

UOT 001:004.7

*Ələkbərov R.Q.*¹, *Ələkbərov O.R.*²

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹rashid@iit.ab.az, ²oqtayalakbarov@yahoo.com

MOBİL HESABLAMA BULUDLARI: MÖVCUD VƏZİYYƏTİ, ARXİTEKTURASI VƏ PROBLEMLƏRİ

Məqalədə mobil avadanlıqların hazırkı vəziyyəti və onların müxtəlif göstəricilər üzrə paylanma dinamikası analiz edilmişdir. Yaxın perspektivdə mobil bulud texnologiyalarının inkişaf dinamikası araşdırılmışdır. Bu texnologiyaların üstünlükləri və istifadəsi zamanı meydana çıxan problemlər təhlil edilmişdir. Eyni zamanda, bu texnologiyadan istifadə etməklə mobil avadanlıqların hesablama və yaddaş resurslarına olan tələbatının təmin edilməsi məsələləri tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: mobil hesablama buludları, mobil avadanlıqlar, hesablama və yaddaş resursları, cloudlet, hesablama buludları, mobil ticarət, mobil səhiyyə, bulud xidmətləri.

Giriş

Hazırda dünyada hesablama buludları (*ing. Cloud Computing, CC*) texnologiyasının köməyi ilə verilənlərin emal mərkəzlərinin hesablama və yaddaş resurslarından səmərəli istifadə etmək istiqamətində intensiv tədqiqat işləri aparılır. Böyük hesablamalar və yaddaş resurslarına malik olan belə sistemlər yüksək sürətli əlaqə kanalına malik olan kompüter şəbəkələri əsasında yaradılır. CC texnologiyası imkan verir ki, təşkilatların emal mərkəzlərinin hesablama və yaddaş resurslarından daha səmərəli istifadə edilsin. Bu texnologiyanın köməyi ilə istifadəçinin məlumatları hesablama buludlarının serverlərində saxlanılır, emal edilir və eyni zamanda brauzerlərin köməyi ilə nəticələrə baxılması təmin edilir [1, 2]. CC xidməti emal mərkəzlərinin hesablama və yaddaş resurslarının klasterləşməsi və virtuallaşdırılmasından geniş istifadə edilməsini təmin edir. Beləliklə, CC sistemi texniki-proqram təminatından ibarət olub, internet istifadəçilərinə uyğun veb interfeys vasitəsilə uzaq məsafədə yerləşən kompüter resurslarından (hesablama və yaddaş resursları, proqram və verilənlər və s.) istifadə etməyə imkan verən İnternet xidmətidir.

CC texnologiyası istifadəçilərə güclü hesablama və yaddaş resursları əldə etməyə imkan verir və eyni zamanda, bu resursların harada yerləşməsi və sazlanması istifadəçinin marağında olmur. Qeyd edilən xidmətin köməyi ilə verilənlərin emal mərkəzlərində hesablama və yaddaş resurslarından səmərəli istifadə edilməsini, məsələnin həll vaxtının azaldılmasını və şəbəkənin az yüklənməsini təmin etmək mümkündür [3]. Bulud texnologiyaları emal mərkəzinin mövcud yaddaş resurslarını istifadəçilər arasında optimal paylamaqla, sistemə daha çox istifadəçinin cəlb edilməsinə və nəticələrin sürətlə əldə edilməsinə imkan yaradır. Son dövrlərdə CC texnologiyalarının xidmətlərindən mobil istifadəçilər geniş istifadə etməyə başlamışlar.

Dünyada mobil qurğuların (noutbuk, planşet, smartfonların və s.) istifadəsinin sürətlə artması və onların uyğun telekommunikasiya texnologiyalarının (GPS, 3G, 4G, Wi-Fi və s.) köməyi ilə internet üzərindən hesablama buludlarına qoşulması, yeni texnologiyanın – mobil bulud (*ing. Mobile Cloud Computing*) texnologiyasının yaradılmasına təkan verir. Məqalədə son dövrlərdə geniş istifadə olunan mobil hesablama buludlarının (MHB-nin) hesablama və yaddaş resurslarından daha səmərəli istifadə edilməsi məsələlərinə baxılmışdır. Məlumdur ki, istənilən mobil qurğunun imkanları (hesablama və yaddaş resursları) məhdud səviyyədə olur. Amma istifadəçilər bu qurğuları böyük hesablama və yaddaş resursları tələb edən məsələlərin həllində istifadə edirlər. Bunun üçün hesablama buludları texnologiyalarından geniş istifadə olunur. Beləliklə, bulud texnologiyalarından istifadə etməklə mobil istifadəçilərin qurğularında olan hesablama və yaddaş resursları çatışmazlığını aradan qaldırmaq olar.

Mobil qurğuların mövcud vəziyyətinin analizi

MHB-nin əsas məqsədi mobil istifadəçilərin hesablama buludlarının xidmətlərindən rahat və sürətli istifadə etməsini təmin etməkdir. CC texnologiyalarının meydana gəlməsi ilə mobil xidmətlər geniş vüsət almağa başlamışdır. Bu qurğular insanın həyatında həm rabitə, həm də əyləncə baxımından çox vacib rol oynamaqla, zaman və məkan məhdudiyyətlərinə malik deyil.

CC texnologiyalarından son dövrlərdə çox geniş istifadə edilməyə başlanmışdır və qiymət baxımından ucuz olan server və şəbəkə resurslarından istifadə etməklə istifadəçilərə virtual hesablama və yaddaş resursları, platforma və proqram təminatı təklif edilir. Aşağı qiymətə və asan istifadəyə malik hesablama buludları, mobil mühitdə mobil proqramların daha geniş istifadəsinə yol açır və mobil istifadəçiləri müxtəlif növ xidmətlərlə təmin edə bilər.

