

Əlyazması hüququnda

MƏMMƏD ARİF OĞLU HƏŞİMOV

**ŞƏBƏKƏ MÜHİTİNDƏ BULUD SERVİSLƏRİNİN SİNTEZİ
ÜÇÜN METOD VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNMƏSİ**

1203.01 - Kompüter elmləri

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2016

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İnformasiya Texnologiyaları
İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

akademik

R.M.ƏLİQULİYEV

Rəsmi opponentlər:

texnika elmləri doktoru, professor

V.H. MUSAYEV

texnika üzrə fəlsəfə doktoru

L.H. KƏRİMOVA

Aparıcı təşkilat: Sumqayıt Dövlət Universitetinin “İnformasiya
texnologiyaları və proqramlaşdırma” kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi “30” iyun 2016–cı il saat 14⁰⁰-da AMEA
İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun nəzdindəki FD.01.231
Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küç, 9.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İnformasiya
Texnologiyaları İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “27” may 2016–cı ildə paylanmışdır.

FD.01.231 Dissertasiya şurasının

elmi katibi, texnika üzrə fəlsəfə doktoru

R.H. ŞİXƏLİYEV

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

İşin aktuallığı. Müasir dövrdə elmin müxtəlif sahələrində: fiziki, kimyəvi proseslərin, nüvə reaktorlarında baş verən proseslərin, seysmoloji hadisələrin proqnozlaşdırılmasında, aerodinamik proseslərin modelləşdirilməsində, hərbi sahədə yeni silah növlərinin yaradılmasında, kriptografiyada, yeni dərman növlərinin yaradılmasında və s. meydana çıxan böyük hesablama və yaddaş resursları tələb edən mürəkkəb məsələlərin həllində verilənlərin emal mərkəzləri (VEM) (süperkompüterlərdən) geniş istifadə edilir. Bununla yanaşı tədqiqatlarda, kompüter şəbəkəsinə qoşulmuş VEM-in hesablama və yaddaş resurslarından səmərəli istifadə olunmaması xüsusilə qeyd olunur. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, nəhəng şirkətlərin (Intel, IBM, Google, HP, Cisco və s.) VEM-in resurslarının 60-80%-i səmərəli istifadə olunur. Belə olan tədqiqdə, VEM-in istifadəsiz qalan hesablama və yaddaş resurslarından şəbəkəyə qoşulmuş istifadəçilərin mürəkkəb məsələlərinin həllində istifadə etmək olar. Yüksəksürətli əlaqə kanallarının köməyi ilə VEM-ə uzaqdan müraciətin əlverişli olması istifadəçilərin gündəlik fəaliyyətlərində yeni imkanlar yaradır. Bu isə istifadəçilərin şəbəkə resurslarını əldə etməsi imkanlarının kəmiyyətə artmasına və eləcə də, şəbəkə mühitində paylanmış hesablama sistemlərinin (PHS) təşkili prinsiplərinin keyfiyyət dəyişikliyinə səbəb olur.

Hazırda kompüter şəbəkələri əsasında mürəkkəb məsələlərin həlli üçün PHS-nin yaradılmasında bulud texnologiyalarından geniş istifadə olunur. Böyük hesablama və yaddaş resurslarına malik bu cür sistemlər yüksəksürətli əlaqə kanalına malik olan kompüter şəbəkələri əsasında yaradılır. Yüksəksürətli əlaqə kanallarından istifadə etməklə, müxtəlif təşkilat və ya müəssisələrin istifadəçilərinin bulud sisteminin xidmətlərindən faydalanması iqtisadi cəhətdən daha sərfəlidir.

Hazırda dünyada bulud texnologiyasının köməyi ilə VEM -in hesablama və yaddaş resurslarından səmərəli istifadə etməsi istiqamətində intensiv tədqiqat işləri aparılır. Qeyd edilən texnologiya əsasında VEM-in resurslarından şəbəkə istifadəçiləri arasında səmərəli istifadə olunması aktual məsələlərdən biridir.

İşin məqsədi. Bulud texnologiyaları əsasında VEM-in hesablama və yaddaş resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması üçün metod və alqoritmlərin işlənilməsidir.

Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlərə baxılmış və həll olunmuşdur:

- Şəbəkə mühitində paylanmış hesablama sistemləri analiz edilmiş və bulud texnologiyaları əsasında həlli nəzərdə tutulan problemlər müəyyənləşdirilmişdir;
- İstifadəçilərin buludlarda yerləşən məlumatlarına müraciət intensivliyini nəzərə almaqla müxtəlif xarakteristikalı yaddaş qurğularında dinamik paylanması üçün metod və alqoritmin işlənməsi;
- VEM-də yaddaş resurslarının səmərəli istifadəsi üçün modelin işlənməsi;
- VEM-də hesablama resurslarının səmərəli istifadəsini təmin etmək üçün onların optimal paylanması modelinin işlənməsi;
- Elektron dövlət və elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modelinin işlənməsi;
- VEM-də bulud servislərindən istifadə zamanı istifadəçilərin məlumatlarının etibarlılığını təmin etmək üçün təhlükəsizlik məsələlərinin həlli;

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində tədqiqat metodları kimi bulud texnologiyaları, paylanmış hesablama sistemləri, Markov prosesləri, ehtimal nəzəriyyəsi, riyazi modelləşdirmə üsullarından istifadə olunmuşdur.

Müəfiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

- VEM-də istifadəçilərin məlumatlarının yaddaş qurğularında dinamik paylanması metod və alqritmi;
- VEM-də yaddaş resurslarının optimal paylanması modeli;
- VEM-in hesablama resurslarının optimal paylanması modeli;
- Elektron dövlət və elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modeli;
- VEM-də bulud servislərindən istifadə zamanı təhlükəsizlik mexanizmləri.

