مطالعه توازن بار به کمک الگوریتم فازی تطبیقی

زهرا دهقانی[۱]، سید جواد میرعابدینی[۲*] ، علی هارون‌آبادی[۳]

۱: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بوشهر، گروه مهندسی کامپیوتر، بوشهر، ایران، Z.dehghani67@yahoo.com

۲* : عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، گروه مهندسی کامپیوتر، تهران، ایران، j.mirabedini@gmail.com

۳: عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، گروه مهندسی کامپیوتر، تهران، ایران، a.harounabadi@gmail.com

چکیده

رایانش ابری یکی از جدیدترین تحولات در فناوری اطلاعات محسوب می‌شود که به مرور زمان در صنعت و بخش-های آموزشی مختلف فراگیر شده است. رایانش ابری یک فناوری جدید نیست، بلکه یک روش جدید برای ارائه سرویس از طریق اینترنت است. رایانش ابری یک مفهوم جدید به عنوان مخزنی از منابع مجازی‌سازی شده است، که باعث افزایش بهره‌وری، صرفه‌جویی در منابع سخت‌افزاری و بالابردن توان محاسباتی می‌شود. یکی از نگرانی‌های اصلی در محیط رایانش ابری توازن بار است که در صورتی که به صورت مناسب انجام شود می‌تواند باعث افزایش سرعت، کارایی، افزایش رضایت مشتری، کاهش زمان پاسخ می‌شود. در این مقاله نیز مشکلات توازن بار در رایانش ابری مورد بررسی قرار گرفته و تعدادی الگوریتم‌های توازن بار معرفی می‌شود.در انتها الگوریتمی جهت بهبود توازن بار در محیط رایانش ابری پیشنهاد و سپس ارزیابی می‌شود.الگوریتم پیشنهادی ما از ترکیب الگوریتم min-max و فازی بهره گرفته است و نشان دادیم که در اکثر حالات الگوریتم ما از خالت غیرفازی بهتر رفتار می‌کند.

واژه های کلیدی: توازن بار، رایانش ابری، ماشین مجازی، زمان اتمام کل، فازی

۱- مقدمه

نورمی و همکاران [۳]؛ رایانش ابری به عنوان مخزنی از منابع و سرویس‌ها است که از طریق اینترنت قابل دسترس است. سرویس‌های رایانش ابری از طریق مراکز داده که در سراسر جهان قرار دارند ارائه می‌شوند. رایانش ابری با فراهم کردن منابع مجازی شده استفاده از منابع و سرویس ها را برای کاربران خود آسوده می‌کند[۳].

حضور گسترده و روز افزون شرکت‌های بزرگی نظیر مایکروسافت، گوگل، آمازون، سان و... در عرصه رقابتی رایانش ابری، نشان از توسعه سریع و تسلط این‌گونه از محاسبات در دنیای فناوری‌اطلاعات دارد. یکی از مزایای مهمی که معماری رایانش ابری برای توسعه-دهندگان آن فراهم کرده است، امکان برپایی توده‌های ابر در مکان‌هایی از سطح جهان است که از نظر هزینه مکان و مصرف برق مقرون به‌صرفه‌تر هستند.

آیمریچ و همکاران[۴]؛ فراهم‌شدن امنیت در خصوص سوانح طبیعی که ممکن است در یک منطقه خاص رخ دهد، می‌شود و امکان تعدیل ترافیک و بار سیستم برای انجام پرس‌وجوها در خوشه‌هایی که از نظر فیزیکی به کاربر نزدیک‌تر هستند را نیز فراهم می‌کند[۴].

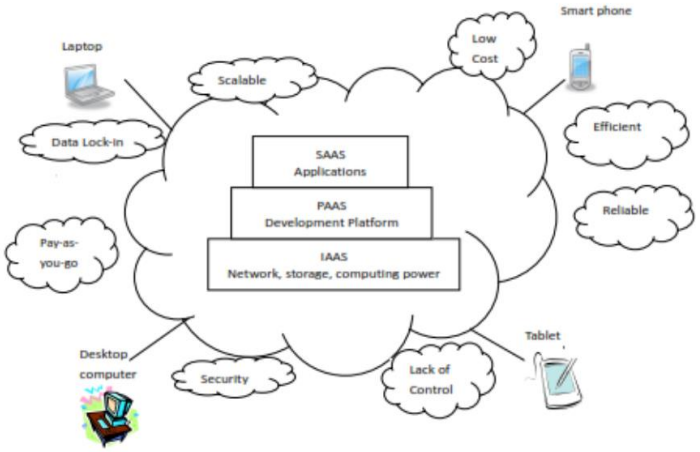
شو و همکاران[۵]؛ شکل ۱ جنبه‌های اصلی رایانش ابری را نمایش می‌دهد.