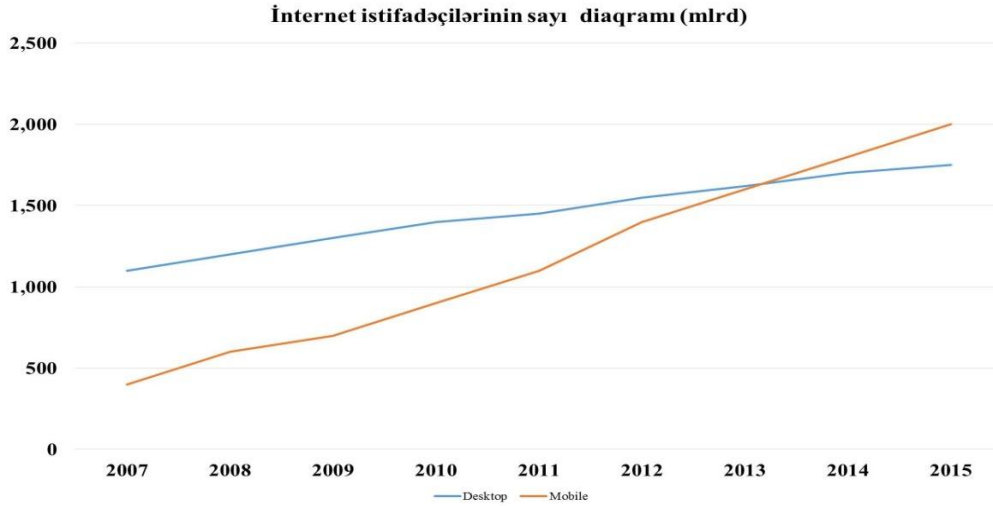
İstifadəçilər bir tərəfdən yüksək hesablama resursları tələb edirlər və eyni zamanda da kiçik ölçülərə malik olan mobil qurğulardan istifadə edilməsini arzu edirlər. Hal-hazırda mobil qurğulardakı qeyd edilən çatışmazlığı (hesablama və yaddaş resurslarının az olması) aradan qaldırmaq üçün bulud texnologiyalarından istifadə edirlər. MHB mobil avadanlıqların və hesablama buludlarının birləşməsindən yaranan yeni platforma olub, buludlarda mobil istifadəçilərə mürəkkəb məsələlərin həlli və böyük həcmli verilənlərin yadda saxlanması imkanını yaradır [4]. Mobil avadanlıqların texniki imkanları (hesablama və yaddaş resursları) məhduddur. Bu məhdudiyyəti aradan qaldırmaq üçün bulud texnologiyalarının imkanlarından geniş istifadə edilir. Mobil istifadəçilər hesablama buludlarının xidmətlərindən istifadə edərək, istənilən məsələnin həllini həyata keçirə bilirlər. Son dövrlərdə də bulud serverlərinin qiymətlərinin ucuzlaşması mobil istifadəçilərin həmin xidmətlərdən geniş istifadəsinə imkan yaradır. Hal-hazırda bir çox şirkətlər mobil avadanlıq istifadəçiləri üçün çoxsaylı proqram əlavələri (Google, Gmail, Maps and Navigation systems for Mobile, Voice Search, Mobil Me from Apple, Live Mesh from Microsoft) işləyib hazırlayırlar ki, bu da onların MHB-dən geniş istifadə etməsinə imkan yaradır [5]. Mobil avadanlıqların mövcud vəziyyətinin müxtəlif göstəricilər üzrə inkişaf dinamikasına baxaq. Mobil avadanlıqların istehsalı və istifadəçilərin inkişaf dinamikası şəkil 1-də göstərilmişdir.

	2014	2015	2016	2017	2018
Mobil istifadəçi sayı (mlrd)	5,674	5,808	5,945	6,085	6,228
Mobil cihaz sayı (mlrd)	7,733	8,627	9,628	10,825	12,165
İstifadəçi sayına düşən mobil avadanlıq (mlrd)	1,36	1,49	1,62	1,78	1,95

Şəkil 1. Mobil istifadəçilərin və avadanlıqların inkişaf dinamikası

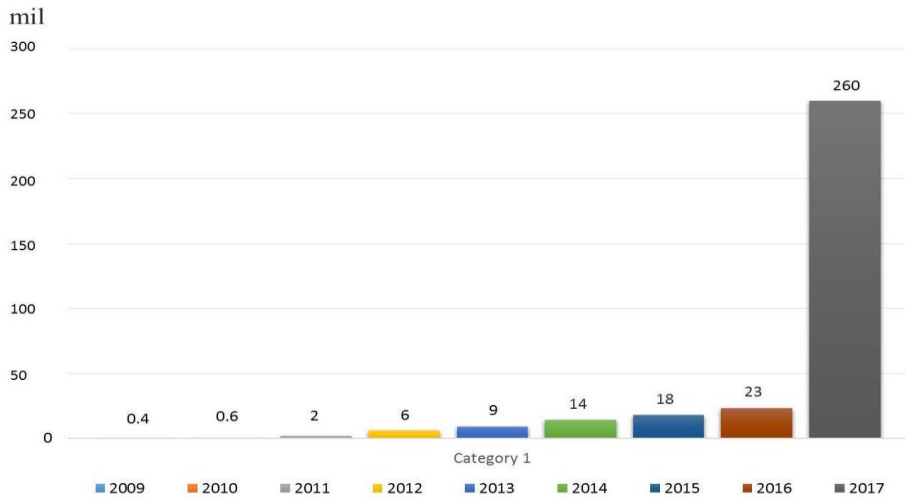
Qrafikdən görüldüyü kimi, 2018-ci ildə dünyada istehsal olunacaq mobil qurğuların sayı 12,165 mlrd, mobil istifadəçilərin sayı isə 6,228 mlrd. olacaq. Bu isə yaxın illərdə MHB-dən istifadə edənlərin sayının sürətlə artmasına səbəb olacaq.

Dünyada İnternet istifadəçilərin inkişaf dinamikası şəkil 2-də göstərilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi, İnternetə qoşulan fərdi kompüterlərin (desktop) sayı 2016-cı ildən sonra azalmağa başlayır. Amma mobil avadanlıqların İnternetə qoşulması sayı yüksək sürətlə artmağa başlayacaq. 2016-cı ildə mobil İnternet istifadəçilərin sayı 2,16 mlrd. olacaq.



Şəkil 2. İnternet istifadəçilərin inkişaf dinamikası

Son dövrlərdə mobil avadanlıqlar üçün yazılan tətbiqi proqramların sayı sürətlə artmağa başlamışdır (şəkil 3). Bu isə öz növbəsində qeyd edilən proqramlardan intensiv istifadə edilməsi nəticəsində şəbəkənin daha çox yüklənməsinə səbəb olur. 2017-ci ildə mobil avadanlıqlar üçün yazılan tətbiqi proqramların sayı 300 milyona yaxınlaşacaq.



