Archive of SID

مطالعه تحلیلی توازن بار در رایانش ابری: چالش‌ها و الگوریتم‌ها

شکوفه رضایی[۱]، سید امیر هادی مینوفام[۲]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بویین زهرا،گروه کامپیوتر،قزوین،ایران
shokofe.rezai@yahoo.com

[۲] عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، مرکز نظرآباد،گروه کامپیوتر،نظرآباد،ایران
minoofam@naiau.ac.ir

چکیده

امروزه از آنجا که رایانش ابری روز به روز در حال توسعه است و مشتری‌ها به طور روز افزون تقاضای خدمات بیشتر و نتایج بهتر را دارند، توازن بار برای ابر به یک زمینه تحقیقاتی مهم تبدیل شده است . توازن بار از وقوع وقایعی مانند سنگین شدن بار روی بعضی از ماشین‌های مجازی جلوگیری می‌کند و این امر برای بهره برداری از منابع و بهبود بازدهی سراسر سیستم مهم است. در بحث توازن بار همواره با چالش‌هایی نظیر مهاجرت ماشین مجازی، خدمات رسانی خودکار، توزیع مکانی گره‌ها و پیچیدگی الگوریتم، مواجه هستیم. در این مقاله پس از دسته بندی اولیه الگوریتم‌ها و ذکر چالش‌های مربوطه، الگوریتم‌های موجود در توازن بار را برای حل مساله توازن بار و زمان بندی کار در رایانش ابری به منظور بهینه سازی استفاده از منابع مورد بررسی قرار داده‌ایم. نتایج تحلیل حاکی از آن است که الگوریتم‌های بررسی شده نه تنها در توازن بار تأثیر گذارند بلکه برای بهینه سازی مصرف انرژی و نیز بهبود زمان پاسخ نیز می‌توانند سهم به سزایی را ایفا نمایند.

کلمات کلیدی

رایانش ابری، توازن بار، خدمات رسانی خودکار، الگوریتم‌های رایانش ابری

۱- مقدمه

در طی چند سال گذشته به دلیل خدمات رایانش ابری،انعطاف پذیری زیاد برای بازیابی داده‌ها، شیوه حفظ فایل‌ها، اطمینان از قابل دسترس سازی فایل‌ها و مجموعه داده‌های قابل دسترس برای توزیع مصرف کننده در کل دنیا توجه زیادی را جلب کرده است [۱-۲]. توازن بار روشی است که به توزیع حجم بار در همه گره‌ها در محیط کاری فعلی کمک می‌کند و در عین حال اطمینان حاصل می‌کند که هیچ گرهی بیش از حد در یک لحظه زمانی تحت بار گذاری قرار نگرفته است. یک الگوریتم توازن بار کارآمد نشان می‌دهد که هر گره در سیستم می‌تواند کارکرد مشابهی با یک گره دیگر داشته باشد. مدیریت الگوریتم توازن بار به معنی مدیریت شرایطی است که در آن یک منطقه ابری برای خدمات بدون کاربرد استفاده می‌شود. از این روی، کل زمان واکنش قابل دسترس، بهبود یافته و در عین حال زمان واکنش دسترسی بهبود می یابد و یک منبع کارآمد را در اختیار می‌گذارد. عدم قطعیت با شرایط ابری متغیر است[۳] و لذا یکی از چالش‌های مهم توازن بار است، زیرا تعیین میزان تقاضا در محیط ابری به سادگی میسر نیست.

توازن بار در حقیقت انتشار و توزیع بار در همه منابع مختلف در هر سیستم است. به این ترتیب، بار بایستی در منابع بصورت مدل سازی ساخت مبتنی بر ابر توزیع شود به طوری که هر منبع مقدار خاصی از

www.SID.ir

Archive of SID

یک کار را در هر بُعد انجام دهد. هدف اصلی استفاده از رویکردهایی برای تطبیت تقاضا و انتخاب روش‌های سریع تر می‌باشد. اساساً روش توازن بار که از پردازنده استفاده می‌کند می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد [۴].

