
بسم الله الرحمن الرحيم

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

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.SC
در رشته مهندسی کامپیوتر
گرایش نرم‌افزار

صائب ملایی ندیکی

استاد راهنما

دکترمحمدصادق حاج‌محمدی

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 ماشین های مجازی برای جلوگیری از سربار شدن میزبان های 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	امضـــــــــا
۱	استاد راهنما	دکتر محمدصادق حاج‌محمدی	دانشگاه‌آزاد اسلامی سیرجان	
۲	استاد مدعو	دکتر خطیبی	دانشگاه‌آزاد اسلامی سیرجان	
۳	استاد مدعو	دکتر نورمندی	دانشگاه‌آزاد اسلامی سیرجان	

معاونت پژوهش و فناوری

به نام خدا

منشور اخلاق پژوهش

بایاری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری، ما دانشجویان و اعضاء هیات علمی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر راد انجام فعالیتهای پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم :

۱. اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت.

۲. اصل رعایت حقوق: الزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.

۳. اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.

۴. اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.

۵. اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منافع در اختیار.

۶. اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.

۷. اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی.

۸. اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.

۹. اصل برائت: الزام به برائت جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلایند.

دانشگاه آزاد اسلامی سیرجان

حوزه معاونت، پژوهش و فناوری

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

اینجانب صائب ملایی ندیکی دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد M.SC در رشته مهندسی کامپیوتر که در تاریخ ۱۳۹۶/۰۶/۲۶ از پایان نامه خود تحت عنوان "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" با کسب نمره و درجه دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم:

۱. این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی وپژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه،کتاب،مقاله و .....)استفاده نمودهام،مطابق ضوابط ورویه موجود،نام منبع مورد استفاده وسایر مشخصات آن را درفهرست مربوطه ذکر و درج کرده ام.

۲. این پایان نامه قبلا برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح،پایین تریا بالاتر) درسایر دانشگاها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳. چنانچه بعد از فراغت از تحصیل،قصد استفاده و هر گونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب،ثبت اختراع و ... از این پایان نامه داشته باشم،از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.

۴. چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود،عواقب ناشی از آن را می پذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است بااینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده ودر صورت ابطال مدرک تحصیلیام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی: صائب ملایی ندیکی

تاریخ و امضا:

قدردانی

در آغاز وظیفه خود می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای خود، جناب آقای دکترجاج‌محمدی 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

تقدیم به:

الکساندرا الباکیان

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

فهرست مطالب

فهرست جداول

فهرست تصاویر

فهرست نمودارها

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 رایانش‌ابری که با توجه به نیاز کاربران، پردازش‌های محاسباتی آن‌ها را انجام دهد و نتایج را به آن‌ها نمایش‌دهد، لازم می‌باشد. درحال حاضر چالش‌های متنوعی در زمینه رایانش ابری مطرح است. استفاده مؤثر، تخصیص و مدیریت منابع به‌منظور بهبود کیفیت سرویس و بهرهوری انرژی یکی از ازچالش‌های مهم در سیستم‌های ابری است. در این پایان نامه تمرکز بر روی انتخاب مقصد مناسب برای میزبانی ماشین های مجازی و همچنین اعمال کنترلی در مهاجرت ماشین‌های مجازی مهاجر می‌باشد. هدف ما از انجام این کار این است که تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی را به چه نحوی انجام دهیم که تا جای ممکن از سریزشدن میزبان‌های 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 می‌توانیم در بهبود کیفیت سرویس تأثیرگذار باشیم درحالیکه از افزایش مصرف انرژی جلوگیری می‌کنیم.

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

فصل ۱

مقدمه

۱ـ۱ 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 نرم‌افزارهای 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 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، پایگاه‌داده، نرم‌افزار و... توانمند کردند، به‌طوری‌که کاربران بتوانند برنامه‌های کاربردی و موردنیاز 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]

۱ـ۲ لایه‌ها و سرویس‌های سیستم‌های رایانش ابری

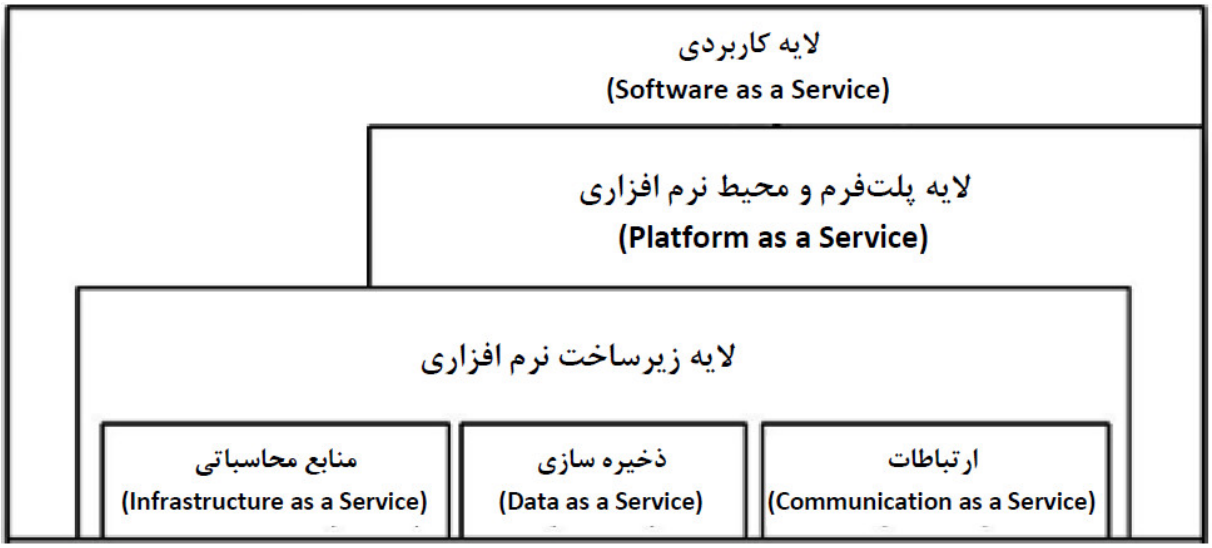
سیستم‌های رایانش ابری از مجموعه ای از لایه‌ها تشکیل شده است که برنامه‌های کاربران بر روی این لایه‌ها نصب و اجرا می‌گردد. این لایه‌ها در سه سطح متفاوت به نام‌های زیرساخت تحت یک سرویس [۱] (IaaS) ، پلت‌فرم تحت یک سرویس [۲] (PaaS) و نرم افزار تحت یک سرویس [۳] (SaaS) ارائه می‌شوند. در زیر به معرفی هر سرویس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

۱. سطح اول که با IaaS شناخته می‌شود ، سرویس‌های زیرساخت ابری نام دارد که سیستمی را که عموما 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 زیر ساخت‌ها را به صورت یک سرویس مجازی خریداری می‌کنند. درواقع 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.

[1] Infrastructure as a Service

[2] Platform as a Service

[3] Software as a Service



شکل ۱ـ۱: لایه‌های سرویس ابری

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].

۱ـ۳ مجازی‌سازی منابع و مفهوم ترکیب در سیستم‌های ابری

مجازی‌سازی سطح جدیدی از انعطاف پذیری را برای استفاده از منابع ماشین‌های فیزیکی [۴] (PM) فراهم می‌کند و امکان یکپارچه سازی منابع فیزیکی در قالب منابع مجازی را ایجاد می‌کند. در محیط سیستم‌های رایانش ابری از تکنیک مجازی‌سازی استفاده می‌شود. تکنیک مجازی‌سازی این امکان را فراهم می‌کند که چندین نرم‌افزار که در واقع روی ماشین‌های مجازی [۵] (VM) قرار داده می‌شوند را همزمان بر روی تنها یک کامپیوتر اجرا کنیم از جمله مهم‌ترین اهداف مجازی‌سازی می‌توانیم به موارد زیر اشاره کنیم.

- بهره‌وری و بهینه سازی در استفاده از منابع

با ویژگی مجازی‌سازی، ماشین‌های مجازی می‌توانند یکپارچه شوند و به سیستم‌های بیکار یا در حال استفاده فرستاده شوند. با استفاده از مجازی‌سازی، سیستم‌های موجود می‌توانند یکپارچه شوند. در واقع مجازی‌سازی

[4] Physical machine

[5] Virtual machine

یک فرصت برای یکپارچه‌سازی و بهینه سازی معماری سیستم‌ها، زیرساخت برنامه‌ها، پایگاه‌های داده، را فراهم می‌آورد که کارایی بالاتر را نتیجه می‌دهد.

- کمتر مصرف کردن برق و در نتیجه کاهش هزینه‌ها استفاده از مجازی‌سازی این امکان را فراهم می‌آورد که میزان انرژی مصرفی کاهش یابد و در هزینه‌ها و سرمایه‌های استفاده شده به طور قابل توجهی صرفه جویی به عمل آید.
- صرفه‌جویی شدن در فضا بزرگ بودن و جاگیر بودن سرورهای فیزیکی یک مساله بزرگ در مراکز داده ابری می‌باشد. مجازی‌سازی می‌تواند این مشکل را با یکپارچه‌کردن تعداد زیادی ماشین‌های مجازی بر روی تعداد کمی‌میزبان‌های فیزیکی بر طرف کند.

در سیستم‌های مجازی‌سازی ما از مفاهیمی‌مانند ماشین‌مجازی، ماشین فیزیکی، مهاجرت و ترکیب [۶] استفاده می‌کنیم. طبق بیانات قبلی، ماشین‌مجازی 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 ماشین‌مجازی 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 ماشین‌مجازی 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. [۵، ۶، ۷]

اگرچه ترکیب پویای ماشین‌های مجازی ممکن است کارایی مراکز داده را بهبود بخشد، اما به‌دلیل قرار گرفتن چندین ماشین‌مجازی روی یک ماشین فیزیکی، تضمین‌کردن سرویس‌های مورد نظر به کاربران یکی از چالش‌های بزرگ مربوط به این تکنیک می‌باشد. کیفیت سرویس مربوط به کاربران معمولا با توافق نامه سطح خدمات [۷] ارائه

[6] Consolidation

[7] Service level agreement

می‌شود [۷]

ترکیب بهینه ماشین‌های مجازی شامل سه بخش می‌باشد:

۱. شناسایی ماشین‌های فیزیکی سربار شده

۲. شناسایی ماشین‌های فیزیکی کم‌بار شده

۳. انتخاب ماشین‌های مجازی برای مهاجرت از ماشین‌های سربار

۱ـ۴ پرسش اصلی

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

۱ـ۵ 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 سریز 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.

۱ـ۶ 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 جایابی 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.

۱ـ۷ 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 ماشین‌مجازی قرار می‌گیرد.

