ponude i idealno je rešenje za virtualizaciju većeg obima. Za razliku od prethodno pomenutih proizvoda za

instalaciju ESX-a nije potreban operativni sistem. Zahvaljujući integrisanom kernelu instalira se direktno na hardveru.

- ☐ Microsoft Virtual PC – Rešenje za virtualizaciju firme Microsoft. Po mnogim stvarima inferioran proizvod u odnosu na VMware ponudu. Podržava samo Windows operativne sisteme i ima veoma slabu hardversku virtualizaciju.
- ☐ XEN - Besplatan softver za virtualizaciju razvijan na Kembridž univerzitetu. Koristi paravirtualizaciju što onemogućava instalaciju guest operativnih sistema bez njihove modifikacije. Od verzije 3.0, uz pomoć Intela, moguće je instalirati operativne sisteme bez potrebe za modifikacijama. Spada u tip 1.

Pojam virtualizacije u nekom najobuhvatnijem smislu, u IT svetu, podrazumeva framework i/ili metodologiju podele resursa kompjutera u više izvršnih okruženja ili udruživanja više manjih resursa u jedno okruženje, primenjujući jedan ili više različitih koncepta ili tehnologija kao što su: podela softvera, „time-sharing“, parcijalna ili kompletna simulacija hardvera, emulacija i mnogi drugi, sa ciljem razdvajanja logičkog interfejsa od fizičkih resursa. Čak i jednostavna operacija, kao što je podela tvrdog diska na particije, se smatra virtualizacijom jer se uzima jedan fizički disk i deli na particije, tako da se stiče utisak rada na fizički odvojenim diskovima. Uređaji, aplikacije i korisnici su u mogućnosti da vrše interakciju sa virtualnim resursima kao da su jedinstveni (6).

Sam termin virtualizacija je postao vrlo popularan i stavlja se u kontekst većeg broja tehnologija ovog tipa (7):

- ☐ Application Virtualization,
- ☐ Desktop Virtualization,
- ☐ Management Virtualization,
- ☐ Network Virtualization
- ☐ Storage Virtualization i
- ☐ Server Virtualization.

Svaki od ovih tipova virtualizacije nalazi svoju primenu u Cloud Computing-u i bez njih koncept „oblaka“ ne bi bio moguć.

Desktop Virtualization je relativno nov termin, koji se pojavio poslednje decenije prošlog veka, i koristio se da opiše proces odvajanja desktopa nekog računara i njegovih aplikacija, podataka itd. od same mašine. Virtualna radna površina je pohranjena na udaljenom serveru, umesto na tvrdom disku lokalnog računara. To znači da se sam desktop, aplikacije, procesi i podaci pokreću i čuvaju centralizovano, a korisnici im pristupaju sa bilo kog uređaja koji ima mogućnost da prikaže desktop okruženje: PC, laptop, smartphone ili laki klijent (thin client).

U VDI (Virtualna Desktop Infrastruktura), postoji centralni server, na kom postoji određen broj virtualnih mašina. Broj virtualnih desktop-a zavisi od samog servera tj. od njegove konfiguracije. Jači i brži serveri mogu da podrže veći broj mašina i obrnuto. Svaka od ovih virtualnih mašina predstavlja nezavistan desktop, na koji se korisnici konektuju putem nekog od protokola za udaljeni pristup. Svi podaci se čuvaju na zajedničkom skladištu (SAN – Storage Area Network) a data centru se pristupa preko lakog klijenta.

Network Virtualization je metoda kombinovanja dostupnih mrežnih resursa putem podele dostupnog protoka na kanale, od kojih je svaki potpuno nezavisan od drugih i može se dodeljivati po potrebi nekom određenom serveru ili uređaju u realnom vremenu. Na taj način se stvara virtualna mreža, koja se može kontrolisati. Najjednostavniji primer virtualizacije mreže su VLAN (Virtualne lokalne mreže).

Storage Virtualization predstavlja spajanje fizičkih skladišta iz više različitih mrežnih diskova u nešto što izgleda kao jedinstveno skladište podataka, kojim se upravlja iz centralizovane konzole. Virtualizacija skladišta se najčešće koristi u SAN-ovima. Upravljanje mrežnim diskovima može biti naporno i zahteva puno vremena. Virtualizacija pomaže administratorima skladišta da operacije kao što su be, arhiviranje, oporavak itd. obavljaju mnogo lakše i za kraće vreme (9).