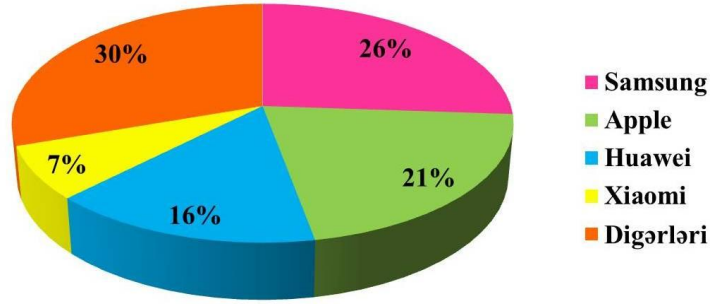
Şəkil 3. Mobil tətbiqi proqramların inkişaf dinamikası

Smartfonların bir ay müddətində İnternetdən istifadə edərkən əlaqə kanalının yüklənmə dinamikası şəkil 4-də göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, 2019-cu ildə bir aylıq trafik yükü 18,24 Ebayt (10^{18} bayt) olacaqdır. Bu şəbəkənin yüklənməsinə, məlumatların və nəticələrin vaxtında əldə edilməsində gecikmələrin yaranmasına səbəb olacaq.



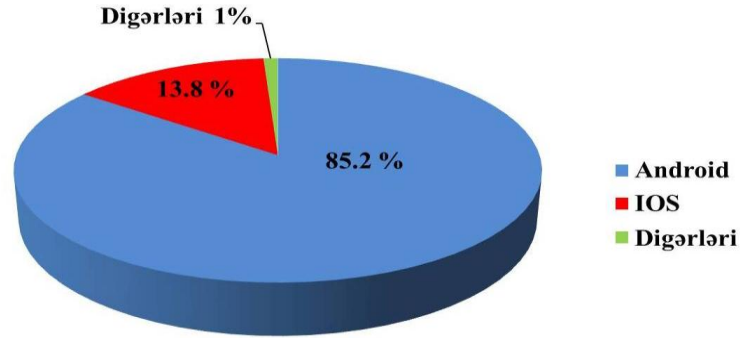
Şəkil 4. Dünyada smartfonların bir aylıq İnternet trafiki (Exabyte)

Mobil qurğuların istehsalçı şirkətlər arasında paylanması şəkil 5-də göstərilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi, mobil avadanlıqların istehsalı dünya üzrə əsas üç şirkət - Samsung (30%), Apple (26%), Huawei (21%) arasında paylanmışdır.



Şəkil 5. Mobil qurğuların istehsalçı şirkətlər arasında paylanması

Mobil avadanlıqlarda istifadə edilən əməliyyat sistemlərinin paylanması şəkil 6-da göstərilmişdir. Diaqramdan görüldüyü kimi, mobil qurğularda Google şirkətinin məhsulu olan Android (85,2%) və Apple şirkətinin istehsalı olan IOS (13,8%) əməliyyat sistemlərindən istifadə edilir.

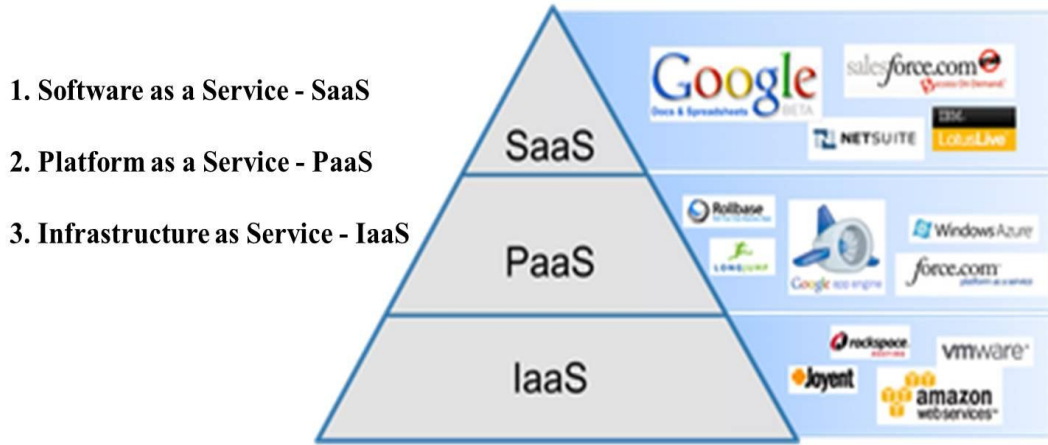


Şəkil 6. Mobil avadanlıqlarda istifadə edilən əməliyyat sistemlərinin paylanması

Gartner şirkəti analitiklərinin hesablamalarına görə, 2016-cı ildə mobil İnternet istifadəçilərinin sayı 2,16 milyard olacaq. 2018-ci ildə bu rəqəm 2,56 milyarda yüksələcək. Beləliklə, yaxın 2-3 il müddətində mobil internet istifadəçilərinin sayının sürətlə artması müşahidə olunacaq. Bu da öz növbəsində şəbəkənin yüklənməsi imkanı yaradır və bu tətbiqi proqramlardan qeyri-səmərəli istifadə edilməsi ilə nəticələnir və eyni zamanda, emal olunan məlumatların istifadəçiyə çatdırılmasında böyük gecikmələrə səbəb olur. Qeyd edilən problemləri aradan qaldırmaq üçün MHB-dən istifadə edirlər.

MHB texnologiyalarının arxitekturası və tətbiq sahələri

MHB-də məlumatların emalı və yadda saxlanması mobil qurğulardan kənarında həyata keçirilir. MHB-də mobil qurğular baza stansiyalarının (GPS, 3G, 4G, Wi-Fi və s.) köməyi ilə internet şəbəkəsi üzərindən hesablama buludları sisteminə qoşulur və ona lazım olan servislərdən istifadə edirlər. Hal-hazırda istifadəçilər bulud servislərin üç növündən (IaaS, PaaS və SaaS) geniş istifadə edirlər (şəkil 7). IaaS (*ing. Infrastructure as a Service - infrastruktur xidmət kimi*) xidməti istifadəçilərə bulud sistemlərinin hesablama və yaddaş resurslarından (məsələn, *ing. Amazon Elastic Cloud Computing - EC2 və Amazon S3 - Simple Storage Service*) istifadə etməyə imkan verir.