۱ـ۸ ابزارهای اندازه‌گیری

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

۱ـ۹ 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 ماشین‌مجازی دارد از اضافه باری آن میزبان جلوگیری کنیم. همچنین اگر میزبانی در آینده دچار اضافه باری شد با اعمال سیاستی مناسب برای انتخاب ماشین‌مجازی از آن میزبان بتوانیم در بهبود کیفیت سرویس موثر تر واقع شویم.

۱ـ۱۰ مراحل پایان‌نامه

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

۲ـ۱ 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 بهره وری 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.

۲ـ۲ روش چوی

در این مقاله[1] [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[2] (SLA) 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 بهره وری 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

[1] Choi

[2] service level agreement

انرژی بدون نقض SLA دست یافته است.

۲ـ۳ روش چین[3]

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 تصمیم گیری کارامد مهاجرت ماشین مجازی در محیط ابری برای حل مسائل بالا ارائه شده است.

۲ـ۴ روش باسکار[4]

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] برنامه ای 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.

---

[3] **Chein**

[4] **Bhaskar**

۲ـ۵ گودرزی[5]

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 می‌گیرد و پیچیدگی تصمیم گیری 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 شبیه سازی جامع نشان داده شده است. الگوریتم‌های مدیریت منابع پیشنهاد شده هزینه‌های عملیاتی مراکز داده را حدود ۴۰ درصد کاهش داده در حالی‌که 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 سلسله مراتبی مدیریت منابع برای سیستم ابری پیشنهاد شده است. ساختار ارائه شده مقیاس پذیری و کارایی بالایی را در مقایسه با یک ساختار متمرکز در کارهای قبلی نشان می‌دهد. علاوه بر انعطاف پذیری 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 بهره وری سیستم‌های خنک کننده 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.

۲ـ۶ روش اسماعیل[6]

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 محیط ابری می‌تواند استفاده شود، اما مهمتر از آن این است که به حداقل رساندن

[5] **Goudarzi**

[6] **Ismaeel**

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 درحال حاضر اولین و مهمترین گام در تامین پویا برای براورد انتظارات QoS در بارکاری‌های متغییر 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 اپن‌استک 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.

۲ـ۷ روش راجو[۷]

محاسبات ابری یک الگوی رایانشی توزیع‌شده در مقیاس بزرگ است که در آن یک استخر از 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 می‌شود. در زمانبندی محاسبات ابری فرایند تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع در قالب ماشین‌های مجازی برای برنامه‌های درخواست شده می‌باشد. 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

[7] **Raju**

مهلت با توجه به زمان پاسخ و زمان انتظار تخصیص می‌دهد. یک محیط شبیه سازی توسعه داده شده و ارزیابی شده برای ارزیابی این مدل با درنظر 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 می‌دهد. زمانبندی n جاب روی دو نوع از ماشین‌های مجازی با استفاده از الگوریتم زمانبندی مهلت آ گاه دو مرحله ای عملکرد بهتری را در مقایسه با دیگر روش‌های زمانبندی می‌دهد.نتایج تجربی نشان می‌دهد که الگوریتم زمانبندی دو مرحله ای مهلت آ گاه 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 می‌دهد. تعداد نقض مهلت جاب‌ها با توجه به زمان پاسخ و زمان انتظار با در نظر گرفتن فاکتور ثابت در الگوریتم دو مرحله ای مهلت آ گاه در مقایسه با الگوریتم‌های قبلی کاهش یافته است.

۲ـ۸ روش دوان[8]

یکی از چالش‌های موجود در زمینه سیستم‌های ابری، چگونگی کاهش مصرف انرژی با حفظ ظرفیت محاسباتی بالا است. روش‌های موجود اساساً برروی افزایش بهره‌برداری منابع تمرکز کرده‌اند . برنامه‌های کاربردی با منابع مورد نیاز متفاوتی برروی ماشین‌های مجازی اجرا می‌شوند که برروی کارایی سیستم و مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. همچنین ممکن است که اوج بار [9] لحظه‌ای منجر به این شود که در سودمندی مصرف انرژی تاثیر بگذارد .در تحقیق دیگری [۱۴] الگوریتم زمانبندی جدیدی با نام PreAntPolicy ارائه شده است که شامل مدل پیش‌بینی براساس مکانیزم‌های فرکتال [10] 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 [11] ، نوبت چرخشی [12] (که معمولاً توسط برخی از محاسبات ابری استفاده می‌شود) و حداقل توان مهاجرت استفاده کردند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش

[8] **Duan**

[9] Peak loads

[10] Fractal

[11] Greedy First-Fit (FF)

[12] Round-Robin (RR)

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.

۲ـ۹ روش پاتل[۱۳]

یکی از چالش‌های مهم در سیستم‌های ابری، تخصیص منابع است. در تحقیق دیگری [۱۵] الگوریتمی‌به 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 (۲ـ۱) مقالات بیان شده براساس سه معیار خلاصه شده است.

[13] **Patel**

[14] Modified best fit decreasing

جدول ۲ـ۱: مقایسه مقالات بر اساس سه معیار

مرجع	معیار کاهش انرژی	معیار بهبود کیفیت سرویس	معیار کاهش تعداد مهاجرت‌ها
[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 بپردازیم به شرح زیر است:

- به چه نحوی می‌توانیم جای دهی 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[1] تعریف می‌شود و 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 $VM = \left(VM_1, VM_2, ..., VM_n\right)$ درنظر گرفته می‌شوند و این ماشین‌های مجازی بر روی m ماشین فیزیکی به صورت $PM = \left(PM_1, PM_2, ..., PM_n\right)$ 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 جایابی بهینه ماشین‌های مجازی تا جای ممکن از سرریز شدن میزبان‌های فیزیکی جلوگیری کنیم.

[1] Millions Instructions Per Second

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 (۳ـ۱) در زیر بیان شده است را مطرح می‌کنیم.

$$Factor = \frac{VM_{resource\ requirements}}{PM_{available\ resource}} \qquad (۱ـ۳)$$

برای هر ماشین فیزیکی این معیار را محاسبه می‌کنیم و میزبانی را به عنوان میزبان مورد نظر برای جای‌دهی 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.

۳ـ۳ 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 [2] درنظر 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 [3] 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

[2] Under load

[3] Upper threshold

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 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 حداقل (MMT)[4] نام دارد. در این روش یک ماشین مجازی که مقدار حافظه به پهنای باند کمتری را دارد را برای مهاجرت انتخاب می‌کند. فرمول (۳ـ۲) این سیاست را بیان می‌کند: [۱۵]

$$v \in V_j | \forall a \in V_j, \frac{RAM_u(v)}{NET_j} \leq \frac{RAM_u(a)}{NET_j} \qquad (۲\_۳)$$

زمان مهاجرت با مقدار RAM استفاده شده VM تقسیم بر پهنای باند شبکه در دسترس برای ماشین فیزیکی j برآورد می‌شود. یک مجموعه از VM های است که اخیراً به میزبان فیزیکی j تخصیص یافته است. مقدار RAM استفاده شده اخیر توسط VM_a است. پهنای باند شبکه در دسترس برای میزبان فیزیکی j 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 ماشین های فیزیکی دیگر تلاش می‌کند و ماشین فیزیکی مبدأ زمانی که همه‌ی ماشین‌های مجازی مهاجرت داده شد به حالت خواب تغییر پیدا می‌کند.

۳ـ۴ بدست آورن 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

[4] Minimum Migration Time

می‌کند. برای این منظور فرمولی که برای محاسبه انرژی مصرفی ماشین فیزیکی بیان شده است براساس بهره وری و استفاده از پردازنده می‌باشد. فرمول (۳ـ۳) در رابطه زیر، فرمول انرژی را بیان می‌کند: [۱۵]

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P\Big(u(t)\Big)\,\mathrm{d}t \qquad (۳ـ۳)$$

طبق فرمول بالا، از آنجا که استفاده از پردازنده ممکن است با گذشت زمان به علت تغییرپذیری بار کاری، تغییر کند، از این‌رو، بهره وری 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]

$$ET_t = \sum_{i=1}^{n} Ei \qquad (۴ـ۳)$$

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

۳ـ۵ بدست آوردن میزان نقض کیفیت سرویس

کیفیت سرویس بحث مهمی‌در زمینه سیستم‌های ابری است. نقض شدن کیفیت درخواست شده از طرف کاربر برای فراهم آورنده‌ی 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 ۳ـ۵ برای این منظور در زیر بیان شده است: [۱۶]

$$SLATAH = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{T_{si}}{T_{ai}} \qquad (۵ـ۳)$$

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 می‌گیرید که باعث نقض کارایی می‌شود: [۱۶]

$$PDM = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^{m} \frac{C_{dj}}{C_{rj}} \qquad (۶\_۳)$$

M تعداد VM ها، C_{dj} نقض کارایی VM_j که با مهاجرت ایجاد می‌شود را برآورد می‌کند. 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 همه‌ی 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 می‌شود و هم زمانی که مهاجرتی صورت می‌گیرد. برای این منظور از یک معیار ترکیبی که شامل هر دو معیار است استفاده می‌شود [۱۶].

$$SLAV = SLATAH.PDM \qquad (۷\_۳)$$

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 می‌گیرد.

فصل ۴

بررسی و ارزیابی راه حل پیشنهادی

۴ـ۱ محیط آزمایش

به منظور بررسی و ارزیابی کار خود و روش مورد مقایسه ، شبیه ساز انتخاب شده کلودسیم [1]

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) [2] 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 (۴ـ۱) و (۴ـ۲) مشخصات ماشین های مجازی و میزبان های فیزیکی در قالب جدول بیان شده است

[1] CloudSim

[2] Million Instructions Per Second

جدول ۴ـ۱: 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 ۴ـ۲: مشخصات میزبان فیزیکی

Host	Ram	MIPS	PesNumber	BW
۰	۴GB	۲۶۶۰	۲	۱٫۰۰۰٫۰۰۰
۱	۴GB	۱۸۶۰	۲	۱٫۰۰۰٫۰۰۰

۴ـ۲ نتایج مربوط به شبیه سازی

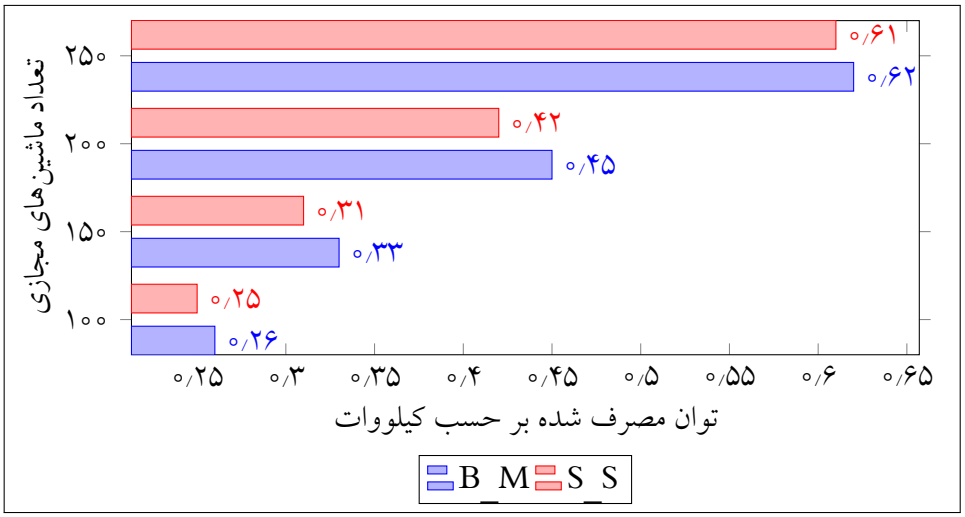
در نمودارهای مورد آزمایش ، برای بیان کردن روش خود از واژه S_S [۳] و برای بیان روش مورد مقایسه از واژه B_M [۴] استفاده کرده ایم.