مدل نموداری هر توازن بار ابری به صورت زیر خلاصه سازی شده است:

- مشتری به اینترنت متصل شده و تقاضای سرویس می‌کند.
- DNS یک موقعیت باز دقیق را مرتبط با فناوری‌های مطلوب برای فعال سازی شبکه قرار می‌دهد.
- مشتری به یک گره فناوری نهایی بومی متصل می‌شود.
- مشتری سیاستی را تعیین می‌کند که امکان ارتباط گره‌ها را داده و به این ترتیب در مورد نوع مصرف کننده تصمیم گیری می‌کند.
- کاربر دارای مقدار برنامه مطلوب می‌تواند به مرکز داده مشتری دسترسی پیدا کند.

مهم ترین اهداف توازن بار عبارتند از:

- پایداری سیستم قابل پایش است.
- امکان توانایی تغییر بر طبق میزان اصلاحات در سیستم.
- افزایش سازگاری سیستم متناسب با اصلاحات.
- بهبود عملکرد سیستم در عملکرد مطلوب.

توازن بار روشی است که موجب افزایش کیفیت کار در سرتاسر گره قابل دسترس می شود. به دلیل تعداد زیاد مشتری‌ها و نیز نیاز آن‌ها، ابرها بایستی بتوانند محصولات را به بازدیدکننده‌ها با بیشترین رضایت ممکن ارائه کنند[۳]. یک فرایند توازن بار مطلوب امکان استفاده از این منابع را به طور مثبت می‌دهد، خواه گره تحت بار پایین و یا بار بالا باشد. توازن بار موجب تسهیل مقیاس پذیری شده و مانع از ایجاد مشکل شده و در نهایت دوره زمانی مصرف شده را کاهش می‌دهد [۳].

ادامه مقاله به این صورت است که در بخش دوم به توصیف انواع الگوریتم های توازن بار پرداخته شده و در بخش سوم چالش‌های توازن بار در رایانش ابری بحث شده است. بخش چهارم نیز مروری بر الگوریتم های توازن بار است. درنهایت بخش پنجم به نتیجه گیری مقاله پرداخته است.

۲- انواع الگوریتم‌های توازن بار

الگوریتم‌های توازن بار به صورت الگوریتم‌های ایستا و پویا طبقه بندی می‌شوند.

۲-۱- ایستا

الگوریتم‌های ایستا برای محیط های پایدار و همگن مناسب هستند و منجر به نتایج خوبی در این محیط‌ها می‌شوند. با این حال انعطاف پذیر نیستند و قادر به سازش با تغییرات پویا به دلیل برخی از ویژگی‌ها نمی‌باشند[۴].

۲-۲- پویا

الگوریتم‌های پویا انعطاف پذیر هستند و انواع مختلف ویژگی‌ها را در سیستم، قبل و در طی زمان اجرا در نظر می‌گیرند [۴]. این الگوریتم‌ها قادر به سازش در برابر تغییرات بوده و نتایج بهتری را در محیط های پویا و ناهمگن ارائه می‌کنند. با این حال چون ویژگی‌های توزیع پیچیده‌تر و پویاتر هستند، در نتیجه برخی از این الگوریتم‌ها ناکارآمد هستند و موجب افزایش سربار خواهند شد [۴-۵]. مقایسات مختلف بین توازن بار ایستا و توازن بار پویا در جدول(۱) نشان داده شده است[۶-۷].

جدول ۱: ایستا در برابر پویا

پویا	ایستا	پارامترها
زمان اجرا	زمان کامپایل	ماهیت
بیشتر	کمتر	عملکرد
بیشتر	کمتر	انعطاف پذیری
مشکل	کمتر	پیاده سازی
بیشتر	کمتر	بهره برداری از منابع
بیشتر	کمتر	سربار ارتباطات
بیشتر	کمتر	ثبات
بیشتر	کمتر	سازگاری
بیشتر	کمتر	قابلیت اطمینان
قابل توجه	هیچ	پردازنده
مشکل	آسان	پیش بینی
بیش	کمی	پیچیدگی
بیش	کمی	هزینه

۳- چالش‌های توازن بار در رایانش ابری

قبل از مرور رویکردهای توازن بار در رایانش ابری، بایستی مسائل و چالش‌های مربوطه و عوامل موثر در شیوه انجام الگوریتم را بررسی کنیم. در این جا ما در مورد چالش‌های توازن بار در رایانش ابری صحبت می‌کنیم. این چالش‌ها در زیر خلاصه سازی شده‌اند.