Elmi yeniliklər:

- istifadəçilərin məlumatlarının VEM-in yaddaş qurğuları arasında dinamik paylanmasının metod və alqritmi işlənməmişdir;
- VEM-in yaddaş resurslarının istifadəçilər arasında optimal bölünməsi modeli işlənməmişdir;
- VEM-in hesablama resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması modeli işlənməmişdir;
- Elektron dövlət və elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modelləri işlənməmişdir.

İşin praktik əhəmiyyəti və nəticələrinin tətbiqi. Dissertasiya işində təklif olunan modellər VEM-də texniki təkmilləşdirmə işləri aparmadan

mövcud resurslardan səmərəli istifadə olunmasına imkan verir. Dissertasiya işində qoyulmuş məsələlərin həlli və əldə edilmiş nəticələr nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir. Dissertasiya işində əldə edilmiş elmi nəticələr Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının (AMEA) 2015-ci ildəki fəaliyyəti haqqında illik hesabatla mühüm elmi nəticə kimi daxil edilmişdir. Alınmış nəticələrdən AMEA-nın AzScienceNet şəbəkəsində istifadə edilmişdir. Ümumiyyətlə, dissertasiya işinin nəticələrindən istismarda olan və layihələndirilən VEM-in istifadəçilərə göstərdiyi xidmətlərin keyfiyyətini yüksəltmək məqsədi ilə istifadə edilə bilər.

İşin aprobasiyası. İşin əsas nəticələri PCI 2012. Beynəlxalq konfransı “Kibernetika və informatika problemləri”. Bakı (2012), Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “İnformasiya təhlükəsizliyi problemləri üzrə I respublika elmi-praktiki konfransı”, Bakı (2013), Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Riyaziyyat və İnformatikanın aktual problemləri Beynəlxalq konfransı”, Bakı (2013), “Elektron dövlət quruculuğu problemləri” I Respublika elmi-praktiki konfransı, Bakı (2014), ICDS 2015. The Ninth International Conference on Digital Society, Lisbon (2015), НСКФ-2015. Национальный Суперкомпьютерный Форум, Переславль-Залесский (2015) konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya işi üzrə 16 elmi əsər çap olunmuşdur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, əsas nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavədən ibarətdir. İşin əsas məzmunu 115 səhifə 23 şəkil və 5 cədvəldən ibarətdir. Ədəbiyyat siyahısında 140 adda mənbə göstərilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və həll olunacaq məsələlər müəyyən edilmişdir. Əldə edilmiş nəticələrin elmi yeniliyi və təcrübə əhəmiyyəti göstərilmişdir.

Birinci fəsildə şəbəkə mühitində bulud servislərinin sintezi problemlərinin tədqiqi həyata keçirilmişdir.

Müasir dövrdə İnternetə qoşulmuş kompüterlər əsasında yaradılan yüksək məhsuldarlıqlı PHS-ə daha perspektivli sistem kimi baxılır. Etibarlılığın yüksəlməsi, əlaqə kanallarında məlumatın ötürmə sürətinin artması, informasiya texnologiyaları və şəbəkə avadanlıqlarının sürətli inkişafı şəbəkələrdə cəmlənmiş kompüterlərin hesablama gücünün artmasına

gətirib çıxarmışdır.

Şəbəkə mühitində mürəkkəb məsələlərin həlli üçün paylanmış hesablama sistemlərinin yaradılmasında bir çox texnologiyalardan: Utility Computing, Distributed Computing (paylanmış hesablama), Cluster Computing (klaster texnologiyaları), Grid Computing (Grid texnologiyaları) və Cloud Computing-dən (bulud texnologiyaları) geniş istifadə olunur.

Hal-hazırda yuxarıda göstərilən texnologiyalar vasitəsi ilə yaradılan sistemlərdən daha ucuz başa gələn bulud texnologiyarı əsasında yaradılan PHS-dən geniş istifadə olunur. Bulud texnologiyaları – istifadəçiyə xidmət şəklində İnternet və ya lokal şəbəkə vasitəsilə əlyətərli olan proqram-aparat təminatıdır. Bulud texnologiyaları müəyyən resurslara (hesablama resurslarına, proqram və məlumatlara) uzaq məsafədən müraciət etmək üçün rahat interfeysdən istifadə etməyə imkan verir. İstifadəçi kompüteri, bu halda, şəbəkəyə qoşulmuş adi terminal rolunu oynayır.

Bulud texnologiyaları konsepsiyası kompüter texnologiyalarının infrastrukturunun və proqram təminatının bilavasitə şəbəkə mühitində yaradılmasını və istifadə edilməsini təmin edir. Bu texnologiyanın köməyi ilə istifadəçinin məlumatları bulud sistemlərində saxlanılır, emal edilir və eyni zamanda brauzerlərin köməyiylə, emal proqramlarının işə salınması və nəticələrə baxılması təmin edilir. Bulud texnologiyaları sisteminin infrastrukturunu, kompüterlərin hesablama və yaddaş resurslarının klasterləşməsi və virtuallaşdırılmasından geniş istifadə etməklə, verilənlərin emal və yaddaş saxlanması mərkəzlərinin yaradılmasını təmin edir.

Bulud texnologiyaları təyinatına görə 4 yerə ayrılır. Ümumi təyinatlı buludlar (bu buludların abonentləri istənilən şirkət və istifadəçi ola bilər), özəl (xüsusi) təyinatlı buludlar (korporativ təşkilatlar, ofislər və bölmələr daxilində yaradılır), qrup təyinatlı buludlar (ümumi maraqları eyni olan bir sıra təşkilatlar üçün istifadə edilir), hibrid buludlar (bir və daha artıq buludun birləşməsindən meydana çıxan modeldir (ictimai, xüsusi və kollektiv)). Bulud texnologiyaları istifadəçilərə 10-a yaxın xidmət təklif edir.