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.

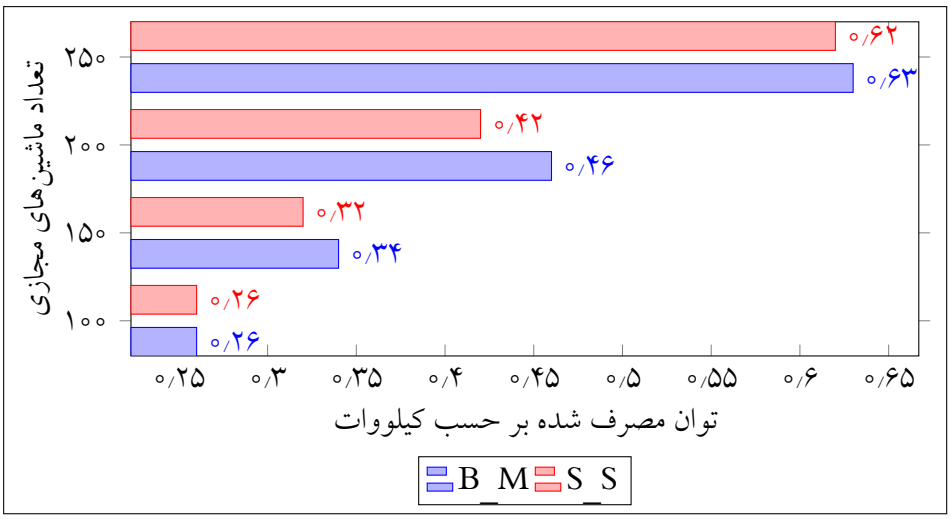
در شکل (۱.۴) و (۲.۴) به بررسی توان مصرف شده با سیاست MMT و MU پرداخته ایم. توان مصرفی کل مراکز داده بر حسب کیلو وات اندازه گیری می شود. به منظور مقایسه کار خود ،کار خود و مقاله پایه را با تعداد ماشین های مجازی متفاوتی که شامل ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ می‌باشد مورد بررسی قرار داده ایم.

[3] Suggested solution

[4] Basic method

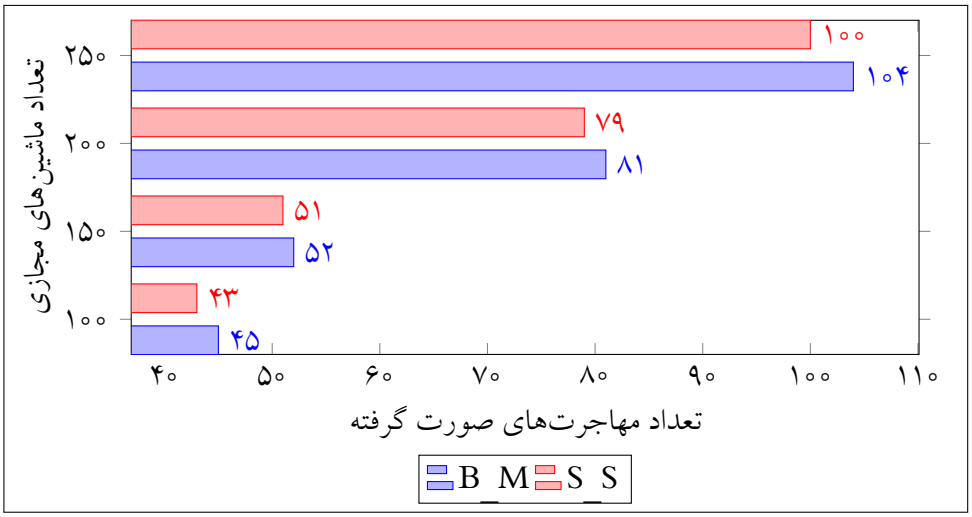


Plot ۱.۴: مقایسه مصرف انرژی با سیاست MMT

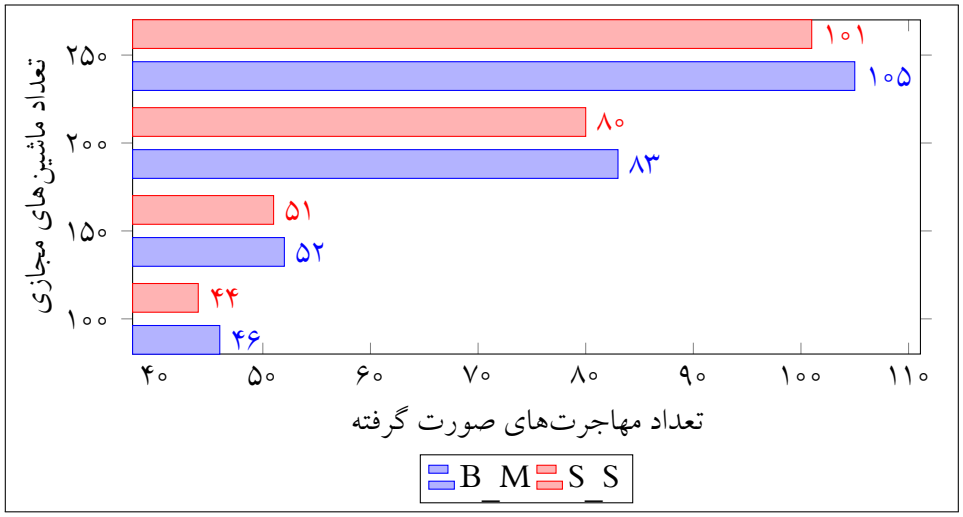


Plot ۲.۴: مقایسه مصرف انرژی با سیاست MU

همانطور که از شکل (۱.۴) و (۲.۴) 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.



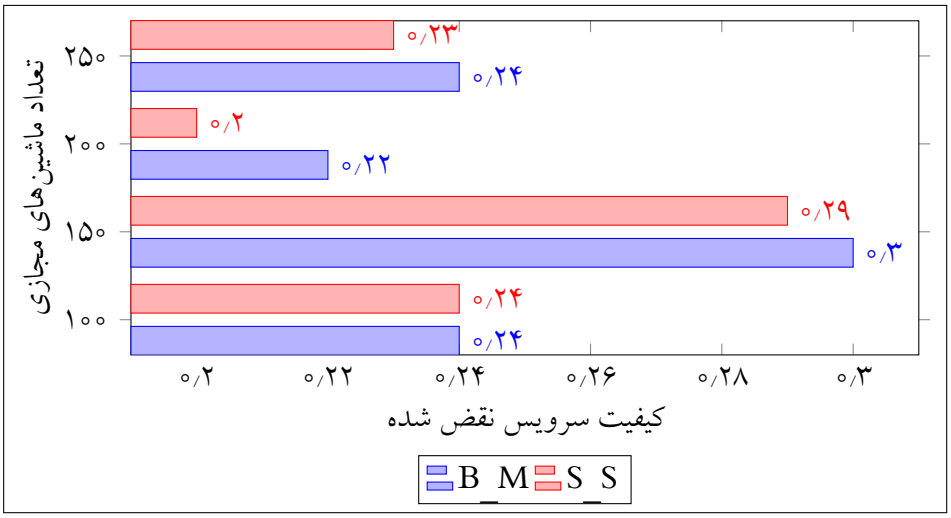
شکل ۴ـ۱: تعداد مهاجرت‌های رخ داده با سیاست MMT



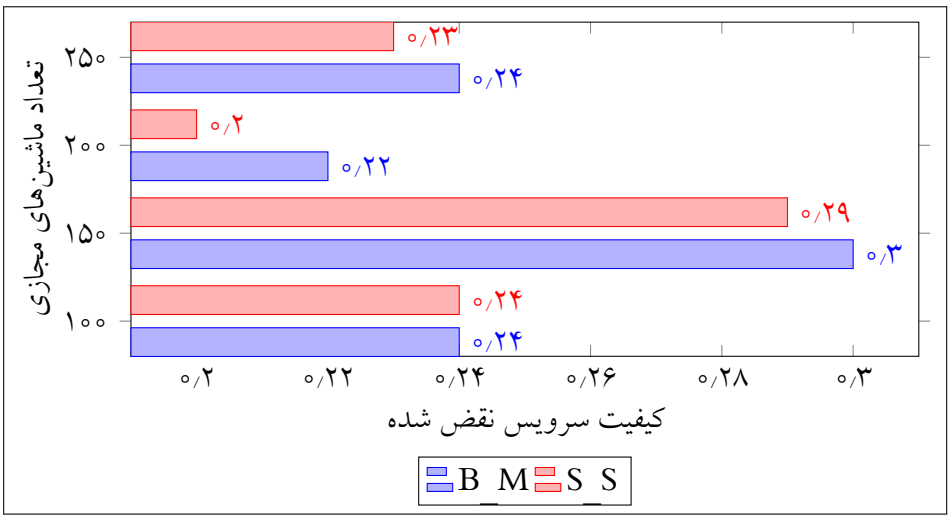
شکل ۴ـ۲: تعداد مهاجرت‌های رخ داده با سیاست MU

در شکل (۴ـ۱) و (۴ـ۲) 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 (۴ـ۱) 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 سیاست‌های 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 می‌باشد، تاثیر بگذاریم.



شکل ۴ـ۳: مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و موردمقایسه با سیاست MMT



شکل ۴ـ۴: مقایسه کیفیت سرویس نقض شده در روش پیشنهادی و موردمقایسه با سیاست MU

در شکل (۴ـ۳) و (۴ـ۴) به بررسی کیفیت سرویس نقض شده پرداخته ایم کیفیت سرویس معمولا 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 (۴ـ۳) 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 می‌پردازیم .

فصل ۵

جمع بندی و کارهای آینده

۵ـ۱ 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 درحوزه 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 ماشین‌های 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 ماشین‌های 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 می‌دهد 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 زمانبدی که در کاهش زمان اجرای برنامه تاثیر گذار است اشاره کنیم.همچنین با اعمال پارامتر های مربوط به هزینه ها و اعمال دستگاه های خنک کننده می توانیم در کاهش هزینه ها نیز بکوشیم.

