



دانشکده فنی و مهندسی

بیان روشی به منظور تخصیص ماشین های مجازی برای جلوگیری از سربار شدن میزبان های فیزیکی با هدف بهبود کیفیت سرویس در مراکز داده ابری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.SC
در رشته مهندسی کامپیوتر
گرایش نرم افزار

صائب ملایی ندیکی

استاد راهنما

دکتر محمد صادق حاج محمدی

تابستان ۱۳۹۶



تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه

نام دانشکده: دانشکده فنی و مهندسی

نام دانشجو: صائب ملایی ندیکی

عنوان پایان‌نامه: بیان روشی به منظور تخصیص ماشین‌های مجازی برای جلوگیری از سرشار شدن میزبان‌های

فیزیکی با هدف بهبود کیفیت سرویس در مراکز داده ابری

تاریخ دفاع: تابستان ۱۳۹۶

رشته: مهندسی کامپیوتر

گرایش: نرم‌افزار

| ردیف | سمت | نام و نام خانوادگی | دانشگاه یا مؤسسه | امضاء |
|------|--------------|----------------------------|-----------------------|-------|
| ۱ | استاد راهنما | دکتر محمدصادق حاج‌محمدی | دانشگاه اسلامی سیرجان | |
| ۲ | استاد مدعو | | دانشگاه | |

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب صائب ملایی ندیکی به شماره دانشجویی ۹۳۰۵۹۴۱۳۱ دانشجوی رشته مهندسی کامپیوتر مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد M.SC تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذیصلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی: صائب ملایی ندیکی

تاریخ و امضا:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

- بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ممنوع است.

استاد راهنما: دکتر محمدصادق

حاج محمدی

تاریخ:

امضا:

تقديم به:

الكساندرا الباكيان

که با شعار ”برای حذف همه موانع از راه علم“

To remove all barriers in the way of science

۵۰ میلیون مقاله را مجانی در اختیار دنیا قرار داد

قدردانی

در آغاز وظیفه خود می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر جاج‌محمدی صمیمانه تشکر و قدردانی کنم که قطعاً بدون راهنمایی‌های ارزنده ایشان، این مجموعه به انجام نمی‌رسید.

همچنین لازم می‌دانم از فعالان حوزه نرم‌افزار آزاد که بدون هیچ چشم‌داشتی پاسخ همه پرسش‌های علاقه‌مندان به این حوزه را می‌دهند و منابع فعالیت‌های خود را در اختیار همه‌گان می‌گذارند.

در پایان از پدیدآورندگان بسته زی‌پرشین، مخصوصاً جناب آقای وفا خلیقی، که این پایان‌نامه با استفاده از این بسته، آماده شده است و همه دوستانمان در گروه پارسی‌لاتک کمال قدردانی را داشته باشم.

صائب ملایی ندیکی

تابستان ۱۳۹۶

چکیده

امروزه با پیشرفت روز افزون فناوری اطلاعات و افزایش برنامه های کاربردی، بی شک نیاز به محاسبات یکپارچه برای کاربران ضروری می باشد. بنابراین استفاده از تکنولوژی مانند رایانش ابری که با توجه به نیاز کاربران، پردازش های محاسباتی آن ها را انجام دهد و نتایج را به آن ها نمایش دهد، لازم می باشد. در حال حاضر چالش های متنوعی در زمینه رایانش ابری مطرح است. استفاده مؤثر، تخصیص و مدیریت منابع به منظور بهبود کیفیت سرویس و بهره‌وری انرژی یکی از از چالش های مهم در سیستم های ابری است. در این پایان نامه تمرکز بر روی انتخاب مقصد مناسب برای میزبانی ماشین های مجازی و همچنین اعمال کنترلی در مهاجرت ماشین های مجازی مهاجر می باشد. هدف ما از انجام این کار این است که تخصیص ماشین های مجازی به میزبان های فیزیکی را به چه نحوی انجام دهیم که تا جای ممکن از سریز شدن میزبان های فیزیکی و مهاجرت اضافی جلوگیری کنیم. نتایج تجربی آزمایشات در مقایسه با روش پایه نشان دهنده این است که با تخصیص مناسب و اعمال کنترلی در مهاجرت می توانیم در بهبود کیفیت سرویس تأثیرگذار باشیم درحالی که از افزایش مصرف انرژی جلوگیری می کنیم.

واژگان کلیدی: رایانش ابری، تخصیص، سرریز شدن، کنترل مهاجرت، کیفیت سرویس، مصرف انرژی.

فهرست مطالب

فهرست تصاویر

خ

فهرست جداول

د

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

ذ

فصل ۱: مقدمه

۱

۱-۱ مقدمه ای بر رایانش ابری ۲

۲-۱ لایه‌ها و سرویس‌های سیستم‌های رایانش ابری ۲

۳-۱ مجازی‌سازی منابع و مفهوم ترکیب در سیستم‌های ابری ۴

۴-۱ پرسش اصلی ۶

۵-۱ تعریف مساله ۶

۶-۱ اهداف تحقیق به صورت کلی و جزئی ۷

۷-۱ فرضیه‌های تحقیق ۷

۸-۱ ابزارهای اندازه‌گیری ۷

۹-۱ جنبه نوآوری و جدید بودن تحقیق در چیست ۷

۱۰-۱ مراحل پایان‌نامه ۸

فصل ۲: مروری بر روش‌های انجام شده

۹

۱-۲ مروری بر روش‌های انجام شده ۱۰

۲-۲ روش چوی ۱۰

۳-۲ روش چین ۱۱

۴-۲ روش باسکار ۱۲

۵-۲ گودرزی ۱۲

| | | |
|-----|-------------|----|
| ۶-۲ | روش اسماعیل | ۱۳ |
| ۷-۲ | روش راجو | ۱۵ |
| ۸-۲ | روش دوان | ۱۶ |
| ۹-۲ | روش پاتل | ۱۷ |

فصل ۳: روش پیشنهادی

۱۹

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| ۱-۳ | مقدمه | ۲۰ |
| ۲-۳ | تجزیه و تحلیل روش پیشنهادی | ۲۰ |
| ۳-۳ | روش ترکیب ماشین‌های مجازی | ۲۲ |
| ۴-۳ | بدست آوردن میزان انرژی مصرفی | ۲۴ |
| ۵-۳ | بدست آوردن میزان نقض کیفیت سرویس | ۲۵ |

فصل ۴: بررسی و ارزیابی راه حل پیشنهادی

۲۷

| | | |
|-----|--------------------------|----|
| ۱-۴ | محیط آزمایش | ۲۸ |
| ۲-۴ | نتایج مربوط به شبیه سازی | ۲۹ |

فصل ۵: جمع بندی و کارهای آینده

۳۴

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| ۱-۵ | جمع بندی و کارهای آینده | ۳۵ |
|-----|-------------------------|----|

مراجع

۳۷

فهرست تصاویر

| | | |
|-----|---|----|
| ۱-۱ | لایه‌های سرویس ابری | ۳ |
| ۱-۴ | مقایسه مصرف انرژی با سیاست MMT | ۳۰ |
| ۲-۴ | مقایسه مصرف انرژی با سیاست MU | ۳۰ |
| ۳-۴ | تعداد مهاجرت‌های رخ داده با سیاست MMT | ۳۱ |
| ۴-۴ | تعداد مهاجرت‌های رخ داده با سیاست MU | ۳۱ |
| ۵-۴ | مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و مورد مقایسه با سیاست MMT | ۳۲ |
| ۶-۴ | مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و مورد مقایسه با سیاست MU | ۳۲ |

فهرست جداول

| | |
|--------------|------------------------------------|
| ۱۸ | ۱-۲ مقایسه مقالات بر اساس سه معیار |
| ۲۹ | ۱-۴ مشخصات ماشین‌های مجازی |
| ۲۹ | ۲-۴ مشخصات میزبان فیزیکی |

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

C

Consolidation..... ترکیب

CloudSim..... کلودسیم

I

Infrastructure as a services..... زیرساخت به عنوان سرویس

M

Minimum migration time زمان مهاجرت حداقل

Minimum utilization حداقل بهره پردازنده

Modified best fit decreasing..... بهترین کاهش اصلاح شده

Minimum Migration Power (MM)..... حداقل توان مصرف شده

Migration..... مهاجرت

O

Overload سربار

P

Physical machine میزبان فیزیکی

Platform as a services پلتفرم به عنوان سرویس

R

Round Robin نوبت چرخشی

Random تصادفی

ر

S

Software as a services نرم‌افزار به عنوان سرویس

Service level agreement توافق‌نامه سطح خدمات

V

Virtualization مجازی‌سازی

Virtual machine ماشین مجازی

فصل ۱

مقدمه

۱-۱ مقدمه ای بر رایانش ابری

امروزه با پیشرفت روز افزون فناوری اطلاعات و افزایش برنامه‌های کاربردی، بی‌شک نیاز به محاسبات مسنجم و یکپارچه برای کاربران ضروری می‌باشد. همچنین با توجه به نیازهای کاربردی که کاربران دارند، نیاز است که کاربران بتوانند کارهای پیچیده خود را بدون اینکه نیازی به داشتن سخت افزارها و نرم افزارهای گران قیمت داشته باشند، از طریق اینترنت بتوانند انجام دهند. در واقع با این پردازش‌های سخت و سنگین، نیاز به پردازنده‌های متنوع و زیاد دارند تا بتوانند این کارهای پیچیده را با آنها انجام دهند. بنابراین استفاده از تکنولوژی مانند رایانش ابری که با توجه به نیاز کاربران، پردازش‌های محاسباتی آنها را انجام دهد و نتایج را به آنها نمایش دهد، لازم می‌باشد. سیستم‌های رایانش ابری مراکز داده را با طراحی به صورت شبکه‌های مجازی، از نظر سخت‌افزار، پایگاه داده، نرم افزار و ... توانمند کردند، به طوری که کاربران بتوانند برنامه‌های کاربردی و مورد نیاز خود را از هر جایی با کمترین هزینه دریافت کنند. [۱، ۲]

انجمن ملی استانداردها و تکنولوژی سیستم‌های رایانش ابری را اینگونه تعریف می‌کند: سیستم‌های رایانش ابری مدلی برای فراهم کردن دسترسی آسان بر طبق نیاز کاربران به مجموعه ای از منابع که قابل تغییر از طریق اینترنت هستند، می‌باشد. [۱]