۳-۱- توزیع مکانی گره‌های ابر

طراحی یک الگوریتم توازن بار جهت کار در گره‌های با توزیع مکانی، چالش بر انگیز است. دلیل این است که عوامل دیگر، بایستی سرعت ارتباطات شبکه را در میان گره‌ها در نظر بگیرند و در عین حال فاصله بین مشتری و گره‌های پردازش وظایف و فواصل بین گره‌ها در ارائه خدمات بایستی مد نظر قرار بگیرد. توسعه شیوه‌ای برای کنترل ساز و کار توازن بار در میان همه گره‌های توزیع مکانی برای تحمل و مقاومت تأخیرات، مناسب است[۸].

۳-۲- ذخیره/تکرار

الگوریتم‌های تکرار کامل هزینه‌های بالایی را تحمیل می‌کنند زیرا حافظه بیشتری نیاز است. با این حال الگوریتم‌های تکرار جزئی می‌توانند مجموعه

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌هایی را در هر گره ذخیره کنند (با سطح خاصی از هم پوشانی) و این بر اساس هر یک از قابلیت‌های گره نظیر قدرت پردازش و ظرفیت است [۹]. این مطلب گرچه می‌تواند منجر به استفاده بهتر شود ولی باعث افزایش پیچیدگی الگوریتم‌های توازن بار با در نظر گرفتن بخش‌های مختلف داده‌ها در گره‌های ابری مختلف نیز می‌شود.

۳-۳- پیچیدگی الگوریتم

وقتی الگوریتم‌ها نیازمند اطلاعات بیشتر برای پایش و کنترل هستند، موجب تأخیر در مسائل و کاهش کارایی می‌شوند. از این رو، الگوریتم‌های توازن بار بایستی در ساده‌ترین شکل ممکن طراحی شوند [۱۰].

۳-٤- نقطه شکست

کنترل توازن بار و جمع آوری داده‌های گره‌های مختلف بایستی طوری طراحی شود که این مسئله منجر به یک نقطه شکست الگوریتم شود. برخی از الگوریتم‌ها نظیر الگوریتم‌های مرکزی می‌توانند سازوکارهای موثر و کارآمد را برای حل توازن بار در الگوی خاص ارائه کنند. با این حال آن‌ها کنترل‌گری برای کل سیستم دارند که اگر کنترل‌گر خراب شود، الگوریتمی بایستی برای غلبه بر این چالش طراحی شود [۱۱].

۳-۵- مهاجرت ماشین مجازی

با استفاده از مجازی سازی، کل ماشین را می‌توان به صورت یک فایل یا گروهی از فایل‌ها دید که می‌تواند به صورت ماشین‌های فیزیکی یا مجازی عمل کند. مهم‌ترین هدف، انتشار بار در مرکز داده‌ها و گروهی در مرکز داده‌ها است .

٤- مرور الگوریتم‌های توازن بار

الگوریتم های مورد بررسی به شرح زیر است:

- الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی [۱۲-۱۳]. اولین درخواست را به یک ماشین مجازی که به طور تصادفی انتخاب شده است اختصاص می‌دهد و درخواست‌های بعدی را به صورت دایره‌ای اختصاص می‌دهد.
- الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی وزنی [۱۴]. به هر ماشین مجازی وزنی بر اساس ظرفیت پردازش آن اختصاص می‌دهد. درخواست‌های بیشتر به ماشین‌های مجازی قدرتمند اختصاص می‌دهد.
- الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی پویا [۱۵] [۱۶]. این الگوریتم بر مبنای دو قانون است: ۱- حالت بازنشستگی ماشین‌های مجازی ۲- آستانه بازنشستگی و مهاجرت ماشین‌های مجازی ها.
- تصادفی [۱۷]. بصورت تصادفی کار انتخاب شده به ماشین مجازی در دسترس واگذار می‌شود.
- الگوریتم **ESCE** [۱۵] [۱۸] [۱۶]. درخواست به هر ماشین مجازی در دسترس که می‌تواند آن را اداره کند، واگذار می‌شود. اگر یک ماشین مجازی پربار وجود داشته باشد برخی وظایف برای توازن به سمت برخی ماشین‌های مجازی بیکار توزیع می‌شوند.
- الگوریتم توازن بار متوقف [۵]. هر حالت از هر ماشین مجازی (اشغال / بیکار) را نگهداری می‌کند. درخواست پاسخ اگر با جدول همخوانی داشته باشد پذیرفته می‌شود در غیر این صورت درخواست برگشته و در صف قرار می‌گیرد.
- اصلاح متوقف [۱۹]. بر خلاف الگوریتم متوقف، اینجا جدول شاخص از ماشین مجازی در حال حاضر واگذار شده بعدی، جستجو می‌کند.
- الگوریتم متعادل کننده بار مرکزی [۲۰]. تخصیص ماشین‌های مجازی مانند متوقف است اما بر اساس اولویت محاسبه سرعت **CPU** و ظرفیت حافظه ماشین‌های مجازی.
- الگوریتم توازن بار پایش فعال [۲۱](**AMLB**). تعداد درخواست‌های جاری که به هر ماشین مجازی اختصاص می‌یابد، نگهداری می‌شود. درخواست به ماشین مجازی که حداقل بار را دارد تخصیص می‌یابد.
- الگوریتم توازن بار ماشین مجازی- اختصاص [۲۲]. شبیه به الگوریتم بالا است اما بر خلاف آن به ماشین‌های مجازی تخصیص می‌یابد که در دسترس باشد و در انتساب قبلی استفاده نشود.
- الگوریتم توازن بار مانیتورینگ فعال وزنی [۱۳]. وزن‌ها به ماشین‌های مجازی بسته به قدرت پردازش و در دسترس بودن آنها، تخصیص می‌یابد. وظیفه به ماشین مجازی اختصاص می‌یابد که دارای حداقل بار و قدرتمند باشد.
- نمونه تصادفی جانبدارانه [۲۳] [۲۴]. پیاده روی نمونه از یک گره خاص از یک گراف مجازی شروع می‌شود و به سوی همسایه‌ای که به صورت تصادفی انتخاب شده حرکت می‌کند. آخرین گره در پیاده روی برای تخصیص بار انتخاب شده است.
- الگوریتم مین-مین [۲۵]. کوچکترین کار به سریع‌ترین منابع اختصاص داده است. این کار از مجموعه حذف و همین فرایند تکرار می‌شود.
- توازن بار بهبود یافته با الگوریتم زمانبندی مین-مین (**LBIMM**) گام اول مشابه الگوریتم مین-مین است[۲۵]. زمان اتمام کوچکترین وظیفه از منابع به شدت بارگذاری شده در تمام منابع دیگر محاسبه می‌شود. اگر کمتر از دوره زمانی مین-مین باشد پس وظیفه به منبعی که آن را تولید کرده، منسوب می‌شود. همین روند تکرار می‌شود.
- توازن بار آگاه کاربر-اولویت با زمانبندی مین-مین بهبود یافته [۲۵]. برای یکپارچه کردن اولویت آن ابتدا همه وظایف را داخل دو گروه تقسیم می‌کند، گروه **G1** (اولویت بالاتر) و **G2**. **G1** برای اولین استفاده در الگوریتم مین-مین زمانبندی شده برای ارجاع وظایف به **VIP** واجد شرایط مجموعه منابع. سپس **G2** زمانبندی می‌شود.
- الگوریتم ماکس-مین [۱۵]. مشابه الگوریتم مین-مین کار می‌کند. اما کارها، زمان اجرای زیادی در اولین اجرا خود دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

