

Cercetări privind soluții de migrare a aplicațiilor în structuri virtualizate de cloud

Alexandru SÎPICĂ

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI București

alexandru.sipica@ici.ro

Rezumat: Cloud Computing apare ca tehnologie la sfârșitul anului 2007, în prezent fiind un subiect în continuă evoluție, datorită multiplelor avantaje. Astfel, datorită tranziției către noile tehnologii, Cloud-ul devine unul dintre principalii piloni ai industriei IT. Apariția limbajelor de programare în anii '80 au adus cu sine necesitatea stocării informațiilor conținute în memorie. Pentru a oferi performanțe ridicate în utilizarea cantităților mari de date, astăzi este necesară rezolvarea problemei scalabilității. Articolul de față prezintă soluții de arhitecturi și metodologii de migrare a aplicațiilor în cloud. Structura articolului este concepută în patru capitole la care s-a adăugat un capitol de concluzii. Primul capitol prezintă câteva aspecte privind utilizarea datelor gestionate de cloud computing. Mai departe sunt prezentate succesiv câteva arhitecturi pentru sisteme și baze de date în cloud computing. Ultimul capitol a fost destinat soluțiilor de migrare în cloud.

Cuvinte cheie: cloud computing, arhitecturi, baze de date, migrare.

Research for application migration solutions in the virtualized cloud structures

Abstract: Cloud Computing is seen as technology in late 2007 and today represents a subject in constant debate, due to its the multiple advantages. Thus, due to the transition to new technologies, Cloud becomes one of the main pillars of the IT industry. To provide high performance, scalability solving the problem today is necessary because huge quantities of data. This article presents solutions to architectures and methodologies for cloud application migration. The structure of the article is conceived in four chapters, to which a chapter of conclusions has been added. The first chapter presents some aspects of using data managed by cloud computing. Below are some architectures for systems and databases in cloud computing. The last chapter was dedicated to cloud migration solutions.

Keywords: cloud computing, architectures, databases, migration.

1. Introducere

O serie largă de articole științifice, precum și studii și cercetări din domeniul IT, subliniază oportunitățile semnificative care se ivesc odată cu răspândirea globală a tehnologiilor informatice avansate și a modelului informatic Cloud Computing. Astfel, prin migrarea aplicațiilor informatice în cloud companiile mici și mijlocii, își cresc competitivitatea pe piață, putând concura cu cele de dimensiuni mari. Prin urmare, oportunitățile de afaceri în România, unde 99,7% dintre întreprinderi sunt mici și mijlocii, iar economia este în curs de dezvoltare, pot fi însemnate.[11]

Înțelegerea inovațiilor aduse de tehnologiile Cloud Computing devin esențiale pentru majoritatea practicienilor din industria IT. Mecanisme, platforme și modele s-au stabilit ca niște blocuri arhitecturale solide care permit utilizarea avantajelor dezvoltării Cloud Computing, putând justifica când și unde putem confirma beneficiile mai mult decât riscurile lor. Cu toate acestea, atunci când se analizează mediile cloud, mulți din comunitatea IT continuă să se concentreze pe soluții imediate. Oferta de SaaS, de exemplu, a devenit comună, și totuși demonstrațiile sunt restrânse în ceea ce poate realiza tehnologia cloud.[10]

La nivel statistic, un studiu prezentat în publicația de specialitate (Market Watch) arată că pe piața globală a bazelor de date care atingea o valoare estimativă de 20 de miliarde de dolari la sfârșitul anului 2008, se înregistrează o depășire a acestei valori în 2009, trendul general fiind unul de creștere. Oracle Database deține o poziție dominantă pe această piață, înregistrând o cotă de aproximativ 44,3%. IBM DB2 deține 21%, iar Microsoft SQL 18,5%. Creșterile pe aceste linii de business sunt relativ similare, 13,3% pentru Oracle și IBM și 14% pentru Microsoft. O poziție aparte o reprezintă MySQL, care ar deține aproximativ 35% ca bază instalată, însă doar 0,5% pondere din valoarea generală a pieței și care, intrată în portofoliul Oracle, prin achiziția Sun Microsystems, are un viitor mai puțin limpede.[9]

Dincolo de cifre, în esență, piața bazelor de date este concurențială, cu poziționări diferite în funcție de regiune cel puțin între primii trei furnizori ducându-se o luptă acerbă pentru diferențiere și acumulare de cotă de piață.[9]

2. Utilizarea de servicii în cloud

Așa cum arată rapoartele de cercetare (Mell P.) Cloud Computing este un model pentru a permite, accesul universal, comod la rețele comune on demand care accesează rețele de calcul configurabile (de exemplu: rețele, servere, stocare, aplicații și servicii), care pot fi provizionate și lansate cu un efort de management minim sau rapid prin furnizor de servicii. Acest model de cloud este compus din cinci caracteristici esențiale, trei modele de servicii, și patru modele de implementare, astfel:[6]

Caracteristici esențiale:

Serviciu la cerere - un consumator poate dispune în mod unilateral de capacitățile de calcul, cum ar fi timpul de server și de stocare de rețea, după cum are nevoie, în mod automat, fără a necesita interacțiunea umană cu fiecare furnizor de servicii.