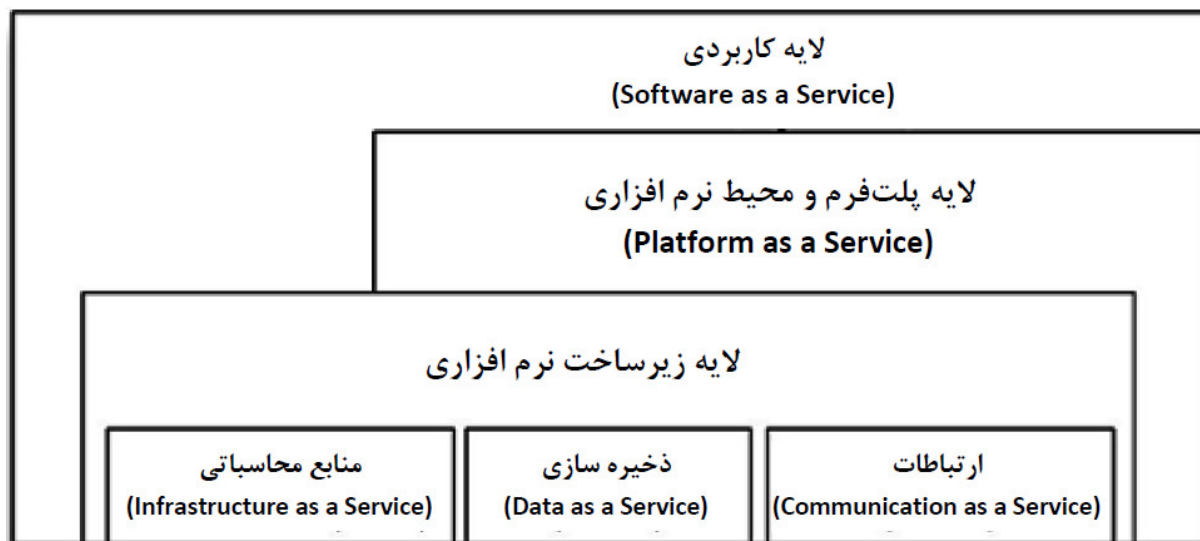
۲-۱ لایه‌ها و سرویس‌های سیستم‌های رایانش ابری

سیستم‌های رایانش ابری از مجموعه ای از لایه‌ها تشکیل شده است که برنامه‌های کاربران بر روی این لایه‌ها نصب و اجرا می‌گردد. این لایه‌ها در سه سطح متفاوت به نام‌های زیرساخت تحت یک سرویس^۱ (IaaS)، پلت فرم تحت یک سرویس^۲ (PaaS) و نرم افزار تحت یک سرویس^۳ (SaaS) ارائه می‌شوند. در زیر به معرفی هر سرویس می‌پردازیم:

^۱ Infrastructure as a Service

^۲ Platform as a Service

^۳ Software as a Service



شکل ۱-۱: لایه‌های سرویس ابری

۱. سطح اول که با IaaS شناخته می‌شود، سرویس‌های زیرساخت ابری نام دارد که سیستمی را که عموماً به صورت یک بستر مجازی‌سازی شده می‌باشد را به صورت سرویس ارائه می‌دهند. در این سطح، کاربران به جای خرید سخت‌افزار، نرم‌افزار و تجهیزات شبکه، تمام این امکانات و زیرساخت‌ها را به صورت یک سرویس مجازی خریداری می‌کنند. در واقع تجهیزات مورد نیاز براساس یک مدل که بر پایه قیمت گذاری براساس استفاده آن‌ها از منابع می‌باشد، ارائه می‌شود. از آنجا که این منبع ممکن است تغییر کند، این چارچوب هم به صورت پویا براساس نیاز به منابع تغییر می‌کند. نمونه ارائه کننده این سرویس‌ها مانند شرکت آمازون می‌باشد.

۲. در سطح بعدی که با PaaS نمایش داده می‌شود، محیطی برای تولید برنامه‌ها و همچنین تست آن‌ها را فراهم می‌آورد.

۳. در سطح بعدی که با SaaS نمایش داده می‌شود، در واقع این سطح نرم‌افزاری است که از طریق اینترنت و براساس الگوی قیمت گذاری مشخص شده براساس مصرف کاربر در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شود. برای نمونه می‌توانیم به گوگل داک در سایت گوگل اشاره کرد [۳، ۴].

۳-۱ مجازی سازی منابع و مفهوم ترکیب در سیستم های ابری

مجازی سازی سطح جدیدی از انعطاف پذیری را برای استفاده از منابع ماشین های فیزیکی^۴ (PM) فراهم می کند و امکان یکپارچه سازی منابع فیزیکی در قالب منابع مجازی را ایجاد می کند. در محیط سیستم های رایانش ابری از تکنیک مجازی سازی استفاده می شود. تکنیک مجازی سازی این امکان را فراهم می کند که چندین نرم افزار که در واقع روی ماشین های مجازی^۵ (VM) قرار داده می شوند را همزمان بر روی تنها یک کامپیوتر اجرا کنیم از جمله مهم ترین اهداف مجازی سازی می توانیم به موارد زیر اشاره کنیم.

● بهره وری و بهینه سازی در استفاده از منابع

با ویژگی مجازی سازی، ماشین های مجازی می توانند یکپارچه شوند و به سیستم های بیکار یا در حال استفاده فرستاده شوند. با استفاده از مجازی سازی، سیستم های موجود می توانند یکپارچه شوند. در واقع مجازی سازی یک فرصت برای یکپارچه سازی و بهینه سازی معماری سیستم ها، زیرساخت برنامه ها، پایگاه های داده، را فراهم می آورد که کارایی بالاتر را نتیجه می دهد.

● کمتر مصرف کردن برق و در نتیجه کاهش هزینه ها استفاده از مجازی سازی این امکان را فراهم می آورد که میزان انرژی مصرفی کاهش یابد و در هزینه ها و سرمایه های استفاده شده به طور قابل توجهی صرفه جویی به عمل آید.

● صرفه جویی شدن در فضا بزرگ بودن و جاگیر بودن سرورهای فیزیکی یک مساله بزرگ در مراکز داده ابری می باشد. مجازی سازی می تواند این مشکل را با یکپارچه کردن تعداد زیادی ماشین های مجازی بر روی تعداد کمی میزبان های فیزیکی بر طرف کند.

در سیستم های مجازی سازی ما از مفاهیمی مانند ماشین مجازی، ماشین فیزیکی، مهاجرت و

⁴ Physical machine

⁵ Virtual machine

ترکیب^۶ استفاده می‌کنیم. طبق بیانات قبلی، ماشین مجازی مانند یک سیستم واقعی است که بر روی این ماشین می‌توانیم نرم‌افزارها و یا سیستم‌عامل‌های مورد نیاز کاربران را نصب کنیم. بعد از نصب نرم‌افزارها و یا سیستم‌عامل‌های مورد نظر روی این ماشین‌های مجازی، در نهایت این ماشین‌های مجازی بر روی یک ماشین فیزیکی که در واقع یک سرور کامپیوتری با قابلیت‌های بالایی است، اجرا می‌شود. هر ماشین فیزیکی می‌توانید به‌طور همزمان چندین ماشین مجازی با نیاز به منابع متفاوت را بر روی خودش اجرا کند. بین ماشین‌های فیزیکی زمانی که یک ماشین فیزیکی بار زیادی روی آن قرار بگیرد و منابع لازم را برای ماشین مجازی نداشته باشد، از امکانی به نام مهاجرت در بین ماشین‌های فیزیکی می‌توانیم استفاده کنیم. در واقع از این امکان برای انتقال ماشین‌های مجازی برای اینکه بتوانیم از منابع ماشین‌های فیزیکی به گونه‌ای مناسب استفاده کنیم، استفاده می‌شود. با مهاجرت ماشین‌های مجازی می‌توانیم ماشین‌های مجازی را تا جای ممکن که آن ماشین فیزیکی ظرفیت دارد بر روی آن قرار دهیم و از منابع ماشین فیزیکی حداکثر استفاده را بکنیم و ماشین‌های فیزیکی اضافه را خاموش کنیم، به این عمل ترکیب گفته می‌شود. در واقع این روش تکنیک موثری است که با بالا بردن بهره‌وری از منابع و حداقل کردن تعداد ماشین‌های فیزیکی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. این تکنیک با مهاجرت ماشین‌های مجازی از روی ماشین‌های فیزیکی بیکار به میزبان‌های دیگر و سپس تغییر وضعیت ماشین‌های فیزیکی بیکار به حالت خواب سعی دارد مصرف انرژی را کاهش دهد و از منابع به طور موثری استفاده کند. [۷، ۶، ۵]

اگرچه ترکیب پویای ماشین‌های مجازی ممکن است کارایی مراکز داده را بهبود بخشد، اما به دلیل قرار گرفتن چندین ماشین مجازی روی یک ماشین فیزیکی، تضمین کردن سرویس‌های مورد نظر به کاربران یکی از چالش‌های بزرگ مربوط به این تکنیک می‌باشد. کیفیت سرویس مربوط به

کاربران معمولاً با توافق نامه سطح خدمات^۷ ارائه می‌شود [۷]

ترکیب بهینه ماشین‌های مجازی شامل سه بخش می‌باشد:

^۶ Consolidation

^۷ Service level agreement

۱. شناسایی ماشین‌های فیزیکی سربار شده

۲. شناسایی ماشین‌های فیزیکی کم‌بار شده

۳. انتخاب ماشین‌های مجازی برای مهاجرت از ماشین‌های سربار

۴-۱ پرسش اصلی

در این رساله قصد داریم به این پرسش پاسخ دهیم که به چه نحوی عمل جابجایی ماشین‌های مجازی را به میزبان‌های فیزیکی انجام دهیم تا از منابع میزبان‌های فیزیکی به گونه‌ای مناسب استفاده کنیم تا بتوانیم در بهبود کیفیت سرویس و توان مصرفی موثر واقع شویم.