- OLB [۲۷] [۱۷] [۲۶] الگوریتم توازن بار ایستا. تلاش برای اعزام کار انتخاب شده را به ماشین‌های مجازی‌های موجود که به صورت تصادفی انتخاب شده است.
- توازن بار مین –مین. از چارچوب سلسله مراتبی سه سطحی استفاده می‌کند. مدیر درخواست پاسخ که در سطح اول از معماری است وظیفه را دریافت و آن را به یکی از مدیر خدمات در سطح دوم واگذار می‌کند. مدیر خدمات وظیفه را به زیر وظایف تقسیم و آنها را به گره‌های خدمات برای اجرا واگذار می‌کند.
- الگوریتم توازن بار ۲-فاز [۲۸]. ترکیبی از OLB و LBMM. در فاز اول مدیر زمانبندی OLB استفاده شده است برای واگذاری کار را به مدیر خدمات. در فاز دوم الگوریتم LBMM استفاده می‌شود برای انتخاب گره خدمات مناسب برای اجرای زیر وظایف.
- جستجوی غذای زنبور عسل [۲۴] [۲۹].روش غیر متمرکز مبتنی بر زنبور عسل، الهام گرفته از تکنیک توازن بار برای خود سازمانی.
- خوشه فعال [۲۳]. الگوریتم خود تجمع که روی اصل گره‌های مشابه گروه بندی شده و روی آنها کار می‌کند.
- الگوریتم توازن بار آگاه دو آستانه‌ای انرژی [۱۶]. این الگوریتم دارای سه بخش اصلی است: بخش متعادل کننده، تعریف ماشین‌های مجازی معین. بخش مقیاس بالا، قدرت در گره‌های محاسباتی اضافی در طول دوره اوج و بخش مقیاس پایین، خاموش کردن گره‌های بیکار .
- اضافه کردن- بیکار-صف [۳۰]. ابتدا پردازنده‌های بیکار را در سراسر توزیع کننده امکانات، توازن بار می‌کند و سپس برای کاهش طول میانگین صف در هر پردازنده به هرکدام از آن‌ها یک وظیفه را اختصاص می‌دهد.
- اتصال حداقل وزنی [۳۱]. اختصاص وظایف به گره‌ای که حداقل تعداد اتصالات را دارد.
- پیش بینی هموار نمایی بر اساس اتصال حداقل وزنی (WLC) (ESBWLC). پیش بینی تخصیص وظیفه بر اساس تجربه قدرت پردازنده گره، حافظه، تعداد اتصالات و میزان فضای دیسک که در حال حاضر استفاده می شود. این الگوریتم از یک ضریب هموارسازی استفاده می کند تا باعث شود ارزش پیش بینی داده‌های جدید بیشتر از داده های بلند مدت باشد [۲۸].
- الگوریتم توازن بار فراکتالی [۳۳]. الگوریتم توازن بار پویا مبتنی بر مهاجرت ماشین مجازی است. زمانگذاری مهاجرت ماشین مجازی از طریق روش پیش بینی بار تعیین می‌شود.

در جدول (۲) مقایسه بین مزایا و معایب الگوریتم‌های توازن بار انجام شده است.

۵- نتیجه

در این مقاله ما به بررسی الگوریتم‌های موجود برای توازن بار در رایانش ابری و بررسی چالش‌های حل شده برای این الگوریتم‌ها پرداختیم سپس مزیت ها و معایب این الگوریتم‌ها بررسی شد. الگوریتم‌های مورد مطالعه ما را به این نتایج رساندند که این الگوریتم ها نه تنها به توازن بار بلکه به افزایش توان کلی و کاهش زمان پاسخ در استفاده موثر منابع کمک می‌کند همه این موارد هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد و کاربران بیشتری را به سمت رایانش ابری جذب می‌کند.