Hal-hazırda bulud sisteminə ən çox istifadə olunan xidmətlər İnfrastruktur xidməti kimi (IaaS, infrastrukturun (hesablama və yaddaş sistemini) icarəyə götürülməsi servisini həyata keçirməyə imkan verir), Platforma xidməti kimi (PaaS, istifadəçilərə virtual serverlərdə (fiziki serverlərdə təşkil olunan) yerləşən əməliyyat sistemlərindən və xüsusişdirilmiş proqram əlavələrindən (Apache, My SQL və s.) istifadə etməyə imkan yaradan virtual platformadır), Proqram təminatı xidməti kimi (SaaS, istifadəçiləri proqram təminatı ilə təmin edir. İstifadəçi proqram

təminatını almır və lazım gələndə ondan məsələnin həllində istifadə edir və istifadəyə görə uyğun pul ödəyir).

Qeyd olunan texnologiya əsasında həlli nəzərdə tutulan (nəzəri və tətbiqi elmlər sahəsində, böyük hesablama və yaddaş resursları tələb edən mürəkkəb məsələlər, resursların optimal paylanması və s.) problemlər müəyyənləşdirilmişdir, fəslin sonunda dissertasiya işində həll ediləcək məsələlər göstərilmişdir.

İkinci fəsildə VEM-də hesablama və yaddaş resurslarının optimal paylanması məsələsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə dissertasiya işində aşağıdakı modellər işlənmişdir:

Bulud texnologiyaları əsasında istifadəçilərin məlumatlarının yaddaş qurğuları arasında dinamik paylanmasının metod və alqoritmi işlənmişdir. Burada faylların (məlumatların) sonlu sayda səviyyələr (yaddaş avadanlıqları) arasında dinamik paylanması məsələsinin bir həlli qarşıya qoyulmuşdur. Səviyələrin malik olduqları yaddaş həcmələri və faylların həcmələri aşağıdakı ilkin şərti ödəməlidir:

Səviyələrin yaddaş həcmələrinin cəmi ümumi yaddaş həcmi olan V -yə bərabər olmalıdır.

$$\sum_{m=1}^M V_m = V, m \in [1, M];$$

Burada M -səviyələrin sayı, V_m – m -ci səviyyənin yaddaş həcmidir.

Fayllara müraciətlərin tezliklərinin nizamlı düzülüşü faylların zəruri sıralanmasını verir. Ona görə də şərtlərin ödənməsini təmin etməklə faylları səviyyələr arasında dinamik bölmək olar.

Lakin müraciətlərin tarixini nəzərə alaraq daha obyektiv sıralanma yaratmaq üçün sadə orta qiymət və ya çəkili orta qiymət metodlarından istifadə etmək olar. Yəni sadə orta qiymət halında i -ci fayla n -ci müşahidə anında müraciətin tezliyi f_{in} olduğundan orta qiyməti k sayda elementdən hesablaya bilərik.

$$SMA_k = \frac{f_{in} + f_{i(n-1)} + \dots + f_{i(n-(k-1))}}{k}$$

Çəkili orta qiymət halında aşağıdakı düsturu tətbiq etmək olar. Burada k əmsalının qiyməti müşahidə anlarının qiymətləri əsasında təyin edilir.

$$WMA_k = \frac{k * f_{in} + (k-1) * f_{i(n-1)} + \dots + f_{i(n-(k-1))}}{k + (k-1) + \dots + 1}$$

Təklif olunan metod istifadəçilərin bulud servislərində yerləşən

məlumatlarına müraciət intensivliyini nəzərə almaqla müxtəlif xarakteristikalı yaddaş qurğularında dinamiki paylanmasını təmin edir;

VEM-də yaddaş resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması modeli işlənmişdir.

M sayda istifadəçilər tərəfindən VEM-də yaddaşa tələbatın modeli Markov prosesi kimi qurulur. Bu prosesin parametrləri aşağıdakı kimi təyin edilir.

1. $E_1, E_2, \dots, E_K$ vəziyyətlər çoxluğu.

Bu çoxluq sonlu çoxluqdur və $K = 2^M$ kimi təyin edilə bilər.

2. Stoxastik keçidlər matrisi. Kəsilməz zamanlı proseslər üçün bu matris bir vəziyyətdən başqa vəziyyətə keçidlərin intensivliyi matrisidir. E_i vəziyyətindən E_j vəziyyətinə keçidin intensivliyini g_{ij} ilə işarə etmək olar. Keçidlərin intensivliyi kvadrat matris şəklində verilir;

$$G = \begin{pmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{K1} & \cdots & g_{KK} \end{pmatrix}$$

Kifayət qədər kiçik $\Delta\tau$ müddətinə E_i vəziyyətindən E_j vəziyyətinə keçidin ehtimalı

$$P_{ij}(\Delta\tau) \approx g_{ij}\Delta\tau \text{ kimi olar}$$

3. Başlanğıc ehtimallar. Zamanın $t = 0$ anında prosesin ehtimallarının vəziyyətlərə görə paylanmasıdır.

$$p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, \dots, p_K^{(0)}.$$

Burada $P_i^{(0)}$ $t=0$ anında prosesin E_i vəziyyətində olması ehtimalıdır. Bu ehtimallar ilkin müşahidələr nəticəsində təqribi təyin edilə bilər.

