Archive of SID

First International Comprehensive Competition Conference on Engineering Sciences in Iran
September 2016
Anzali - Iran
اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران
WWW.IRAN3C.COM

کاهش مصرف انرژی با استفاده از سری بایتونیک برای تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی در محاسبات ابری

سیده سمیه فاطمی‌نسب [1*]، داود بهره‌پور[1]، فرزاد تشتریان[1]

somaye_fateminasab@yahoo.com
bahrepour@ieee.org
tashtarian@yahoo.com
[1]*گروه کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.*

چکیده

امروزه مصرف انرژی با رشد استفاده منابع افزایش پیدا می‌کند تخصیص نامناسب ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی موجب هدر رفتن انرژی بیشتری می‌شود. در این شرایط تخصیص بهینه ماشین‌های مجازی باعث کاهش تعداد مهاجرت‌ها در بین میزبان‌های فیزیکی شده و در نتیجه مصرف انرژی کاهش می یابد.روش پیشنهادی این مقاله بر اساس کاهش مصرف انرژی بوسیله‌ی تخصیص بهینه‌ی ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی با استفاده از ایجاد دسته‌هایی از ماشین‌های مجازی که دارای بار متوازن نسبت بهم می‌باشد، قرارداده‌شده‌است. خاصیت توازن بار با بکارگیری خاصیت سری بایتونیک در محیط ایجاد می‌گردد. سری بایتونیک جهت کارهای موازی‌سازی استفاده می‌شود و یک سری صعودی-نزولی و یا نزولی-صعودی است که اعداد طوری در کنار هم قرار می‌گیرند که به‌طور یکنواخت صعودی یا نزولی نیستند. ارزیابی‌های انجام شده نشان می‌دهد که با تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی می توانیم مصرف انرژی را به حداقل برسانیم. با توجه به نتایج آزمایش‌ها در محیط ناهمگن و ایستا تعداد مهاجرت‌ها به میزان ۲۳/۲۵٪ و انرژی مصرفی به میزان ۲۵٪ بهبود داشته‌است.

کلمات کلیدی: محاسبات‌ابری، انرژی‌مصرفی، توازن‌بار، تخصیص‌منابع، مهاجرت.

۱- مقدمه

برای پرداختن به مشکل افزایش مصرف انرژی در محیط محاسبات ابری، منابع مرکز داده بایستی با روشی انرژی کارآمد مدیریت شوند. تضمین کیفیت خدمات برای محیط‌های محاسبات ابری لازم هستند. جهت دستیابی به مصرف انرژی کم‌تر از جمله راه‌حل‌هایی که در نظر گرفته می‌شود تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی[1] به میزبان‌های فیزیکی[2] می‌باشد به‌گونه‌ای که بتوان کارایی را حفظ کرد. جهت دستیابی به کاهش توان مصرفی در محیط محاسبات ابری تاکنون راهکارهایی در ارتباط با توازن بار[3] [۱۴]،تخصیص[1] مناسب ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی [۷،۱۰،۱۱]، برقراری کیفیت سرویس[2]، مهاجرت[3]

[1] Virtual Machines (VMs)
[2] Physical Machines (PMs)
[3] Load balancing (LB)

www.SID.ir

Archive of SID

و تجمیع[4] [۵،۶،۸،۱۳] ماشین‌های مجازی انجام شده است که هر کدام بسته به کاربردی که داشته اند نتایجی از جمله کاهش نقض قرارداد[5]، کاهش تعداد مهاجرت‌ها، بهره‌وری مناسب پردازنده‌ها، کاهش توان عملیاتی پردازنده‌ها، کاهش زمان پاسخ و ... را بدنبال داشته اند که در نهایت منجر به کاهش انرژی مصرفی در محاسبات ابری شده اند. با وجود تمام راهکارهایی که تاکنون ارائه شده‌است مسئله‌ی کاهش مصرف انرژی یک مسئله بهینه‌سازی می‌باشد و می‌توان آن را از جنبه‌ی هر یک از راهکارهای ارائه‌شده در گذشته از ابعاد مختلف مورد بررسی قرارداد؛ یکی از این مسائل تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی می‌باشد. چنانچه محیط محاسبات ابری با کاربران مختلف، تعدادی وظایف و ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی درنظر گرفته شود آنگاه ابتدا کاربران وظایف را ایجاد کرده و سپس با این وظایف به ماشین‌های مجازی واگذار می‌شود پس از آن هر یک از ماشین‌های مجازی جهت اجرا برروی یک میزبان فیزیکی قرار می‌گیرد به‌طوری‌که پس از مرحله‌ی تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی، برروی هر میزبان فیزیکی یک و یا چندین ماشین مجازی قرارداده شده‌است. مسئله‌ی تخصیص مناسب منابع و در نهایت ایجاد توازن‌بار با حفظ کارایی در محیط محاسبات ابری مسئله‌ای NP-hard [۱] می‌باشد.