جدول (۲) مقایسه بین الگوریتم ها

شماره	الگوریتم	مزایا	معایب
۱	الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی	توزیع برابر بار کار	زمان پردازش کار در نظر گرفته نمی‌شود.
۲	الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی وزن	استفاده بهتر از منابع	زمان پردازش هر درخواست در نظر گرفته نمی‌شود.
۳	الگوریتم زمان بندی نوبت گردشی پویا	کاهش هزینه مصرف برق	برای مرکز داده‌های بزرگ مقیاس پذیر نیست.
۴	تصادفی	الگوریتم بسیار ساده	بار جاری در نظر گرفته نمی شود.
۵	الگوریتم ESCE	زمان پاسخ و زمان پردازش یک کار بهبود یافته است.	عدم تحمل خطا به دلیل نقطه خرابی
۶	الگوریتم توازن بار متوقف	جدول توازن بار تلاش می‌کند تا بار به طور مساوی میان ماشین‌های مجازی توزیع شود.	بار جاری روی هر ماشین مجازی را در نظر نمی‌گیرد.
۷	اصلاح متوقف	زمان پاسخ بهتر می‌دهد.	حالت جدول شاخص ممکن است در طول تخصیص بعدی تغییر کند.
۸	الگوریتم متعادل کننده بار مرکزی	مناسب برای محیط ناهمگن.	اولویت ثابت و تنگنا مسئله است.
۹	الگوریتم توازن بار پایش فعال (AMLB)	بار و دسترسی ماشین مجازی هر دو در نظر گرفته می‌شود.	قدرت پردازش ماشین های مجازی در نظر گرفته نمی‌شود.
۱۰	الگوریتم توازن بار ماشین مجازی- اختصاص	بهره گیری از تمام ماشین های مجازی به طور کامل و به درستی.	بطور واضح در این مقاله ذکر نشده است.

مراجع

[1] Klaithem Al Nuaimi, Nader Mohamed, Mariam Al Nuaimi and Jameela Al-Jaroodi, "A Survey *of Load Balancing in Cloud Computing: Challenges and Algorithms* ", *2012 IEEE Second Symposium on Network Cloud Computing and Applications.*

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۲

۱۱	الگوریتم توازن بار مانیتورینگ فعال وزنی	به هردو شاخص بار و قدرت پردازش ماشین مجازی در دسترس توجه می‌شود.	تعیین وزن، باعث پیچیدگی الگوریتم می‌شود.
۱۲	نمونه تصادفی جانیدارانه	روش غیر متمرکز است بنابراین مناسب برای سیستم های شبکه‌ای بزرگ است.	برای محیط پویا مناسب نیست.
۱۳	الگوریتم مین-مین	روش ساده است.	بار موجود بر روی یک منبع در نظر گرفته نمی‌شود.
۱۴	توازن بار بهبود یافته با الگوریتم زمانبندی مین-مین (LB IMM)	یک زمانبندی تولید می‌شود که باعث بهبود توازن بار و همچنین کاهش زمان کلی اتمام می‌شود.	اولویت کار در هنگام زمانبندی در نظر گرفته نمی‌شود.
۱۵	توازن بار آگاه کاربر-اولویت با زمانبندی مین-مین بهبود یافته	نه تنها بار را متوازن می کند، بلکه در نظر دوره زمانی و اولویت-کاربر برای هر وظیفه در نظر می‌گیرد.	مهلتی برای هر وظیفه در نظر نمی‌گیرد.
۱۶	الگوریتم ماکس-مین [۱۴]	دوره زمانی را کاهش می‌دهد.	کارهای کوچکتر باید برای مدت طولانی منتظر بمانند.
۱۷	OLB	همه گره ها را در ابر مشغول نگه می‌دارد.	آیا زمان هر وظیف را در نظر نمی‌گیرد.
۱۸	توازن بار مین -مین (LBMM)	بهبود عدم توازن بار مین-مین و زمان اجرای هر گره را به حداقل می‌رساند.	مشخص نمی‌کند که چگونه یک گره برای یک وظیفه پیچیده که نیاز به محاسبات در مقیاس بزرگ دارد، انتخاب شود.
۱۹	الگوریتم توازن بار ۲-فاز	زمان اجرای بهتر و توازن بار موثرتر.	فقط در محیط ایستا قابل اجرا می‌باشد.
۲۰	جستجوی غذا زنبور عسل	به خوبی تحت منابع ناهمگن کار می‌کند	افزایش در منابع، توان عملیاتی را بصورت برابر بهبود نمی‌بخشد.
۲۱	خوشه فعال	توازن بار کارآمد.	کارایی ضعیف در محیطهای ناهمگن.
۲۲	الگوریتم توازن بار آگاه دو آستانه انرژی	توازن بار کارآمد.	ممکن است مهاجرت‌های غیر ضروری از ماشین های مجازی‌ها شروع و در حالی که تاخیر ارتباطی مهاجرت در نظر گرفته شده است.