۵-۱ تعریف مساله

امروزه با چالش‌های متنوعی در زمینه سیستم‌های رایانش ابری مواجه هستیم که یکی از این چالش‌ها چگونگی تخصیص منابع به منظور بهبود کیفیت سرویس و کاهش مصرف انرژی در مراکز داده ابری می‌باشد. افزایش مصرف انرژی در سیستم‌های رایانش ابری اثرات مخربی از جمله افزایش گرمای جهانی، آلودگی محیط و ... را در پی خواهد داشت. برای بیان مسئله خود در این تحقیق ما به دنبال راهکاری هستیم تا از سرریز شدن میزبان‌های فیزیکی جلوگیری کنیم. به این دلیل که سرریز شدن میزبان‌های فیزیکی نقض کیفیت سرویس را به همراه دارد. در این رساله قصد داریم به این مساله بپردازیم که تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی را به چه نحوی انجام دهیم که تا جای ممکن از سرریز شدن میزبان‌های فیزیکی با تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی روی آن‌ها جلوگیری کنیم. همچنین به منظور مهاجرت ماشین‌های مجازی کنترلی روی آن‌ها به منظور مدیریت موثرتر صورت داده‌ایم.

۱-۶ اهداف تحقیق به صورت کلی و جزئی

هدف ما در این پایان نامه ارائه روشی برای کاهش میزبان‌های فیزیکی سریز شده به منظور جلوگیری از نقض کیفیت خدمات و کاهش توان مصرفی می‌باشد. برای این منظور قصد داریم با جابجایی بهینه ماشین‌های مجازی تا جای ممکن از سریز شدن میزبان‌های فیزیکی جلوگیری کنیم. همچنین قصد داریم با کنترل مهاجرت، در بهبود مصرف انرژی و کیفیت سرویس تاثیر بگذاریم.

۱-۷ فرضیه‌های تحقیق

- در محیط مورد نظر فرض کردیم ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی از یک نوع نیستند. یعنی محیط ناهمگن است.
- درخواست‌ها هیچ وابستگی به هم ندارند و مستقل هستند
- هر درخواست روی یک ماشین مجازی قرار می‌گیرد.

۱-۸ ابزارهای اندازه‌گیری

برای ارزیابی روش پیشنهادی خود آن را با شبیه ساز کلاسیک مورد بررسی و ارزیابی قرار داده ایم.

۱-۹ جنبه نوآوری و جدید بودن تحقیق در چیست

در واقع قصد داریم با قرار دادن مناسب ماشین‌های مجازی به میزبانی که منابع لازم را برای آن ماشین مجازی دارد از اضافه باری آن میزبان جلوگیری کنیم. همچنین اگر میزبانی در آینده دچار اضافه باری شد با اعمال سیاستی مناسب برای انتخاب ماشین مجازی از آن میزبان بتوانیم در بهبود کیفیت سرویس موثر تر واقع شویم.

۱-۱۰ مراحل پایان نامه

در ادامه تحقیق، در فصل دوم به بررسی روش‌های قبلی بیان شده در زمینه کیفیت سرویس و مصرف انرژی می‌پردازیم. در فصل سوم، روش پیشنهادی به طور کامل شرح داده می‌شود. سپس در فصل چهارم به بررسی و ارزیابی روش پیشنهادی و کار مورد مقایسه می‌پردازیم. در نهایت، در فصل پنجم به جمع‌بندی پایان نامه و کارهای آینده می‌پردازیم.

فصل ۲

مروری بر روش‌های انجام شده

۱-۲ مروری بر روش‌های انجام شده

در مراکز داده ابری منابع مورد نیاز ماشین‌های مجازی ممکن است از ظرفیت سروری که روی آن‌ها میزبانی می‌شوند بیشتر شود. در نتیجه در مقیاس بزرگ این منابع نیاز به مدیریت خودکار دارند. انرژی مصرفی در محیط‌های ابری از دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد جنبه اول مدیریت استاتیک انرژی که بیشتر مربوط به تجهیزات و سخت‌افزاری می‌باشد. جنبه دوم مدیریت پویای مصرف انرژی می‌باشد. در محیط ابری عمل ترکیب پویای ماشین‌های مجازی با استفاده از مهاجرت ماشین‌های مجازی و خاموش کردن میزبان‌های فیزیکی بیکار باعث بهینه‌شدن مصرف منابع و کاهش مصرف انرژی می‌شود. با توجه به افزایش روزافزون محبوبیت سیستم‌های ابری، اگر انرژی ای که در منابع ارائه دهنده خدمات آن مصرف می‌شود کنترل نگردد، آنگاه هزینه ارائه سرویس‌های آن‌ها افزایش می‌یابد و در پی آن روی هزینه پرداختی سرویس گیرندگان تأثیر خواهد گذاشت. مسئله مهمتر اینکه این مسئله سهم زیادی در افزایش آلودگی محیط زیست خواهد داشت. لذا کشف راهکارهای بهره‌وری انرژی بسیار حیاتی است. در این فصل قصد داریم به بررسی روش‌های انجام شده در زمینه مدیریت ماشین‌های مجازی، بهبود کیفیت سرویس و کاهش مصرف انرژی بپردازیم.

۲-۲ روش چوی

در این مقاله^۱ [۸] یک مرکز داده که در آن ارائه‌دهنده خدمات، ماشین‌های مجازی را روی میزبان‌های فیزیکی برای مشترکان خود برای محاسبات در شکل تقاضا است، تامین می‌کنند. برای مرکز داده ابری، یک الگوریتم ترکیب کار مبتنی بر دسته بندی کار (به عنوان مثال محاسباتی و داده‌ای) و استفاده منابع (مثل CPU و RAM) پیشنهاد شده است. علاوه بر این، یک الگوریتم ترکیب ماشین مجازی برای تعادل زمان اجرای کار و مصرف انرژی بدون نقض توافق نامه سطح خدمات^۲ (SLA)

¹ Choi

² service level agreement

طراحی شده است. برخلاف تحقیقات موجود بر روی ترکیب ماشین‌های مجازی یا زمانبندی که از طرح‌های آستانه تک استفاده می‌کنند، در این مقاله بر روی طرح دو آستانه (بالا و پایین) که برای ترکیب ماشین مجازی استفاده می‌شود، تمرکز شده است. به طور خاص، زمانی که یک میزبان با استفاده از منابع کمتر از آستانه پایین عمل می‌کند، همه ماشین‌های مجازی روی میزبان برای مهاجرت به میزبان‌های دیگر زمانبندی خواهند شد و پس از آن میزبان مربوطه خاموش خواهد شد، در حالیکه زمانی که یک میزبان با بهره‌وری منابع بالاتر از حد بالای آستانه عمل می‌کند، یک ماشین مجازی برای جلوگیری از ۱۰۰ درصد استفاده از منابع مهاجرت داده خواهد شد. براساس ارزیابی تجربی با داده‌های واقعی، ثابت شده که دسته بندی کارها براساس الگوریتم ترکیب انرژی محور به کاهش قابل توجه انرژی بدون نقض SLA دست یافته است.

۲-۳ روش چین^۳

مهاجرت ماشین‌های مجازی در محیط محاسبات ابری یک موضوع مهم برای حل خیلی از مسائل مانند توازن بار است که می‌تواند با مهاجرت ماشین‌های مجازی از سرورهای بیش از حد بار شده و پربار و ترکیب سرورها که بار آنها بعد از مهاجرت به دیگر سرورها می‌تواند پایین آید. در این مقاله [۹] یک الگوریتم مهاجرت ماشین مجازی مبتنی بر حداقل سازی مهاجرت در رایانش ابری برای بهبود بهره‌وری و پاسخ نیازها برای کاربر و محدودیت در نقض سطح کیفیت سرویس که به فرم SLA شناخته می‌شود، پیشنهاد شده است. نتایج آزمایشات موثر بودن الگوریتم پیشنهاد شده را در مقایسه با الگوریتم‌های موجود نشان می‌دهد. اثر بخشی این تکنیک‌ها به حل خیلی از مسائل مثل موازنه بار، حفظ سیستم و غیره به منظور افزایش کارایی با استفاده از سیستم‌های ابری و همچنین کیفیت خدمات به مشتریان کمک می‌کند. در این مقاله یک الگوریتم تصمیم‌گیری کارآمد مهاجرت ماشین مجازی در محیط ابری برای حل مسائل بالا ارائه شده است.

³ Chein

۴-۲ روش باسکار^۴

با رشد اخیر رایانش ابری، چالش بزرگ ارائه دهندگان سرویس مساله طراحی استراتژی موثری برای مدیریت منابع اشتراکی با برنامه‌های متفاوت است. مکانیزم مدیریت منابع باید اشتراک گذاری موثری از منابع را برای ماشین‌های مجازی با تضمین بهره برداری بهینه از منابع میزبان‌های فیزیکی در دسترس انجام دهد. مکانیزم مدیریت منابع به کاربران ابر و همچنین ارائه دهندگان خدمات اجازه می‌دهد که استفاده موثری از منابع در دسترس خود داشته باشند. این مقاله [۱۰] برنامه‌ای از مدل مجموعه راف برای فراهم کردن ماشین‌های مجازی پیشنهاد داده است. روش پیشنهاد شده از مشخصات/ دانش براساس روش‌های کاهش استفاده می‌کند. این روش قوانین را برای کاهش ویژگی‌های غیرضروری برای ماشین‌های مجازی تولید می‌کند. این قوانین به مدیریت ماشین‌های مجازی برای انتخاب موثر ماشین مجازی کمک می‌کند. این مقاله مشکلات تامین ماشین مجازی مورد تقاضا را مورد بررسی قرار داده است. تکنیک کاهش مبتنی بر دانش برای مساله تامین ماشین مجازی براساس منابع موجود را در نظر گرفته است. روش پیشنهاد شده قوانینی برای تصمیمات موثر در انتخاب و نگاشت برنامه‌ها به ماشین‌های مجازی برای مدیریت ماشین‌های مجازی تولید می‌کند.