بخش‌های این مقاله شامل کارهای مرتبط، بستر کار ، روش پیشنهادی و بررسی نتایج می باشد که در ادامه هر یک را می بینیم.

۲- کارهای مرتبط

طبق تحقیقات و مطالعات به عمل آمده در خصوص توازن بار در رایانش ابری تا کنون راه حل ها و پیشنهادات گوناگونی در ایران و خارج کشور مطرح گردیده است، که به عنوان مرور بر سوابق تحقیق به طور مختصر چند مورد شرح داده می شود.

عرب و همکاران[۱]؛ یک زمانبندی توازن بار را بر اساس الگوریتم ممتیک ارائه می‌کند که علاوه بر در نظر گرفتن حالت جاری سیستم، حالات قبلی را هم در نظر می‌گیرد. نتایج آزمایشگاهی ثابت می‌کند که این روش قادر به برقراری توازن بار و استفاده معقول از منابع می‌باشد[۱]



شکل ۱: جنبه‌های مهم رایانش ابری [۵]

در مقاله دهینش و ونکاتا [۶]؛ یک الگوریتم به نام رفتار زنبور عسل الهام گرفته موازنه بار ارائه شده است. که هدف آن دستیابی بار متعادل در سراسر ماشین های مجازی برای به حداکثر رساندن توان است. الگوریتم پیشنهادی همچنین مقدار زمان وظایف در صف انتظار به حداقل میرساند. نتایج تجربی نشان میدهد که الگوریتم زمانی که با الگوریتم های موجود در مقایسه موثر است .رویکرد نشان می دهد که بهبود قابل توجهی در متوسط زمان اجرا و کاهش در زمان از وظایف در انتظار صف وجود دارد[۶].

در در مقاله قاسم نژاد و همکاران[۲]؛ الگوریتم‌های توازن بار موجود را به دو دسته‌ی الگوریتم‌های مسیریابی و بهینه‌سازی تقسیم نموده است و سپس مزایا و معایب آنها را به تفصیل تشریح کرده است. در نهایت مناسب‌ترین الگوریتم توازن بار از بین الگوریتم‌های موجود بعنوان نتیجه این مقاله با دلایل قوی معرفی شده است. بدیهی است که این تحقیق توانایی روشن ساختن بسیاری از ابهامات برای محققان این حوزه را دارد[۲].

هدف مایانکا و میشرا [۷]؛ از این مقاله ایجاد یک ابررایانه انتزاعی با استفاده از منابع آزاد در شبکه های گسترده برای بسترهای نامطمئن چون اینترنت می باشد. از آنجایی که در گریدهای رایانشی بستر ارتباطی و موجودیت منابع بسیار پویا است لذا مدیریت منابع از جمله توازن بار از مسائل مهم می باشد. آنها در ابتدا به توضیح و تعریفی از محاسبات ابری و مزایا و معایب آن پرداخته شده است و سپس به شرح توازن بار و بررسی و ارائه الگوریتم هایی در زمینه فوق و شرح الگوریتم کلونی مورچه پرداخته شده است[۷].

در جینهوا و همکاران[۸]؛ یک الگوریتم یک استراتژی برنامه ریزی برای توازن بار منابع مجازی بر اساس الگوریتم ژنتیک ارائه شده است. با توجه به تاریخچه داده ها و وضعیت فعلی آنها در سیستم از طریق الگوریتم ژنتیک راه حلی با کمترین هزینه و تعادل بار را محاسبه می‌کند پیش از اینکه منابع بر روی سیستم استقرار یابند. که در واقع راه حل پیشنهادیشان مسئله هزینه و توازن بار را حل می کند[۸].

۳- بستر کار

زمینه انجام کار شامل توازن بار ، دلایل استفاده از توازن بار، انواع الگوریتم های توازن بار که به اختصار به بررسی هر یک پرداخته شده است.

۳-۱- توازن بار

شو و همکاران[۵]؛ رایانش ابری در چند سال اخیر، بسیار محبوب شده است و به عنوان بخشی از خدمات آن می‌توان به فراهم کردن روشی قابل انعطاف و آسان برای ذخیره‌سازی و بازیابی فایل‌ها و داده‌ها اشاره کرد، مخصوصا برای مجموعه بزرگی از داده‌ها و فایل‌ها که برای کاربران در سرتاسر جهان قابل دسترس هستند. از این‌رو برای اداره کردن این مجموعه بزرگ از داده‌ها به چندین فن بهینه‌سازی، عملیات ساده و موثر برای افزایش رضایت مشتری، کاهش زمان پاسخ نیاز است. یکی از این فن‌ها که در بهینه‌سازی مجموعه داده‌های بزرگ تاثیر به سزایی دارد توازن بار است. توازن بار یکی از نگرانی‌های اصلی رایانش ابری است[۵]. وانگ و همکاران[۹]؛ توازن بار در متعادل کردن بهره‌برداری از منابع پربار و کم‌بار تلاش می‌کند[۹].