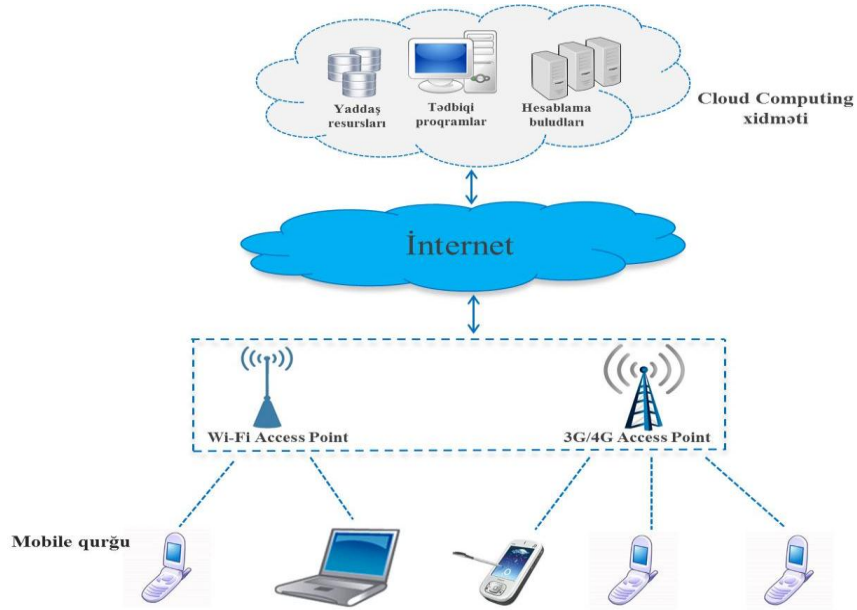


Şəkil 7. MHB-də istifadə edilən xidmətlər

PaaS (*ing. Platform as a Service - platforma xidmət kimi*) xidməti istifadəçilərin virtual serverlərdə yerləşən əməliyyat sistemlərindən və xüsusi proqram əlavələrindən (Google App Engine, Microsoft Azure, My SQL və s.) istifadə etməsinə imkan yaradan platformadır. SaaS (*ing. Software as a Service – proqram xidmət kimi*) xidməti istifadəçilərə hesablama buludlarının serverlərində yerləşdirilən proqramlardan (Google Apps, Google Docs, Autodesk və s.) və proqram əlavələrindən istifadə etməklə, öz məsələlərini həll etməsinə imkan yaradır. SaaS xidmətində istifadəçi ona lazım olan proqram təminatının rezident hissəsini öz kompüterinə yükləmədən internet şəbəkəsinin köməyi ilə hesablama buludlarının serverlərində həmin proqramı işə salmaqla nəticələri əldə edə bilər. Proqram əlavələri SaaS xidməti verən provayderin serverlərində işləyir və istifadəçiyə email olunmuş məlumatları göndərir. Beləliklə, istifadəçi proqram təminatını almır və istifadəyə uyğun pul ödəyir.

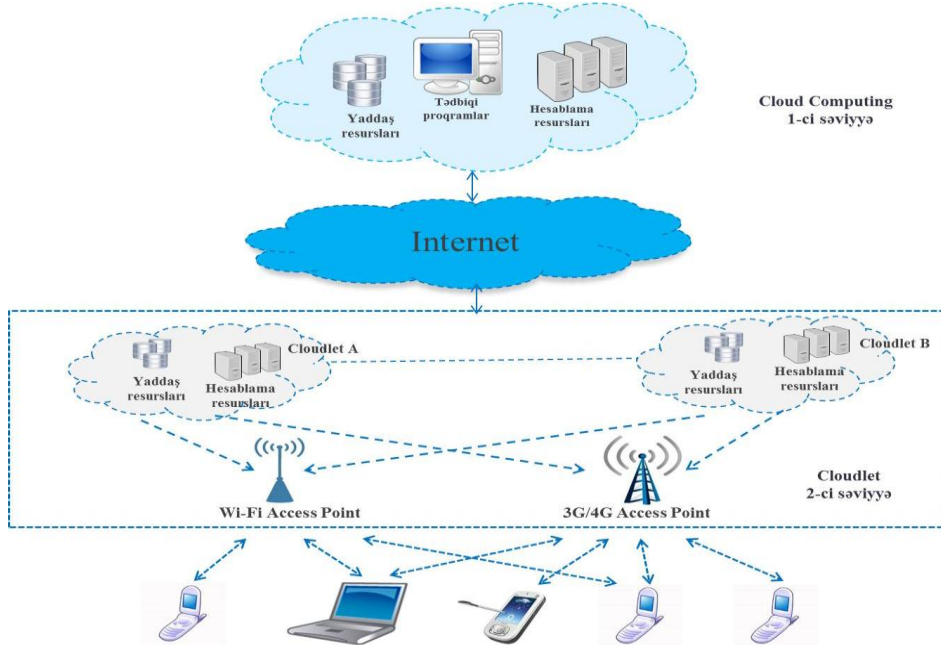
Hal-hazırda istifadəçilərin istifadə etdikləri mərkəzləşdirilmiş buludların yüksək hesablama və yaddaş resurslarına malik olmasına baxmayaraq, email olunan məlumatlar yüksək sürətlə istifadəçilərə çatdırılma imkanına malik deyil. Hesablama buludlarında mobil istifadəçilərin sayının sürətlə artması şəbəkənin yüklənməsinə imkan yaradır və bu da email olunan məlumatların istifadəçiyə çatdırılmasında böyük gecikmələrə səbəb olur. Qeyd edilən çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün hesablama buludlarının resurslarını istifadəçiyə yaxın yerləşdirmək lazım gəlir.