۵-۲ گودرزی^۵

در این کار [۱۱]، یک توافق‌نامه سطح خدمات (SLA) مبتنی بر روش مدیریت منابع برای مراکز داده ابری ارائه شده است، که انرژی سرورهای موجود، محدودیت اوج انرژی و مصرف توان خنک کننده‌ها را در نظر گرفته است. هدف این مدیر منابع به حداقل رساندن هزینه‌های عملیاتی مراکز داده است. ساختار سلسله مراتبی روش پیشنهاد شده مدیریت منابع را مقیاس پذیر می‌سازد. روش مدیریت منابع پیشنهاد شده به طور همزمان سرور و مصرف توان خنک کننده‌ها را در نظر

^۴ Bhaskar^۵ Goudarzi

می‌گیرد و پیچیدگی تصمیم‌گیری در مدیریت منابع و SLA را در سیستم‌های رایانش ابری تضمین می‌کند. در نظر گرفتن SLA و حالت مراکز داده در شناسایی مقدار منابع مورد نیاز برای تخصیص به برنامه‌ها باعث کاهش قابل توجهی در هزینه‌های عملیاتی مراکز داده شده است. اثربخشی طرح مدیریت پیشنهاد شده در مقایسه با کارهای قبلی با استفاده از یک ابزار شبیه‌سازی جامع نشان داده شده است. الگوریتم‌های مدیریت منابع پیشنهاد شده هزینه‌های عملیاتی مراکز داده را حدود ۴۰ درصد کاهش داده در حالی که SLA حفظ شده است و همچنین کاهش زمان اجرای الگوریتم‌های مدیریت تا ۸۶ درصد با توجه به روش مدیریت متمرکز را بیان می‌کند. در این مقاله یک ساختار سلسله‌مراتبی مدیریت منابع برای سیستم ابری پیشنهاد شده است. ساختار ارائه شده مقیاس‌پذیری و کارایی بالایی را در مقایسه با یک ساختار متمرکز در کارهای قبلی نشان می‌دهد. علاوه بر انعطاف‌پذیری مبتنی بر SLA با توجه به ویژگی ماشین‌های مجازی برای مساله مدیریت منابع، که یک فاکتور مهم برای عملکرد بالاتر روش در مقایسه با روش‌های قبلی است. علاوه بر این، از دست دادن کارایی روش غیرمتمرکز با توجه به نسخه متمرکز شده الگوریتم کمتر از ۲ درصد ۲۷ بار زمان اجرای کوتاهتری داشته است. نتایج الگوریتم پیشنهاد شده در تناسب انرژی بالاتر در کل مراکز داده، نقض SLA و هزینه مهاجرت کمتر و بهره‌وری سیستم‌های خنک‌کننده بالاتری را نتیجه شده است. ساختار مدیریت پیشنهاد شده برای مهاجرت ماشین‌های مجازی محلی و تنظیم تخصیص منابع برای جلوگیری از افزایش دما، اوج توان و شرایط SLA ضروری است.

۲-۶ روش اسماعیل^۶

به منظور اجرای بهینه ترکیب ماشین‌های مجازی تحت محدودیت‌های کیفیت سرویس (QoS) مبتنی بر مصرف انرژی در مراکز داده ابری که حاوی منابع فیزیکی ناهمگن است، باید یک چارچوب که ترکیبی از بسیاری از الگوریتم‌های زیر سیستمی می‌باشد که شامل پیش‌بینی انتخاب، قرار دادن، و غیره است ایجاد شود. چندین استراتژی به منظور حداقل رساندن مصرف انرژی در

^۶ Ismaeel

محیط ابری می‌تواند استفاده شود، اما مهمتر از آن این است که به حداقل رساندن از طریق خاموش کردن میزبان انتخاب شده کم بار بعد از جابجایی همه ماشین‌های مجازی روی سرور انتخاب شده انجام می‌شود. پیش بینی منابع مورد نیاز در یک دوره زمانی معین در حال حاضر اولین و مهمترین گام در تامین پویا برای برآورد انتظارات QoS در بارکاری‌های متغیر می‌باشد. به عبارت دیگر، در این مقاله [۱۲] از الگوهای استفاده شده قبلی برای برآورد بارکاری درخواست شده برای آینده ماشین مجازی در مراکز داده استفاده شده است. اولین گام در فرایند پیش بینی چارچوب مصرف انرژی به دسته داده‌های تاریخی (مهم) است. در این مقاله، یک دسته برای هر دو کاربر و درخواست‌های ماشین مجازی پیشنهاد شده است. بررسی گوگل واقعی که از ویژگی‌های بیش از ۲۵ میلیون کار جمع آوری شده بیش از یک دوره ۲۹ روزه به عنوان مثال در این مقاله استفاده شده است. نظارت باید برای جمع آوری داده از سطوح متفاوت از زیرساخت کل محاسبات (مثل ماشین مجازی، شبکه و ذخیره سازی) و منابع نرم افزاری (مثل وب سرور، دیتابیس سرور و برنامه ماشین مجازی) با استفاده از ابزاری مثل این استک استفاده شود. انرژی مصرف شده با هر بخش از سخت افزار در مراکز داده می‌تواند با استفاده از ابزاری مثل مدیر زیرساخت مراکز داده (DCIM) نظارت شود. روش ارائه شده در این مقاله برای پیش بینی ماشین مجازی دسته کاربر و دسته ماشین مجازی برای دست یافتن به پیش‌بینی بهتر مصرف انرژی مراکز داده ابری ترکیب شده است. الگوریتم فازی c-means نتایج بهتری را از روش مبتنی بر k-means برای هر دو دسته، دسته کاربر و ماشین مجازی برای تعداد کمی از دسته‌ها که بسیار مهم در کاهش تعداد ورودی در یک سیستم پیش بینی هستند نشان می‌دهد. صرف نظر از الگوریتم دسته بندی استفاده شده، دو هدف باید در نظر گرفته شود: کاهش خطا و حفظ سربار کم. به عبارت دیگر، اگرچه افزایش تعداد دسته‌ها در یک الگوریتم خطا را کاهش می‌دهد، این کار مساله پیش بینی و در نتیجه بهینه سازی مصرف انرژی را در مراکز داده ابری پیچیده می‌کند.

۷-۲ روش راجو^۷

محاسبات ابری یک الگوی رایانشی توزیع شده در مقیاس بزرگ است که در آن یک استخراج منابع به صورت پویا مقیاس پذیر و مجازی مثل توان محاسباتی، ذخیره سازی، سیستم عامل و سرویس و تقاضا برای مشتریان خارجی از طریق اینترنت تحویل داده می شود. در زمانبندی محاسبات ابری فرایند تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع در قالب ماشین‌های مجازی برای برنامه‌های درخواست شده می باشد. در این مقاله [۱۳] دو مرحله زمانبندی مهلت آگاه برای زمانبندی ماشین‌های مجازی برای برنامه‌های درخواست شده در محاسبات ابری از مشتریان دریافت شده پیشنهاد شده است. در این مدل هر برنامه به دو نوع ماشین مجازی برای تکمیل آن کار نیاز دارد. این مدل ماشین‌های مجازی را به عنوان منابع برای برنامه (جاب) های درخواست شده مبتنی بر زمان پردازش و زمانبندی برنامه‌ها با در نظر گرفتن مهلت با توجه به زمان پاسخ و زمان انتظار تخصیص می دهد. یک محیط شبیه سازی توسعه داده شده و ارزیابی شده برای ارزیابی این مدل با در نظر گرفتن معیارهای ارزیابی از میانگین زمان چرخش، میانگین زمان انتظار و نقض در مهلت زمانی که با الگوریتم‌های اول بهترین (FCFS) و استراتژی زمانبندی کوتاهترین اول (SJF) مقایسه شده است. این مدل معیارهای ارزیابی را با فاکتور ثابت در مقایسه با سایر روش‌های زمانبندی کاهش می دهد. زمانبندی n جاب روی دو نوع از ماشین‌های مجازی با استفاده از الگوریتم زمانبندی مهلت آگاه دو مرحله ای عملکرد بهتری را در مقایسه با دیگر روش‌های زمانبندی می دهد. نتایج تجربی نشان می دهد که الگوریتم زمانبندی دو مرحله ای مهلت آگاه زمان انتظار میانگین، زمان برگشت میانگین، نقض مهلت میانگین با توجه به زمان انتظار، میانگین نقض مهلت با توجه به زمان پاسخ به طور معقولی در مقایسه با روش‌های FCFS و SJF و الگوریتم‌های زمانبندی دو مرحله ای کاهش می دهد. تعداد نقض مهلت جاب‌ها با توجه به زمان پاسخ و زمان انتظار با در نظر گرفتن فاکتور ثابت در الگوریتم دو مرحله ای مهلت آگاه در مقایسه با الگوریتم‌های قبلی کاهش یافته است.

⁷ Raju

۸-۲ روش دوان^۸

یکی از چالش‌های موجود در زمینه سیستم‌های ابری، چگونگی کاهش مصرف انرژی با حفظ ظرفیت محاسباتی بالا است. روش‌های موجود اساساً بر روی افزایش بهره‌برداری منابع تمرکز کرده‌اند. برنامه‌های کاربردی با منابع مورد نیاز متفاوتی بر روی ماشین‌های مجازی اجرا می‌شوند که بر روی کارایی سیستم و مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. همچنین ممکن است که اوج بار^۹ لحظه‌ای منجر به این شود که در سودمندی مصرف انرژی تأثیر بگذارد. در تحقیق دیگری [۱۴] الگوریتم زمانبندی جدیدی با نام PreAntPolicy ارائه شده است که شامل مدل پیش‌بینی براساس مکانیزم‌های فرکتال^{۱۰} و زمانبندی براساس بهبود الگوریتم کلونی است. محققین مقاله با استفاده از تحلیل‌های زیاد و آزمایشات شبیه‌سازی در بارکاری واقعی محاسبات کلاسترهای گوگل توانستند کارایی کار خود را در سودمندی مصرف انرژی و بهره‌وری منابع نشان دهند. علاوه بر این روش پیشنهادی محققین مقاله مدل ذخیره تأمین ظرفیت پویای مؤثری را برای برنامه‌های کاربردی با نیازهای منابع متفاوت در محیط محاسبات ناهمگن را پیشنهاد می‌کند که می‌تواند مصرف منابع سیستم و انرژی را کاهش دهد به‌طوری‌که زمانبندی مناسبی را در زمان اوج بار فراهم می‌کند. در آزمایشات شبیه‌سازی خود از الگوریتم‌های زمانبندی اول بهترین حریصانه^{۱۱}، نوبت چرخشی^{۱۲} (که معمولاً توسط برخی از محاسبات ابری استفاده می‌شود) و حداقل توان مهاجرت استفاده کردند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی مقاله در مقایسه با الگوریتم اول بهترین ۱۷/۷۶٪ و در مقایسه با الگوریتم نوبت چرخشی ۱۸/۷۵٪ کاهش در مصرف انرژی داشته‌است، در حالیکه از نقض کیفیت سرویس درخواست شده تا جای ممکن جلوگیری شده است.