Acces la rețea - capacitățile sunt disponibile prin intermediul rețelei și accesate prin mecanisme standard care promovează utilizarea de către platforme client eterogene (de exemplu, telefoane mobile, tablete, laptop-uri și stații de lucru).

Punerea în comun a resurselor - resursele de calcul ale furnizorului sunt puse în comun pentru a servi mai multor consumatori, pe baza unui model de închiriere, cu diferite resurse fizice și virtuale alocate dinamic și realocate în funcție de cererea de consum.

Flexibilitate rapidă - capacitățile pot fi prevăzute și eliberate flexibil, în unele cazuri, în mod automat, într-o manieră rapidă în exterior și în interior proporțional cu cererea.

Pentru consumator, capacitățile disponibile pentru furnizare repetată par a fi nelimitate și pot fi însușite în orice cantitate, în orice moment.

Serviciul măsurat - sistemele cloud controlează și optimizează în mod automat utilizarea resurselor prin stimularea unei capacități de măsurare la un anumit nivel de abstractizare adecvat tipului de serviciu (de exemplu, conturi, stocare, procesare, lățime de bandă și conturi de utilizatori activi). Utilizarea resurselor poate fi monitorizată, controlată și raportată, oferind transparență atât pentru furnizor cât și pentru consumatorul serviciului utilizat.

Ofertele disponibile pe piața serviciilor de Cloud vizează în principal 3 tipuri de infrastructuri și anume:

Software-ul ca serviciu (SaaS) - capacitatea furnizată consumatorului este de a utiliza aplicațiile furnizorului care rulează pe o infrastructură cloud. Aplicațiile sunt accesibile de la diverse dispozitive client, fie printr-o interfață client sumară, cum ar fi un browser web (de exemplu, web-based e-mail), sau o interfață de program. Consumatorul nu gestionează sau controlează infrastructura cloud, inclusiv rețeaua, servere, sisteme de operare, stocare, sau chiar opțiuni pentru aplicații individuale, cu excepția setărilor limitate de configurare ale aplicației specifice utilizatorului.

Platforma ca serviciu (PaaS) - capacitatea oferită consumatorului este de a implementa pe infrastructura cloud aplicații create de consumator sau create folosind limbaje de programare, biblioteci, servicii și instrumente susținute de provider. Consumatorul nu gestionează sau controlează infrastructura cloud care stă la bază, inclusiv rețeaua, servere, sisteme de operare sau de stocare, dar are control asupra aplicațiilor implementate și asupra setărilor de configurare.

Infrastructura ca serviciu (IaaS) - capacitatea oferită consumatorului este de a furniza procesarea, stocarea, precum și alte resurse de calcul fundamentale, în cazul în care consumatorul este capabil să implementeze și să ruleze software, care poate include sisteme de operare și aplicații. Consumatorul nu gestionează sau controlează infrastructura cloud de bază, ci are controlul asupra sistemelor de operare, de stocare și aplicațiilor implementate și, eventual, un control limitat de a selecta componentele de rețea (de exemplu, firewall).

La nivel statistic pe piața serviciilor mai sus menționate, întreprinderile mari manifestă un trend crescător în ceea ce privește adopția Cloud. Astfel, în 2017 se constată o creștere cu peste 5% a migrării către servicii de cloud. Această creștere este susținută în primul rând de țările a căror economie este bazată în primul rând pe servicii (Irlanda, Suedia). Pe plan național, conform datelor oferite de Eurostat, putem observa o creștere cu peste 50% (în 2017 față de 2014) a adopției tehnologiilor de cloud la nivelul întreprinderilor mari.