Hesablama buludlarının xidmətindən istifadə edəndə istifadəçi iki rejimdən istifadə edir: offline, online. Tutaq ki, istifadəçi böyük hesablama gücü tələb edən məsələlər üçün buluddan virtual hesablama maşını əldə edir. Məsələləri buluda göndərir və müəyyən müddətdən sonra nəticə əldə edir. Bu rejimdə istifadəçinin kompüterini ilə bulud arasında məsələnin həlli üçün lazım olan vaxt müddətində birbaşa bağlantı olur. Amma elə məsələlər var ki, onların həllində istifadəçi ilə bulud arasında prosesin yekunlaşması anına qədər bağlantı olur. Bu işə qeyd edilən məsələlərin həllində şəbəkənin yüklənməsinə şərait yaradır. Şəbəkə yüklənmələrini aradan qaldırmaq üçün MHB texnologiyalarından istifadə olunur. Buna bəzən mərkəzləşdirilməmiş bulud texnologiyaları da deyilir. MHB-nin arxitekturası şəkil 8-də göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, sistem bir neçə komponentdən ibarətdir: mobil istifadəçilər (Mobil qurğu, Smartfon və s.), mobil rabitə operatorları, naqilsiz əlaqə qurğuları (Wi-Fi- Access Point), internet provayder (İSP), hesablama buludları provayderi (Amazon IBM, Google, Microsoft və s.). Sxemdən görüldüyü kimi, mobil istifadəçilər baza stansiyalarının (Mobil Rabitə, Wi-Fi- Access Point) köməyi ilə internet üzərindən CC sistemə qoşulur və onun hesablama və yaddaş resurslarından istifadə edir. Bu tip qoşulmalarda şəbəkənin daha çox yüklənməsi baş verir və email olunmuş məlumatların əldə edilməsində gecikmələr olur. Eyni zamanda xidmətlərin qiymətləri də baha başa gəlir. Qeyd edilən nöqsanları aradan aldırmaq üçün iyerarxik strukturlu mobil CC sistemlərindən istifadə edirlər [4, 7].



Şəkil 8. MHB-nin arxitekturası

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, mobil avadanlıqların istehsal həcmi və mobil internet istifadəçilərinin sayı durmadan artır. 2020-ci ildə 6,5 milyard mobil internet istifadəçisi olacaq. Bir səviyyə arxitekturaya malik mobil CC sistemləri çoxsaylı istifadəçilərə keyfiyyətli xidmət göstərmək imkanına malik deyil. Yəni, bu tip sistemlərdə şəbəkənin yüklənməsi, nəticələrin istifadəçiyə gec çatdırılması, xidmətin baha olması, gecikmələrin baş verməsi, trafikənin yüklənməsi və s. halların baş verməsi keyfiyyətli xidmətin əldə olunmasına imkan vermir. Deyilən problemləri aradan qaldırmaq üçün iyerarxik strukturlu (2 səviyyəli) mobil CC sistemlərdən istifadə edirlər (şəkil 9).



Şəkil 9. İyerarxik strukturlu MHB-nin arxitekturası

Sxemdən göründüyü kimi, mobil internet istifadəçiləri lazım olan tətbiqi proqramları onlara yaxın olan cloudlet sistemlərinin serverlərinə yükləyir və istifadə edirlər, bu da öz növbəsində, İnternet şəbəkəsini yüklənmələrdən azad edir. Bu arxitektura, qismən də olsa, göstərilən bəzi parametrlərin göstəricilərini yaxşılaşdırır. İyerarxik strukturlu arxitektura yüksək səviyyədə CC

sisteminin serverləri yerləşir, 2-ci səviyyədə isə baza stansiyalarının yaxınlığında Cloudletlər yerləşdirilir. Cloudletlərin hansı baza stansiyalarının yaxınlığında yerləşdirilməsi və onun hansı xarakteristikaya malik olmasını müəyyən etmək aktual məsələlərdəndir.

Beləliklə, mobil avadanlıqların bulud texnologiyalarından daha geniş istifadəsi üçün mobil operatorların baza stansiyalarının yanında mobil serverlər (Cloudlet) yaradılır. Cloudlet (kiçik hesablama buludları) istifadəçilərə yaxın yerlərdə yerləşdirilən qurğu (server) olub, mərkəzi serverlərdən istifadəçiyə lazım olan məlumatların daha sürətlə çatdırılmasını təmin edir. İstifadəçi işlərini yerinə yetirdikdən sonra, lazım gələrsə, məlumatlar yenidən mərkəzi serverlərə yüklənir. İstifadəçilərə lazım olan bulud xidmətləri Cloudletlərin serverləri vasitəsi ilə həyata keçirilir [7–9]. Tutaq ki, istifadəçiyə hər hansı bir proqramla işləmək (SaaS xidməti) lazımdırsa, o, həmin proqramı özünə yaxın olan mobil serverə çağırır və lazımı müddət ərzində onunla işləyir və sonradan həmin proqramı mərkəzi serverə göndərir. Bu isə buludlarda istifadə xidmətinin qiymətini azaldır, məsələnin həll vaxtı azalır və şəbəkə az yüklənir. Digər tərəfdən, ənənəvi mərkəzləşdirilmiş bulud servislərindən istifadə etməklə yüksək hesablama və yaddaş resurslara tələbatı ödəmək olar. Amma bu tip bulud servislərdə nəticələrin və ya verilənlərin əldə edilməsində gecikmələr baş verir. Məsələn, Google tərəfindən yeni online rejimdə işləyən tərcümə xidməti (*ing. Google Translate API*) yaradılmışdır ki, bu xidmətin köməyi ilə müxtəlif dillərdə danışan istifadəçilər bir-biri ilə İnternet üzərindən danışa bilər. Bu xidmətdə istifadə edilən mobil avadanlıqlar (smartfonlar) tərcüməni özləri həyata keçirmirlər və onlar sözləri, cümlələri Google Cloud Platformasının serverlərinə göndərilir. Tərcümə serverlərdə həyata keçirilir və nəticələr bir-biri ilə danışan şəxslərə göndərilir. Bu tip xidmətlərdə xidmətin ləng (yavaş) işlədiyini hiss edirik. Tərcümənin bir neçə saniyəyə aparıldığı halda, onun şəbəkə üzərindən lazımı yerə çatdırılmasında gecikmələr baş verir. Ona görə də, yaxşı olardı ki, tərcümə proqramı ondan istifadə edən istifadəçilərə yaxın lokal serverlərdə (Cloudletlərdə) yerləşdirilsin və tərcümənin real vaxt rejimində sürətlə həyata keçirilməsinə imkan yaradılsın. Eyni zamanda, istifadəçilər SaaS xidmətindən istifadə edən zaman onlara lazım olan proqram təminatlarının yaxın bulud serverlərdə yerləşdirilməsi xidmətin ucuz başa gəlməsinə, sürətli və keyfiyyətli olmasına imkan yaradır.