^۸ Duan^۹ Peak loads^{۱۰} Fractal^{۱۱} Greedy First-Fit (FF)^{۱۲} Round-Robin (RR)

۹-۲ روش پاتل^{۱۳}

یکی از چالش‌های مهم در سیستم‌های ابری، تخصیص منابع است. در تحقیق دیگری [۱۵] الگوریتمی به نام بهترین کاهش اصلاح شده^{۱۴} به صورت الگوریتم انرژی محور EABFD پیشنهاد شده است. روش EABFD در ابتدا دو صف از میزبان‌های فیزیکی کم بار و خالی را تشکیل می‌دهد. صف میزبان‌های فیزیکی خالی و صف میزبان‌های کم بار را در ابتدا با هدف بهبود تخصیص ماشین‌های مجازی مقداردهی اولیه می‌کند. طبق این الگوریتم، همه ماشین‌های مجازی براساس کاهش بهره وری از پردازنده آنها مرتب می‌شوند. سپس این الگوریتم، بهترین میزبان فیزیکی را در میان همه میزبان‌های کم بار و خالی پیدا می‌کند. برای این منظور، در ابتدا، میزبان‌های کم بار را بررسی می‌کند، در نهایت، اگر در میان همه میزبان‌های کم بار، میزبان فیزیکی مورد نیاز را پیدا نکند، این الگوریتم یک میزبان از میزبان‌های خالی لیست برای تخصیص ماشین مجازی روی آن را روشن می‌کند. این الگوریتم تلاش دارد تعداد میزبان‌های روشن را به منظور کاهش مصرف انرژی حداقل کند. در این مقاله صرفه جویی در میزان انرژی با ترکیب موثر ماشین‌های مجازی انجام می‌شود. در جدول (۲-۱) مقالات بیان شده براساس سه معیار خلاصه شده است.

¹³ Patel¹⁴ Modified best fit decreasing

جدول ۲-۱: مقایسه مقالات بر اساس سه معیار

| معیار کاهش انرژی | معیار بهبود کیفیت سرویس | معیار کاهش تعداد مهاجرت‌ها | مرجع |
|------------------|-------------------------|----------------------------|------|
| ✓ | ✓ | | [۸] |
| | | ✓ | [۹] |
| ✓ | | ✓ | [۱۰] |
| | ✓ | ✓ | [۱۱] |
| ✓ | | | [۱۲] |
| | ✓ | | [۱۳] |
| ✓ | | | [۱۴] |
| ✓ | | ✓ | [۱۵] |

فصل ۳

روش پیشنهادی

۳-۱ مقدمه

بهبود و حفظ کیفیت سرویس یکی از موضوعات مهم در زمینه سیستم‌های رایانش ابری است. برای این منظور، نیاز است تا برنامه‌ریزی‌های مختلف و سیاست‌های متفاوتی در زمینه مدیریت این سیستم‌ها در نظر گرفته شود تا بتوانیم با مدیریت مناسب منابع از افزایش مصرف انرژی و نقض شدن کیفیت سرویس جلوگیری کنیم. اگر مدیریت مناسب و روش‌های مناسبی در جای‌دهی ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی صورت گیرد می‌توانیم در بهبود کیفیت سرویس و انرژی مصرفی تاثیر بگذاریم. سوالاتی که قصد داریم در این تحقیق به آن‌ها پردازیم به شرح زیر است:

● به چه نحوی می‌توانیم جای‌دهی مناسبی از ماشین‌های مجازی روی ماشین‌های فیزیکی فراهم آوریم؟

● به چه نحوی در استفاده مناسب از منابع ماشین‌های فیزیکی تاثیر می‌گذاریم؟

● چه روشی برای کنترل مهاجرت ماشین‌های مجازی به منظور انتخاب ماشین مجازی مناسب استفاده کنیم؟

آنچه در این پایان‌نامه قصد داریم به آن توجه کنیم شامل جای‌دهی مناسب ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی و مدیریت کردن مهاجرت ماشین‌های مجازی می‌باشد. در ادامه به بررسی روش پیشنهاد شده و پارامترهای مورد ارزیابی می‌پردازیم.

۳-۲ تجزیه و تحلیل روش پیشنهادی

سیستم رایانش ابری مورد استفاده در روش پیشنهادی یک محیط سطح IaaS با ماشین‌های فیزیکی متنوع و ناهمگن می‌باشد. در سیستم‌های ابری، چندین کاربر مستقل درخواست‌هایشان را برای N ماشین مجازی ناهمگن که توان پردازشی آنها (بهره پردازنده) در واحد MIPS^۱ تعریف می‌شود و

^۱Millions Instructions Per Second

همچنین مقدار حافظه و پهنای باند شبکه است، ارسال می‌کنند. به این ترتیب فراهم آورنده‌ی ابر باید بر روی میزان منابع داده شده به ماشین مجازی و بار آن و نیز تغییرات مصرف انرژی ماشین فیزیکی مورد نظر نظارت داشته باشد. برای بیان روش خود، درخواست‌ها بر روی ماشین‌های مجازی قرار می‌گیرند. ماشین‌های مجازی به صورت مجموعه $VM = (VM_1, VM_2, \dots, VM_n)$ در نظر گرفته می‌شوند و این ماشین‌های مجازی بر روی m ماشین فیزیکی به صورت $PM = (PM_1, PM_2, \dots, PM_n)$ قرار می‌گیرند. زمانی که ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی قرار می‌گیرند، بعد از این جای دهی ممکن است یک میزبان با استفاده زیاد از منابع آن دچار اضافه باری شود و نتواند به درخواست کاربر پاسخ دهد و نقض کیفیت سرویس را ایجاد می‌کند. در این کار سعی داریم با جابجایی بهینه ماشین‌های مجازی تا جای ممکن از سرریز شدن میزبان‌های فیزیکی جلوگیری کنیم.

هدف ما در این پایان نامه ارائه روشی برای کاهش ماشین‌های فیزیکی سرریز شده به منظور جلوگیری از نقض کیفیت خدمات و کاهش توان مصرفی می‌باشد. به منظور جای دهی مناسب ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی با توجه به منابع مورد نیاز ماشین مجازی و منابع در دسترس میزبان فیزیکی، میزان منابع اختصاص داده شده به ماشین مجازی را تخمین می‌زنیم و هر ماشین مجازی به میزبانی تخصیص می‌دهیم که منابع اختصاص داده شده به آن ماشین مجازی بیشتر از میزبان درخواست شده توسط آن ماشین مجازی باشد. برای این منظور معیاری که در فرمول (۱-۳) در زیر بیان شده است را مطرح می‌کنیم.

$$Factor = \frac{VM_{resource\ requirements}}{PM_{available\ resource}} \quad (1-3)$$

برای هر ماشین فیزیکی این معیار را محاسبه می‌کنیم و میزبانی را به عنوان میزبان مورد نظر برای جای دهی ماشین مجازی انتخاب می‌کنیم که کمترین مقدار را در بین دیگر ماشین‌های فیزیکی دارد. علت این انتخاب این است که هرچه مقدار این معیار کمتر باشد نشان دهنده این است که

منابع موجود ماشین فیزیکی نسبت به منابع مورد نیاز ماشین مجازی بیشتر است و احتمال کمتری وجود دارد که آن میزبان دچار سرریزی شود.

۳-۳ روش ترکیب ماشین‌های مجازی

بعد از اینکه ماشین‌های مجازی به ماشین فیزیکی مناسب تخصیص داده می‌شود، مسئله‌ی ترکیب پویای ماشین‌های مجازی به منظور استفاده بهینه از منابع و بهبود کیفیت سرویس به ۳ بخش تقسیم می‌شود که شامل شناسایی میزبان‌های فیزیکی که به عنوان پربار در نظر گرفته می‌شوند که نیاز به مهاجرت یک یا چند ماشین مجازی از این میزبان فیزیکی برای جلوگیری از نقض کیفیت خدمات می‌باشد. در مرحله بعد انتخاب ماشین مجازی از ماشین فیزیکی سرریز شده می‌باشد تا از نقض کیفیت سرویس جلوگیری شود. گام بعدی شناسایی زمانی که یک میزبان فیزیکی به عنوان کم‌بار^۲ در نظر گرفته می‌شود که نیاز به مهاجرت همه‌ی ماشین‌های مجازی از این ماشین فیزیکی دارد و تغییر حالت ماشین فیزیکی به حالت خاموش است [۹، ۱۵]. همچنین ما قصد داریم کنترلی در سیاست انتخاب ماشین مجازی از ماشین فیزیکی پربار اعمال کنیم. برای این منظور، بعد از اینکه ماشین‌های مجازی به ماشین فیزیکی مناسب تخصیص داده می‌شود ممکن است باز هم میزبانی وجود داشته باشد که دچار اضافه باری شود. براساس مقاله [۹، ۱۵] از حد آستانه بالا^۳ برای شناسایی ماشین‌های سرریز شده استفاده می‌کنیم.