Tablul 1. Achiziționarea de servicii de Cloud Computing (database hosting, softuri de contabilitate, putere de calcul) pentru întreprinderi mari >250 angajați

Nr. crt.	REGIUNEA	2014 %	2015 %	2016 %	2017 %
1	European Union 28	24	-	29	-
2	Belgium	29	34	41	49
3	Bulgaria	11	9	11	12
4	Germany	16	-	21	-
5	Estonia	17	-	30	-
6	Ireland	36	50	50	-
7	Greece	15	18	20	25
8	Spain	24	26	33	35
9	France	19	-	28	-
10	Croatia	27	29	32	40
11	Italy	43	-	30	-
12	Hungary	11	16	19	24
13	Malta	25	35	43	-
14	Netherlands	35	-	42	-
15	Austria	17	-	22	28
16	Poland	11	14	13	17
17	Portugal	19	-	28	35
18	Romania	6	10	10	15
19	Sweden	52	-	60	-
20	United Kingdom	36	-	46	-

Prelucrat după Eurostat, <http://ec.europa.eu>

3. Arhitecturi pentru sisteme și baze de date în Cloud Computing

Migrarea în cloud este un proces complex ce vizează diferite tipuri de arhitecturi și soluții de implementare a bazelor de date în cloud. În acest sens, vom prezenta mai multe tipuri de diagrame de arhitecturi și soluții bazate pe cloud folosind ambele tipuri de infrastructuri cloud public și/sau privat.

În acest sens, există mai mulți factori care trebuie luați în considerare pentru realizarea arhitecturii sistemelor bazate pe cloud:

- *Cost* - de exemplu, datele transferate între servere din interiorul aceluiași datacenter sunt efectuate gratuit. Comunicarea între servere în diferite centre de date din cadrul aceluiași cloud este mai ieftină decât comunicarea între servere în diferite cloud-uri sau on-premise centrele de date;
- *Complexitate* - Arhitecturile simple vor fi întotdeauna ușor de proiectat și administrat. O soluție mai complexă ar trebui să fie utilizată numai dacă o versiune mai simplă nu va fi suficientă. De exemplu, o arhitectură de sistem, distribuită pe mai multe cloud-uri (regiuni) introduce complexitate la nivel de arhitectură și poate necesita modificări la nivel de aplicație pentru a fi capabilă să comunice cu o bază de date migrată la un alt cloud.
- *Viteza* - Cloud oferă flexibilitate pentru a controla viteza sau latența site-ului / aplicației.
- *Portabilitate* - Deși sunt mai ușor de utilizat instrumentele sau serviciile furnizorului de cloud, (cum ar fi un serviciu de baze de date), este important să realizăm că, în situația mutării nivelului particular al arhitecturii la un alt furnizor de cloud, va trebui ca arhitectura să fie modificată corespunzător.
- *Securitate* - pentru arhitecturile de sistem MultiCloud, este important să realizăm faptul că procesul de comunicare între cloud-uri se realizează prin Internet și poate introduce probleme de securitate, care vor trebui abordate cu ajutorul unor anumite tipuri de criptare a datelor sau cu tehnologiile VPN.

Este necesar ca o organizație ce are în vedere portarea bazelor de date în servicii cloud, de orice fel, să cunoască modul de organizare al serviciilor oferite. Astfel, considerăm necesar să prezentăm cele mai importante modele de arhitecturi de baze de date în cloud:

Arhitectura Multi-Datacenter

Orice mediu de producție, care este lansat în cloud, de asemenea, ar trebui să aibă o arhitectură redundantă cu scopul de refacere la eșec și de recuperare. În exemplul de mai jos, există două servere de încărcare de echilibrare, două servere de aplicații, precum și două servere de baze de date, unul master și altul slave. În această diagramă (figura 1) se prezintă utilizarea unui *striped* volum setat la nivelul bazei de date. În cazul în care baza de date este mare și necesită backup mai rapid, se poate lua în considerare, folosirea unui *striped* volum pentru stocarea datelor.

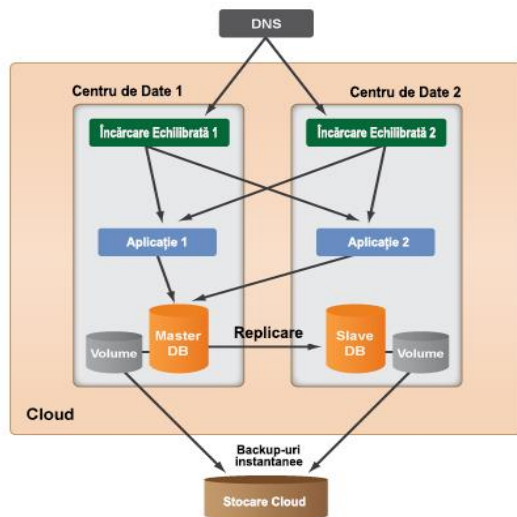


Figura 1. Arhitectura Multi-Data Center

Prelucrat după: *Cloud Computing System Architecture Diagrams* [3]

Arhitectura cu autoscalare

În cazul în care infrastructura de cloud acceptă mai multe centre de date (sau zone), pentru a adăuga un alt nivel de protecție este recomandat ca arhitectura de sistem să fie răspândită în mai multe centre de date, așa cum este prezentat în (figura 2). Fiecare centru de date într-un cloud este

conceput pentru a fi un segment izolat în interiorul aceleiași cloud geografic. Deci, dacă apare o pană de curent într-un singur centru de date, celelalte centre de date nu vor fi afectate. Beneficiul de a folosi mai multe centre de date este de a proteja site-ul / aplicația de a fi afectate în mod negativ de un anumit tip de eșec de rețea / de putere, de lipsa de resurse disponibile specifice pentru un anumit centru de date.