پیوست آ

کد ها

آ_۱ کد استفاده شده در روش Basic Method(B_M)

```
1  package org.cloudbus.cloudsim.examples.power;
2
3  /*
4   * Title:        CloudSim Toolkit
5   * Description:  CloudSim (Cloud Simulation) Toolkit for Modeling and
        Simulation
6   *               of Clouds
7   * Licence:      GPL - http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html
8   *
9   * Copyright (c) 2009, The University of Melbourne, Australia
10  */
11
12 //import pso.*;
13 import java.text.DecimalFormat;
14 import java.util.ArrayList;
15 import java.util.Calendar;
```

```
16 import java.util.LinkedList;
17 import java.util.List;
18 import java.util.Map.Entry;
19
20 import org.cloudbus.cloudsim.Cloudlet;
21 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
22 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
23 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
24 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
25 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
26 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
27 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
28 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeShared;
29 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
30 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
31 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
32 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
33 //import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerPe;
34 import org.cloudbus.cloudsim.power.models.PowerModelLinear;
35 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
36 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
37 import org.cloudbus.cloudsim.File;
38
39
40 import java.util.ArrayList;
41 import java.util.List;
42 import java.util.LinkedList;
43 import java.io.BufferedReader;
44 import java.io.FileInputStream;
45 import java.io.InputStreamReader;
```

```
46 //import org.apache.commons.collections4.CollectionUtils;
47 import java.io.*;
48
49 //import cs.umu.se.vmp.data.DataGenerator;
50
51 import java.util.Vector;
52
53 import java.text.DecimalFormat;
54 import java.util.ArrayList;
55 import java.util.Calendar;
56 import java.util.LinkedList;
57 import java.util.List;
58
59 import java.util.ArrayList;
60 import java.util.HashMap;
61 import java.util.HashSet;
62 import java.util.LinkedList;
63 import java.util.List;
64 import java.util.Map;
65 import java.util.Set;
66
67
68 import java.util.ArrayList;
69 import java.util.List;
70 import java.util.LinkedList;
71 import java.io.BufferedReader;
72 import java.io.FileInputStream;
73 import java.io.InputStreamReader;
74 //import org.apache.commons.collections.CollectionUtils;
75 import java.io.*;
```

```
76
77 //import cs.umu.se.vmp.schema.PlacementRequest;
78 //import cs.umu.se.vmp.data.DataGenerator;
79
80 import java.util.Vector;
81
82 import java.text.DecimalFormat;
83 import java.util.ArrayList;
84 import java.util.Calendar;
85 import java.util.LinkedList;
86 import java.util.List;
87
88 import java.util.ArrayList;
89 import java.util.HashMap;
90 import java.util.HashSet;
91 import java.util.LinkedList;
92 import java.util.List;
93 import java.util.Map;
94 import java.util.Set;
95
96
97 import java.io.BufferedWriter;
98
99 import java.io.FileWriter;
100 import java.io.IOException;
101 import java.text.DecimalFormat;
102 import java.util.ArrayList;
103 import java.util.HashMap;
104 import java.util.LinkedList;
105 import java.util.List;
```

```
106 import java.util.Map;
107 import java.util.Scanner;
108 import org.cloudbus.cloudsim.Cloudlet;
109 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
110 import org.cloudbus.cloudsim.Datacenter;
111 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
112 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
113 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
114 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
115 import org.cloudbus.cloudsim.HostStateHistoryEntry;
116 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
117 import org.cloudbus.cloudsim.Pe;
118 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
119 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
120 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
121 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeSharedOverSubscription;
122 import org.cloudbus.cloudsim.VmStateHistoryEntry;
123 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
124 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenterBroker;
125 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyAbstract;
126 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
127 import
      org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationInterQuartileRange;
128 import
      org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression;
129 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicySimple;
130 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
131 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHostUtilizationHistory;
132 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
133 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
```

```
134 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
135 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.RamProvisionerSimple;
136 import org.cloudbus.cloudsim.util.MathUtil;
137 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
138 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
139 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
140 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
141 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
142 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicySimple;
143 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
144 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
145 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
146 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
147 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
148 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
149 import org.cloudbus.cloudsim.power.lists.PowerVmList;
150 import org.cloudbus.cloudsim.util.ExecutionTimeMeasurer;
151 import java.util.HashSet;
152 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
153  import org.cloudbus.cloudsim.examples.power.Helper;
154 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
155 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMaximumCorrelation;
156 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTimebase;
157
158
159 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumUtilizationbase;
160 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyRandomSelection;
161 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
```

```
162 import org.cloudbus.cloudsim.Datacenter;
163 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
164 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
165 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
166 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
167 import org.cloudbus.cloudsim.HostStateHistoryEntry;
168 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
169 import org.cloudbus.cloudsim.Pe;
170 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
171 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
172 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
173 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeSharedOverSubscription;
174 import org.cloudbus.cloudsim.VmStateHistoryEntry;
175 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
176 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHostUtilizationHistory;
177
178 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
179 //import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
180 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
181 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
182 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.RamProvisionerSimple;
183
184
185 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
186 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
187 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression;
188 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold;
189 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
```

```
190 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
191 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime;
192 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
193 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegressionRobust;
194 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
195 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationMedianAbsoluteDeviation;
196
197 import java.sql.*;
198 import java.text.DecimalFormat;
199 import java.util.ArrayList;
200 import java.util.Calendar;
201 import java.util.LinkedList;
202 import java.util.List;
203
204
205
206 /**
207  * An example of a power aware data center. In this example the placement
        of VMs
208  * is continuously adapted using VM migration in order to minimize the
        number
209  * of physical nodes in use, while idle nodes are switched off to save
        energy.
210  * The CPU utilization of each host is kept under the specified utilization
        threshold.
211  */
212 public class B_M {
```

```
213
214         /** The cloudlet list. */
215         private static List<Cloudlet> cloudletList;
216
217         /** The vm list. */
218         private static List<Vm> vmList;
219         //private static List<Vm> vmLists;
220
221         //private static double utilizationThreshold = 0.8;
222
223         //private static double hostsNumber =110;
224        // private static List<Vm> vmList;
225
226         //private static double utilizationThreshold = 0.8;
227
228         private static double hostsNumber = 100;
229         //private static double vmsNumber = 50;
230         private static double cloudletsNumber =100;
231           public static Vm[] vm=new PowerVm[100] ;
232          public static int requestnumber=100;
233         //private static double vmsNumber = 80;
234         //private static double cloudletsNumber =10;
235         //private static double vmsNumber = 10;//
236         //private static double cloudletsNumber = 20;///
237
238         /**
239          * Creates main() to run this example.
240          *
241          * @param args the args
242          */
```

```
243
244         public static Connection con;
245
246         //public static double[][] vmarray = new double[resource_num][5];
247        // public static double[][] cloudarray = new double[task_num][2];
248
249        // public static int[] vm_list = new int[task_num];
250         public static LinkedList<Vm> list = new LinkedList<Vm>();
251         public static LinkedList<Cloudlet> list2 = new
                LinkedList<Cloudlet>();
252
253         //public static Vm[] vm = new PowerVm[resource_num];
254        // public static Cloudlet[] cloudlet = new Cloudlet[task_num];
255          public static int t ;
256
257
258
259         private static List<Vm> createVmList(int brokerId,int
                requestnumber) {
260            //requestnumber=50;
261         List<Vm> vmlist = new ArrayList<Vm>();
262                 for (int i = 0; i < requestnumber ; i++) {
263                         int vmType = i / (int) Math.ceil((double)
                                requestnumber / Constants.VM_TYPES);
264                         vm[i]=new PowerVm(
265                                                 i,
266                                                 brokerId,
267                                                 Constants.VM_MIPS[vmType],
268                                                 Constants.VM_PES[vmType],
269                                                 Constants.VM_RAM[vmType],
```

```
270                                     Constants.VM_BW,
271                                     Constants.VM_SIZE,
272                                     1,
273                                     "Xen",
274                                     new
                                            CloudletSchedulerDynamicWorkload(Constants.
                                            Constants.VM_PES[vmType]),
275                                     Constants.SCHEDULING_INTERVAL);
276 //                          wrapper    r =new  wrapper ();
277                             vmlist.add(vm[i]);
278                     }
279
280
281                     return vmlist;
282                     //int vmType = i / (int) Math.ceil((double) requestnumber /
                            Constants.VM_TYPES);
283
284
285
286
287             }
288
289             private static List<Cloudlet> createCloudletList(int brokerId ) {
290             List<Cloudlet> list = new ArrayList<Cloudlet>();
291
292                     long length = 150000; // 10 min on 250 MIPS
293                     int pesNumber = 1;
294                     long fileSize = 300;
295                     long outputSize = 300;
296                    // cloudletsNumber =50;
```

```
297                 for (int i = 0; i < cloudletsNumber; i++) {
298                         Cloudlet cloudlet = new Cloudlet(i, length,
                                pesNumber, fileSize, outputSize, new
                                UtilizationModelStochastic(), new
                                UtilizationModelStochastic(), new
                                UtilizationModelStochastic());
299                         cloudlet.setUserId(brokerId);
300                         cloudlet.setVmId(i);
301                         list.add(cloudlet);
302                 }
303
304                 return list;
305
306         }
307
308
309
310         public static void main(String[] args) {
311
312
313
314
315                 Vector v = new Vector();
316                 int max = 0;
317
318                  try {
319
320                         int num_user = 1; // number of cloud users
321                         Calendar calendar = Calendar.getInstance();
```

```
322                 boolean trace_flag = false; // mean trace GridSim
                        events
323
324                 // Initialize the CloudSim library
325                 CloudSim.init(num_user, calendar, trace_flag);
326
327                 // Second step: Create Datacenters
328                 // Datacenters are the resource providers in
                        CloudSim. We need at
329                 // list one of them to run a CloudSim simulation
330                 PowerDatacenter datacenter = (PowerDatacenter)
                        createDatacenter(
331                                 "Datacenter0",
332                                 PowerDatacenter.class);
333
334
335
336                 // Third step: Create Broker
337                 DatacenterBroker broker = createBroker();
338                 int brokerId = broker.getId();
339
340
341                    // vmarray.add(vmList);
342
343
344                     vmList=createVmList(brokerId,requestnumber);
345                 cloudletList = createCloudletList(brokerId);
346
347               broker.submitVmList(vmList);
348                 broker.submitCloudletList(cloudletList);
```

```
349
350                     //for(i=0; i<task_num; i++){
351                     //broker.bindCloudletToVm(cloudlet[i].getCloudletId(),vm_list[i]);
352                     //}
353
354
355
356
357
358                     // Fourth step: Create one virtual machine
359                     //vmList = createVms(brokerId);
360
361                     // submit vm list to the broker
362                     //broker.submitVmList(vmarray);
363
364                     // Fifth step: Create one cloudlet
365                    // broker.submitVmList(vmarray);
366                     //cloudletList = createCloudletList(brokerId);
367
368                     // submit cloudlet list to the broker
369                     //broker.submitCloudletList(cloudletList);
370
371
372                     // Sixth step: Starts the simulation
373                     double lastClock = CloudSim.startSimulation();
374
375                     // Final step: Print results when simulation is over
376                     List<Cloudlet> newList =
                            broker.getCloudletReceivedList();
```

```
377                     Log.printLine("Received " + newList.size() + "
                            cloudlets");
378
379                     CloudSim.stopSimulation();
380
381                     printCloudletList(datacenter,
382                                     vmList, newList);
383
384
385
386                     Log.printLine();
387                     Log.printLine(String.format("Total simulation time:
                            %.2f sec", lastClock));
388                     Log.printLine(String.format("Energy consumption:
                            %.2f kWh", datacenter.getPower() / (3600 *
                            1000)));
389                     Log.printLine(String.format("Number of VM
                            migrations: %d",
                            datacenter.getMigrationCount()));
390                     //Log.printLine(String.format("Number of SLA
                            violations: %d", sla.size()));
391                     //Log.printLine(String.format("SLA violation
                            percentage: %.2f%%", (double) sla.size() * 100 /
                            numberOfAllocations));
392                     //Log.printLine(String.format("Average SLA
                            violation: %.2f%%", averageSla));
393                     Log.printLine();
394
395                 } catch (Exception e) {
396                     e.printStackTrace();
```

```
397                         Log.printLine("Unwanted errors happen");
398                 }
399
400                 Log.printLine("SingleThreshold finished!");
401         }
402
403         /**
404          * Creates the cloudlet list.
405          *
406          * @param brokerId the broker id
407          *
408          * @return the cloudlet list
409          */
410
411
412
413         /**
414          * Creates the vms.
415          *
416          * @param brokerId the broker id
417          *
418          * @return the list< vm>
419          */
420
421
422
423
424         private static Datacenter createDatacenter(String name,
425                         Class<? extends Datacenter> datacenterClass)
426                         throws Exception {
```

```
427                 // Here are the steps needed to create a PowerDatacenter:
428                 // 1. We need to create an object of HostList2 to store
429                 // our machine
430                 List<PowerHost> hostList = new ArrayList<PowerHost>();
431                 //Class<? extends Datacenter> datacenterClass;
432                 double maxPower = 250; // 250W
433                 double staticPowerPercent = 0.7; // 70%
434
435                 int[] mips = { 5000, 5500 };
436                 int [] ram = {4096, 4096}; // host memory (MB)
437                 long storage = 10000; // host storage
438                 int bw = 10000;
439               int[] HOST_MIPS = { 5000, 4500 };
440             int[] HOST_PES        = { 1, 1 };
441                 for (int i = 0; i < hostsNumber; i++) {
442                         int hostType = i % Constants.HOST_TYPES;
443
444                         List<Pe> peList = new ArrayList<Pe>();
445                         for (int j = 0; j < Constants.HOST_PES[hostType];
                                j++) {
446                                 peList.add(new Pe(j, new
                                    PeProvisionerSimple(HOST_MIPS[hostType])));