این حد آستانه به صورت پویا براساس بار قرار گرفته روی هر میزبان تعریف می‌شود. زمانی که یک میزبان دچار اضافه‌بار می‌شود نیاز است یک یا تعدادی از ماشین‌های مجازی آن میزبان به منظور جلوگیری از نقض کیفیت خدمات کاربر مهاجرت داده شود. در مقاله [۱۵] سه سیاست برای انتخاب ماشین مجازی از ماشین فیزیکی سرریز شده ارائه شده است. روش اول MU یا حداقل بهره پردازنده، که در این روش ماشین مجازی برای مهاجرت از میزبان سرریز شده انتخاب

^۲Under load

^۳Upper threshold

می‌شود که دارای حداقل استفاده از پردازنده است. روش دوم روش تصادفی است که یک ماشین مجازی به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. روش بعدی برای مهاجرت ماشین‌های مجازی، روش زمان مهاجرت حداقل⁴ (MMT) نام دارد. در این روش یک ماشین مجازی که مقدار حافظه به پهنای باند کمتری را دارد را برای مهاجرت انتخاب می‌کند. فرمول (۲-۳) این سیاست را بیان می‌کند: [۱۵]

$$v \in V_j | \forall a \in V_j, \frac{RAM_u(v)}{NET_j} \leq \frac{RAM_u(a)}{NET_j} \quad (2-3)$$

زمان مهاجرت با مقدار RAM استفاده شده VM تقسیم بر پهنای باند شبکه در دسترس برای ماشین فیزیکی زبرآورد می‌شود. یک مجموعه از VM های است که اخیراً به میزبان فیزیکی ز تخصیص یافته است. مقدار RAM استفاده شده اخیر توسط VM_a است. پهنای باند شبکه در دسترس برای میزبان فیزیکی ز است. ما سعی داریم تغییری در این سیاست‌ها اعمال کنیم تا بتوانیم در انتخاب ماشین مجازی مناسب موثرتر واقع شویم. اگر چندین ماشین مجازی مقدار حافظه یکسان داشته باشند در روش MMT

فاکتوری را برای این حالت در نظر نگرفته است. ما قصد داریم زمانی که این حالت اتفاق افتاد ماشین مجازی که استفاده از پردازنده بیشتری دارد را برای مهاجرت انتخاب کنیم. زیرا با این انتخاب آن میزبان فیزیکی احتمال بیشتری دارد که از حالت اضافه باری خارج شود. همچنین در حالت MU اگر چند ماشین مجازی دارای بهره پردازنده یکسان بودند آن ماشین مجازی را انتخاب کنیم که حداقل مقدار حافظه را دارد تا زمان مهاجرت را حداقل کرده و از نقض کیفیت سرویس جلوگیری کنیم. برای شناسایی میزبان‌های فیزیکی با بار کمتر از حد نرمال، طبق [۱۵] ماشین فیزیکی که نسبت به دیگر ماشین‌های فیزیکی از منابع خود کمتر استفاده می‌کند به عنوان کم بار در نظر گرفته می‌شود. در نهایت برای قرار دادن ماشین‌های مجازی از این ماشین فیزیکی روی ماشین‌های فیزیکی دیگر تلاش می‌کند و ماشین فیزیکی مبدأ زمانی که همه‌ی ماشین‌های

⁴Minimum Migration Time

مجازی مهاجرت داده شد به حالت خواب تغییر پیدا می‌کند.

۳-۴ بدست آوردن میزان انرژی مصرفی

برای بدست آوردن میزان انرژی استفاده شده توسط ماشین‌های فیزیکی از فرمول ارائه شده در [۱۵] استفاده می‌کنیم. طبق آزمایشات انجام شده، بهره‌وری و استفاده از پردازنده در مقایسه با دیگر منابع یک ماشین فیزیکی انرژی مصرف می‌کند. برای این منظور فرمولی که برای محاسبه انرژی مصرفی ماشین فیزیکی بیان شده است براساس بهره‌وری و استفاده از پردازنده می‌باشد. فرمول (۳-۳) در رابطه زیر، فرمول انرژی را بیان می‌کند: [۱۵]

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P(u(t)) dt \quad (3-3)$$

طبق فرمول بالا، از آنجا که استفاده از پردازنده ممکن است با گذشت زمان به علت تغییرپذیری بار کاری، تغییر کند، از این‌رو، بهره‌وری پردازنده تابعی از زمان است و به عنوان $u(t)$ ارائه می‌شود. E به صورت انتگرال تابع مصرف انرژی روی یک دوره زمانی تعریف می‌شود که در رابطه بالا نمایش داده شده است. در روش پیشنهادی طبق فرمول بالا به محاسبه مصرف توان ماشین‌های فیزیکی و سپس مصرف انرژی آنها به صورت منفرد محاسبه شده و به صورت زیر مجموع مصرف انرژی ابر را محاسبه می‌کنیم: [۱۵]

$$ET_t = \sum_{i=1}^n Ei \quad (4-3)$$

طبق فرمول بالا، n تعداد کل ماشین‌های فیزیکی، Ei انرژی مصرف شده توسط میزبان i ام تا زمان t ، ET_t مجموع کل انرژی مصرفی ابر در زمان t است.

۵-۳ بدست آوردن میزان نقض کیفیت سرویس

کیفیت سرویس بحث مهمی در زمینه سیستم‌های ابری است. نقض شدن کیفیت درخواست شده از طرف کاربر برای فراهم آوردن ابر بسیار نامطلوب خواهد بود. به این دلیل که باید در مقابل کیفیت سرویس نقض شده جریمه‌های مالی پرداخت شود. کیفیت سرویس در محیط ابر معمولاً به فرم SLA (توافق نامه سطح خدمات) شناخته می‌شوند. از آنجایی که بر روی یک ماشین فیزیکی بیش از ظرفیت آن ماشین مجازی قرار داده شده است، پارامتری که می‌تواند مورد نظارت قرارگیرد، میزان مصرف منابع آن ماشین فیزیکی می‌باشد. در محیط ابری عواملی مثل مهاجرت و سربار شدن میزبان‌های فیزیکی باعث نقض خدمات می‌شود. برای این منظور از دو پارامتر طبق [۱۵، ۱۶] برای محاسبه نقض کیفیت خدمات استفاده می‌کنیم. این دو پارامتر شامل: زمان نقض SLA هر میزبان (SLATAH) زمانی که میزبان‌ها از تمام بهره خود استفاده می‌کنند که باعث نقض خدمات می‌شود. فرمول ۵-۳ برای این منظور در زیر بیان شده است: [۱۶]

$$SLATAH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_{si}}{T_{ai}} \quad (5-3)$$

N تعداد ماشین‌های فیزیکی، T_{si} زمان کل در طولی که ماشین فیزیکی i از تمام بهره خود استفاده می‌کند که نقض کیفیت خدمات را ایجاد می‌کند. T_{ai} زمان کل ماشین فیزیکی i که در حالت فعال است. پارامتر بعدی کاهش کارایی کل با مهاجرت ماشین‌های مجازی (PDM) است که مربوط به زمانی است که مهاجرتی صورت می‌گیرد که باعث نقض کارایی می‌شود: [۱۶]

$$PDM = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \frac{C_{dj}}{C_{rj}} \quad (6-3)$$

M تعداد VM ها، C_{dj} نقض کارایی VM_j که با مهاجرت ایجاد می شود را برآورد می کند. C_{rj} کل ظرفیت پردازنده درخواست شده توسط VM_j در طول دوره زندگی آن است. در آزمایشات C_{dj} با ۱۰٪ از بهره پردازنده در MIPS در طول مهاجرت همه ی VM_j برآورد شده است. این دو معیار هر دو در نقض کیفیت سرویس موثر هستند. هم زمانی که یک ماشین فیزیکی دچار اضافه باری می شود و هم زمانی که مهاجرتی صورت می گیرد. برای این منظور از یک معیار ترکیبی که شامل هر دو معیار است استفاده می شود [۱۶].

$$SLAV = SLATAH.PDM \quad (۷-۳)$$

در این فصل روش پیشنهادی به طور کامل شرح داده شد. در فصل بعدی پارامترهای ارزیابی تعریف میشود و روش پیشنهادی به کمک آنها مورد ارزیابی قرار می گیرد.

فصل ۴

بررسی و ارزیابی راه حل پیشنهادی

۴-۱ محیط آزمایش

به منظور بررسی و ارزیابی کار خود و روش مورد مقایسه، شبیه ساز انتخاب شده کلودسیم^۱ ورژن ۳/۰ می باشد که یکی از ابزارهای مهم و معروف شبیه سازی در سیستم های ابری می باشد. کلودسیم یک چارچوب شبیه سازی جدید، عمومی و قابل توسعه می باشد. این ابزار به عنوان یک چارچوب شبیه سازی در در دانشگاه Melbourne توسعه یافته است. امکان مدلسازی بدون لایه، شبیه سازی روی زیرساخت طراحی شده محاسبات ابری را فراهم می آورد. این ابزار پلتفرمی است که می تواند برای مدل کردن مراکز داده، ماشین های فیزیکی، ماشین های مجازی، سیاست های زمانبندی و تخصیص ماشین های مجازی به میزبان های فیزیکی استفاده شود. این چارچوب یک موتور مجازی سازی را با جنبه های افزوده ای برای مدلسازی ایجاد و مدیریت موتورهای مجازی در یک مرکز داده ای ارائه می کند [۱۷]. به منظور شبیه سازی روش خود، محیط را ناهمگن در نظر گرفته ایم. برای این منظور، طبق مقاله [۱۵] که به عنوان مقاله پایه در نظر گرفته شده است، ماشین های فیزیکی را در دو حالت در نظر گرفته ایم. در حالت اول، بهره پردازنده با ۱۸۶۰ میلیون دستورالعمل در ثانیه (MIPS)^۲ می باشد و در حالت دوم بهره پردازنده ماشین فیزیکی با ۲۶۶۰ میلیون دستورالعمل در ثانیه می باشد. مقدار حافظه RAM، ۴ گیگابایت و پهنای باند شبکه ۱ GB/s برای هر ماشین فیزیکی در نظر گرفته ایم. ماشین های مجازی نیز دارای ویژگی های ناهمگن می باشند. برای ماشین های مجازی نیز ظرفیت پردازشی ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و پهنای باند ۱۰۰۰۰ در نظر گرفته ایم. در جدول (۴-۱) و (۴-۲) مشخصات ماشین های مجازی و میزبان های فیزیکی در قالب جدول بیان شده است

^۱ CloudSim

^۲ Million Instructions Per Second

جدول ۴-۱: مشخصات ماشین‌های مجازی

| VM | Ram | MIPS | PesNumber | BW |
|----|------|-------|-----------|--------|
| ۰ | ۸۷۰ | ۵۰۰ | ۱ | ۱۰/۰۰۰ |
| ۱ | ۱۷۴۰ | ۱/۰۰۰ | ۱ | ۱۰/۰۰۰ |
| ۲ | ۱۷۴۰ | ۲/۰۰۰ | ۱ | ۱۰/۰۰۰ |

جدول ۴-۲: مشخصات میزبان فیزیکی

| Host | Ram | MIPS | PesNumber | BW |
|------|-----|------|-----------|-----------|
| ۰ | ۴GB | ۲۶۶۰ | ۲ | ۱/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۱ | ۴GB | ۱۸۶۰ | ۲ | ۱/۰۰۰/۰۰۰ |