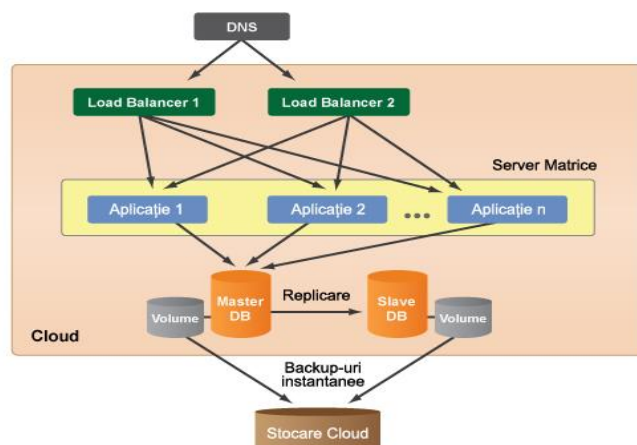


Figura 2. Arhitectura scalabilă

Prelucrat după: Cloud Computing System Architecture Diagrams [3]

Arhitectura Scalabilă MultiCloud

În figura 3 este prezentată Arhitectura MultiCloud. Aceasta oferă flexibilitatea de a găzdui în primul rând cererea dumneavoastră în infrastructura cloud privat, dar și autoscalare într-un cloud public pentru o capacitate de server suplimentară.

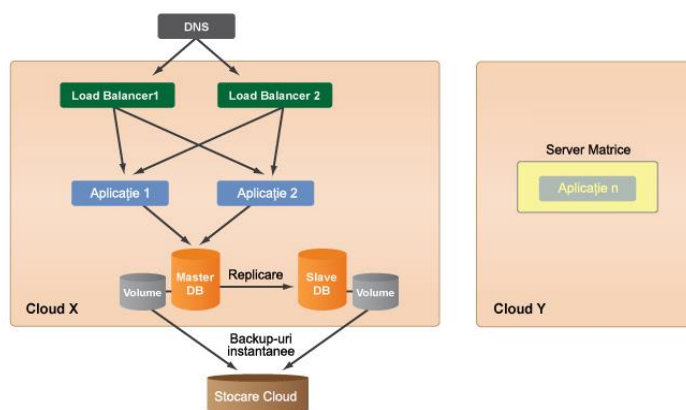


Figura 3. Arhitectura MultiCloud

Prelucrat după: Cloud Computing System Architecture Diagrams [3]

Arhitectură hosting și cloud dedicată

Un alt tip de arhitectură soluție cloud hibrid este de a mobiliza resursele cloud-ului public / privat, împreună cu serverele existente de la un centru intern sau extern de date. De exemplu (figura 5), în situația în care există cerințe stricte în jurul locației fizice a serverului de bază de date, deoarece conține informații de utilizator sau date de proprietate. În astfel de cazuri, chiar dacă baza de date nu poate fi găzduită într-o infrastructură cloud, celelalte niveluri ale aplicației nu sunt supuse aceluiași grade de restricții. În astfel de cazuri, se poate construi o arhitectură de sistem hibrid, folosind o soluție de rețea privată virtuală (VPN) în vederea generării unui tunel pentru comunicații securizate pe un IP public între serverele cloud și serverele dedicate.

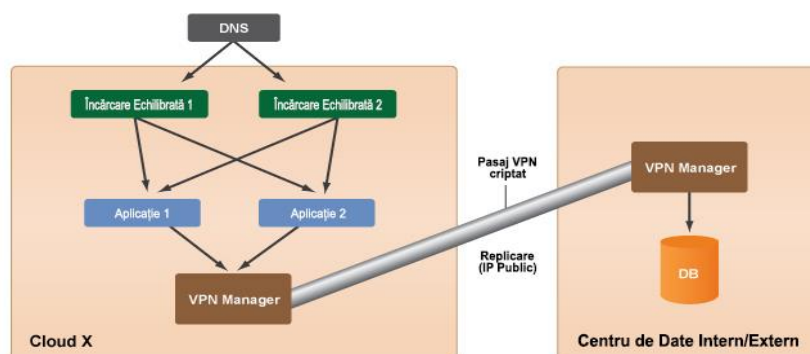


Figura 4. Arhitectură hosting și cloud dedicată

Prelucrat după: *Cloud Computing System Architecture Diagrams* [3]

4. Metodologii de migrare în Cloud

Există patru modele cloud identificate în literatura de specialitate (Dumitrache M., Sandu I. E., Barbu D. C., 2017) și anume: private, publice, hibride, comunitare. Modelele cloud folosite în organizații sunt, în majoritatea cazurilor, private sau hibride, în timp ce furnizorii de servicii utilizează modelele publice și hibride.