ادامه جدول ۲

۲۳	اضافه کردن صف آماده به کار	کاهش بار سیستم. بدون سربار ارتباطات در ورود کار.	مصرف برق بیشتر.
۲۴	اتصال حداقل وزن	توازن بار کارآمد.	سرعت پردازش و ظرفیت ذخیره سازی در نظر گرفته نشده است.
۲۵	پیش بینی نمایی بر اساس WLC (ESBWLC)	قابلیت های هر گره در نظر گرفته شده است.	محاسبات پیچیده درگیر هستند.
۲۶	بار فراکتال بر اساس الگوریتم بالانس	بار لحظه مهاجرت های غیر ضروری را راه نمی اندازند.	بر اساس یک مقدار آستانه می‌باشد.

[2] Mohammad Oqail Ahmad, Rafiqul Zaman Khan, "The Cloud Computing: A Systematic *Review", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (IJIRCCE), Vol. 3, Issue 5, May 2015.*

[3] Foram F Kherani, Prof. Jignesh Vania, "Load Balancing in cloud computing", International *Journal of Engineering Development and Research, Volume 2, Issue 1 | ISSN: 2321-9939.*

[4] Ali M. Alakeel, "A Guide to Dynamic Load Balancing in Distributed Computer Systems", *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL. 10 No. 6, June 2010.*

[5] Shoja, H.; Nahid, H.; Azizi, R., "A comparative survey on load balancing algorithms in cloud *computing," Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2014 International Conference on, vol., no., pp. 1, 5, 11–13 July 2014.*

[6] Firoj Ali and Rafiqul Zaman Khan, "The Study On Load Balancing Strategies In Distributed *Computing System", International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES) Vol. 3, No. 2, April 2012.*

[7] GeethuGopinath P P, Shriram K Vasudevan, "An in-depth analysis and study of Load balancing *techniques in the cloud computing environment.", Procedia Computer Science 50 (2015) 427–432*

[8] Buyya R., R. Ranjan and RN. Calheiros, "InterCloud: Utility-oriented *federation of cloud computing environments for scaling of application services," in proc. 10th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP), Busan, South Korea, 2010.*

[9] Foster, I., Y. Zhao, I. Raicu and S. Lu, "Cloud Computing and Grid *Computing 360-degree compared," in proc. Grid Computing Environments Workshop, pp: 99-106, 2008.*

[10] Grosu, D., A.T. Chronopoulos and M. Leung, "Cooperative load *balancing in distributed systems," in Concurrency and Computation:Practice and Experience, Vol. 20, No. 16, pp: 1953-1976, 2008.*

www.SID.ir

Archive of SID

[25] Huankai Chen, Professor Frank Wang, Dr Na Helian, Gbola Akanmu,*"User-Priority Guided Min-Min Scheduling Algorithm For Load Balancing in Cloud Computing", IEEE, 2013.*

[26] X. Evers , "A Literature Study on Scheduling in Distributed Systems", *1992.*

[27] Klaithem Al Nuaimi, Nader Mohamed, Mariam Al Nuaimi and Jameela *Al-Jaroodi , "A Survey of Load Balancing in Cloud Computing:Challenges and Algorithms ", IEEE Second Symposium on Network Cloud Computing and Applications , 2012, pp. 137-142.*

[28] Shu-Ching Wang, Kuo-Qin Yan, Wen-Pin Liao, Shun-Sheng Wang, *"Towards a Load Balancing in a Three-level Cloud Computing Network", 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT), Vol. 1, IEEE, 2010, pp. 108-113.*