Hal-hazırda mobil bulud provayderlərinin xidmətindən istifadə etməklə dünyada milyonlarla mobil istifadəçi mobil proqram əlavələrindən (mobil kommersiya, mobil təhsil, mobil sağlamlıq, mobil oyunlar və s. sahələr üzrə) geniş istifadə edir [4, 6, 10].

Mobil ticarət: mobil qurğulardan istifadə etməklə ticarət işlərini həyata keçirməkdir. Mobil istifadəçilər mobil ticarət vasitəsi ilə mobil bankinq, mobil broker əməliyyatları, mobil marketing və reklama aid işləri həyata keçirirlər. Mobil ticarət proqramları mobil tranzaksiyalar və ödəmələr, mobil mesajlaşma və mobil bilet sifarişi kimi mobillik funksiyalarını tələb edən bir sıra əməliyyatları yerinə yetirirlər. Mobil ticarət, müxtəlif məhsul və tətbiqlərə malik olduğundan, zəif şəbəkə əhatəsi, mobil qurğuların çox mürəkkəb və müxtəlif konfigurasiyası, o cümlədən, təhlükəsizlik və məxfilik kimi problemlər mövcuddur. Qeyd edilən problemlərin həlli üçün mobil ticarətdə istifadə olunan tətbiqi proqramların hesablama buludları mühitinə köçürülməsi məqsədəuyğun hesab olunur. Bəzi təhlükəsizlik məsələləri üçün açıq açar infrastrukturundan (*ing. Public key infrastructure –PKI*) istifadə edirlər.

Mobil Səhiyyə: mobil mühitdə mövcud olan tibbi tətbiqi proqramlar mobil tibbi proqramlar adlanır və tibbi müalicə, xəstənin izlənilməsi, operativ diaqnozların qoyulması və s. üçün istifadə olunur. Mobil səhiyyə aşağıdakıları təmin edir:

- xəstənin istənilən yerdə və istənilən zaman internet vasitəsilə müşahidə olunması üçün tibbi monitorinq xidmətlərinin göstərilməsi;
- hər hansı fəvqəladə hal, qəza və hadisə baş verdikdə, tibbi yardım maşınlarının səmərəli şəkildə və vaxtında əlyətərliyini və idarə edilməsini təmin etmək məqsədilə fəvqəladə idarəetmə sisteminin yaradılması;
- fəvqəladə hallarda nəbz, qan təzyiqinin və alkoqol dərəcəsinin ölçülməsi üçün həyəcan təbili sistemi ilə təchiz edilmiş tibbi mobil qurğuların təşkili;

- tibbi təcrübə və tədqiqatlar zamanı istifadə olunan xəstələrin tibbi məlumatlarının saxlanması.

Mobil tibbi proqramları buludlarda saxlamaqla istifadəçilərin istənilən saatda və istənilən yerdə resurslara asan və sürətli girişi təmin edilir. Bunlara baxmayaraq, buludlarda xəstələrin tibbi məlumatlarının məxfiliyini qorumaq məqsədilə də təhlükəsizlik həlləri təklif edilməlidir.

Mobil təlim mobil qurğular vasitəsilə təlimlərin keçirilməsidir. Bu struktur, e-təlim və mobilliyə əsaslanmışdır. Ənənəvi mobil təlim proqramları şəbəkə üzərində xidmətlərin yüksək olması, zəif şəbəkə sürəti və məhdud tədris resursları sayəsində bəzi məhdudiyətlərə malikdir. Bulud əsaslı mobil təlim proqramları bu problemlərin həlli üçün təklif edilmişdir. Məsələn, güclü emal imkanları və buludların böyük yaddaş imkanlarının köməyi ilə istifadəçilər daha keyfiyyətli təlim proqramları, daha sürətli emal və daha uzun müddətli enerji ilə təmin edilir.

Mobil oyunlar: mobil qurğuların emal imkanları məhdud olduğuna görə daha çox sadə oyunlardan istifadə edilir. Daha mürəkkəb, cəlbədicilərdən istifadə etmək üçün bulud texnologiyalarından istifadə olunur. Oyun proqramlarının böyük hesablaşma resursları tələb edən hissəsi buludlarda yerləşdirilir və istifadəçilər yalnız öz mobil qurğularında yerləşdirilən interfeys vasitəsi ilə oyunu idarə edə bilərlər. Bu işə enerji sərfiyyatının azaldılması, buludların emal gücü sayəsində oyun proqramlarından daha sürətli istifadə edilməsi kimi bir çox üstünlüklər verir.

Yaradılan mobil proqram əlavələri mobil qurğuların əməliyyat sistemlərindən və qurğunun tipindən asılı olmur. Ona görə də, bulud servislərindən istifadə edən mobil istifadəçilərin sayı gündən-günə böyük sürətlə artır. Bu halda minimal hesablaşma və yaddaş resurslarına malik olan mobil avadanlıqlar özlərini İnternet şəbəkəsinə qoşulmuş nazik kliyent terminalı kimi aparırlar.