Paternurile de migrare în cloud sunt tot mai des utilizate de multe organizații care migrează sistemele software pe cloud (on-premise). Cu toate acestea, soluțiile actuale de migrare masivă pe cloud au făcut o sarcină dificilă din migrarea transparentă a aplicațiilor la cloud (on-premise), uneori fiind un efort bazat pe încercare și eroare.[5]

Economic, migrarea cloud [5] beneficiază de facilitatea oferită de conversia cheltuielilor de capital la costuri operaționale [1]. În literatura de specialitate, combinarea arhitecturii cloud cu centrele de date private adaugă eficiența operațională pentru momentele de vârf ale volumului de lucru, în timp ce sistemele vechi [6] (on-premise) susțin în continuare servicii de bază. În locul re-proiectării sistemelor, acestea pot fi re-găzduite de pe sisteme on-premise pe multiple arhitecturi de tip cloud, atât private cât și publice.

Acest lucru permite crearea unui plan de migrare de la zero, prin combinarea de blocuri de migrare existente sub formă de modele (patterns) de migrare. Este necesar să luăm în discuție mai întâi modelele de migrare și apoi cadrul de implementare multi-cloud.

Modele (patterns) de migrare.

Pentru fiecare model de migrare trebuie să fie definită o schemă de migrare. Un model de migrare este reprezentat printr-o diagramă de proiectare a implementării serviciului înainte și după migrare, astfel încât un model de migrare este o transformare triplă, constând din sursa și ținta de proiectare împreună cu modelul aplicat în specificația de transformare. Fiecare arhitectură este reprezentată de elemente de proiectare bine definite, inclusiv servicii și conectori, platforme de implementare (on-premise și cloud-based) și servicii cloud. Notația aici este asociată vag cu diagrame de componente UML, cu tipuri de componente specifice.

Așa cum arată Jamshidi P., Ahmad, și A, Pahl C., componenta unui serviciu poate fi de sine stătătoare sau poate să conțină componente interne care permit descompunerea ierarhică. Jamshidi P., Ahmad, și A, Pahl C., exemplifică printr-un model de redistribuire format dintr-o componentă (coarse-grained) care consumă servicii de pe o platformă de implementare on-premise. Acestea pot fi servicii de coordonare, ce orchestrează diferite componente în compartimente mai mari sau resurse IaaS pur și simplu, configurabile, furnizând caracteristici necesare pentru sistemul de operare sau de stocare. După migrare, această componentă, în locul platformelor on-premise, folosește o platformă de servicii publice.

Anumite aplicații sunt integrate și susțin procese și servicii de bază, multe dintre aceste aplicații susțin nevoile de utilitate și sunt cu siguranță aplicații independente. Aceste aplicații pot fi potrivite pentru re-implementare directă. Pentru aplicațiile de bază integrate, refactorizarea (re-proiectare sau redesign) este mai adecvată. Modelele de migrare actuale sunt secvențe de modificări de proiectare în implementarea aplicației, prin care aplicația curentă se modernizează treptat.

Modelele de bază evidențiază diferitele principii de construcție pentru arhitectura cloud: re-implementare, re-locare, re-factorizare, re-legare, înlocuire și modernizare.

Modelul de introducere în cloud, prezintă modul de găzduire al aplicațiilor on premise care folosesc cloud-uri publice, pentru adăugarea de resurse în locul celor on-premise. Problema relatată în acest caz face referire la apariția necesității de a îmbunătăți extensibilitatea și evitarea redundanței prin consumul de servicii cloud accesibile publicului existent. Soluțiile fac referire la extinderea on premise prin integrarea cu serviciile cloud publice existente. Beneficiile pot fi date de îmbunătățirea timpilor pe piață, chiar dacă complexitatea crește.

În literatura de specialitate (Jamshidi, P., Ahmad, A., Pahl, C, 2013) se arată că pentru a permite o planificare a migrației ca un proces maleabil, blocurile de construcție adecvate trebuie să fie selectate și combinate. Modele de migrare trebuie să includă principii dorite pentru desfășurarea arhitecturală țintă. Modele de migrare reprezintă activități care urmează să fie combinate într-un plan de migrare, asigurându-se că modelele combinate nu încalcă proprietățile modelului.

Un grafic de tranziție de migrație oferă un plan de migrare generic bazat pe situații și pe posibile modele de migrare. Nodurile grafic sunt configurații arhitecturale curente iar marginile sunt modele de migrare. Natura dirijată a graficului prezintă secvențierea modelelor.