۳-۲- دلایل استفاده از توازن بار

مودی و همکاران،[۱۰]؛ با استفاده از توازن بار، می‌توان بار را با انتقال پویا از یک ماشین به ماشین در گره راه دور که کمتر مورد استفاده قرار گرفته موازنه کرد. این عمل رضایت کاربر را حداکثر، زمان پاسخ حداقل، تحمل خطا افزایش، مقیاس‌پذیری، کاهش تولید گرما، مصرف بهینه انرژی، کاهش انتشار کربن دی‌اکسید، کاهش هزینه، افزایش بهره‌برداری از منابع، کاهش تعداد کارهای پذیرفته‌نشده و بالا بردن کارایی سیستم می‌شود. عدم توازن بار باعث افزایش تولید گرما توسط گره‌های پربار می‌شود که باعث افزایش هزینه به دلیل خرید دستگاه‌های سرمایشی و همچنین باعث افزایش انتشار کربن دی‌اکسید می‌شود، از طرفی دستگاه‌های سرمایشی انرژی بیشتری از دستگاه‌های اصلی نیاز دارند و دستگاه‌های سرمایشی پرمصرف هستند و برای محیط‌زیست مناسب نیست و باعث افزایش هزینه می-شوند[۱۰]. میلوجیکیس [۱۱]؛ بنابراین فراهم‌کردن تعداد مناسبی منبع برای برنامه‌هایی که روی ماشین مجازی در حال اجرا هستند و اعمال توازن بار روی آن‌ها باعث متوازن‌شدن کل بار سیستم و استفاده بهینه از انرژی به دلیل این‌که ماشین‌هایی که خیلی کم‌کار یا بیکار هستند خاموش می‌شوند[۱۱].

۳-۳- انواع الگوریتم‌های توازن بار

لین و همکاران[۱۲]؛ الگوریتم‌های توازن بار به دو دسته کلی ایستا و پویا تقسیم می‌شوند. فرآیند انتخاب گره برای ارسال وظیفه در الگوریتم‌های توازن بار ایستا براساس اطلاعاتی که از قبل در مورد ویژگی‌ها و قابلیت‌های گره دارند انجام می‌شود. در صورت به‌وجود آمدن تغییرات در ویژگی‌های یک گره در زمان اجرا الگوریتم‌های ایستا این تغییرات را در نظر گرفته نمی‌شود، بعلاوه این نوع الگوریتم‌ها نمی‌توانند خود را با تغییرات محیط تطابق دهند[۱۲]. هدف اصلی این الگوریتم‌ها کاهش زمان اجرای کلی است.

۴- روش پیشنهادی

آیمریچ و همکاران[۴]؛ یکی از چالش‌هایی که کارایی الگوریتم‌های توازن بار را کاهش می‌دهد وضعیت نامشخص بار کاری می‌باشد ترافیک به الگوی نامتوازنی از مهاجرت داده‌ها برمی‌گردد که گاهی بسیار بالا و گاهی بسیار پایین است[۴]. نرخ درخواست رسیده به مرکز داده همیشه ثابت نیست گاهی تعداد زیادی درخواست در یک زمان جمع می‌شوند و روی کارایی الگوریتم توازن بار تاثیر می‌گذارند و زمان پردازش و زمان پاسخ را افزایش می‌دهند. کارایی الگوریتم‌های توازن بار براساس نرخ درخواست‌های رسیده یکسان نیست بعضی از الگوریتم‌ها زیر بارکاری پایین کارایی بالایی دارند و برعکس.