MHB-nin üstünlükləri aşağıdakılardır [7–9]:

- mobil qurğuların batareyalarının işləmə müddətinin artırılması;
- mobil qurğuların hesablaşma və yaddaş resurslarının imkanlarının artırılması;
- istifadəçilərin məlumatlarının bir neçə ehtiyat kompüterdə saxlanması ilə etibarlılığın artırılmasına imkan yaradır və bu da öz növbəsində mobil qurğularda məlumatların itmə riskini azaldır;
- resursların dinamik paylanması. Bu, istifadəçinin əvvəlcədən sifariş etmədən lazım olan resursların lazımı vaxtda əldə etməsini təmin edir;
- şəbəkənin ötürmə qabiliyyətini artırması;
- xidmətlərin qiymətlərinin ucuz başa gəlməsi;
- istifadəçilərin məlumatlarını buludlarda saxlanmasını təşkil etməklə dünyanın istənilən nöqtəsindən bu məlumatlardan istifadə etmək imkanlarının yaranması;
- miqyaslanmanın artırılması. Sistem çevik resurs imkanı sayəsində istifadəçinin hesablaşma və yaddaş resurslarına olan tələbatını qısa zaman müddətində təmin edir;
- sistemin təhlükəsizlik imkanları. Mobil istifadəçilər bulud servislərdən istifadə etdikdə onlar məlumatlarının bulud serverlərində saxlanması və qorunması problemləri ilə rastlaşırlar. Xidmət göstərən provayderlərin istifadəçilərin məlumatlarını müxtəlif təhlükəsizlik proqramları vasitəsilə qorumalarına baxmayaraq, eyni zamanda onlar həmin məlumatları müşahidə etmək imkanına malikdirlər. Ona görə də, bu baxımdan məxfilik problemi çox mühüm hesab olunur. Bu tip problemlərin həlli, qeyri-qanuni müdaxilələrin qarşısının alınması üçün mobil qurğular üçün yazılmış təhlükəsizlik proqramlarından istifadə edirlər. Bu təhlükəsizlik proqramları mobil qurğuların hesablaşma və yaddaş resurslarının müəyyən hissəsindən istifadə edirlər. Bu səbəbdən də, təhdidləri aşkarlama proqramlarını mobil qurğulardan bulud serverlərinə köçürmək məqsədəuyğun olar. Bu məqsədlə Cloud AV platforması hazırlanmışdır, bu həm bulud, həm də mobil qurğularda zərərli proqramları aşkarlayan çoxsaylı xidmətlər göstərir;
- asan inteqrasiya olunması. Müxtəlif provayderlərin xidmətlərini bulud və İnternet vasitəsi ilə bir-birinə inteqrasiya etməklə istifadəçinin tələblərini ödəmək olur.

Baza stansiyaların yaxınlığında kiçik buludların yaradılmasında istifadə olunan serverlərin texniki imkanlarının (virtual maşınların sayı, yaddaşın həcmi, şəbəkənin ötürmə imkanları və s.) nə həcmdə olması əsas məsələlərdən biridir. Eyni zamanda, yaradılan kiçik ölçülü buludlar arasında əlaqənin də təmin olunması aktual məsələdir.

MHB-də meydana çıxan problemlər və onların həlli yolları

MHB-nin əsas problemlərindən biri mobil proqramların və naqilsiz şəbəkənin xüsusiyyətlərindən, həmçinin, onların öz resurs imkanlarının məhdudiyətlərindən irəli gəlir. Bu problemlər tətbiqi proqramların yaradılmasını və onların mobil və paylanmış qurğularda istismarını çətinləşdirir. Mobil cloud computing mühitində mobil qurğuların texniki imkanlarında olan məhdudiyətlər, naqilsiz rabitənin keyfiyyəti, tətbiqi proqramların müxtəlifliyi hesablama buludlarının qiymətləndirilməsinə təsir göstərən vacib amillərdəndir.

Mobil qurğuların məhdudiyətləri. Bulud mühitində mobil qurğuları nəzərdən keçirdikdə, ilk növbədə resursların məhdudiyətləri nəzərə alınmalıdır. Mobil qurğuların prosessor və yaddaş resursları, ekranın ölçüsü, naqilsiz kommunikasiya, sensor texnologiyası və əməliyyat sistemləri kimi bir çox parametrləri xeyli yaxşılaşdırılsa da, enerji mənbəyindən istifadədə və mürəkkəb tətbiqi proqramların istismarında ciddi problemlər hələ də qalmaqdadır. Android və Windows Mobile kimi əməliyyat sistemlərindən istifadə edən smartfonlar fərdi kompüterin emal imkanlarından 3 dəfə, əməli yaddaşın tutumu baxımından 8 dəfə, faylların saxlanma imkanları baxımından 5–10 dəfə geridə qalır [10].

Rabitə keyfiyyəti. Sabit əhatə dairəsini təmin edən fiziki qoşulma vasitələrindən istifadə edən naqilli şəbəkələrdən fərqli olaraq, mobil cloud computing mühitində məlumatı ötürmə mühiti daim dəyişir. Bundan əlavə, adətən böyük şirkətlərin data mərkəzi və internet xidmət provayderindəki resurslar son istifadəçilərdən, xüsusilə də mobil qurğu istifadəçilərindən çox uzaqda yerləşir və bu da nəticələrin sürətlə əldə edilməsində problemlər törədir. Naqilsiz şəbəkədə şəbəkə gecikmələri 200 msan, ənənəvi naqilli şəbəkələrdə isə yalnız 50 msan ola bilər.

Tətbiqi proqramların bölünməsi. Mobil avadanlıqlar məhdud resurs probleminə görə, böyük hesablama və yaddaş resursu tələb edən proqramlardan istifadə edə bilmirlər və ya bu tip proqramlardan istifadə vaxtı böyük enerji sərfiyyatı tələb edilir. Bu səbəbdən də, proqramlar bir neçə hissəyə bölünür və MHB-nin resurslarından istifadə edirlər. Proqramın əsas hesablama hissəsi bulud tərəfindən emal olunur, mobil qurğular isə yalnız bəzi sadə məsələləri həll edir.

Beləliklə, MHB-də məlumatların emal prosesinin səmərəli istifadəsinə təsir göstərən əsas göstəricilərə Data mərkəzdəki və mobil qurğudakı verilənlərin emal vaxtı, şəbəkə gecikmələri və verilənlərin çatdırılma müddəti daxildir. Qeyd edilən problemlərin həlli üçün aşağıdakı strategiyalardan istifadə edilə bilər:

- MHB-də gecikmə müddətini azaltmaq məqsədilə Cloudletləri istifadəçiyə yaxın zonalarda yerləşdirməli;
- tətbiqi proqramların əsas və köməkçi hissələrinin buludda və mobil qurğularda yerləşdirilməsinin optimallaşdırılması;
- Cloudletlər əsasında şəbəkə infrastrukturunun yaradılması;
- Cloudletlərdə istifadə edilən xidmətlərə (İaaS, PaaS, SaaS və s.) uyğun olaraq onların klasterləşdirilməsi;
- iyerarxik arxitekturlu mobil cloud computing sistemlərindən istifadə edilməsi;
- Cloudletlərin hesablama və yaddaş resurslarının texniki imkanlarının müəyyən edilməsi.