Migrarea în platforme SaaS.

SaaS elimină necesitatea de a gestiona atât aplicația, cât și infrastructura pe care este implementată aplicația. Această abordare poate fi atractivă, însă anumite criterii, cum ar fi acordurile la nivel de serviciu (SLA), portabilitatea datelor și costurile pe termen lung, trebuie evaluate cu atenție atunci când se analizează implementarea SaaS.

În continuare, considerăm necesar prezentarea criteriilor care trebuie evaluate în implementarea SaaS:

- SLA-uri: Furnizorul SaaS trebuie să furnizeze un SLA pentru disponibilitatea generală a aplicațiilor, scalabilitatea și performanța, precum și să furnizeze politici clare și îndrumări pentru întreținerea aplicațiilor și actualizarea ferestrelor.
- Portabilitatea datelor: Furnizorul SaaS trebuie să ofere o modalitate de a permite clienților să dețină și să controleze datele aplicației. Clienții SaaS ar trebui să aibă posibilitatea de a exporta toate datele de aplicație care îi aparțin, într-un format ușor de analizat și migrat la alte aplicații interne sau externe.
- Costuri pe termen lung: Modelul SaaS poate fi atractiv din punct de vedere financiar pentru o întreprindere sau o întreprindere mică care nu a făcut nicio investiție semnificativă în propriul centru de date, datorită costurilor inițiale reduse. Pe măsură ce numărul de utilizatori și perioada de proprietate cresc, cu toate acestea, este necesar să se compare cu atenție costurile recurente pe termen lung în timp cu costul amortizat al proprietății. Ca și în cazul altor modele financiare bazate pe leasing, costurile generale de deținere ar putea fi mai mari pentru un contract de leasing în funcție de creșterea timpului și de utilizare.
- Gestionarea utilizatorilor: utilizatorii Enterprise sunt gestionați în mod obișnuit utilizând servicii de directoare, cum ar fi serviciile Active Directory ale Microsoft sau alte servicii bazate pe Lightweight Directory Access Protocol (LDAP). Pe măsură ce sunt adăugate, șterse sau modificate conturile de utilizator, majoritatea aplicațiilor SaaS nu vor fi actualizate automat cu aceste modificări, creând astfel riscuri suplimentare de muncă și potențiale riscuri pentru administratorii IT.

- **Securitate:** aplicația SaaS poate conține date corporative sensibile când este stocată pe infrastructura furnizorului SaaS. Ar trebui să solicitați transparență în politicile de securitate ale furnizorului de servicii pentru a putea stabili dacă este furnizată o securitate adecvată, în funcție de natura datelor de aplicație.

Migrarea în platforme PaaS.

Există o serie de criterii care sunt utilizate pentru examinarea implementării SaaS, inclusiv SLA, portabilitatea datelor, costurile pe termen lung, managementul utilizatorilor și securitatea. Aceste criterii ar trebui luate în considerare pentru migrarea PaaS.

- **SLA:** Un furnizor PaaS trebuie să furnizeze SLA pentru disponibilitatea și performanța platformei de aplicații. Furnizorul de servicii de cloud ar trebui să furnizeze, de asemenea, politici clare și linii directoare pentru întreținere și gestionarea versiunii platformei și politicile de compatibilitate a versiunilor API între platformă și aplicație.

- **Portabilitatea datelor:** într-un model PaaS, datele aplicației sunt de obicei stocate într-o bază de date furnizată de furnizorul de servicii Cloud. Clientul trebuie să poată exporta datele într-un format care poate fi migrat către alte baze de date.

- **Costuri pe termen lung:** Modelul financiar pentru un PaaS ar trebui comparat cu cel al unei implementări interne a infrastructurii și a serverului / platformei de aplicații utilizând IaaS și implementarea serverului de aplicații folosind serverele bazate pe cloud.

- **Gestionarea utilizatorilor:** o aplicație PaaS va necesita conturi de utilizator administrative și de aplicație. Pentru ambele tipuri de cont, clienții ar trebui să înțeleagă modul în care gestionarea utilizatorilor se aliniaza cu serviciile lor existente și cu procesele de gestionare a utilizatorilor.

- **Securitate:** într-o implementare PaaS, același server de aplicații ar putea găzdui aplicații de la clienți diferiți. Într-un astfel de mediu, este necesară o securitate suplimentară pentru a vă asigura că aplicațiile necinstite nu sunt capabile să exploateze vulnerabilitățile din software-ul platformei pentru a afecta alte aplicații.