۴-۱- الگوریتم توازن بار پیشنهادی

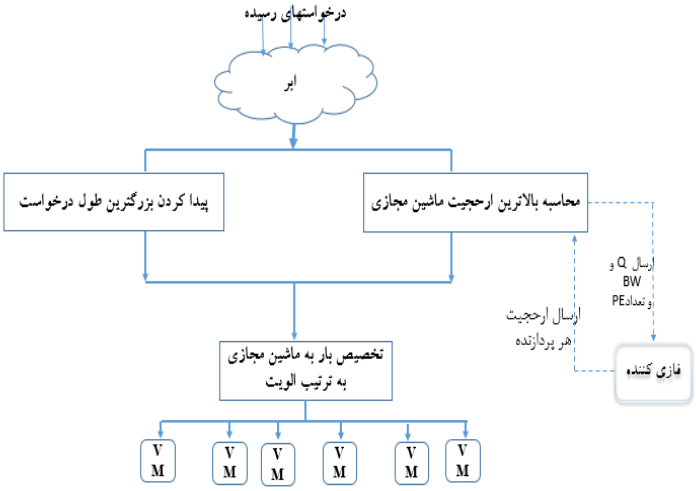
برای غلبه بر مشکل وضعیت نامشخص بارکاری، ما یک الگوریتم توازن بار جدید معرفی می‌کنیم توازن بار پیشنهادی یک الگوریتم توازن بار است که از مرکز داده برای توزیع کارای کارهای رسیده بر روی ماشین‌های مجازی از الگوریتم min-max و منطق فازی استفاده می‌کند. که شامل ۳ جز، پیدا کردن ماکزیمم طول درخواست رسیده، پیدا کردن بالاترین ارجحیت برای ماشین‌های مجازی به کمک فازی کننده، اختصاص درخواست با بیشترین طول به ماشین مجازی با بالاترین ارجحیت می‌باشد. زمانی که مرکز داده درخواستها را دریافت می‌کند به کمک الگوریتم min-max که در پایین تشریح شده است بیشترین طول درخواست را یافته و سپس به کمک منطق فازی ماشین مجازی مناسب براساس اطلاعات ارسالی از فازی‌کننده تخصیص می‌دهد. زمانی که ماشین مجازی کار اختصاص داده شده را به اتمام رساند به مرکز داده اطلاع می‌دهد. مراحل اصلی الگوریتم توازن بار پیشنهادی در شکل۲ نمایش داده شده است.

۴-۲- فازی کننده

کلیازوئیج و همکاران[۱۳]؛ تابع اصلی فازی کننده برای تسهیل کردین تصمیم انتخاب الگوریتم توازن بار برای فراهم آوردن لیستی از ماشین‌های مجازی متوازن در مرکز داده و تحویل آن به متوازن‌کننده بار برای تخصیص یک ماشین مجازی از لیست است[۱۳].

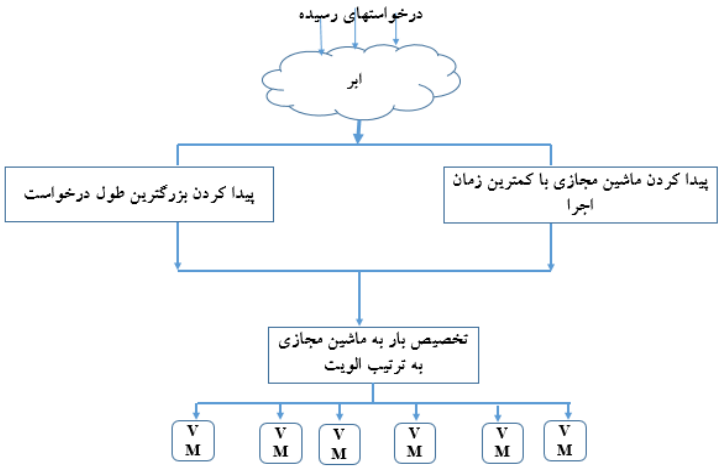
بویا و همکاران [۱۴]؛ فازی‌کننده شامل یک سیستم واسط فازی (FIS) برای شبیه‌سازی تصمیم‌گیری انسانی به وسیله استفاده از قوانین فازی می‌باشد. برای FIS، کتابخانه کدبازی در جاوا که jFuzzyLogic نام دارد مورد استفاده قرار گرفته است. این کتابخانه توابع

عملیاتی و پیاده‌سازی کاملی از FIS است که واسط برنامه‌نویسی و پلاگین Eclips برای نوشتن راحت و تست برنامه‌های کاربردی فازی تهیه دیده است[۱۴].



شکل۲: فلوچارت الگوریتم پیشنهادی با به‌کارگیری منطق فازی

شکل ۳ الگوریتم پیشنهادی بدون به‌کارگیری منطق فازی را نمایش می‌دهد.



شکل ۳: الگوریتم پیشنهادی غیرفازی

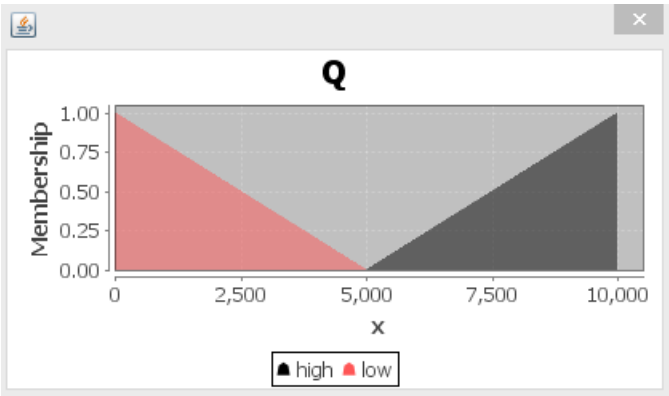
در این تحقیق FIS دارای سه ورودی طول صف هر ماشین و پهنای باند و تعداد پردازشگرهای هر ماشین مجازی است و تنها خروجی آن همان ارجحیت هر ماشین است که براساس ۱۲ IF-THEN محاسبه و غیرفازی و به برنامه جهت انتخاب ماشین مناسب تحویل داده می‌شود. دوازده قانون IF-THEN به کار گرفته شده است که در شکل۴ نمایش داده شده‌اند