Management Virtualization se fokusira na tehnologije kojima se upravlja čitavim centrom podataka, i fizičkim i virtualnim delom, kako bi se prezentovala jedna unificirana infrastruktura za ponudu servisa. Ovaj sistem nije ponuđen kroz jedinstven interfejs, već se najčešće deli na više slojeva i njihove operacije su nezavisne. U manjim centrima podataka, nedostatak osoblja može uzrokovati nemogućnost ovakve podele, ali i tada je vrlo bitno izvršiti osnovnu deobu na dva sloja: Resursi (serveri, skladišta podataka, mreže...) i Virtualni Servisi (virtualne mašine, desktop-i i Web aplikacije).

Server Virtualization predstavlja maskiranje serverskih resursa, uključujući broj, identitet, lokaciju fizičkih servera, procesora i operativnih sistema od njihovih korisnika. Administrator servera koristi aplikacije da podeli fizičke servere u veći broj virtualnih izolovanih okruženja. Ova okruženja se ponekad nazivaju privatni virtualni server (2).

Ova apstrakcija je ono na čemu se u suštini i zasniva Cloud Computing. Pre uvođenja virtualizacije servera, bilo je neophodno imati posebne servere za svaku funkciju centra podataka. Neki od tih servera su bili potpuno neiskorišćeni, dok su kod nekih počeli da se javljaju problemi preopterećenja. Uvođenjem virtualnih servera, mogli su se prevazići oba ova problema. Ako je, recimo, server za štampanje zauzet svega 10% vremena, onda se izvrši podela tog fizičkog servera na npr. dva virtualna servera, od čega jedan ostaje u funkciji štampanja, dok se drugi spaja sa nekim drugim virtualnim serverima i na njima se pokreće neka druga zahtevnija aplikacija ili funkcija.

Application Virtualization je termin koji se koristi da opiše softverske tehnologije koje poboljšavaju portabilnost, upravljivost i kompatibilnost aplikacija, tako što se enkapsuliraju i na taj način odvajaju od operativnog sistema na kojem se izvršavaju. Potpuno virtualizovana aplikacija se ne instalira u tradicionalnom smislu, mada se ipak izvršava kao da jeste. Potpuna virtualizacija neke aplikacije zahteva sloj virtualizacije (4).

Ovaj sloj mora biti instaliran na mašini kako bi presretao sve operacije nad podacima i registrom i transparentno preusmeravao ove operacije na virtualizovanu lokaciju. Aplikacija koja izvršava ove operacije ne zna da ne pristupa fizičkim resursima, za koje misli da pristupa.

10.2. Softver za realizaciju

Virtualizacija je preduslov i oslonac koncepta Cloud Computing-a. Ukoliko želimo da izvršimo virtualizaciju neophodan je softverski alat koji je omogućava. Na tržištu su prisutna brojna rešenja kao što su: VMware⁵⁰, Virtualbox⁵¹, Xen⁵², Kernel-based Virtual Machine (KVM), itd. S obzirom da ima mnogo rešenja za različite operativne sisteme koja omogućavaju virtualizaciju, sam softver za virtualizaciju ne predstavlja usko grlo za uspešnu implementaciju Cloud infrastrukture. Pri projektovanju infrastrukture, kada je izbor softvera u pitanju, prvo treba odabrati softver za podršku infrastrukturnom pristupu. U ovoj oblasti dominiraju dva rešenja Eucalyptus i AppLogic. Eucalyptus je besplatni softver koji radi pod Linux-om dok je AppLogic komercijalno rešenje. Nakon ove odluke nameće se pitanje izbora operativnog sistema na kom će biti instaliran softver za podršku infrastrukturnom pristupu. Izbor je između Windows ili nekog Linux rešenja. Kada su Linux rešenja u pitanju, izdvajaju se Ubuntu 9.10 (zbog podrške Cloud Computing-u u vidu Ubuntu Enterprise Cloud-a), Centos 5.5 (odlično funkcioniše u kombinaciji sa XEN hipervizorom i ima dobru online podršku za Eucalyptus) i OpenSUSE 11.2 (dobra online podrška za Eucalyptus).