Əgər $\lim_{t \rightarrow \infty} \sum (p_i^{(t)} - p_i^{(t+\Delta t)})^2 \rightarrow 0$ şərti ödənərsə, demək olar ki, proses erqodikə yaxın prosesdir.

4. Ehtimal vektoru. Modelləşdirilən prosesin əsas xarakteristikasıdır.

$P_t = \{p_1^{(t)}, p_2^{(t)}, \dots, p_K^{(t)}\}$ vektordur. Bu vektor hər hansı t zamanında proses haqda tam məlumat verir. Burada $0 \leq p_i^{(t)} \leq 1$,

$$\sum_{i=1}^K p_i^{(t)} = 1$$

şərtləri ödənilir.

Kəsilməz zamanlı Markov proseslərində bu ehtimallar təqribi üsullarla hesablanı bilər. Proses erqodik xüsusiyyətlərə malik olsa yəqənə

həlli olan cəbri tənliklər sistemi alınır.

Alınmış vektor prosesin i -ci vəziyyətdən digər vəziyyətə keçid ehtimalları vektorudur. Praktiki təcrübələr nəticəsində aşağıdakı ehtimal sıxlığı funksiyası alınmışdır:

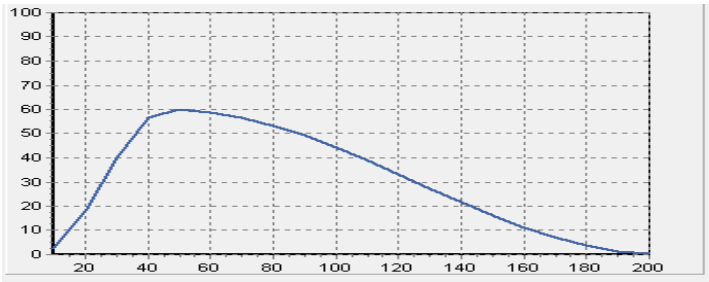
$$p(i) = \begin{cases} \frac{1}{200} * [1 + \sin\left(\frac{-\pi}{2} + (i - 1) * \frac{\pi}{40}\right)] & i \in [1, 40] \\ \frac{1}{200} * \left[1 + \sin\left(\frac{\pi}{2} + (i - 41) * \frac{\pi}{160}\right)\right] & i \in [41, 200] \end{cases}$$

Məlumdur ki, istifadəçilərin sayı $j \in [i + 1; i + N]$ parçasında olduqda yaddaşdan istifadə ehtimalı

$$\sum_{j=i+1}^{i+N} p(i)$$

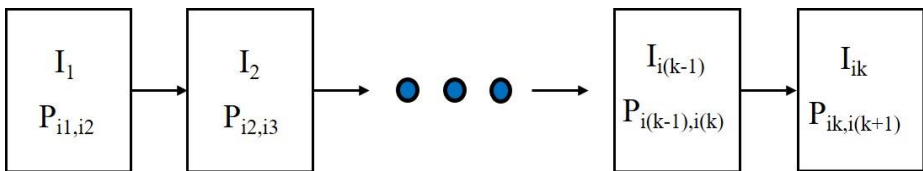
kimi hesablanı bilər.

Beləliklə biz müxtəlif kombinasiyalarda 1-10, 11-20, 21-30, 31-40 sayda istifadəçinin VEM-ə müraciət etməsinin ehtimallarını hesablaya bilərik. Bu da bizə müxtəlif saylı istifadəçilər qruplarının eyni zamanda hansı ehtimalla müraciət edə biləcəklərini göstərir. Şəkildən görüldüyü kimi, yaddaşa ən çox müraciət etmə ehtimalı 60 faizdir. İstifadəçilər qrupunun 60 faizinin eyni vaxtda müraciət etməsi ehtimalı isə 40 faizdən də azdır.



Şəkil 1. Yaddaşa müxtəlif istifadəçilər qrupunun eyni vaxtda müraciət etməsinin faiz göstəriciləri.

VEM monitoring prosesinin gedişində prosesin hansı vəziyyətlərdən keçdiyi saxlanılır və ekrana verilir. i_k – lar monitoring prosesinin keçdiyi vəziyyətlərdir. Burada $p_{ik,i(k+1)}$ –lar isə $(k+1)$ -ci vəziyyətə keçidin proqnoz edilmiş ehtimalıdır.



Şəkil 2. Monitoring ekranı.

Uzunmüddətli monitoring nəticələri verilənlər bazasında saxlanılır.

Model yaddaş resurslarının israf olunmadan istifadə olunmasını təmin edir. Beləliklə, resurslar yalnız istifadə olunduğu qədər ayrılır və israf olunmur. Resursun bu formada paylanması həm bulud provayder, həm də istifadəçi üçün sərfəlidir. Belə ki, istifadəçi rezerv etdiyi resursun deyil, sadəcə faktiki istifadə etdiyi resursun pulunu ödəyir.

VEM-in hesablama resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması modeli işlənmişdir.

Praktiki məsələnin həlli zamanı məsələlərin həllinə ayrılmış prosessorların sayı ilə zaman arasında əlaqə cədvəldə olduğu kimi müəyyən edilmişdir.

Processorların sayı	Sərf olunan zaman
2	70:01:30.931
4	40:59:59.770
8	28:29:24.391
12	23:35:24.241
16	16:35:52.527
24	12:56:28.743

Cədvəldə verilmiş eksperimental asılılığın modeli hiperbolik funksiya şəklində seçilmişdir.

T -məsələnin həllinə sərf olunan zaman, P -prosessorların sayıdır.