تطبیقی

```
RULE 1 : IF Q is low and BW is low and PE is L THEN pref is L;
RULE 2 : IF Q is low and BW is low and PE is M THEN pref is M;
RULE 3 : IF Q is low and BW is low and PE is H THEN pref is H;
RULE 4 : IF Q is low and BW is high and PE is L THEN pref is M;
RULE 5 : IF Q is low and BW is high and PE is M THEN pref is H;
RULE 6 : IF Q is low and BW is high and PE is H THEN pref is VH;
RULE 7 : IF Q is high and BW is low and PE is L THEN pref is VL;
RULE 8 : IF Q is high and BW is low and PE is M THEN pref is L;
RULE 9 : IF Q is high and BW is low and PE is H THEN pref is M;
RULE 10 :IF Q is high and BW is high and PE is L THEN pref is L;
RULE 11 : IF Q is high and BW is high and PE is M THEN pref is M;
RULE 12: IF Q is high and BW is high and PE is H THEN pref is H;
```

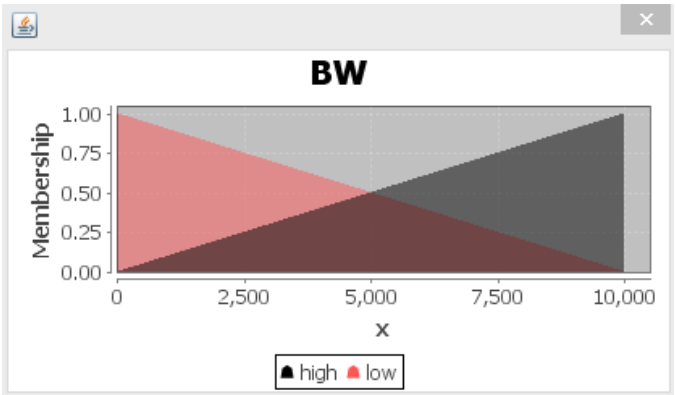
شکل ۴ : ۱۲ IF-THEN به کار گرفته

در شکل۵ تابع عضویت طول صف که یکی از ورودی‌ها برای محاسبه ارحجیت است نمایش داده شده است.



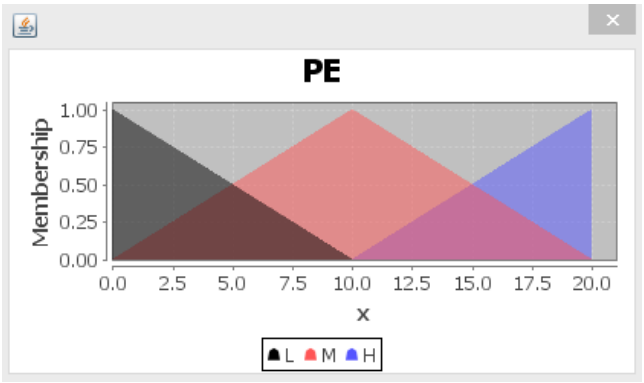
شکل۵: تابع عضویت طول صف

در شکل۶ تابع عضویت پهنای باند که یکی از ورودی‌ها برای محاسبه ارحجیت است نمایش داده شده است.



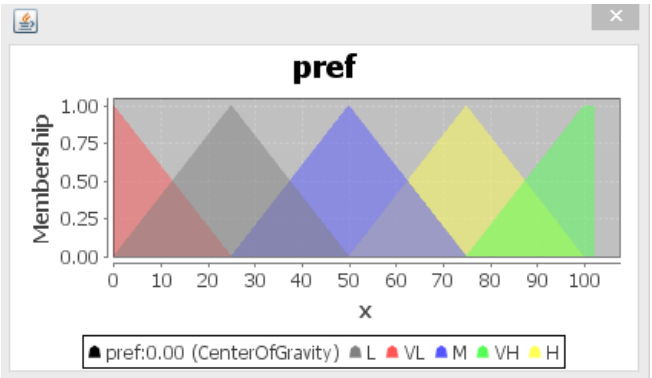
شکل۶: تابع عضویت پهنای باند

در شکل۷ تابع عضویت تعداد پردازشگر که یکی از ورودی‌ها برای محاسبه ارحجیت است نمایش داده شده است.