۴-۲ نتایج مربوط به شبیه سازی

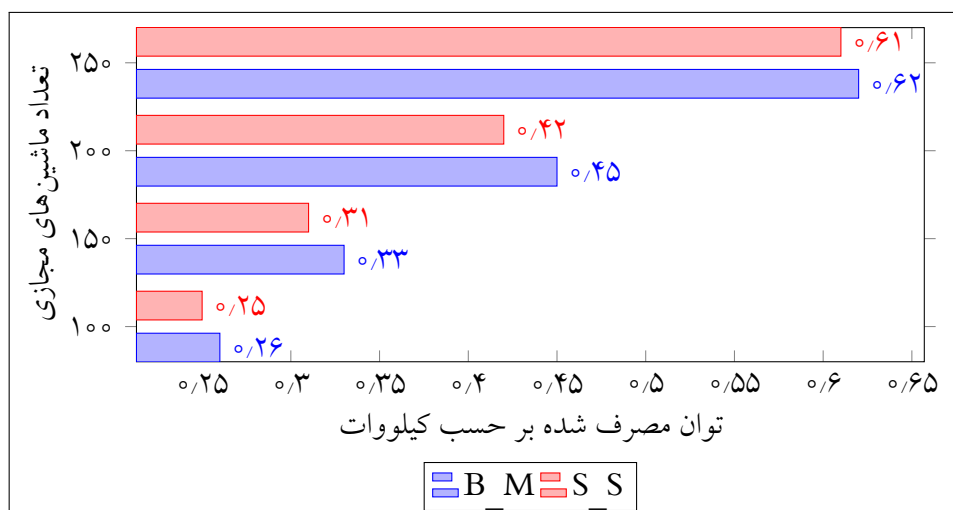
در نمودارهای مورد آزمایش، برای بیان کردن روش خود از واژه S_S^۳ و برای بیان روش مورد مقایسه از واژه B_M^۴ استفاده کرده ایم.

برای مقایسه کار خود و روش مورد مقایسه طبق شبیه ساز کلودسیم به بررسی انرژی مصرف شده در کل اجرای برنامه و نقض کیفیت سرویس رخ داده شده که در فصل ۳ آن را بررسی کردیم، پرداخته ایم.

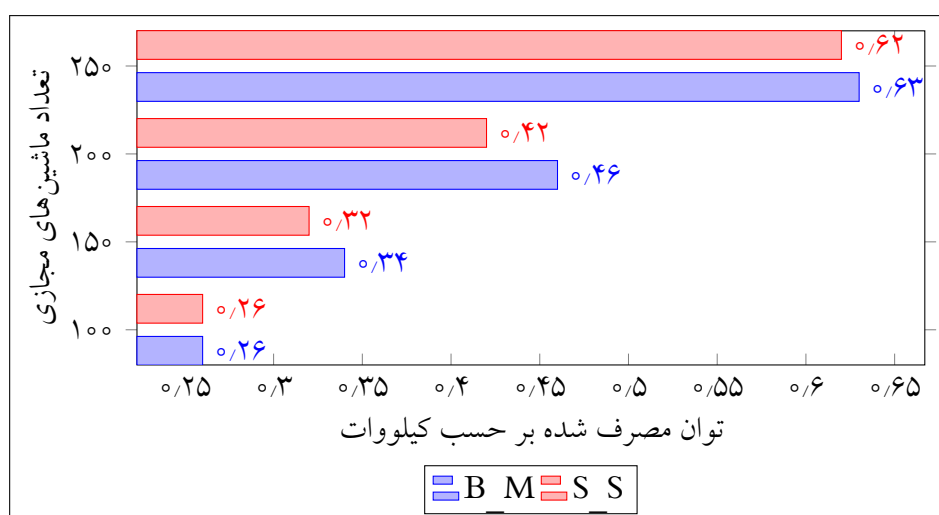
در شکل (۴-۱) و (۴-۲) به بررسی توان مصرف شده با سیاست MMT و MU پرداخته ایم. توان مصرفی کل مراکز داده بر حسب کیلو وات اندازه گیری می شود. به منظور مقایسه کار خود، کار خود و مقاله پایه را با تعداد ماشین‌های مجازی متفاوتی که شامل ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ می باشد مورد بررسی قرار داده ایم.

^۳ Suggested solution

^۴ Basic method

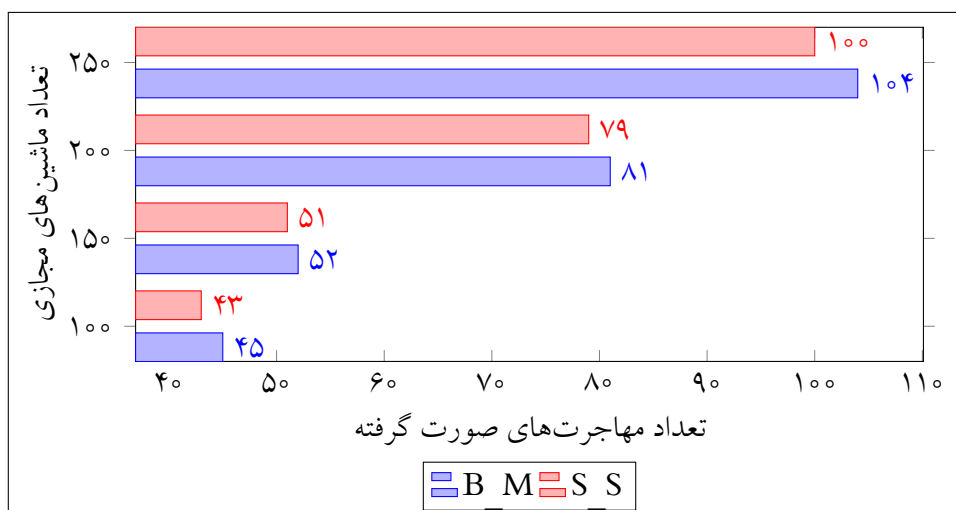


شکل ۴-۱: مقایسه مصرف انرژی با سیاست MMT

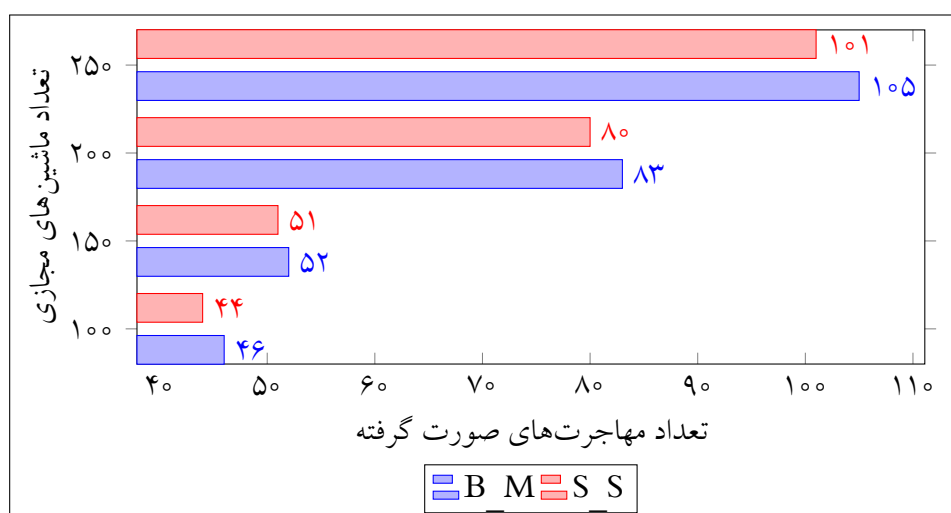


شکل ۴-۲: مقایسه مصرف انرژی با سیاست MU

همانطور که از شکل (۴-۱) و (۴-۲) ملاحظه می شود، با تعداد متفاوتی از ماشین های مجازی در حالات مختلف توان مصرف شده روش پیشنهادی نسبت به کار مورد مقایسه کاهش داشته است. دلیل این کاهش در این است که ما در ابتدا زمانی که ماشین های مجازی را به میزبان های فیزیکی تخصیص دادیم سعی کردیم از منابع میزبان های فیزیکی مناسب استفاده کنیم. سعی کردیم با اعمال جای دهی مناسب در حفظ تعادل بار که در بهبود توان مصرف تاثیر گذار است، موثر واقع شویم.