$T = \frac{k}{p}$ hiperbolik funksiyanın k əmsalının qiyməti

$$E = E_h = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \left(\frac{k}{p_i} - T_i \right)^2$$

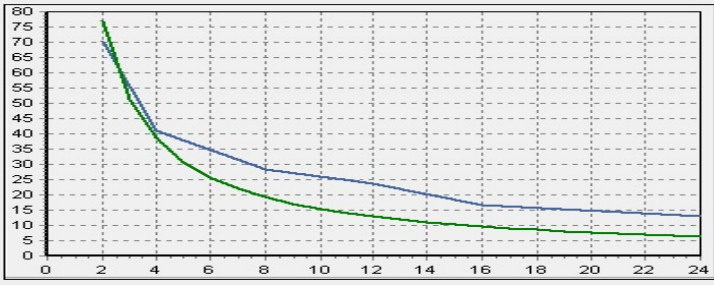
orta kvadratik fərqi minimallaşdıran

$$\frac{dE}{dk} = 2k \sum_{i=1}^l \frac{1}{p_i^2} - 2 \sum_{i=1}^l \frac{T_i}{p_i} = 0$$

tənliyin həllindən tapılır:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^l \frac{T_i}{p_i}}{\sum_{i=1}^l \frac{1}{p_i^2}}$$

Modelin analizindən belə bir nəticəyə gəlmək olur ki, zəruri hallarda modeli $p = \frac{k}{T}$ kimi tətbiq etməklə məsələnin həllinə tələb olunan zamana görə paralel qoşulacaq prosessorların sayını təyin etmək olar.



Şəkil 3. Hiperbolik funksiya halı üçün modelin qrafik təsviri.

Buradan yeni istifadəçilərə hesablama resurslarının ayrılması şərtlərini aşağıdakı sistem kimi yazı bilərik:

$$\begin{cases} \frac{k}{T_m} < P_M - \sum_{i=1}^l p_i \\ \frac{k}{T_m} < p_m \end{cases}$$

Burada $\frac{k}{T_m}$ – yeni istifadəçiyə lazım olan prosessorların sayı, T_m – istifadəçinin məsələsinin həlli üçün qoyulan tələb, P_m – ümumi prosessorların sayı, p_m – bir məsələnin həlli üçün prosessorların sayı, $\sum_{i=1}^l p_i$ hal-hazırda istifadədə olan prosessorların sayıdır.

Sistemin həlli yeni istifadəçiyə hesablama gücünün ayrılması şərtini verir və aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{k}{T_m} < \min\{p_m, P_M - \sum_{i=1}^I p_i\}$$

Beləliklə, təklif edilən model məsələnin həll vaxtı ilə istifadə edilən prosessorların sayı arasında hiperbolik asılılığın olmasını müəyyən edir. Bu isə VEM-in hesablama resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanmasını təmin edir və resursların daha səmərəli istifadə edilməsinə imkan verir. Model əsasında ayrılmış hesablama resurslarının istifadəsiz qalan resurslarından yeni istifadəçilərə əlavə avadanlıqlardan istifadə etmədən hesablama gücü ayırmaq mümkün olur.

Üçüncü fəsildə elektron dövlət və elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modelləri işlənmişdir.

Son dövrlərdə şirkətlər və çoxsaylı istifadəçilər elektron dövlət xidmətlərindən geniş istifadə edirlər. Bu isə elektron dövlətin müasir texnologiyalar əsasında davamlı inkişafını tələb edir. Digər tərəfdən, təşkilatların öz şəbəkə infrastrukturlarını genişləndirmək üçün istifadə etdikləri kompüter və şəbəkə avadanlıqlarının qiymətləri və bu strukturu işçi vəziyyətdə saxlamaq üçün sərf edilən xərclərin məbləği daim yüksəlir. Bununla əlaqədar böyük şirkətlər mövcud resurslardan istifadə edərək, xərcləri azaltmaq üçün geniş tədqiqat işləri aparır və öz tələblərini təmin etmək üçün yeni həll yolları axtarırlar. Aparılan tədqiqatların analizi göstərir ki, şəbəkə resurslarından maksimum faydalanmaq üçün bulud texnologiyalarından istifadə etmək lazımdır. Bu texnologiya şəbəkə resurslarından və İnternet xidmətlərindən səmərəli istifadə edilməsinə təminat verir.

Hal-hazırda, e-gov.az portalında müxtəlif nazirlik və komitələrə məxsus 500-ə yaxın xidmət növü fəaliyyət göstərir. Hər hansı bir istifadəçi portala müraciət edib ona lazım olan xidmət növünə sorğu göndərdikdə, həmin sorğu aidiyyəti üzrə həmin qurumun VEM-nə göndərilir və orada emal edilir. Bu isə bir çox dövlət qurumlarına məxsus VEM-in olmasını zəruri edir. VEM-lər daim işçi vəziyyətində saxlanılması, müxtəlif platformalar üzərində qurulması, çoxsaylı əməliyyat sistemlərindən istifadə, mühəndis və proqramçı qruplarının olması, enerji sərfiyyatı, soyutma sistemlərindən istifadə və s. əlamətlərinə görə xarakterizə olunur. Həmçinin VEM-in müxtəlif platformalardan və əməliyyat sistemlərindən istifadə etməsi onların bir-birinə inteqrasiya olunmasını çətinləşdirir.

Qeyd olunan problemlərin aradan qaldırılması və istifadəçilərə daha keyfiyyətli xidmətlərin göstərilməsi üçün ölkəmizin nazirlikləri və digər dövlət orqanlarında ayrı-ayrı VEM-lərinin yaradılması əvəzinə onların bulud texnologiyaları əsasında yaradılan E-gov.az portalının vahid VEM-də cəmlənməsinin konseptual modeli təklif olunmuşdur. Belə olan halda vahid VEM-in resursları seqmentlərə bölünərək hər bir dövlət qurumunun istifadəsinə verilir və onlar istifadəçilər üçün lazımı olan informasiya resurslarını həmin VEM-də yerləşdirir. Bu isə yuxarıda qeyd olunan problemlərin aradan qaldırılmasına və xərclərin optimallaşdırılmasına imkan verir.