شکل ۷: تابع عضویت تعداد پردازشگر

در شکل۸ تابع عضویت ارجحیت ماشین مجازی که تنها خروجی JFuzzyLogic است به صورت فازی نمایش داده شده است این تابع سپس توسط خود JfuzzyLogic غیرفازی شده و نتیجه به برنامه برمی‌گردد.



شکل۸: تابع عضویت ارجحیت ماشین مجازی

شکل ۹ و ۱۰ خروجی برنامه کلودسیم با ۲۰ کلودلت و ۵ ماشین مجازی به ترتیب بدون استفاده از منطق فازی و با استفاده از منطق فازی را نمایش می‌دهد.

```
========== OUTPUT ==========
Cloudlet ID    STATUS    Data center ID    VM ID    Time    Start Time    Finish Time
    4          SUCCESS        2             4       0.82       0.2          1.02
    5          SUCCESS        2             5       1.58       0.2          1.78
   10          SUCCESS        3            10       1.88       0.2          2.08
   19          SUCCESS        2             3       1.96       0.2          2.16
   11          SUCCESS        3            11       2.02       0.2          2.22
    6          SUCCESS        2             6       2.22       0.2          2.42
   13          SUCCESS        3            13       2.27       0.2          2.47
   15          SUCCESS        3            15       3.22       0.2          3.42
    9          SUCCESS        3             9       4.13       0.2          4.33
   18          SUCCESS        2             2        4.2       0.2          4.4
   12          SUCCESS        3            12       4.24       0.2          4.44
    7          SUCCESS        2             7       4.31       0.2          4.51
    2          SUCCESS        2             2       4.31       0.2          4.51
    8          SUCCESS        3             8       5.41       0.2          5.61
   14          SUCCESS        3            14       8.57       0.2          8.77
    3          SUCCESS        2             3       9.28       0.2          9.48
    1          SUCCESS        2             1      10.86       0.2         11.06
   17          SUCCESS        2             1       14.4       0.2          14.6
    0          SUCCESS        2             0      14.52       0.2          14.72
   16          SUCCESS        2             0      17.01       0.2          17.21
BUILD SUCCESSFUL (total time: 1 second)
```

شکل ۹: خروجی کلودسیم بدون منطق فازی با ۲۰

تطبیقی

```
========== OUTPUT ==========
Cloudlet ID    STATUS    Data center ID    VM ID    Time    Start Time    Finish Time
    4          SUCCESS        2             4       0.82        0.2         1.02
   19          SUCCESS        2             3       0.98        0.2         1.18
    5          SUCCESS        2             5       1.58        0.2         1.78
   10          SUCCESS        3            10       1.88        0.2         2.08
   11          SUCCESS        3            11       2.02        0.2         2.22
   18          SUCCESS        2             2        2.1        0.2          2.3
    2          SUCCESS        2             2       2.21        0.2         2.41
    6          SUCCESS        2             6       2.21        0.2         2.41
   13          SUCCESS        3            13       2.27        0.2         2.47
   15          SUCCESS        3            15       3.22        0.2         3.42
    9          SUCCESS        3             9       4.13        0.2         4.33
   12          SUCCESS        3            12       4.24        0.2         4.44
    7          SUCCESS        2             7       4.28        0.2         4.48
    8          SUCCESS        3             8       5.41        0.2         5.61
    1          SUCCESS        2             1       5.43        0.2         5.63
    0          SUCCESS        2             0       7.26        0.2         7.46
    3          SUCCESS        2             3        8.3        0.2          8.5
   14          SUCCESS        3            14       8.57        0.2         8.77
   17          SUCCESS        2             1       8.97        0.2         9.17
   16          SUCCESS        2             0       9.75        0.2         9.95
BUILD SUCCESSFUL (total time: 1 second)
```

شکل ۱۰: خروجی کلودسیم با به‌کارگیری منطق فازی با ۲۰ کلودلت

۵- بررسی نتایج

در این بخش الگوریتم توازن بار پیشنهادی را با الگوریتم min-max در سناریوی موردنظر با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در ابتدا نتایج را با دو روش ذکر شده با ۱۰،۲۰،۳۰،۴۰ کلودلت بررسی کرده و میانگین زمان اجرا را محاسبه کرده و در جدول ۱نشان داده‌ایم.