Migrarea unei aplicații la o aplicație IaaS implică implementarea aplicației pe serverele furnizorului de servicii cloud. Primul pas în luarea unei decizii de a migra la un model IaaS este de a determina dacă hardware-ul și sistemul de operare (OS) bazate pe cloud sunt compatibile cu hardware-ul și OS-ul serverului curent. De exemplu, dacă o aplicație rulează pe un server x86, serverele cloud trebuie să poată implementa instrucțiuni x86. Dacă hardware-ul nu este compatibil, este posibil ca aplicația să fie reclasificată sau redistribuită pentru noua platformă. În mod similar, dacă sistemul de operare este compatibil, vor fi necesare câteva modificări atunci când aplicația este migrată. Încă o dată, majoritatea aceluiași criterii care sunt utilizate pentru examinarea migrării aplicațiilor SaaS sau PaaS, inclusiv SLA, portabilitatea datelor, costurile pe termen lung, gestionarea utilizatorilor și securitatea, ar trebui luate în considerare pentru migrarea IaaS.

- **SLA:** Pentru o implementare IaaS, aveți nevoie de SLA pentru disponibilitatea și performanța infrastructurii de servere, rețele și stocare. De asemenea, trebuie să primiți informații despre procedurile de întreținere și gestionare a infrastructurii și modul în care sunt gestionate eventualele perioade de nefuncționare.

- **Portabilitatea datelor:** Într-o implementare IaaS, este posibil ca aplicația să utilizeze un server de baze de date care este de asemenea implementat în cloud. În aceste cazuri, furnizorul de servicii cloud trebuie să ofere o modalitate de replicare sau migrare a blocului sau a spațiului de stocare utilizat de serverul de bază de date.

- **Costuri pe termen lung:** Costul unei aplicații IaaS trebuie comparat cu costul de implementare a acelei aplicații pe serverele enterprise. În unele cazuri, implementarea unui cloud public IaaS ar putea avea beneficii evidente din cauza scalării dinamice și a prețurilor bazate pe utilizare. Pentru aplicațiile întotdeauna pe baza resurselor de calcul necesare, costul pe termen lung al proprietății într-un cloud public ar putea să fie mai mare decât costul proprietății într-un cloud privat.

- Gestionarea utilizatorilor: Într-un model IaaS, pot exista până la trei roluri diferite de utilizatori: server administrator, administrator de aplicații, utilizator de aplicație.

- Securitate: Așa cum menționa (Vevea, V. 2016) Securitate cibernetică este starea de normalitate rezultată în urma aplicării unui ansamblu de măsuri proactive și reactive prin care se asigură confidențialitatea, integritatea, disponibilitatea, autenticitatea și nonrepudierea informațiilor în format electronic, a resurselor și serviciilor publice sau private, din spațiul cibernetic. Măsurile proactive și reactive pot include: politici, concepte, standarde și ghiduri de securitate, managementul riscului, activități de instruire și conștientizare, implementarea de soluții tehnice de protejare a infrastructurilor cibernetică, managementul identității, managementul consecințelor. La nivel tehnic, securitatea într-o implementare IaaS, presupune faptul că mașinile virtuale aparținând unor clienți diferiți ar putea fi implementate pe infrastructuri fizice partajate. Atunci când se analizează o migrare a aplicațiilor, trebuie examinate politicile de securitate ale furnizorului de servicii cloud pentru izolarea fizică, precum și conformitatea. Furnizorul de servicii cloud ar trebui să permită auditarea politicilor de securitate și conformitate, utilizând tehnologii și specificații emergente, cum ar fi cele ale forumului CloudAudit.

- Scalabilitate: Aplicațiile care sunt proiectate să scadă vor beneficia de caracteristicile dinamice de scalare într-un cloud. În mod obișnuit, aceste aplicații sunt multilaterale și au caracteristici de încărcare a balanței de solicitare, astfel încât o mulțime de servere de aplicații fără stare pot fi scalate dinamic în sus sau în jos. Dacă intenționați să utilizați această caracteristică, furnizorul de servicii de cloud ar trebui să furnizeze politici clare cu privire la modul în care va funcționa acest tip de scalare și modul în care va fi gestionat conflictul dintre resurse și clienți.

5. Concluzii

1. Pentru fiecare model de migrare ar trebuie să fie definită o schemă de migrare. Un model de migrare este reprezentat printr-o diagramă de proiectare a implementării serviciului înainte și după migrare, astfel încât un model de migrare este o transformare triplă constând din sursa și ținta de proiectare împreună cu modelul aplicat în specificația de transformare. Fiecare arhitectură este reprezentată de elemente de proiectare bine definite, inclusiv servicii și conectori, platforme de implementare (on-premise și cloud-based) și servicii cloud;