Bulud texnologiyalarının elektron kitabxanaların (e-kitabxana) yaradılmasında istifadə edilməsini yeni bir mərhələ kimi qeyd etmək olar, bu da öz növbəsində daha geniş tutumlu verilənlər bazasının yaradılması, şəbəkə üzərindən informasiyanın paylanması, həmçinin istifadəçiləri yeni növ xidmətlərlə və informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və məsrəf xərclərin azaldılması kimi məsələlərin həllində köməklik etmiş olacaq. Burada bulud texnologiyaları əsasında yaradılan informasiya sistemi vasitəsilə klasterləşdirilmiş informasiya arxivləşdirilə və fərqli əməliyyatlar üçün istifadə edilə bilər.

E-kitabxanalar son illər ərzində çox sürətlə inkişaf etməyə başlamışdır. E-kitabxanalar istifadəçilərə kitabxana xidmətlərindən yararlanmaq üçün ev və ofislərindən birbaşa həmin kitabxanalara daha rahat və təkmilləşdirilmiş giriş imkanı verir. Yəni, istifadəçilər kitabxananın təklif etdiyi kitabları oxuya, araşdırma apara bilər və bu səbəbdən də e-kitabxana inkişafyönlü texniki avadanlıq və proqram təminatı ilə təchiz olunmuş platforma hesab olunur. Lakin zəif infrastruktur, yüksək xərclər və bahalı proqram təminatları bu kitabxanaların inkişafına və istifadəsinə mane olan səbəblərdəndir. Nəzərə alsaq ki, bir çox elmi-tədqiqat və təhsil müəssisələrində e-kitabxana mərkəzləri fəaliyyət göstərir və bu e-kitabxanalarda böyük həcmli verilənlərin (resurslar, istifadəçi məlumatları və s.) saxlanması üçün VEM-in yaradılmasına böyük maliyyə xərcləri tələb olunur. Qeyd edilən maliyyə xərclərini azaltmaq üçün elmi-tədqiqat və təhsil müəssisələrində fəaliyyət göstərən e-kitabxana mərkəzlərinin VEM-nin yaradılması əvəzinə bulud texnologiyaları əsasında yaradılan vahid mərkəzlərdə cəmlənməsinin konseptual modeli təklif edilir.

Təklif olunan modelin üstünlüklərindən biri də e-kitabxanaların resurslarından istifadə edən hər bir istifadəçi üçün fərdi buludların yaradılmasıdır. İstifadəçi buludlarının yaradılması nəticəsində kitabxanalarda resursların istifadəsi barədə informasiya bu buludlarda

toplanır, bu da informasiyaların analiz olunması və emalı üçün çoxlu imkanlar yaradır.

Eyni zamanda buludlarda toplanan informasiya əsasında istifadəçinin analizini həyata keçirməklə, hansı elmi istiqamətlərə, hansı elmi məqalələrə və s. müraciət intensivliyi öyrənilir. Agent texnologiyalarının köməyi ilə istifadəçinin istifadə etdiyi elmi istiqamətlər üzrə materiallar toplanıb həmin istifadəçinin buludlarında yerləşdirilir. Bu isə istifadəçilərə məlumatların sürətli əldə olunmasına kömək olacaq.

Dördüncü fəsildə AzScienceNet şəbəkəsində bulud servislərindən istifadə edərək eksperimentlər aparılmışdır.

AzScienceNet şəbəkəsində OpenStack və OwnCloud proqram təminatları vasitəsilə müvafiq olaraq AzCloud və AzStorage xidmətləri qurulmuşdur.

Şəbəkənin hesablama resurslarından istifadə edərək eksperimentlər aparılmışdır. Eksperiment olaraq 30000 ölçülü matrislərin hasilə əməliyyatına baxılmışdır. Bunun üçün Linpack banchmark proqramından istifadə olunmuşdur. Bu proqram mikroprosessorların hesablama güclərini yoxlamaq üçün istifadə edilir. İlk öncə, hesablama texniki göstəriciləri 24 prosessorla malik olan qovşaqlarda yerinə yetirilir. 2, 4, 8, 12, 16, 24 prosessorlar arasında müqayisələr aparıldıqda prosessorların sayını artırıdınca məsələnin həllinə sərf olunan zamanın xətti olaraq azaldığı müşahidə edilir.

Daha sonra matrislərin ölçüsünü artırmaqla (40000) müxtəlif qovşaqlarda yerləşən prosessorlar arasında hesablama aparırıq. Müxtəlif hesablama qovşaqlarında yerləşən prosessorların arasında məsələnin paylanması, prosessorların seçilməsi son nəticələrin alınmasına təsir edir. Xətti asılılıqla müqayisədə prosessorların sayı artırıldıqda məsələnin həllinə sərf olunan zamanda cüzi azalma müşahidə olunur. Bu isə prosessorların sayı ilə zaman arasında hiperbolik asılılığın olduğunu göstərir.

AzScienceNet şəbəkəsində bulud servislərindən istifadə zamanı təhlükəsizlik problemlərinin həll mexanizmləri təklif olunmuşdur.