۵-۱- مقایسه زمان اجرای فازی و غیر فازی

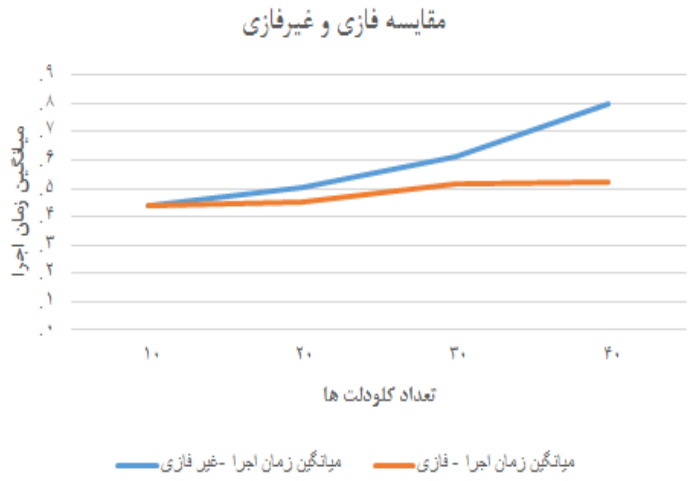
همانطور که در نمودار۱ قابل مشاهده است میانگین زمان اجرا به روش فازی در همه موارد بهتر از روش غیرفازی می‌باشد.

جدول ۱: مقایسه میانگین زمان اجرا فازی و غیر فازی

تعداد کلودلت	میانگین زمان اجرا - فازی	میانگین زمان اجرا -غیر فازی
۱۰	۴,۳۶	۴,۳۶
۲۰	۴,۴۹	۵,۰۶
۳۰	۵,۱۷	۶,۱۰
۴۰	۵,۲۰	۷,۹۷

۵-۱- مقایسه زمان اجرای فازی و غیر فازی

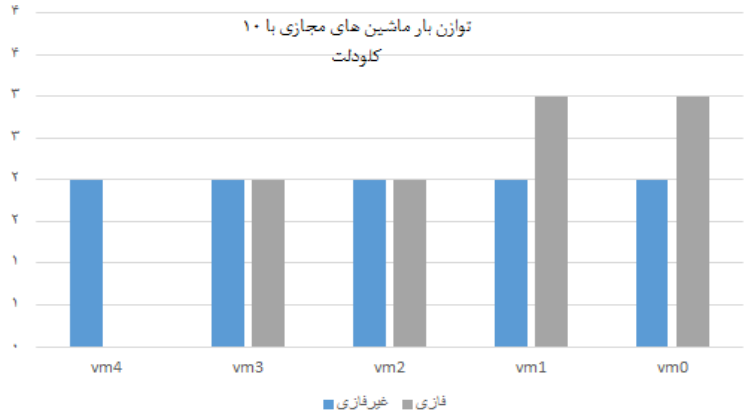
همانطور که در شکل۱۱ قابل مشاهده است میانگین زمان اجرا به روش فازی در همه موارد بهتر از روش غیرفازی می‌باشد.



شکل ۱۱: مقایسه میانگین زمان اجرا با دو روش فازی و غیرفازی

۵-۲- مقایسه توازن بار فازی و غیرفازی

در روش غیرفازی تخصیص کلودلت‌ها به ماشین‌های مجازی به صورت برابر صورت می‌گیرد بدون درنظر گرفتن الویت ماشین‌های مجازی. این در حالی است که در روش فازی ارجحیتی برای هر ماشین مجازی در نظر گرفته شده و براساس آن تخصیص‌ها صورت می‌پذیرد مثلا ماشین مجازی ۴ که ماشین ضعیفی است در بسیاری از موارد تعداد کمی از کلودلت‌ها به آن اختصاص می‌یابد. شکل۱۲ مقایسه توازن بار را به روش فازی و غیر فازی برای ۱۰کلودلت نشان می دهد.



شکل ۱۲: مقایسه توازن بار به روش فازی و غیرفازی با ۱۰ کلودلت

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ما از کلودسیم و JfuzzyLogic که هر دو کتابخانه‌های متن باز در جاوا هستند برای پیاده‌سازی ایده خود استفاده کرده‌ایم، به این صورت که برای هر ماشین مجازی براساس سه پارامتر طول صف، تعداد پردازشگرها و پهنای باند ارجحیت را محاسبه و سپس براساس ارجحیت ماشین‌های مجازی را الویت‌بندی و سپس کلودلت‌ها را به آن‌ها اختصاص داده‌ایم و روش خود را با حالت غیرفازی آن مقایسه و در نهایت همانطور که در نمودارهای فصل ۴ نمایش داده شد در اکثر موارد روش فازی بهتر از غیرفازی رفتار می‌کند.

به عنوان کارهای آتی می توان به پیشنهادات زیر توجه نمود:

استفاده از الگوریتم نوبت چرخشی و تصادفی و دیگر الگوریتم‌ها در بارهای کاری مختلف و ترکیب آنها با الگوریتم فازی به عنوان کارهای آینده پیشنهاد می‌شوند.همچنین می‌توان برای توازن بار بهتر با توجه به بارکاری وارده به سیستم در بازه‌های زمانی مختلف به کمک یک آستانه برای ورود بارهای کاری مختلف از الگوریتم‌هایی استفاده کرد که در زمان ورود بارکاری نرمال بهتر عمل کرده و الگوریتم‌های کارا در زمان ازدحام را نیز در زمان ورود بار کاریی بالا به سیستم اعمال کرد.