چالش پیش‌رو در این تحقیق کاهش انرژی مصرفی می باشد بنابراین قصد داریم در این مقاله بر روی اختصاص مناسب ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی کار کنیم در مسئله‌ی تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی از جمله مسائلی که در نظر گرفته می‌شود کم کردن تعداد مهاجرت‌ها است که پیامد آن کاهش مصرف انرژی می‌باشد که این امکان را سعی داریم با استفاده از سری بایتونیک در تخصیص وظایف به منابع فراهم آوریم به‌طوری‌که خاصیت توازن‌بار را ایجاد کنیم.

ادامه‌ی مطالب این مقاله به‌صورتی که در ادامه شرح داده شده، سازماندهی گردیده است: در بخش دوم روش‌های قبلی انجام شده در مدیریت ماشین‌های مجازی و روش‌های مهاجرت و کاهش مصرف انرژی آن‌ها مانند توزیع منصفانه بارکاری [۹] که دستاورد آن تجمیع بهینه است، تخصیص منابع چندبعدی [۱۲] که با درنظر گرفتن کارایی باعث بهبود انرژی مصرفی می‌گردد، الگوریتم بهینه‌سازی چندمنظوره [۱۴] که هدف آن کاهش توان مصرفی، دستیابی به توازن‌بار خوب و کوتاه کردن زمان مهاجرت ماشین مجازی است، تکنیک مهاجرت ماشین‌مجازی انرژی محور که براساس الگوریتم کرم شب‌تاب [۸] ارائه شده‌است و مصرف انرژی وتعداد مهاجرت‌ها را بهبود داده‌است؛ شرح داده می‌شود. در بخش سوم ، روش پیشنهادی معرفی شده‌است. سپس در بخش چهارم پس از تعریف پارامترهای ارزیابی به کمک آن‌ها روش پیشنهادی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم. در نهایت، در بخش پنجم به نتیجه‌گیری کار انجام‌شده می‌پردازیم.

۲- مرور ادبیات

در سال ۲۰۱۳ آقای Lei و همکارانش [۹] به بررسی مشکل منصفانه بودن توازن‌بار برروی چندین سرور که در مرکز داده مجازی‌سازی شده‌اند پرداختند. همچنین آن‌ها برروی برنامه‌های چندلایه‌ای با نیازهای منبع متفاوت در هر لایه تمرکز کرده‌اند و اینکه در هر لایه چگونه هر برنامه با منابع منطبق باشد را تعیین کردند؛ به‌طوری‌که تداخل کارایی را به حداقل برسانند. برای مقابله با مشکل موجود محققین یک رویکرد دو مرحله‌ای را پیشنهاد دادند: ابتدا طرح توازن‌بار منصفانه را ارائه دادند که

---

[1] Placement
[2] Quality of Service (QoS)
[3] Migration
[4] Consolidation
[5] Service Level Agreement Violation (SLAV)