447                         }
448
449                         hostList.add(new PowerHostUtilizationHistory(
450                                         i,
451                                         new
                                            RamProvisionerSimple(ram[hostType]),
452                                         new
                                            BwProvisionerSimple(Constants.HOST_BW),
```

```
453                                     Constants.HOST_STORAGE,
454                                     peList,
455                                     new VmSchedulerTimeShared(peList),
456                                     Constants.HOST_POWER[hostType]));//
                                            This is our machine
457             }
458
459             // 5. Create a DatacenterCharacteristics object that stores
                    the
460             // properties of a Grid resource: architecture, OS, list of
461             // Machines, allocation policy: time- or space-shared, time
                    zone
462             // and its price (G$/PowerPe time unit).
463             String arch = "x86"; // system architecture
464             String os = "Linux"; // operating system
465             String vmm = "Xen";
466             double time_zone = 10.0; // time zone this resource located
467             double cost = 3.0; // the cost of using processing in this
                    resource
468             double costPerMem = 0.05; // the cost of using memory in
                    this resource
469             double costPerStorage = 0.001; // the cost of using storage
                    in this resource
470             double costPerBw = 0.0; // the cost of using bw in this
                    resource
471             String vmAllocationPolicyName="mad";
472                     String vmSelectionPolicyName= "mmt";
473                     String parameterName="2.5";
474                     VmAllocationPolicy vmAllocationPolicy = null;
475             PowerVmSelectionPolicy vmSelectionPolicy = null;
```

```
476                 if (!vmSelectionPolicyName.isEmpty()) {
477                         vmSelectionPolicy =
                            getVmSelectionPolicy(vmSelectionPolicyName);
478                 }
479                 double parameter = 0;
480                 if (!parameterName.isEmpty()) {
481                         parameter = Double.valueOf(parameterName);
482                 }
483
484
485                         if (vmAllocationPolicyName.equals("iqr")) {
486                         PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                            fallbackVmSelectionPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
487                                         hostList,
488                                         vmSelectionPolicy,
489                                         0.7);
490                         vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationInterQuartileRange(
491                                         hostList,
492                                         vmSelectionPolicy,
493                                         parameter,
494                                         fallbackVmSelectionPolicy);
495                 } else if (vmAllocationPolicyName.equals("mad")) {
496                         PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                            fallbackVmSelectionPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
497                                         hostList,
498                                         vmSelectionPolicy,
499                                         0.7);
```

```
500                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationMedianAbsoluteDeviation(
501                                 hostList,
502                                 vmSelectionPolicy,
503                                 parameter,
504                                 fallbackVmSelectionPolicy);
505             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("lr")) {
506                     PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                            fallbackVmSelectionPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
507                                 hostList,
508                                 vmSelectionPolicy,
509                                 0.7);
510                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression(
511                                 hostList,
512                                 vmSelectionPolicy,
513                                 parameter,
514                                 Constants.SCHEDULING_INTERVAL,
515                                 fallbackVmSelectionPolicy);
516             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("lrr")) {
517                     PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                            fallbackVmSelectionPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
518                                 hostList,
519                                 vmSelectionPolicy,
520                                 0.7);
521                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegressionRobust(
522                                 hostList,
```

```
523                                     vmSelectionPolicy,
524                                     parameter,
525                                     Constants.SCHEDULING_INTERVAL,
526                                     fallbackVmSelectionPolicy);
527             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("thr")) {
528                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
529                                     hostList,
530                                     vmSelectionPolicy,
531                                     parameter);
532             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("dvfs")) {
533                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicySimple(hostList);
534             } else {
535                     System.out.println("Unknown VM allocation policy: "
                            + vmAllocationPolicyName);
536                     System.exit(0);
537             }
538
539
540             DatacenterCharacteristics characteristics = new
                    DatacenterCharacteristics(
541                             arch, os, vmm, hostList, time_zone, cost,
                                    costPerMem, costPerStorage, costPerBw);
542
543             // 6. Finally, we need to create a PowerDatacenter object.
544                     Datacenter datacenter = null;
545             try {
546                      datacenter = datacenterClass.getConstructor(
547                                     String.class,
```

```
548                                     DatacenterCharacteristics.class,
549                                     VmAllocationPolicy.class,
550                                     List.class,
551                                     Double.TYPE).newInstance(
552                                     name,
553                                     characteristics,
554                                     vmAllocationPolicy,
555                                     new LinkedList<Storage>(),
556                                     Constants.SCHEDULING_INTERVAL);
557                 } catch (Exception e) {
558                         e.printStackTrace();
559                 }
560
561                 return datacenter;
562         }
563 protected static PowerVmSelectionPolicy getVmSelectionPolicy(String
        vmSelectionPolicyName) {
564                 PowerVmSelectionPolicy vmSelectionPolicy = null;
565
566                  if (vmSelectionPolicyName.equals("mc")) {
567                         vmSelectionPolicy = new
                            PowerVmSelectionPolicyMaximumCorrelation(
568                                     new
                                        PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime());
569                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("mmt")) {
570                         vmSelectionPolicy = new
                            PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTimebase();
571                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("mu")) {
572                         vmSelectionPolicy = new
                            PowerVmSelectionPolicyMinimumUtilizationbase();
```

```
573                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("rs")) {
574                         vmSelectionPolicy = new
                                PowerVmSelectionPolicyRandomSelection();
575                 } else {
576                         System.out.println("Unknown VM selection policy: "
                                + vmSelectionPolicyName);
577                         System.exit(0);
578                 }
579                 return vmSelectionPolicy;
580         }
581         // We strongly encourage users to develop their own broker
               policies, to
582         // submit vms and cloudlets according
583         // to the specific rules of the simulated scenario
584         /**
585          * Creates the broker.
586          *
587          * @return the datacenter broker
588          */
589         private static DatacenterBroker createBroker() {
590                 DatacenterBroker broker = null;
591                 try {
592                         broker = new DatacenterBroker("Broker");
593                 } catch (Exception e) {
594                         e.printStackTrace();
595                         return null;
596                 }
597                 return broker;
598         }
599
```

```
600         /**
601          * Prints the Cloudlet objects.
602          *
603          * @param list list of Cloudlets
604          */
605         private static void printCloudletList(PowerDatacenter datacenter,
606                         List<Vm> vms, List<Cloudlet> list) {
607                 int size = list.size();
608                 List<Host> hosts = datacenter.getHostList();
609
610                 int numberOfHosts = hosts.size();
611                 int numberOfVms = vms.size();
612                 Map<String, Double> slaMetrics = getSlaMetrics(vms);
613                 double slaOverall = slaMetrics.get("overall");
614                 double slaAverage = slaMetrics.get("average");
615                 double slaDegradationDueToMigration =
                        slaMetrics.get("underallocated_migration");
616                 double slaTimePerActiveHost =
                        getSlaTimePerActiveHost(hosts);
617
618                 double sla = slaTimePerActiveHost *
                        slaDegradationDueToMigration;
619                 List<Double> timeBeforeHostShutdown =
                        getTimesBeforeHostShutdown(hosts);
620
621                 int numberOfHostShutdowns = timeBeforeHostShutdown.size();
622
623                 Cloudlet cloudlet;
624
625                 String indent = "\t";
```

```
626                 Log.printLine();
627
628                         Log.printLine();
629                         Log.printLine(String.format("%d", numberOfHosts));
630                         Log.printLine(String.format("%d", numberOfVms));
631                         Log.printLine(String.format("SLA: %.5f%%", sla *
                                100));
632                          Log.printLine(String.format("SLA time per active
                                host: %.2f%%", slaTimePerActiveHost * 100));
633                          Log.printLine(String.format("SLA perf degradation
                                due to migration: %.2f%%",
634                                         slaDegradationDueToMigration *
                                            100));
635                          Log.printLine( String.format("Overall SLA
                                violation: %.2f%%", slaOverall * 100));
636                          Log.printLine(String.format("Average SLA
                                violation: %.2f%%", slaAverage * 100));
637                          Log.printLine(String.format("Number of host
                                shutdowns: %d", numberOfHostShutdowns));
638
639         }
640         protected static Map<String, Double> getSlaMetrics(List<Vm> vms) {
641                 Map<String, Double> metrics = new HashMap<String, Double>();
642                 List<Double> slaViolation = new LinkedList<Double>();
643                 double totalAllocated = 0;
644                 double totalRequested = 0;
645                 double totalUnderAllocatedDueToMigration = 0;
646
647                 for (Vm vm : vms) {
648                         double vmTotalAllocated = 0;
```

```
649                 double vmTotalRequested = 0;
650                 double vmUnderAllocatedDueToMigration = 0;
651                 double previousTime = -1;
652                 double previousAllocated = 0;
653                 double previousRequested = 0;
654                 boolean previousIsInMigration = false;
655
656                 for (VmStateHistoryEntry entry :
                        vm.getStateHistory()) {
657                     if (previousTime != -1) {
658                         double timeDiff = entry.getTime() -
                            previousTime;
659                         vmTotalAllocated +=
                            previousAllocated * timeDiff;
660                         vmTotalRequested +=
                            previousRequested * timeDiff;
661
662                         if (previousAllocated <
                            previousRequested) {
663                             slaViolation.add((previousRequested
                                - previousAllocated) /
                                previousRequested);
664                             if (previousIsInMigration) {
665                                 vmUnderAllocatedDueToMigration
                                    +=
                                    (previousRequested
                                    -
                                    previousAllocated)
666                                             *
                                                timeDiff;
```

```
667                                         }
668                                     }
669                                 }
670
671                                 previousAllocated =
                                        entry.getAllocatedMips();
672                                 previousRequested =
                                        entry.getRequestedMips();
673                                 previousTime = entry.getTime();
674                                 previousIsInMigration =
                                        entry.isInMigration();
675                             }
676
677                             totalAllocated += vmTotalAllocated;
678                             totalRequested += vmTotalRequested;
679                             totalUnderAllocatedDueToMigration +=
                                    vmUnderAllocatedDueToMigration;
680                         }
681
682                         metrics.put("overall", (totalRequested - totalAllocated) /
                            totalRequested);
683                         if (slaViolation.isEmpty()) {
684                             metrics.put("average", 0.);
685                         } else {
686                             metrics.put("average", MathUtil.mean(slaViolation));
687                         }
688                         metrics.put("underallocated_migration",
                            totalUnderAllocatedDueToMigration / totalRequested);
689                         // metrics.put("sla_time_per_vm_with_migration",
                            slaViolationTimePerVmWithMigration /
```

```
690                 // totalTime);
691                 // metrics.put("sla_time_per_vm_without_migration",
                        slaViolationTimePerVmWithoutMigration /
692                 // totalTime);
693
694                 return metrics;
695         }
696         protected static double getSlaTimePerActiveHost(List<Host> hosts) {
697                 double slaViolationTimePerHost = 0;
698                 double totalTime = 0;
699
700                 for (Host _host : hosts) {
701                         HostDynamicWorkload host = (HostDynamicWorkload)
                            _host;
702                         double previousTime = -1;
703                         double previousAllocated = 0;
704                         double previousRequested = 0;
705                         boolean previousIsActive = true;
706
707                         for (HostStateHistoryEntry entry :
                            host.getStateHistory()) {
708                                 if (previousTime != -1 && previousIsActive)
                                    {
709                                         double timeDiff = entry.getTime() -
                                            previousTime;
710                                         totalTime += timeDiff;
711                                         if (previousAllocated <
                                            previousRequested) {
712                                                 slaViolationTimePerHost +=
                                                    timeDiff;
```

```
713                                     }
714                                 }
715
716                                 previousAllocated =
                                        entry.getAllocatedMips();
717                                 previousRequested =
                                        entry.getRequestedMips();
718                                 previousTime = entry.getTime();
719                                 previousIsActive = entry.isActive();
720                             }
721                         }
722
723                         return slaViolationTimePerHost / totalTime;
724                 }
725                 public static List<Double> getTimesBeforeHostShutdown(List<Host>
                        hosts) {
726                         List<Double> timeBeforeShutdown = new LinkedList<Double>();
727                         for (Host host : hosts) {
728                                 boolean previousIsActive = true;
729                                 double lastTimeSwitchedOn = 0;
730                                 for (HostStateHistoryEntry entry :
                                        ((HostDynamicWorkload) host).getStateHistory()) {
731                                     if (previousIsActive == true &&
                                            entry.isActive() == false) {
732                                         timeBeforeShutdown.add(entry.getTime()
                                                - lastTimeSwitchedOn);
733                                     }
734                                     if (previousIsActive == false &&
                                            entry.isActive() == true) {
```

```
735                                                 lastTimeSwitchedOn =
                                                        entry.getTime();
736                                             }
737                                             previousIsActive = entry.isActive();
738                                         }
739                                 }
740                                 return timeBeforeShutdown;
741                         }
742
743
744
745
746 }
```