تطبیقی

مراجع

[۱] عرب, نسرین؛ مجید ابوطالبی و مصطفی رافتی ، توازن بار در محیط محاسبات ابری با استفاده از الگوریتم های فرااکتشافی، دومین کنفرانس ملی مهندسی نرم افزار، لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان ۱۳۹۱

[۲] قاسم نژاد ، سیده منیره، بزرگی راد، سید یاسر، بابازاده، مرتضی، بررسی الگوریتم های محاسباتی برای توازن بار در رایانش ابری و پیشنهاد تکنیک، سومین کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی ،علوم و تکنولوژی، ص۱-۲۱، ۱۳۹۵

[3] D. Nurmi, R. Wolski, C. Grzegorczyk, G. Obertelli, S. Soman, L. Youseff, and D. Zagorodnov, "The eucalyptus open-source cloud computing system," *9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid*, pp. 124-131, 2009.

[4] F. M. Aymerich, G. Fenu, S. Surcis, "An approach to a cloud computing network," *in proc First International Conference on the In Applications of Digital Information and Web Technologies*, 2008, pp. 113-118.

[5] S. S. Bose, and A. K. Singh,"A survey on cloud computing," *In proc. International Conference on In Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCEE)*, 2014, pp. 1-6.

[6] D. B. L.D. and P. Venkata Krishna, "Honey bee behavior inspired load balancing of tasks in cloud computing environments," Applied Soft Computing, vol. 13, no. 5, pp. 2292–2303, 2013.

[7] M.Katyal, A.Mishra, "A Comparative Study of Load Balancing Algorithms in Cloud Computing Environment," *International Journal of Distributed and Cloud Computing*, Vol. 1 , No.2 .PP.125-131, 2013.

[8] J.Hu, J.Gu, G. Sun, T. Zhao, "A Scheduling Strategy on Load Balancing of Virtual Machine Resources in Cloud Computing Environment," *in proc. Third International Symposium on Parallel Architectures Algorithms and Programming* (*PAAP*), 2010, PP. 18-20.

[9] L.Wang, J. Tao, M. Kunze, A.C. Castellanos, D. Kramer, and W.Karl, "Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience, "*In HPCC*, vol. 8, pp. 825-830, 2008.

[10]C. Modi, D. Patel, B. Borisaniya, A. Patel, and M. Rajarajan, "A survey on security issues and solutions at different layers of Cloud computing," *The Journal of Supercomputing* , Vol,63, no. 2, PP. 561-592, 2013.

[11] D. Milojicic, "Cloud computing: Interview with Russ daniels and franco travostino," *IEEE Internet Computing*, Vol.5, No.1, PP. 7-9, 2008.

[12] G. Lin, D. Fu, J. Zhu, and G. Dasmalchi. "Cloud computing: IT as a service," *IT professional*, Vol.2, No.1, PP. 10-13, 2009.

[13] D. Kliazovich, S. T. Arzo, F. Granelli, P. Bouvry, and S. U. Khan, "E-STAB: energy-efficient scheduling for cloud computing applications with traffic load balancing," *In proc. International Conference on In Green Computing and Communications (GreenCom), Physical and Social Computing*, 2013, pp .7-13.

[14] B. Rajkumar, R. Ranjan, and R.N. Calheiros, "Intercloud: Utilityoriented federation of cloud computing environments for scaling of application services," *In Algorithms and architectures for parallel processing*, pp. 13-31, 2010.

Study on load balancing using fuzzy adaptive algorithm

Zahra Dehghani[1], S. Javad Mirabedini[2*], Ali Harounabadi[3]

[1]Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran
[2*]Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
[3]Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
1: Z.dehghani67@yahoo.com
2*: j.mirabedini@gmail.com
3: a.harounabadi@gmail.com

ABSTRACT:

Cloud computing is one of the newest developments in information technology and has been widespread in the industry and different educational sectors over time. Cloud computing is not a new technology, but it is also a new method for providing services via the Internet. Cloud computing is a new concept as a storage of virtualized resources and it increases the efficiency, saves the hardware resources, and enhances the computing power. The load balancing is one of the main concerns in cloud computing space; and it can increase the speed, efficiency, customer satisfaction and reduce the response time in the case of proper performance. This paper also studies the problems of load balancing in cloud computing and introduces several load balancing algorithms. Finally, an algorithm is proposed and evaluated to improve the load balancing in cloud computing space. Our proposed algorithm utilizes the combination of fuzzy and min-max algorithms; and we have found that our algorithm has better performance than the non-fuzzy algorithm in most of the cases.

KEYWORDS: Load balancing, cloud computing, virtual machine, total completion time, Fuzzy