www.SID.ir

Archive of SID

ماشین‌های مجازی متفاوت را از طریق سرورهای متفاوت تعیین می‌کند؛ این فرایند به عنوان یه مشکل زمانبندی بردار چند بعدی[1] فرموله‌سازی می‌شود که از طرح تخمین چندجمله‌ای جدید برای حداقل کردن حداکثر بهره‌وری از طریق تمام منابع سرور و نتایج در راه‌حل توازن‌بار چندگانه استفاده کرده‌است. سپس یک مدل تحلیلی شبکه صف‌بندی را برروی راه‌حل min-max پیشنهاد شده بکار گرفته‌اند. تا پاسخ بهینه انتخاب شود. نتایج ارزیابی آن‌ها نشان می‌دهد که همیشه استراتژی تجمیع بهینه پیش‌بینی می‌گردد. و زمانی‌که مشکلی در تجمیع آفلاین دیده می‌شود می‌توان با خاصیت توازن‌بار در روش آنلاین، تکنیک پیش‌بینی کارایی تجمیع را استفاده نمود و به مسئله‌ی تصمیم‌گیری تأمین ذخیره‌ی پویا به‌خوبی کمک کرد.

در سال ۲۰۱۴ آقای Wang و همکارانش [۱۲] به بررسی یک الگوریتم تخصیص منابع چندبعدی مؤثر برای مراکز داده مجازی بر اساس سیاست پیشنهادی توسعه‌ی ماشین مجازی چندبعدی پرداختند. الگوریتم توسعه یافته‌ی ماشین مجازی در این مقاله توازن خوبی بین انرژی و کارایی با حداقل کردن تعداد سرورهای ذخیره سازی با حداکثر کردن زمان اشتراک ماشین‌های مجازی میزبان‌شده بر روی یک سرور دست یافته‌است. در این روش براساس مکاشفه‌ی حریصانه یک راه حل نزدیک به بهینه‌ی مناسب برای بهره انرژی مورد بحث قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که استراتژی پیشنهادی باعث ذخیره انرژی مناسبی با قابلیت دستیابی به کیفیت سرویس می‌شود.

در سال ۲۰۱۵ آقای Qinghua و همکارانش [۱۴]مسئله‌ی تجمیع را به‌عنوان یک مسئله‌ی بهینه‌سازی چندمنظوره که سه هدف کاهش توان مصرفی، دستیابی به توازن‌بار خوب و کوتاه کردن زمان مهاجرت ماشین مجازی را برآورده می‌سازد فرموله کردند. محققین یک الگوریتم بهینه‌سازی چندمنظوره براساس بهینه‌سازی زیست جغرافیایی[2] برای مسئله‌ی تجمیع ماشین‌های مجازی پیشنهاد داده‌اند. به‌طوری‌که آن را الگوریتم بهینه‌سازی زیست جغرافیایی چندمنظوره پیوندی با تکامل ضریب متغیر[3] نامیده‌اند. و این‌گونه عمل می‌کند که با استفاده از کسینوس[4] مدل مهاجرت، استراتژی‌های تفاضلی و مدل جهش گوسین[5] کیفیت اصلی را بهبود می‌دهد و می‌تواند راه‌حل‌های بهینه را پیدا کند.

در سال ۲۰۱۶ آقای Kansal و همکارانش [۸]تکنیک مهاجرت ماشین‌مجازی انرژی محور که براساس الگوریتم کرم شب‌تاب است را برای محاسبات ابری پیشنهاد کردند. تکنیک پیشنهادی محققین مقاله ماشین‌های مجازی بیش از حد بارشده را به گره‌ی فعالی که کم‌ترین میزان بار را دارد و همچنین کم‌ترین میزان انرژی را مصرف می‌کند، مهاجرت داده به‌طوری‌که کارایی و انرژی مؤثر مراکز داده را حفظ کند؛ و به‌طور کلی شامل چهار مرحله است: الف- انتخاب گره‌ی منبع، ب- انتخاب ماشین‌های مجازی، ج- انتخاب گره‌ی مقصد، د- بروز رسانی مقادیر فاصله که به صورت دوره‌ای انجام می‌شود. تأثیر تکنیک پیشنهادی در مقایسه با دیگر الگوریتم‌های ارائه‌شده برای محاسبات ابری مشخص می‌گردد، بعلاوه محققین میانگین انرژی مصرفی حدود ۴۴/۳۹٪ با کاهش ۷۲/۳۴ ٪ تعداد مهاجرت‌ها و ذخیره‌سازی ۳۶/۳۴ ٪ میزبان‌ها را بدست آورده‌اند؛ که موجب شده است مرکزداده انرژی‌محور باشد.