10.3. Standardne instance

Instance ovih karakteristika zadovoljavaju potrebe većine aplikacija (5):

- Small Instance – ima na raspolaganju 1.7 GB RAM memorije, jednu procesorsku jedinicu (virtualni procesor koji ima snagu procesorske jedinice definisane odgovarajućim

industrijskim standardom), 160 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 32-bitnoj platformi.

- Large Instance – ima na raspolaganju 7.5 GB RAM memorije, četiri procesorske jedinice (dva virtualna procesora pri čemu svaki raspolaže snagom dve procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 850 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi.
- Extra Large Instance – ima na raspolaganju 15 GB RAM memorije, 8 procesorskih jedinica (četiri virtualna procesora pri čemu svaki raspolaže snagom dve procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 1690 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi.

10.4. Instance sa velikom količinom RAM memorije

Instance koje pripadaju ovoj grupi nude velike količine RAM memorije koja je potrebna za visoku propustnost aplikacije uključujući baze podataka i aplikacije za keširanje memorije (9):

- High-Memory Extra Large Instance – raspolaže sa 17.1 GB RAM memorije, 6.5 procesorskih jedinica (dva virtualna procesora pri čemu svaki raspolaže snagom 3.25 procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 420 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi.
- High-Memory Double Extra Large Instance – raspolaže sa 34.2 GB RAM memorije, 13 procesorskih jedinica (četiri virtualna procesora pri čemu svaki raspolaže snagom 3.25 procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 850 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi.
- High-Memory Quadruple Extra Large Instance – raspolaže sa 68.4 GB RAM memorije, 26 procesorskih jedinica (osam virtualnih procesora pri čemu svaki raspolaže snagom 3.25 procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 1690 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi.

10.5. Instance sa snažnijim procesorima

Instance koje pripadaju ovoj grupi imaju proporcionalno više procesorskih resursa nego RAM memorije. Ove instance se koriste za aplikacije koje zahtevaju intenzivno računanje i proračunavanje (8):

- High-CPU Medium Instance – raspolaže sa 1.7 GB RAM memorije, 5 procesorskih jedinica (dva virtualna procesora pri čemu svaki raspolaže snagom 2.5 procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 350 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 32-bitnoj platform i
- High-CPU Extra Large Instance – raspolaže sa 7 GB RAM memorije, 20 procesorskih jedinica (osam virtualnih procesora pri čemu svaki raspolaže snagom 2.5 procesorske jedinice koje su definisane odgovarajućim industrijskim standardom), 1690 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi

10.6. Instance klastera

Instance u okviru ove grupe obezbeđuju snažnije procesorske resurse sa poboljšanim mrežnim performansama. Ove instance su odlično rešenje kada su u pitanju aplikacije koje zahtevaju visoke performanse kada je u pitanju računanje i druge međusobno zavisne mrežno povezane aplikacije.

- Cluster Compute Quadruple Extra Large – raspolaže sa 23 GB RAM memorije, 33.5, 1690 GB prostora na hard disku koji instanca ima na raspolaganju, zasnovana je na 64-bitnoj platformi i raspolaže 10 Gigabit Ethernet-om.

Zaključak

Pored očiglednog proboja ovog novog biznis modela među obične, kućne korisnike, ono što je još važnije je upotreba Cloud-a u poslovne svrhe. To je ujedno i mesto gde je najviše novca u opticaju, a neka velika imena su već odavno počela da ulažu znanje, iskustvo i novac, uključujući se u trku koja je već počela.

Iako je ovaj pojam još uvek izložen raznim diskusijama, i neki ga čak i osporavaju, bliska budućnost će pokazati koliko će Cloud imati uticaja na način na koji koristimo Internet, a to je posebno važno u poslovnoj sferi.

Uprkos senzacionalizmu i za razliku od mnogih tehnologija koje su joj prethodile, kao što su video telefonija, kancelarija bez papira i mobilna televizija, cloud computing će sasvim sigurno ostati prisutan i evoluirati tokom godina koje slede. Potpuno će izmeniti način rada ljudi, kao i poslovanje kompanija, omogućavajući im da koriste usluge na ekonomičniji način.