[29] Nidhi Jain Kansal, Inderveer Chana, "Cloud Load Balancing *Techniques : A Step Towards Green Computing", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 1, No 1, January 2012, pp. 238-246.*

[30] Xiaona Ren, Rongheng Lin,Hua Zou, "A Dynamic Load Balancing *Strategy for Cloud Computing Platform Based on Exponential Smoothing Forecast", Proceedings of IEEE CCIS2011, pp. 220-224.*

[31] Y. Lua, Q. Xiea, G. Kliotb, A. Gellerb, J. R. Larusb, and A. Greenber, *"Join-Idle-Queue: A novel load balancing algorithm for dynamically scalable web services", An international Journal on Performance evaluation, August 2011.*

[32] Lee, R. and B. Jeng, "Load-balancing tactics in cloud," International *Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), October 2011, IEEE, pp. 447-454.*

[33] *Haozheng Ren, Yihua Lan, Chao Yin, "The Load Balancing Algorithm in Cloud Computing Environment", 2nd International Conference on Computer Science and Network Technology, IEEE, 2012, pp. 925-928.*

[11] Ranjan, R., L. Zhao, X. Wu, A. Liu, A. Quiroz and M. Parashar, "Peerto-*peer cloud provisioning: Service discovery and load-balancing," in Cloud Computing - Principles, Systems and Applications, pp: 195-217, 2010.*

[12] Gunarathne, T., T-L. Wu, J. Qiu and G. Fox, "MapReduce in the Clouds *for Science," in proc. 2nd International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), IEEE, pp:565-572, November/December 2010.*

[13] Ni, J., Y. Huang, Z. Luan, J. Zhang and D. Qian, "Virtual machine *mapping policy based on load balancing in private cloud environment," in proc. International Conference on Cloud and Service Computing (CSC), IEEE, pp: 292-295, December 2011*

[14] Qi Zhang, Lu Cheng, Raouf Boutaba; Cloud computing: sate-of-art *and research challenges; Published online: 20th April 2010, Copyright : The Brazillian Computer Society 2010.*

[15] M.Aruna , D. Bhanu, R.Punithagowri , "A Survey on Load Balancing *Algorithms in Cloud Environment ", International Journal of Computer Applications, Volume 82 – No 16, November 2013 , pp. 39-43.*

[16] Jayant Adhikari, Prof. Sulabha Patil, "Double Threshold Energy *Aware Load Balancing in Cloud Computing", 4th ICCCNT, July 2013.*

[17] Isam Azawi Mohialdeen , "Comparative Study of Scheduling *Algorithms in Cloud Computing Environment ", Journal of Computer Science , 2013, pp. 252-263.*

[18] Tanvee Ahmed, Yogendra Singh "Analytic Study Of Load Balncing *Techniques Using Tool Cloud Analyst" , International Journal Of Engineering Research And Applications, 2012, pp. 1027-1030.*

[19] Shridhar G. Domanal, G. Ram Mohana Reddy, "Load Balancing in *Cloud Computing Using Modified Throttled Algorithm", IEEE, International conference. CCEM 2013.*

[20] Gulshan Soni, Mala Kalra, "A Novel Approach for Load Balancing in *Cloud Data Center", International Advance Computing Conference (IACC) IEEE , 2014, pp.807-812.*

[21] Hemant S. Mahalle, Parag R. Kaveri, Vinay Chavan, "Load *Balancing On Cloud Data Centres", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 3, issue1, January 2013.*

[22] Shridhar G.Damanal and G. Ram Mahana Reddy , "Optimal Load *Balancing in Cloud Computing By Efficient Utilization of Virtual Machines ", IEEE 2014.*

[23] Martin Randles, David Lamb, A. Taleb-Bendiab , "A Comparative *Study into Distributed Load Balancing Algorithms for Cloud Computing ", IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops , 2010, pp. 551-556.*

[24] O. Abu- Rahmeh, P. Johnson and A. Taleb-Bendiab, "A Dynamic *Biased Random Sampling Scheme for Scalable and Reliable Grid Networks", INFOCOMP - Journal of Computer Science, VOL.7, N.4, December, 2008, pp. 01-10.*

www.SID.ir