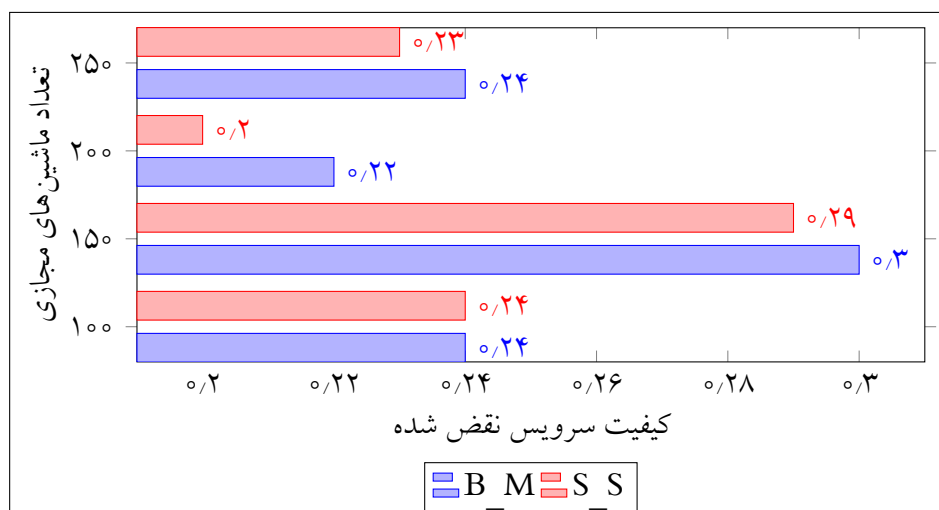


شکل ۳-۴: تعداد مهاجرت های رخ داده با سیاست MMT

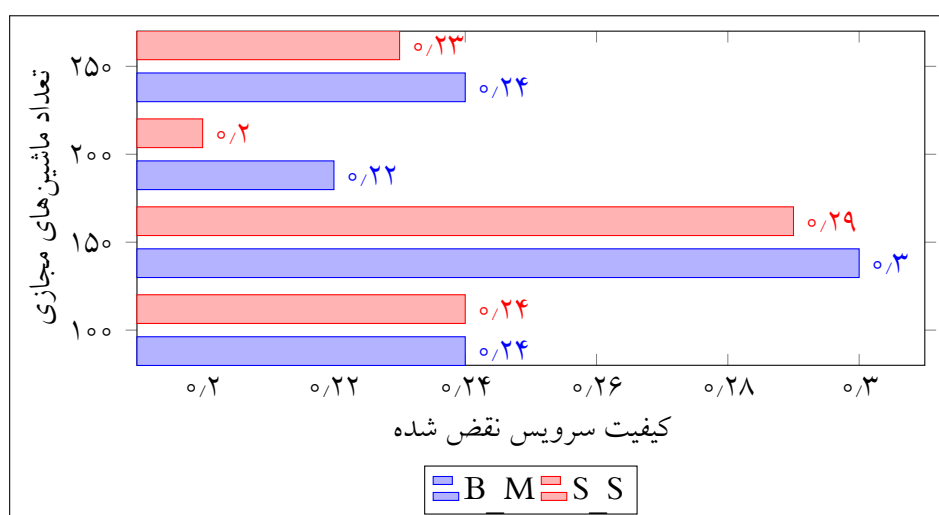


شکل ۴-۴: تعداد مهاجرت های رخ داده با سیاست MU

در شکل (۳-۴) و (۴-۴) به بررسی تعداد مهاجرت های رخ داده در کل اجرای برنامه ها پرداخته ایم. تعداد ماشین های مجازی ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ در نظر گرفته شده است. همانطور که در شکل (۳-۴) ملاحظه می شود، به ازای تعداد مختلف ماشین های مجازی روش پیشنهادی بهبودی در تعداد مهاجرت های رخ داده نسبت به روش پایه داشته است. علت این بهبود در این است که با تغییراتی در سیاست های MMT و MU و با انتخاب سیاست مناسب در انتخاب ماشین مجازی برای مهاجرت و جای دهی مناسب سعی کردیم در کاهش تعداد مهاجرت ها که عامل موثری در نقض کیفیت سرویس می باشد، تاثیر بگذاریم.



شکل ۴-۵: مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و مورد مقایسه با سیاست MMT



شکل ۴-۶: مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و مورد مقایسه با سیاست MU

در شکل (۴-۵) و (۴-۶) به بررسی کیفیت سرویس نقض شده پرداخته ایم کیفیت سرویس معمولاً به فرم SLA در محیط ابری شناخته می شود. تعداد ماشین های مجازی ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ در نظر گرفته شده است. همانطور که در شکل (۴-۵) مشاهده می شود، روش پیشنهادی نقض کیفیت سرویس کمتری در مقایسه با روش مورد مقایسه دارد. در روش S_S با انتخاب مناسب ماشین مجازی برای مهاجرت و جای دهی مناسب ماشین های مجازی سعی کردیم از منابع ماشین های فیزیکی به طور موثر بهره مند شویم و احتمال وقوع نقض کیفیت سرویس را بهبود بخشیم. در این فصل به بررسی و شبیه سازی روش پیشنهادی و روش مورد مقایسه

پرداختیم . در فصل بعد به نتیجه گیری و کارهای آینده می پردازیم .

فصل ۵

جمع بندی و کارهای آینده

۵-۱ جمع بندی و کارهای آینده

امروزه سیستم های پردازش ابری یکی از موضوعات حیاتی و مهم در زمینه فناوری اطلاعات می باشد. به کارگیری این تکنیک در کاهش هزینه ها، کاهش زمان اجرا و تاثیر گذار است. مباحثی مانند توان مصرفی مراکز داده، زمان پاسخ، کیفیت سرویس کاربر و هزینه ها از مباحث مهمی است که در حوزه سیستم های پردازش ابری مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در نتیجه استفاده از راهکارهای موثر و مدیریت مناسب ماشین های مجازی و کنترل مهاجرت های رخ داده می تواند در کاهش مواردی مانند توان مصرفی، تعداد مهاجرت ها و نقض کیفیت سرویس تاثیر بگذارد. کارهای زیادی در حوزه بهبود بهره وری انرژی و کیفیت سرویس در مراکز داده ابری صورت گرفته است. روش هایی همچون جای دهی و ترکیب پویای ماشین های مجازی در مراکز داده ابری روش های موثری برای کاهش توان مصرفی می باشد. روش های مربوط به ترکیب پویای ماشین های مجازی این ویژگی را فراهم می کند تا با استفاده از امکان مهاجرت ماشین های مجازی از ماشین های فیزیکی حداقلی در مراکز داده استفاده شود. در این پایان نامه ما سعی کردیم با استفاده مناسب از منابع موجود ماشین های فیزیکی و جای دهی درست و مناسب و در نهایت با انتخاب ماشین مجازی مناسب به منظور مهاجرت به اهداف همچون بهبود توان مصرفی و کیفیت خدمات دست یابیم.

در این پایان نامه روشی به منظور جای دهی اولیه ماشین های مجازی به همراه اعمال کنترلی در انتخاب ماشین مجازی به منظور مهاجرت در نظر گرفته شده است. روش پیشنهاد شده از طریق شبیه ساز کلودسیم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج آزمایشات نشان می دهد که اعمال روش مناسب در جای دهی و کنترل کردن مهاجرت به منظور جلوگیری از مهاجرت اضافی می تواند ما را در دست یافتن به اهدافی مانند بهبود توان و کیفیت سرویس کمک کند.

برای این منظور، از جمله کارهایی که در آینده بیشتر تمایل داریم به آن ها توجه کنیم، می توانیم به تکنیک های مربوط زمانبندی که در کاهش زمان اجرای برنامه تاثیر گذار است اشاره

کنیم. همچنین با اعمال پارامترهای مربوط به هزینه ها و اعمال دستگاه های خنک کننده می توانیم در کاهش هزینه ها نیز بکوشیم.

- [1] Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.
- [2] Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2016). Cloud computing: implementation, management, and security. CRC press.
- [3] Höfer, C. N., & Karagiannis, G. (2011). Cloud computing services: taxonomy and comparison. *Journal of Internet Services and Applications*, 2(2), 81-94.
- [4] Da Cunha Rodrigues, G., Calheiros, R. N., Guimaraes, V. T., Santos, G. L. D., de Carvalho, M. B., Granville, L. Z., ... & Buyya, R. (2016, April). Monitoring of cloud computing environments: concepts, solutions, trends, and future directions. In *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 378-383). ACM.
- [5] García-Valls, M., Cucinotta, T., & Lu, C. (2014). Challenges in real-time virtualization and predictable cloud computing. *Journal of Systems Architecture*, 60(9), 726-740.
- [6] Yang, M., Li, Y., Jin, D., Zeng, L., Wu, X., & Vasilakos, A. V. (2015). Software-defined and virtualized future mobile and wireless networks: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 20(1), 4-18.

- [7] Subramanian, M., Bodge, A., & Patabhi, R. (2016). U.S. Patent No. 20,160,019,265. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [8] Choi, H., Lim, J., Yu, H., & Lee, E. (2016). Task Classification Based Energy-Aware Consolidation in Clouds. Scientific Programming, 2016.
- [9] Chien, N. K., Dong, V. S. G., Son, N. H., & Loc, H. D. (2016, March). An Efficient Virtual Machine Migration Algorithm Based on Minimization of Migration in Cloud Computing. In International Conference on Nature of Computation and Communication (pp. 62-71). Springer International Publishing.
- [10] Bhaskar, R., & Shylaja, B. S. (2016). KNOWLEDGE BASED REDUCTION TECHNIQUE FOR VIRTUAL MACHINE PROVISIONING IN CLOUD COMPUTING. International Journal of Computer Science and Information Security, 14(7), 472.
- [11] Goudarzi, H., & Pedram, M. (2016). Hierarchical SLA-driven resource management for peak power-aware and energy-efficient operation of a cloud datacenter.
- [12] Ismaeel, S., Miri, A., & Al-Khazraji, A. (2016, March). Energy-consumption clustering in cloud data centre. In 2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC) (pp. 1-6). IEEE.
- [13] Raju, I. R. K., Varma, P. S., Sundari, M. R., & Moses, G. J. (2016). Deadline aware two stage scheduling algorithm in cloud computing. Indian Journal of Science and Technology, 9(4).

- [14] Duan, H., Chen, C., Min, G., & Wu, Y. (2016). Energy-aware scheduling of virtual machines in heterogeneous cloud computing systems. *Future Generation Computer Systems*.
- [15] Patel, R., Patel, H., & Patel, S. (2015). Quality of Service Based Efficient Resource Allocation in Cloud Computing, *International Journal For Technological Research In Engineering* Volume 2, Issue 9.
- [16] Beloglazov, A., & Buyya, R. (2013). "Optimal online deterministic algorithms and adaptive heuristics for energy and performance efficient dynamic consolidation of virtual machines in cloud data centers." *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 24(13), 1397-1420.
- [17] Tani, H. G., & El Amrani, C. (2016). Cloud Computing CPU Allocation and Scheduling Algorithms using CloudSim Simulator. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(4), 1866.

Abstract:

Today, with the advent of information technology and the rise of applications, there is no doubt a need for an integrated calculation for users. Therefore, it is necessary to use technology such as a computer that performs their processing according to the needs of the users and displays the results to them. At the moment, there are a variety of cloud computing challenges. Effective use, allocation and management of resources to improve the quality of service and energy efficiency is one of the major challenges in cloud systems. The thesis focuses on choosing the proper destination for hosting virtual machines and controlling the migration of migrating virtual machines. Our goal is to automate the assignment of virtual machines to physical hosts so as to prevent the overload of physical hosts and extra migration. Experimental results compared to the base method show that with proper allocation and control in migration, we can improve the quality of service, while avoiding increasing energy consumption.

Keywords: Cloud computing, Allocation, Overload, Control of migration, Quality of Service, Energy Consumption.



**Islamic Azad University of Sirjan
Engineering Department**

A new method to assign virtual machines to avoid overloading the physical host to improve the quality of service in the cloud data center

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of
Master of Science in Computer Engineering**

By:

Molaei Saeb

Supervisor:

Dr Mohammad Sadegh Hajmohammadi

Summer 2017