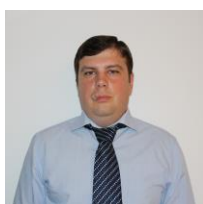
2. Modelele de bază evidențiază diferitele principii de construcție pentru arhitectura cloud: re-implementare, re-locare, re-factorizare, re-legare, înlocuire și modernizare. Pentru a permite o planificare a migrației ca un proces maleabil, blocurile de construcție adecvate trebuie să fie selectate și combinate. Modele de migrare trebuie să includă principii dorite pentru desfășurarea arhitecturală țintă. Modele de migrare reprezintă activități care urmează să fie combinate într-un plan de migrare, asigurându-se că modelele combinate nu încalcă proprietățile modelului;

3. Factori care trebuie luați în considerare pentru realizarea arhitecturii sistemelor bazate pe cloud fac referire în principal la: *Cost* (datele transferate între servere în interiorul aceluiași Data Center sunt gratuite), *Complexitate* (arhitecturile simple vor fi întotdeauna ușor de proiectat și administrat), *Viteza* (oferă flexibilitate pentru a controla viteza sau latența site-ului / aplicației), *Portabilitate* (este mai facilă utilizarea instrumentelor sau serviciilor furnizorului de cloud, (de exemplu un serviciu de baze de date), în situația mutării nivelului particular al arhitecturii la un alt furnizor de cloud, va trebui modificată corespunzător întreaga arhitectură), *Securitate* (pentru arhitecturile de sistem MultiCloud, este important să realizăm faptul că procesul de comunicare între cloud-uri se realizează prin Internet și poate introduce probleme de securitate, care vor trebui abordate cu ajutorul unor anumite tipuri de criptare a datelor sau cu tehnologiile VPN);

4. Gradul de utilizare ridicat face din tehnologia cloud, una din cele mai adoptate și mai importante tehnologii de calcul distribuit. Printre avantajele migrării și utilizării bazelor de date în cloud, putem sublinia: servicii de mentenanță gratuite, accesibilitate și disponibilitate continuă, servicii de securitate ridicată prin criptarea accesului la bazele de date.

BIBLIOGRAFIE

1. Armbrust, M., 2009, Above the clouds: a Berkeley view of cloud computing, documentul poate fi consultat la adresa: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>;
2. Copie A. Introducere în tematica bazelor de date în Cloud, documentul poate fi consultat la adresa: <http://ctrl-d.ro/tips-and-tricks/introducere-in-tematica-bazelor-de-date-in-cloud/>;
3. Cloud Computing System Architecture Diagrams, documentul poate fi consultat la adresa: http://docs.rightscale.com/cm/designers_guide/cm-cloud-computing-system-architecture-diagrams.html;
4. Dumitrache M., Sandu I. E., Barbu D. C., An Integrated Cloud Computing Solution for Romanian Public-Sector Entities: ICIPRO Project, 2017, Studies in Informatics and Control, 26(4) 481-487;
5. Jamshidi, P., Ahmad, A., Pahl, C., 2013, Cloud migration research: a systematic review. IEEE Trans. Cloud Comput. 1(2), 142-157;
6. Khadka, R., Saeidi, A., Idu, A. 2012, Legacy to SOA evolution: a systematic literature review. In: Migrating Legacy Applications;
7. Mell P., Grance T., 2011, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, documentul poate fi consultat la adresa: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>;
8. Vevera. V, România în spațiul cibernetic, 2016, Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 26, nr. 1;
9. Zaigham M., Richard H., Cloud Computing for Enterprise Architectures, 2011, Springer, ISBN 978-1-4471-2235-7;
10. ***[http://collaborate.nist.gov/twiki-cloud-computing/bin/view/CloudComputing/](http://collaborate.nist.gov/twiki-cloud-computing/bin/view/CloudComputing/WebHome) WebHome, <http://www.info.apps.gov/node/2>;
11. *** <http://www.agora.ro/stire/rezultate-ale-studiului-introducerea-i-utilizarea-de-tehnologii-informatic-avansate-intreprin>;
12. *** Eurostat <http://ec.europa.eu>



Alexandru SIPCĂ a absolvit Facultatea de Management în anul 2005. Este doctor la UAMV București. În prezent lucrează Cercetător Științific Gradul III la ICI București. Din 2016 este membru și secretar al Consiliului Științific ICI București. Principalele sale domenii de interes sunt Cloud Computing și Project Management. Este implicat în proiecte de cercetare specifice societății informaționale. Rezultatele activității sale de cercetare au fost publicate în articole de reviste și în conferințe specializate TIC.

Alexandru SIPCĂ is graduated of the Faculty of Management, 2005. His PhD is obtained at UAMV Bucharest. He currently works as a scientific researcher 3rd degree at ICI Bucharest. Since 2016 he is a member and secretary of the ICI Bucharest Scientific Council. His main areas of interest are Cloud Computing and Project Management. He is involved in research projects specific to the information society. His research results have been published in scientific journals and specialized ICT conferences.