Usluge cloud computinga naročito su privlačne za male ili početničke kompanije koje ne mogu priuštiti velike inicijalne investicije u informatičku opremu. Ipak, nije verovatno da će veće organizacije potpuno napustiti model informatičkih aktivnosti na licu mesta ili da će informatičke kapacitete koji imaju centralnu ulogu u njihovoj tržišnoj konkurentnosti, zameniti uslugama cloud computinga. Mnoge kompanije i dalje će zahtevati nivo bezbednosti, performansi ili specijalizacije aplikacija koji ne može biti dostignut korišćenjem javnih usluga cloud computinga. One će možda formirati sopstvenu privatnu arhitekturu cloud computinga, skrivenu iza korporativnih firewallova, kako bi iskoristile njihovu efikasnost, ali uz veću bezbednost i kontrolu.

Ukratko, cloud computing ne predstavlja prolaznu modu, ali ni revoluciju u elektronskom poslovanju. Umesto toga, većina kompanija verovatno će koristiti kombinovano informatičko okruženje, u kojem će aplikacije, infrastruktura i u pojedinim slučajevima, svi poslovni procesi, biti realizovani putem javnih i privatnih cloud computinga, a verovatno koristeći i princip hibridnog oblaka.

Cloud computing je, iako baziran na starim principima udaljenog pristupa podacima, ipak uveo jedan nov način razmišljanja, gledan iz šireg konteksta. Kod ponude usluga za smeštaj podataka, u krajnjem fokusu biće korisnik kojem se treba osigurati privatnost podataka, zaštita od neovlašćenog pristupa, integritet podataka, dostupnost, brz pristup podacima, gde god se oni nalazili i zakonska regulativa.

Uređeni dogovori poput definisanja vlasništva nad podacima (lokacija podataka i zakoni, privatnost i pouzdanost, vlasništvo), sigurnosna pitanja (interoperabilnost i portabilnost, pouzdanost, zrelost), pitanja poslovnog okruženja (autorizacijski pristup, integritet i dostupnost, gubitak podataka, uništavanje podataka) daće dodatni podsticaj razvoju oblaka.

Koja usluga smeštanja podataka u oblak će se nuditi, zavisiće od zahteva korisnika, kao i mogućnostima tehnologije. Pri tome će se birati neka od postojećih rešenja koje isporučio usluga nude, ili će se najverojatnije naći i bolja rešenja, pa će se postojeći tipovi baza prilagoditi kako bi što više odgovarale zahtevima korisnika.

U doglednoj budućnosti može se očekivati dalji razvoj usluge Database-as-a-Service. Usluga bi se s obzirom na sigurnost i količinu podataka mogla nuditi u većim data centrima

Bezbednost u Cloud-u takođe karakterišu tradicionalni i dobro poznati problemi klasičnog informacionog sistema u vlasništvu jedne kompanije. Ovde spadaju ranjivosti sistema i mreža, definisanje korisničkog pristupa i neki problemi privatnosti. U Cloud okruženju, koje opslužuje više kompanija i pojedinačnih korisnika, pojavljuju se i nove ranjivosti kao posledica novog načina korišćenja tehnologija. Ovde spadaju ranjivosti izolacije virtuelnih okruženja, problem diverzifikacije lokacija na kojima obrađuju i smeštaju podaci, kao i umanjenje kontrole nad podacima.

Literatura

1. Rhoton, J. (2013) *Cloud Computing Explained: Implementation Handbook for Enterprises*, Kindle Edition, London
2. Linthicum, D. S. (2010), *Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise: A Step-by-Step Guide*, Pearson Education, Inc., Boston
3. Reese, G. (2009) *Cloud Application Architectures Building Applications and Infrastructure in the Cloud*, O'Reilly Media, Sebastopol
4. Mather, T.(2009) *Cloud Security and Privacy: An Enterprise Perspective on Risks and Compliance*, O'Reilly Media, Sebastopol
5. Mulholland, A. (2010) *Enterprise Cloud Computing: A strategy Guide for Business and Technology Leaders*, Meghan-Kiffer Press, Tampa
6. Veinović, M., Jevremović, A. (2008) *Uvod u računarske mreže*, Univerzitet Singidunum, Beograd

Internet izvori:

7. <http://bozzabench.com>
8. <http://www.coming.rs>
9. <http://www.personalmag.rs>
10. <http://www.e-75.rs>
11. <http://prezi.com>
12. <http://www.draganvaragic.com>
13. <http://www.itresenja.com>
14. <http://www.vibilia.rs>
15. <http://www.prekoramena.com>
16. <http://www.virtualizuj.sk>
17. <http://www.znanje.org>
18. <http://www.itcitaliste.rs>