Buludun elementlərinə edilən funksional hücumların qarşısının alınması üçün buluddan əvvəl əks proksi quraşdırılmışdır. Kliyentə edilən hücumlardan qorunmaq üçün autentifikasiya üsulundan və qarşılıqlı autentifikasiya zamanı şifrələnmiş əlaqədən istifadə edilir. Parolun yığılma metodları ilə ələ keçirilməməsi üçün sertifikat və tokenlərdən istifadə edilir. Fiziki serverlərin oğurlanması və ya qəza hallarından qorunmaq üçün məlumatlar buludda saxlanılan kimi onların bir nüsxəsi avtomatik olaraq bir neçə serverə paylanır. Məlumatların itməsi təhlükəsi və qəza hallarından sonra bərpa üçün ümumi backup sistemi vasitəsilə bütün məlumatların

ehtiyat nüsxələrinin çıxarılması həyata keçirilir. Rabitə kanalı ilə ötürülən məlumatların digər şəxslər tərəfindən tutulmaması üçün ötürülən verilənlərin ilk növbədə şifrələnməsi təmin olunur.

DISSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

Dissertasiya işi üzrə aparılmış tədqiqatlar zamanı qoyulmuş məsələlər həll olunmuş və aşağıdakı əsas elmi nəticələr əldə olunmuşdur:

1. Kompüter şəbəkələri əsasında paylanmış hesablama sistemləri təhlil edilmişdir. Bulud texnologiyalarının yaranması, inkişaf mərhələləri, müasir vəziyyəti və problemləri analiz edilmişdir.
2. Bulud texnologiyaları əsasında istifadəçilərin məlumatlarının yaddaş qurğularında dinamik paylanması üçün metod və alqoritm təklif olunmuşdur.
3. VEM-də yaddaş resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması üçün model işlənmişdir.
4. VEM-də hesablama resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması modeli işlənmişdir.
5. Elektron dövlət və elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modelləri işlənmişdir.
6. AzScienceNet şəbəkəsində bulud servislərinin təhlükəsizlik problemlərinin həll mexanizmləri təklif olunmuşdur.
7. AzScienceNet şəbəkəsində bulud servislərindən istifadə edərək eksperimentlər aparılmışdır

Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir:

1. Alakbarov R.G., Hashimov M.A. About Scientific and Technological Problems of the reconstruction of AzScienceNet Network based on Cloud-Oriented Architecture / **The fourth international conference “Problems of cybernetics and informatics”** September 12-14, 2012, Baku, Vol. 1, pp. 46-49.
2. Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A. AzScienceNet şəbəkəsində cloud computing texnologiyalarının tətbiqi perspektivləri haqqında // **İnformasiya texnologiyaları problemləri**, 2012, №2, s.30–36.
3. Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A., Mustafayev T.İ. AzScienceNet şəbəkəsində Cloud computing xidmətinin təhlükəsizlik məsələləri və həlli yolları / **Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “İnformasiya təhlükəsizliyi problemləri üzrə I respublika elmi-praktiki konfransı”**, 2013, Bakı, s. 131-133.

4. Hashimov M.A. Establishment of Computing Services in AzScienceNet based on Cloud Technology / **Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Riyaziyyat və İnformatikanın aktual problemləri Beynəlxalq konfransı”**, Bakı, 2013, s. 219.
5. Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A., Mustafayev T.İ. Cloud Computing xidmətinin təhlükəsizlik məsələləri və onların həlli yolları // **İnformasiya texnologiyaları problemləri**, 2014, №2, s.33-39
6. Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A. Elektron dövlətdə bulud texnologiyalarından istifadə imkanları və perspektivləri / **“Elektron dövlət quruculuğu problemləri” I Respublika elmi-praktiki konfransı**, 4 dekabr, 2014, Bakı, s.132-135.
7. Alakbarov R.G., Pashayev F.Y., Hashimov M.A. Development of the Model of Dynamic Storage Distribution in Data Processing Centers / **The Ninth International Conference on Digital Society**, February 22-27, 2015, Lisbon, Portugal, p. 35-37
8. Ələkbərov R., Həşimov M., Mustafayev T., Yaqubov M. AzScienceNet elm kompüter şəbəkəsinin İnternet xidmətlərinin təhlükəsizliyi məsələləri / **İnformasiya təhlükəsizliyinin multidissiplinar problemləri üzrə II respublika elmi-praktiki konfransı**, 14 may, 2015, Bakı, s.119-122
9. Əliquliyev R.M., Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A. Bulud texnologiyalarının elektron dövlət sistemində tətbiqi məsələləri // **İnformasiya cəmiyyəti problemləri**, 2015, №1, 3-11.
10. Alakbarov R., Pashayev P., Hashimov M. A Model of Computational Resources Distribution Among Data Center Users // **International Journal of Advancements in Computing Technology**, 2015, Vol.7, №2, pp. 1-6.
11. Alakbarov R., Pashaev P., Hashimov M. Development of the Model of Dynamic Storage Distribution in Data Processing Centers. // **I.J. Information Technology and Computer Science**, 2015, vol.7, №.5, pp. 18-24.
12. Alguliyev R.M, Alakbarov R.G, Mammadov E.C, Hashimov M.A. The perspectives of cloud technology implementation in digital library // **SYLWAN**, 2015, Vol. 159, №3, pp. 97-108
13. Alakbarov R., Pashayev P., Hashimov M. Development of the Method of Dynamic Distribution of Users' Data in Storage Devices in Cloud Technology // **Advances in Information Sciences and Service Sciences**, 2016, Vol.8, №1, pp. 16-21.