---

[1] polynomial-time approximation scheme (PTAS)
[2] Biogeography-Based Optimization (BBO)
[3] Multi-objective Biogeography-Based Optimization algorithm hybrid with Differential Evolution **(MBBO/DE)**
[4] Cosine
[5] Gaussian mutation model

www.SID.ir

Archive of SID

۳- روش پیشنهادی

در این مقاله راهکاری جهت کاهش مصرف انرژی با استفاده از تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی که بوسیله سری بایتونیک فراهم می‌گردد، ارائه شده‌است. تمرکز ما برروی ایجاد توازن‌بار با هدف کاهش مصرف انرژی است.

روش پیشنهادی مقاله شامل سه گام است:

گام ۱: ایجاد سری بایتونیک (نزولی-صعودی یا صعودی-نزولی) با استفاده از اعداد مربوط به ماشین‌های مجازی موجود در محیط (در بخش ۳-۳ توضیح داده شده است).

گام ۲: ایجاد دسته هایی از ماشینهای مجازی دارای بار تقریبا متوازن با استفاده از سری بایتونیک ایجاد شده در گام ۱ (در بخش ۳-۳ توضیح داده شده است).

گام ۳: تخصیص دسته های ایجاد شده از ماشینهای مجازی بدست آمده از گام ۲ به میزبانهای فیزیکی با هدف ایجاد توازن بار و در نهایت کاهش مصرف انرژی.

۳-۱- مدل سیستم

مدل سیستم مورد استفاده در این مقاله یک محیط محاسبات ابری با ماشینهای مجازی و میزبانهای فیزیکی ناهمگن می‌باشد. ابتدا به تشریح یک محیط محاسبات ابری پایه جهت تخصیص ماشینهای مجازی به ماشینهای فیزیکی می‌پردازیم. در محیط محاسبات ابری کاربران مختلف درخواستهای خود را در قالب تعدادی وظیفه که دارای طول زمان آغاز و پایان و اجرای مشخص می‌باشد به ماشینهای مجازی ناهمگن که نیاز به توان پردازشی تعریف شده در MIPS ، مقدار حافظه ، و پهنای باند شبکه آنها مشخص شده‌اند، ارسال می‌کنند؛ هر ماشین مجازی با توجه به توان پردازشی خود می‌تواند پذیرای تعدادی وظیفه باشد که برروی آن جهت اجرا قرار می‌گیرند. ماشینهای مجازی برای اجرا کردن وظایفی که برروی آنها قرار دارد بایستی به میزبانهای فیزیکی تخصیص داده شوند که این تخصیص بدین گونه است که ابتدا ماشین‌های مجازی بسته به ظرفیت باری که دارند بنا به الگوریتم PABFD[1] [۲] به صورت صعودی مرتب می‌شوند سپس ابتدا ماشینی مجازی که کمترین ظرفیت بار کاری را دارد بنا به پارامترهای بهره‌وری پردازنده، منابع تخصیص‌یافته به ماشین مجازی و تغییرات وضعیت مصرف انرژی میزبان به یک میزبان فیزیکی تخصیص داده می‌شود و همین پروسه به ترتیب برای سایر ماشین‌های مجازی تکرار می‌گردد.

۳-۲- مدل مصرف انرژی

مدل مصرف انرژی در این کار، روش اتخاذشده در [۲] است. مصرف توان توسط میزبان‌های فیزیکی، غالباً توسط پردازنده، حافظه، دیسک و واسط‌های شبکه تعیین می‌شود. پردازنده، در مقایسه با سایر منابع سیستم، بخش عمده‌ای از انرژی را مصرف می‌کند و از این‌رو در این کار بر مدیریت بهره‌وری موثر و مصرف انرژی آن، تمرکز می‌شود. علاوه بر آن، بهره‌وری پردازنده نوعاً متناسب با بار کاری سیستم می‌باشد.