İstifadəçilər bulud texnologiyalarından istifadə edəndə əsasən aşağıdakı kriteriyaları əsas götürürlər:

- məsələnin həlli üçün tələb olunan xərc;
- məsələnin həll vaxtı;
- istifadəçilərin məlumatlarının təhlükəsizliyinin təmin edilməsi;

- verilənlərin və nəticənin istifadəçilərə sürətli və etibarlı çatdırılması.

Göstərilən kriteriyalar bulud serverlərin istifadəçidən coğrafi cəhətdən nə qədər uzaqda yerləşməsindən, virtual hesablama maşınının gücündən və şəbəkənin yüklənmə dərəcəsiindən asılıdır. Ona görə də çalışırlar ki, mobil bulud texnologiyalarının serverlərini istifadəçilərə yaxın məsafələrdə yerləşdirsinlər. Yaxşı olar ki, hər bir baza stansiyanın yaxınlığında Cloudletlər yaradılsın. Amma bu cür mobil CC sistemləri baha başa gəlir və eyni zamanda da sistemdən səmərəli istifadə olunmur. Ona görə də, Cloudletlərin hansı zonalarda yerləşdirilməsinin (təhsil müəssisələri, ticarət mərkəzləri, istirahət məkanlarının yaxınlığında və s.) monitorinqi və analizi aparılmalıdır. Eyni zamanda, müəyyənləşdirilmiş zonalarda istifadəçilərin hansı xidmətdən daha çox istifadə etməsi müəyyənləşdirilməlidir. Bundan sonra həmin zonada yaradılacaq Cloudlet sisteminin texniki imkanları (hesablama və yaddaş resursları) müəyyən edilməlidir. Böyük sayda insan kütləsinin topladığı yerləri müəyyən etmək və onların istifadə etdiyi böyük həcmli məlumatları təhlil etdikdən sonra həmin zonalarda Cloudletlərin yerləşməsinə qərar vermək olar.

Nəticə

Məqalədə mobil qurğuların mövcud vəziyyəti və inkişaf dinamikası analiz edilmişdir. MHB-nin arxitekturası, tətbiq sahələri təhlil edilmiş və iyerarxik strukturlu sistemin üstünlükləri göstərilmişdir. MHB-nin istifadəsi zamanı meydana çıxan problemlər araşdırılmış və həlli yolları göstərilmişdir. MHB-də cloudletlərin yerləşdirilməsini zəruri edən şərtlər araşdırılmışdır.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir - Qrant № EİF-2014-9(24)-KETPL-14/02/1.

Ədəbiyyat

1. Marios D. Dikaiakos, G. Pallis, D. Katsaros, P. Mehra, A. Vakali. Cloud Computing - Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research // IEEE Internet Computing, 2009, № 9, pp.10–13.
2. Alguliyev R.M., Alekperov R.K. Cloud Computing: Modern State, Problems and Prospects // Telecommunications and Radio Engineering, 2013, vol.72, no.3, pp.255–266.
3. Alakbarov R., Pashayev F., Hashimov M. A Model of Computational Resources Distribution Among Data Center Users // International Journal of Advancements in Computing Technology, 2015, vol.7, no.2, pp.1–7.
4. Dinh H.T., Lee C., Niyato D., and Wang P. A survey of mobile cloud computing: Architecture, applications, and approaches // Wireless Communications and Mobile Computing, 2013, vol.13, no.18, pp.1587–1611.
5. Qi H., Gani A. Research on Mobile Cloud Computing: Review, Trend and Perspectives. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1206/1206.1118.pdf>.
6. Goyal M., Singh S. Mobile Cloud Computing // International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, 2014, vol.3, no.4, pp.517–521.
7. Liu F., Shu P., Jin H., Ding L., Yu J., Niu D., Li B. Gearing resource-poor mobile devices with powerful clouds: architectures, challenges, and applications // IEEE Wireless Communication, 2013, vol.20, no.3, pp.14–22.
8. Satyanarayanan M., Bahl P., Caceres R., Davies N. The case for vm-based cloudlets in mobile computing // IEEE Pervasive Computing, 2009, vol.8, no.4, pp.14–23.
9. Li Y., Wang W. The Unheralded Power of Cloudlet Computing in the Vicinity of Mobile Devices / Globecom 2013 - Wireless Networking Symposium, pp.4959–4964.
10. Kumar L. (16084), Nishant Malik (16104), Gourav Agghi (16067), Ajay Anand Mobile Cloud Computing (16951). IJRIT International Journal of Research in Information Technology, 2014, vol.2, no.9, pp.787–792.

УДК 001:004.7

Алекперов Рашид Г.¹, Алекперов Октай Р.²

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

¹rashid@iit.ab.az, ²oqtayalakbarov@yahoo.com

Мобильные вычислительные облака: состояние, архитектура и проблемы

В статье исследовано текущее состояние мобильного оборудования и динамика его распределения по различным показателям. Исследована динамика развития мобильных облачных технологий в перспективе и проанализированы преимущества и проблемы, возникшие во время использования. Также исследованы вопросы обеспечения спроса на вычислительные ресурсы и ресурсы памяти мобильного оборудования с использованием этих технологий.

Ключевые слова: мобильные вычислительные облака, мобильное оборудование, вычислительные ресурсы, ресурсы памяти, cloudlet, вычислительные облака, мобильная торговля, облачные сервисы.

Rashid Q. Alakbarov¹, Oqtay R. Alakbarov²

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

¹rashid@iit.ab.az, ²oqtayalakbarov@yahoo.com

Mobile clouds computing: current state, architecture and problems

The article analyzes current state of devices and their distribution dynamics on different indicators. Development dynamics of mobile cloud technologies are studied. Advantages of these technologies and emerging challenges by using these technologies are analyzed. Meanwhile, provision of demand to computing and memory resources of mobile devices challenges by using these technologies are researched.

Keywords: mobile computing clouds, mobile devices, computing and memory resources, cloudlet, computing clouds, mobile trade mobile, healthcare, cloud services.