آ_۲ کد استفاده شده در روش Suggested Solution(S_S)

```
1  package org.cloudbus.cloudsim.examples.power;
2
3  /*
4   * Title:        CloudSim Toolkit
5   * Description:  CloudSim (Cloud Simulation) Toolkit for Modeling and
       Simulation
6   *               of Clouds
7   * Licence:      GPL - http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html
8   *
9   * Copyright (c) 2009, The University of Melbourne, Australia
10  */
```

```
11
12 //import pso.*;
13 import java.text.DecimalFormat;
14 import java.util.ArrayList;
15 import java.util.Calendar;
16 import java.util.LinkedList;
17 import java.util.List;
18 import java.util.Map.Entry;
19
20 import org.cloudbus.cloudsim.Cloudlet;
21 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
22 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
23 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
24 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
25 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
26 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
27 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
28 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeShared;
29 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
30 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
31 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
32 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
33 //import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerPe;
34 import org.cloudbus.cloudsim.power.models.PowerModelLinear;
35 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
36 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
37 import org.cloudbus.cloudsim.File;
38
39
40 import java.util.ArrayList;
```

```
41 import java.util.List;
42 import java.util.LinkedList;
43 import java.io.BufferedReader;
44 import java.io.FileInputStream;
45 import java.io.InputStreamReader;
46 //import org.apache.commons.collections4.CollectionUtils;
47 import java.io.*;
48
49 //import cs.umu.se.vmp.data.DataGenerator;
50
51 import java.util.Vector;
52
53 import java.text.DecimalFormat;
54 import java.util.ArrayList;
55 import java.util.Calendar;
56 import java.util.LinkedList;
57 import java.util.List;
58
59 import java.util.ArrayList;
60 import java.util.HashMap;
61 import java.util.HashSet;
62 import java.util.LinkedList;
63 import java.util.List;
64 import java.util.Map;
65 import java.util.Set;
66
67
68 import java.util.ArrayList;
69 import java.util.List;
70 import java.util.LinkedList;
```

```
71  import java.io.BufferedReader;
72  import java.io.FileInputStream;
73  import java.io.InputStreamReader;
74  //import org.apache.commons.collections.CollectionUtils;
75  import java.io.*;
76
77  //import cs.umu.se.vmp.schema.PlacementRequest;
78  //import cs.umu.se.vmp.data.DataGenerator;
79
80  import java.util.Vector;
81
82  import java.text.DecimalFormat;
83  import java.util.ArrayList;
84  import java.util.Calendar;
85  import java.util.LinkedList;
86  import java.util.List;
87
88  import java.util.ArrayList;
89  import java.util.HashMap;
90  import java.util.HashSet;
91  import java.util.LinkedList;
92  import java.util.List;
93  import java.util.Map;
94  import java.util.Set;
95
96
97  import java.io.BufferedWriter;
98
99  import java.io.FileWriter;
100 import java.io.IOException;
```

```
101 import java.text.DecimalFormat;
102 import java.util.ArrayList;
103 import java.util.HashMap;
104 import java.util.LinkedList;
105 import java.util.List;
106 import java.util.Map;
107 import java.util.Scanner;
108 import org.cloudbus.cloudsim.Cloudlet;
109 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
110 import org.cloudbus.cloudsim.Datacenter;
111 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
112 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
113 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
114 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
115 import org.cloudbus.cloudsim.HostStateHistoryEntry;
116 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
117 import org.cloudbus.cloudsim.Pe;
118 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
119 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
120 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
121 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeSharedOverSubscription;
122 import org.cloudbus.cloudsim.VmStateHistoryEntry;
123 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
124 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenterBroker;
125 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyAbstract;
126 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
127 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationInterQuartileRange;
128 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression;
```

```
129 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicySimple;
130 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
131 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHostUtilizationHistory;
132 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
133 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
134 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
135 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.RamProvisionerSimple;
136 import org.cloudbus.cloudsim.util.MathUtil;
137 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
138 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
139 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
140 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
141 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
142 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicySimple;
143 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
144 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
145 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
146 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
147 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
148 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
149 import org.cloudbus.cloudsim.power.lists.PowerVmList;
150 import org.cloudbus.cloudsim.util.ExecutionTimeMeasurer;
151 import java.util.HashSet;
152 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
153  import org.cloudbus.cloudsim.examples.power.Helper;
154 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
155 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMaximumCorrelation;
156 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime;
157
```

```
158
159 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumUtilization;
160 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyRandomSelection;
161 import org.cloudbus.cloudsim.CloudletSchedulerDynamicWorkload;
162 import org.cloudbus.cloudsim.Datacenter;
163 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterBroker;
164 import org.cloudbus.cloudsim.DatacenterCharacteristics;
165 import org.cloudbus.cloudsim.Host;
166 import org.cloudbus.cloudsim.HostDynamicWorkload;
167 import org.cloudbus.cloudsim.HostStateHistoryEntry;
168 import org.cloudbus.cloudsim.Log;
169 import org.cloudbus.cloudsim.Pe;
170 import org.cloudbus.cloudsim.Storage;
171 import org.cloudbus.cloudsim.Vm;
172 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
173 import org.cloudbus.cloudsim.VmSchedulerTimeSharedOverSubscription;
174 import org.cloudbus.cloudsim.VmStateHistoryEntry;
175 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerDatacenter;
176 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHostUtilizationHistory;
177
178 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerHost;
179 //import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVm;
180 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.BwProvisionerSimple;
181 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.PeProvisionerSimple;
182 import org.cloudbus.cloudsim.provisioners.RamProvisionerSimple;
183
184
185 import org.cloudbus.cloudsim.core.CloudSim;
186 import org.cloudbus.cloudsim.UtilizationModelStochastic;
```

```
187 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression;
188 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold;
189 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
190 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicy;
191 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime;
192 import org.cloudbus.cloudsim.VmAllocationPolicy;
193 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegressionRobust;
194 import org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract;
195 import
        org.cloudbus.cloudsim.power.PowerVmAllocationPolicyMigrationMedianAbsoluteDeviation
196
197 import java.sql.*;
198 import java.text.DecimalFormat;
199 import java.util.ArrayList;
200 import java.util.Calendar;
201 import java.util.LinkedList;
202 import java.util.List;
203
204
205
206 /**
207  * An example of a power aware data center. In this example the placement
        of VMs
208  * is continuously adapted using VM migration in order to minimize the
        number
```

```
209  * of physical nodes in use, while idle nodes are switched off to save
         energy.
210  * The CPU utilization of each host is kept under the specified utilization
         threshold.
211  */
212 public class S_S {
213
214         /** The cloudlet list. */
215         private static List<Cloudlet> cloudletList;
216
217         /** The vm list. */
218         private static List<Vm> vmList;
219         //private static List<Vm> vmLists;
220
221         //private static double utilizationThreshold = 0.8;
222
223         //private static double hostsNumber =110;
224        //  private static List<Vm> vmList;
225
226         //private static double utilizationThreshold = 0.8;
227
228         private static double hostsNumber = 100;
229         //private static double vmsNumber = 50;
230         private static double cloudletsNumber =100;
231           public static Vm[] vm=new PowerVm[100] ;
232          public static int requestnumber=100;
233         //private static double vmsNumber = 80;
234         //private static double cloudletsNumber =10;
235         //private static double vmsNumber = 10;//
236         //private static double cloudletsNumber = 20;///
```

```
237
238         /**
239          * Creates main() to run this example.
240          *
241          * @param args the args
242          */
243
244         public static Connection con;
245
246         //public static double[][] vmarray = new double[resource_num][5];
247        // public static double[][] cloudarray = new double[task_num][2];
248
249        // public static int[] vm_list = new int[task_num];
250         public static LinkedList<Vm> list = new LinkedList<Vm>();
251         public static LinkedList<Cloudlet> list2 = new
              LinkedList<Cloudlet>();
252
253         //public static Vm[] vm = new PowerVm[resource_num];
254        // public static Cloudlet[] cloudlet = new Cloudlet[task_num];
255          public static int t ;
256
257
258
259         private static List<Vm> createVmList(int brokerId,int
              requestnumber) {
260            //requestnumber=50;
261         List<Vm> vmlist = new ArrayList<Vm>();
262                 for (int i = 0; i < requestnumber ; i++) {
263                         int vmType = i / (int) Math.ceil((double)
                                requestnumber / Constants.VM_TYPES);
```

```
264                         vm[i]=new PowerVm(
265                                 i,
266                                 brokerId,
267                                 Constants.VM_MIPS[vmType],
268                                 Constants.VM_PES[vmType],
269                                 Constants.VM_RAM[vmType],
270                                 Constants.VM_BW,
271                                 Constants.VM_SIZE,
272                                 1,
273                                 "Xen",
274                                 new
                                        CloudletSchedulerDynamicWorkload(Constants.VM_MI
                                        Constants.VM_PES[vmType]),
275                                 Constants.SCHEDULING_INTERVAL);
276 //                          wrapper    r =new  wrapper ();
277                         vmlist.add(vm[i]);
278                 }
279
280
281                 return vmlist;
282                 //int vmType = i / (int) Math.ceil((double) requestnumber /
                        Constants.VM_TYPES);
283
284
285
286
287         }
288
289         private static List<Cloudlet> createCloudletList(int brokerId ) {
290         List<Cloudlet> list = new ArrayList<Cloudlet>();
```

```
291
292                 long length = 150000; // 10 min on 250 MIPS
293                 int pesNumber = 1;
294                 long fileSize = 300;
295                 long outputSize = 300;
296                // cloudletsNumber =50;
297                 for (int i = 0; i < cloudletsNumber; i++) {
298                         Cloudlet cloudlet = new Cloudlet(i, length,
                                pesNumber, fileSize, outputSize, new
                                UtilizationModelStochastic(), new
                                UtilizationModelStochastic(), new