14. Ələkbərov R.Q, Həşimov M.A, Ələkbərov O.R. Elektron kitabxana mühitində bulud texnologiyalarının tətbiqi / **“E-kitabxanaların formalaşması problemləri” respublika elmi-praktiki konfransı**, 15 aprel, 2016, Bakı, s.64-66
15. Ələkbərov R.Q., Həşimov M.A. Bulud texnologiyaları: xidmətlər, problemlər və tətbiq sahələri // **İnformasiya texnologiyaları problemləri**, 2016, №1, s.3–10
16. Alakbarov R., Pashayev P., Hashimov M. Development of the Method of Dynamic Distribution of Users' Data in Storage Devices in Cloud Technology / **SAI Computing Conference**, 13-15 july, 2016, London. (Qəbul olunub).

Həmmüəlliflərlə dərc olunmuş işlərdə iddiaçının şəxsi rolu:

- (1), (2), (15) - Bulud texnologiyalarının yaradılması, inkişaf mərhələləri, modelləri, servisləri və problemləri araşdırılmışdır. AzScinceNet şəbəkəsində bulud servislərinin tətbiqi imkanları təhlil edilmişdir.
- (3), (5), (8) - Bulud texnologiyalarının təhlükəsizlik problemlərinin araşdırılması və AzScienceNet şəbəkəsində bulud xidmətinin təhlükəsizlik mexanizmləri işlənmişdir.
- (6), (9) - Elektron dövlətdə bulud texnologiyalarından istifadə imkanları tədqiq olunmuşdur. Elektron dövlətdə resursların virtuallaşmasının konseptual modeli işlənmişdir.
- (7), (11) - Məsələnin qoyuluşu və məsələnin markov prosesi kimi modelləşdirilməsi həyata keçirilmişdir. Verilənlərin emal mərkəzlərində yaddaş resurslarının istifadəçilər arasında optimal paylanması modeli təklif olunmuşdur.
- (10) - Prosessorların sayı ilə zaman arasında eksperimentlərin aparılması və verilənlərin emal mərkəzlərinin hesablama resurslarının optimal paylanması üçün modelin təklif edilməsi.
- (12), (14) - Bulud servislərinin və modellərinin elektron kitabxanalarda tətbiqi imkanları tədqiq edilmişdir. Elektron kitabxana resurslarının virtuallaşmasının konseptual modeli işlənmişdir.
- (13), (16) - Verilənlərin emal mərkəzlərində istifadəçilərin məlumatlarına müraciətlərinin analizi aparılmaqla müxtəlif yaddaş qurğularından istifadə imkanları təhlil edilmişdir. İstifadəçilərin məlumatlarının müxtəlif yaddaş qurğuları arasında dinamik paylanması metodu təklif olunmuşdur.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СИНТЕЗА
ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В СЕТЕВОЙ СРЕДЕ**

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена вопросу синтеза облачных сервисов в сетевой среде. Оптимальное распределение вычислительных ресурсов и ресурсов памяти центров обработки данных (ЦОД) между пользователями на основе облачных технологий является одним из актуальных вопросов.

В исследовательской работе были предложены методы и алгоритмы с целью оптимального распределения вычислительных ресурсов и ресурсов памяти ЦОД между пользователями на основе облачных технологий.

Разработан метод и алгоритм для динамического распределения пользовательских данных между устройствами памяти. Предложенный метод обеспечивает динамическое распределение пользовательских данных в устройствах памяти различной характеристики с учетом интенсивности обращения пользователей к данным, расположенным в облачных сервисах.

Наряду с этим, были предложены модели для оптимального распределения вычислительных ресурсов и ресурсов памяти в ЦОД. Модель дает возможность эффективного распределения вычислительных ресурсов и ресурсов памяти между пользователями. Также предложены концептуальные модели виртуализации ресурсов э-государства и э-библиотеки.

Предложены механизмы решения проблем безопасности при использовании облачных сервисов в сети AzScienceNet. В целях предотвращения функциональных нападений на облачные сервисы и пользовательские данные были применены системы -обратный прокси-сервер, зашифрованный канал связи, автоматическое копирование данных, кодирование данных и резервное копирование (backup).

В сети AzScienceNet на основе облачных сервисов были проведены эксперименты с использованием программы Linpack. Экспериментально было проверено оптимальное распределение существующих вычислительных ресурсов между пользователями без использования дополнительного оборудования в ЦОД.

MAMMAD ARİF OGLU HASHİMOV

**DEVELOPMENT OF METHODS AND ALGORITHMS FOR
SYNTHESIS OF CLOUD SERVICES ON NETWORK
ENVIRONMENT**

SUMMARY

The dissertation work is devoted to synthesis of cloud services on network environment. Optimal distribution of computational and storage resources of a Data Center among the users is an important problem.

In This work methods and algorithms were developed for optimal distribution of computational and storage resources of a data center among users.

A method and an algorithm is developed for dynamic distribution of user data in storage devices. The proposed method provides dynamic distribution of user data in storage devices of different properties by considering user access rate to their data in cloud services.

In addition, several models are proposed for optimal distribution of computational and storage resources in a data center. With these models, it is possible to efficiently distribute the computational and storage resources among the users. Some conceptual models are proposed for virtualization of e-government and e-library resources.

A solution to security problems is proposed for using cloud services of AzScienceNet (The national research and educational network of Azerbaijan). To prevent the functional attacks on user data and cloud services, encrypted communication channel, data encryption, back-up system and proxy-replicator are used.

Experiments were conducted by using Linpack benchmark program on cloud services of AzScienceNet. Optimal distribution of computational resources of a data center among the users without using extra devices has been experimentally tested.

Çapa hazırlanmış 27.05.2016. Tirajı 100 nüsxə.
AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun
“İnformasiya Texnologiyaları” nəşriyyatı

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

МАМЕД АРИФ ОГЛЫ ГАШИМОВ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СИНТЕЗА
ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В СЕТЕВОЙ СРЕДЕ**

1213.01 – Компьютерные науки

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике

БАКУ – 2016