                                UtilizationModelStochastic());
299                         cloudlet.setUserId(brokerId);
300                         cloudlet.setVmId(i);
301                         list.add(cloudlet);
302                 }
303
304                 return list;
305
306         }
307
308
309
310         public static void main(String[] args) {
311
312
313
314
315                 Vector v = new Vector();
316                 int max = 0;
```

```
317
318                 try {
319
320                     int num_user = 1; // number of cloud users
321                     Calendar calendar = Calendar.getInstance();
322                     boolean trace_flag = false; // mean trace GridSim
                            events
323
324                     // Initialize the CloudSim library
325                     CloudSim.init(num_user, calendar, trace_flag);
326
327                     // Second step: Create Datacenters
328                     // Datacenters are the resource providers in
                            CloudSim. We need at
329                     // list one of them to run a CloudSim simulation
330                     PowerDatacenter datacenter = (PowerDatacenter)
                            createDatacenter(
331                                     "Datacenter0",
332                                     PowerDatacenter.class);
333
334
335
336                     // Third step: Create Broker
337                     DatacenterBroker broker = createBroker();
338                     int brokerId = broker.getId();
339
340
341                        // vmarray.add(vmList);
342
343
```

```
344                 vmList=createVmList(brokerId,requestnumber);
345               cloudletList = createCloudletList(brokerId);
346
347             broker.submitVmList(vmList);
348               broker.submitCloudletList(cloudletList);
349
350               //for(i=0; i<task_num; i++){
351               //broker.bindCloudletToVm(cloudlet[i].getCloudletId(),vm_list[i
352               //}
353
354
355
356
357
358               // Fourth step: Create one virtual machine
359               //vmList = createVms(brokerId);
360
361               // submit vm list to the broker
362               //broker.submitVmList(vmarray);
363
364               // Fifth step: Create one cloudlet
365              // broker.submitVmList(vmarray);
366               //cloudletList = createCloudletList(brokerId);
367
368               // submit cloudlet list to the broker
369               //broker.submitCloudletList(cloudletList);
370
371
372               // Sixth step: Starts the simulation
373               double lastClock = CloudSim.startSimulation();
```

```
374
375                 // Final step: Print results when simulation is over
376                 List<Cloudlet> newList =
                        broker.getCloudletReceivedList();
377                 Log.printLine("Received " + newList.size() + "
                        cloudlets");
378
379                 CloudSim.stopSimulation();
380
381                 printCloudletList(datacenter,
382                                 vmList, newList);
383
384
385
386                 Log.printLine();
387                 Log.printLine(String.format("Total simulation time:
                        %.2f sec", lastClock));
388                 Log.printLine(String.format("Energy consumption:
                        %.2f kWh", datacenter.getPower() / (3600 *
                        1000)));
389                 Log.printLine(String.format("Number of VM
                        migrations: %d",
                        datacenter.getMigrationCount()));
390                 //Log.printLine(String.format("Number of SLA
                        violations: %d", sla.size()));
391                 //Log.printLine(String.format("SLA violation
                        percentage: %.2f%%", (double) sla.size() * 100 /
                        numberOfAllocations));
392                 //Log.printLine(String.format("Average SLA
                        violation: %.2f%%", averageSla));
```

```
393                         Log.printLine();
394
395                 } catch (Exception e) {
396                         e.printStackTrace();
397                         Log.printLine("Unwanted errors happen");
398                 }
399
400                 Log.printLine("SingleThreshold finished!");
401         }
402
403         /**
404          * Creates the cloudlet list.
405          *
406          * @param brokerId the broker id
407          *
408          * @return the cloudlet list
409          */
410
411
412
413         /**
414          * Creates the vms.
415          *
416          * @param brokerId the broker id
417          *
418          * @return the list< vm>
419          */
420
421
422
```

```
423
424         private static Datacenter createDatacenter(String name,
425                         Class<? extends Datacenter> datacenterClass)
426                          throws Exception {
427                 // Here are the steps needed to create a PowerDatacenter:
428                 // 1. We need to create an object of HostList2 to store
429                 // our machine
430                 List<PowerHost> hostList = new ArrayList<PowerHost>();
431                 //Class<? extends Datacenter> datacenterClass;
432                 double maxPower = 250; // 250W
433                 double staticPowerPercent = 0.7; // 70%
434
435                 int[] mips = { 5000, 5500 };
436                 int [] ram = {4096, 4096}; // host memory (MB)
437                 long storage = 10000; // host storage
438                 int bw = 10000;
439               int[] HOST_MIPS = { 5000, 4500 };
440             int[] HOST_PES        = { 1, 1 };
441                 for (int i = 0; i < hostsNumber; i++) {
442                         int hostType = i % Constants.HOST_TYPES;
443
444                         List<Pe> peList = new ArrayList<Pe>();
445                         for (int j = 0; j < Constants.HOST_PES[hostType];
                                j++) {
446                                 peList.add(new Pe(j, new
                                        PeProvisionerSimple(HOST_MIPS[hostType])));
447                         }
448
449                         hostList.add(new PowerHostUtilizationHistory(
450                                         i,
```

```
451                                     new
                                            RamProvisionerSimple(ram[hostType]),
452                                     new
                                            BwProvisionerSimple(Constants.HOST_BW),
453                                     Constants.HOST_STORAGE,
454                                     peList,
455                                     new VmSchedulerTimeShared(peList),
456                                     Constants.HOST_POWER[hostType]));//
                                            This is our machine
457             }
458
459             // 5. Create a DatacenterCharacteristics object that stores
                    the
460             // properties of a Grid resource: architecture, OS, list of
461             // Machines, allocation policy: time- or space-shared, time
                    zone
462             // and its price (G$/PowerPe time unit).
463             String arch = "x86"; // system architecture
464             String os = "Linux"; // operating system
465             String vmm = "Xen";
466             double time_zone = 10.0; // time zone this resource located
467             double cost = 3.0; // the cost of using processing in this
                    resource
468             double costPerMem = 0.05; // the cost of using memory in
                    this resource
469             double costPerStorage = 0.001; // the cost of using storage
                    in this resource
470             double costPerBw = 0.0; // the cost of using bw in this
                    resource
471             String vmAllocationPolicyName="mad";
```

```
472                 String vmSelectionPolicyName= "mmt";
473                 String parameterName="2.5";
474                 VmAllocationPolicy vmAllocationPolicy = null;
475             PowerVmSelectionPolicy vmSelectionPolicy = null;
476             if (!vmSelectionPolicyName.isEmpty()) {
477                 vmSelectionPolicy =
                        getVmSelectionPolicy(vmSelectionPolicyName);
478             }
479             double parameter = 0;
480             if (!parameterName.isEmpty()) {
481                 parameter = Double.valueOf(parameterName);
482             }
483
484
485                 if (vmAllocationPolicyName.equals("iqr")) {
486                 PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                        fallbackVmSelectionPolicy = new
                        PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
487                                 hostList,
488                                 vmSelectionPolicy,
489                                 0.7);
490                 vmAllocationPolicy = new
                        PowerVmAllocationPolicyMigrationInterQuartileRange(
491                                 hostList,
492                                 vmSelectionPolicy,
493                                 parameter,
494                                 fallbackVmSelectionPolicy);
495             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("mad")) {
496                 PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                        fallbackVmSelectionPolicy = new
```

```
                    PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
497                         hostList,
498                         vmSelectionPolicy,
499                         0.7);
500                 vmAllocationPolicy = new
                    PowerVmAllocationPolicyMigrationMedianAbsoluteDeviation(
501                         hostList,
502                         vmSelectionPolicy,
503                         parameter,
504                         fallbackVmSelectionPolicy);
505             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("lr")) {
506                 PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                    fallbackVmSelectionPolicy = new
                    PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
507                         hostList,
508                         vmSelectionPolicy,
509                         0.7);
510                 vmAllocationPolicy = new
                    PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegression(
511                         hostList,
512                         vmSelectionPolicy,
513                         parameter,
514                         Constants.SCHEDULING_INTERVAL,
515                         fallbackVmSelectionPolicy);
516             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("lrr")) {
517                 PowerVmAllocationPolicyMigrationAbstract
                    fallbackVmSelectionPolicy = new
                    PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
518                         hostList,
519                         vmSelectionPolicy,
```

```
520                                     0.7);
521                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationLocalRegressionRobust(
522                                     hostList,
523                                     vmSelectionPolicy,
524                                     parameter,
525                                     Constants.SCHEDULING_INTERVAL,
526                                     fallbackVmSelectionPolicy);
527             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("thr")) {
528                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicyMigrationStaticThreshold(
529                                     hostList,
530                                     vmSelectionPolicy,
531                                     parameter);
532             } else if (vmAllocationPolicyName.equals("dvfs")) {
533                     vmAllocationPolicy = new
                            PowerVmAllocationPolicySimple(hostList);
534             } else {
535                     System.out.println("Unknown VM allocation policy: "
                            + vmAllocationPolicyName);
536                     System.exit(0);
537             }
538
539
540             DatacenterCharacteristics characteristics = new
                    DatacenterCharacteristics(
541                             arch, os, vmm, hostList, time_zone, cost,
                                    costPerMem, costPerStorage, costPerBw);
542
543             // 6. Finally, we need to create a PowerDatacenter object.
```

```
544                         Datacenter datacenter = null;
545                 try {
546                          datacenter = datacenterClass.getConstructor(
547                                         String.class,
548                                         DatacenterCharacteristics.class,
549                                         VmAllocationPolicy.class,
550                                         List.class,
551                                         Double.TYPE).newInstance(
552                                         name,
553                                         characteristics,
554                                         vmAllocationPolicy,
555                                         new LinkedList<Storage>(),
556                                         Constants.SCHEDULING_INTERVAL);
557                 } catch (Exception e) {
558                         e.printStackTrace();
559                 }
560
561                 return datacenter;
562         }
563 protected static PowerVmSelectionPolicy getVmSelectionPolicy(String
        vmSelectionPolicyName) {
564                 PowerVmSelectionPolicy vmSelectionPolicy = null;
565
566                  if (vmSelectionPolicyName.equals("mc")) {
567                         vmSelectionPolicy = new
                                PowerVmSelectionPolicyMaximumCorrelation(
568                                         new
                                                PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime(
569                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("mmt")) {
```

```
570                         vmSelectionPolicy = new
                                PowerVmSelectionPolicyMinimumMigrationTime();
571                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("mu")) {
572                         vmSelectionPolicy = new
                                PowerVmSelectionPolicyMinimumUtilization();
573                 } else if (vmSelectionPolicyName.equals("rs")) {
574                         vmSelectionPolicy = new
                                PowerVmSelectionPolicyRandomSelection();
575                 } else {
576                         System.out.println("Unknown VM selection policy: "
                                + vmSelectionPolicyName);
577                         System.exit(0);
578                 }
579                 return vmSelectionPolicy;
580         }
581         // We strongly encourage users to develop their own broker
               policies, to
582         // submit vms and cloudlets according
583         // to the specific rules of the simulated scenario
584         /**
585          * Creates the broker.
586          *
587          * @return the datacenter broker
588          */
589         private static DatacenterBroker createBroker() {
590                 DatacenterBroker broker = null;
591                 try {
592                         broker = new DatacenterBroker("Broker");
593                 } catch (Exception e) {
594                         e.printStackTrace();
```

```
595                     return null;
596                 }
597                 return broker;
598             }
599
600             /**
601              * Prints the Cloudlet objects.
602              *
603              * @param list list of Cloudlets
604              */
605             private static void printCloudletList(PowerDatacenter datacenter,
606                     List<Vm> vms, List<Cloudlet> list) {
607                 int size = list.size();
608                 List<Host> hosts = datacenter.getHostList();
609
610                 int numberOfHosts = hosts.size();
611                 int numberOfVms = vms.size();
612                 Map<String, Double> slaMetrics = getSlaMetrics(vms);
613                 double slaOverall = slaMetrics.get("overall");
614                 double slaAverage = slaMetrics.get("average");
615                 double slaDegradationDueToMigration =
                        slaMetrics.get("underallocated_migration");
616                 double slaTimePerActiveHost =
                        getSlaTimePerActiveHost(hosts);
617
618                 double sla = slaTimePerActiveHost *
                        slaDegradationDueToMigration;
619                 List<Double> timeBeforeHostShutdown =
                        getTimesBeforeHostShutdown(hosts);
620
```

```
621                 int numberOfHostShutdowns = timeBeforeHostShutdown.size();
622
623                 Cloudlet cloudlet;
624
625                 String indent = "\t";
626                 Log.printLine();
627
628                         Log.printLine();
629                         Log.printLine(String.format("%d", numberOfHosts));
630                         Log.printLine(String.format("%d", numberOfVms));
631                         Log.printLine(String.format("SLA: %.5f%%", sla *
                                100));
632                          Log.printLine(String.format("SLA time per active
                                host: %.2f%%", slaTimePerActiveHost * 100));
633                          Log.printLine(String.format("SLA perf degradation
                                due to migration: %.2f%%",
634                                         slaDegradationDueToMigration *
                                            100));
635                          Log.printLine( String.format("Overall SLA
                                violation: %.2f%%", slaOverall * 100));
636                          Log.printLine(String.format("Average SLA
                                violation: %.2f%%", slaAverage * 100));
637                          Log.printLine(String.format("Number of host
                                shutdowns: %d", numberOfHostShutdowns));
638
639         }
640         protected static Map<String, Double> getSlaMetrics(List<Vm> vms) {
641                 Map<String, Double> metrics = new HashMap<String, Double>();
642                 List<Double> slaViolation = new LinkedList<Double>();
643                 double totalAllocated = 0;
```

```
644                 double totalRequested = 0;
645                 double totalUnderAllocatedDueToMigration = 0;
646
647                 for (Vm vm : vms) {
648                         double vmTotalAllocated = 0;
649                         double vmTotalRequested = 0;
650                         double vmUnderAllocatedDueToMigration = 0;
651                         double previousTime = -1;
652                         double previousAllocated = 0;
653                         double previousRequested = 0;
654                         boolean previousIsInMigration = false;
655
656                         for (VmStateHistoryEntry entry :
                                vm.getStateHistory()) {
657                             if (previousTime != -1) {
658                                     double timeDiff = entry.getTime() -
                                        previousTime;
659                                     vmTotalAllocated +=
                                        previousAllocated * timeDiff;
660                                     vmTotalRequested +=
                                        previousRequested * timeDiff;
661
662                                     if (previousAllocated <
                                        previousRequested) {
663                                         slaViolation.add((previousRequested
                                            - previousAllocated) /
                                            previousRequested);
664                                         if (previousIsInMigration) {
665                                             vmUnderAllocatedDueToMigration
                                                +=
```

```
                                                    (previousRequested
                                                    -
                                                    previousAllocated)
666                                                             *
                                                                timeDiff;
667                                                 }
668                                             }
669                                         }
670
671                                         previousAllocated =
                                                entry.getAllocatedMips();
672                                         previousRequested =
                                                entry.getRequestedMips();
673                                         previousTime = entry.getTime();
674                                         previousIsInMigration =
                                                entry.isInMigration();
675                                     }
676
677                                     totalAllocated += vmTotalAllocated;
678                                     totalRequested += vmTotalRequested;
679                                     totalUnderAllocatedDueToMigration +=
                                            vmUnderAllocatedDueToMigration;
680                             }
681
682                             metrics.put("overall", (totalRequested - totalAllocated) /
                                    totalRequested);
683                             if (slaViolation.isEmpty()) {
684                                     metrics.put("average", 0.);
685                             } else {
686                                     metrics.put("average", MathUtil.mean(slaViolation));
```

```
687                 }
688                 metrics.put("underallocated_migration",
                        totalUnderAllocatedDueToMigration / totalRequested);
689                 // metrics.put("sla_time_per_vm_with_migration",
                        slaViolationTimePerVmWithMigration /
690                 // totalTime);
691                 // metrics.put("sla_time_per_vm_without_migration",
                        slaViolationTimePerVmWithoutMigration /
692                 // totalTime);
693
694                 return metrics;
695         }
696         protected static double getSlaTimePerActiveHost(List<Host> hosts) {
697                 double slaViolationTimePerHost = 0;
698                 double totalTime = 0;
699
700                 for (Host _host : hosts) {
701                         HostDynamicWorkload host = (HostDynamicWorkload)
                                _host;
702                         double previousTime = -1;
703                         double previousAllocated = 0;
704                         double previousRequested = 0;
705                         boolean previousIsActive = true;
706
707                         for (HostStateHistoryEntry entry :
                                host.getStateHistory()) {
708                                 if (previousTime != -1 && previousIsActive)
                                        {
709                                         double timeDiff = entry.getTime() -
                                                previousTime;
```

```
710                                     totalTime += timeDiff;
711                                     if (previousAllocated <
                                            previousRequested) {
712                                         slaViolationTimePerHost +=
                                                timeDiff;
713                                     }
714                                 }
715
716                                 previousAllocated =
                                        entry.getAllocatedMips();
717                                 previousRequested =
                                        entry.getRequestedMips();
718                                 previousTime = entry.getTime();
719                                 previousIsActive = entry.isActive();
720                             }
721                         }
722
723                         return slaViolationTimePerHost / totalTime;
724                 }
725                 public static List<Double> getTimesBeforeHostShutdown(List<Host>
                        hosts) {
726                     List<Double> timeBeforeShutdown = new LinkedList<Double>();
727                     for (Host host : hosts) {
728                         boolean previousIsActive = true;
729                         double lastTimeSwitchedOn = 0;
730                         for (HostStateHistoryEntry entry :
                                ((HostDynamicWorkload) host).getStateHistory()) {
731                             if (previousIsActive == true &&
                                    entry.isActive() == false) {
```

```
732                                     timeBeforeShutdown.add(entry.getTime()
                                            - lastTimeSwitchedOn);
733                                 }
734                                 if (previousIsActive == false &&
                                        entry.isActive() == true) {
735                                     lastTimeSwitchedOn =
                                            entry.getTime();
736                                 }
737                                 previousIsActive = entry.isActive();
738                             }
739                 }
740                 return timeBeforeShutdown;
741             }
742
743
744
745
746 }
```

مراجع

[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., & Pattabhi, 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:

Molaee Saeb

Supervisor:

Dr Mohammad Sadegh Hajmohammadi

Summer 2017