پژوهش‌ها [۳]نشان داده‌اند یک سرور بیکار به طور متوسط، تقریباً ۷۰ درصد از توان مصرف‌شده توسط میزبان فیزیکی در حالت بهره‌وری ۱۰۰ درصد پردازنده را مصرف می‌کند. این واقعیت تغییر حالت میزبان‌های فیزیکی بیکار (بدون بار کاری) به حالت خواب به منظور کاهش مصرف توان کلی را توجیه می‌کند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که مصرف توان سرورها

[1] Power Aware Best Fit Decreasing

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند با یک رابطه خطی بین مصرف توان و بهره پردازنده بیان شود. بنابراین در این مقاله از مدل توان که در رابطه‌ی زیر تعریف شده است، استفاده می‌کنیم [۲]:

$$P(u)=k.P_{max}+(1-k).P_{max}.u \qquad (۱)$$

P_{max}، حداکثر توان مصرف شده در هنگامی است که ماشین فیزیکی به طور کامل مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. k کسری از توان مصرف‌شده توسط ماشین فیزیکی بیکار (یعنی ۷۰ درصد) می‌باشد و u بهره‌وری CPU است. P_{max}، برای آزمایشات ما به مقدار ۲۵۰وات تنظیم می‌شود که یک مقدار معمولی برای ماشین‌های فیزیکی جدید است. بهره‌وری پردازنده ممکن است با گذشت زمان به دلیل تغییرپذیری بار کار، تغییر کند. از این رو، بهره‌وری پردازنده تابعی از زمان است و به عنوان $u(t)$ ارائه می‌شود. بنابراین، مصرف کل انرژی توسط یک میزبان فیزیکی (E) ممکن است به عنوان انتگرال تابع مصرف توان روی یک دوره زمانی تعریف شود که در رابطه‌ی زیر نمایش داده می‌شود [۲]:

$$E=\int_{to}^{t1} P(u(t))dt \qquad (۲)$$

پس از محاسبه‌ی توان میزبان‌های فیزیکی و سپس مصرف انرژی آن‌ها به صورت منفرد به صورت زیر مجموع انرژی مصرفی ابر را در هر لحظه محاسبه می‌کنیم [۲]:

$$ETt=\sum_{i=1}^{n} Ei \qquad (۳)$$

که در آن n تعداد کل میزبان‌های فیزیکی مورد بهره‌وری (دارای ماشین مجازی اجرایی)، Ei انرژی مصرف شده توسط میزبان i ام تا زمان t، ETt مجموع کل انرژی مصرفی ابر در زمان t است.

۳-۳- تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی با استفاده از سری بایتونیک

در روش پیشنهادی مورد نظر که در این مقاله بررسی شده است، همان‌طور که در بخش قبل بحث شد محیط محاسبات ابری متشکل از تعدادی وظایف، ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی می‌باشد. حال به تشریح روش پیشنهادی می‌پردازیم. ابتدا درخواست‌های کاربران در قالب وظایف با زمان‌های اجرایی متفاوت وارد محیط محاسبات ابری می‌شوند. سپس این وظایف هر یک بسته به بار ظرفیتی که دارند به ماشین‌های مجازی تخصیص داده می‌شوند. پس از تخصیص وظایف به ماشین‌های مجازی، در این مرحله سعی می کنیم با استفاده از بکارگیری خاصیت سری بایتونیک و با توجه به ظرفیت پردازشی هر ماشین مجازی؛ یک سری صعودی-نزولی و یا نزولی-صعودی از ماشین‌های مجازی را ایجاد نماییم. حال با استفاده از سری بدست آمده دسته‌هایی از ماشین‌های مجازی را استخراج می کنیم که ظرفیت کل پردازشی آن‌ها تقریبا متوازن باشد. سپس این دسته‌ها را به میزبان‌های فیزیکی اختصاص می‌دهیم. در این دسته بندی ما سعی کرده‌ایم که اولویت برای انجام کارهای کوچک را ازبین ببریم و شرایطی عادلانه در تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی برقرار سازیم زیرا در دسته بندی مستخرج از سری بایتونیک ماشین‌های مجازی، ظرفیت پردازش هر دسته تقریبا با سایر دسته‌ها برابر خواهدبود.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۴- تجمیع پویای ماشین‌های مجازی

پس از تخصیص ماشین‌های مجازی هر دسته به میزبان فیزیکی مناسب ، مسئله‌ی تجمیع پویای ماشین‌های مجازی را به ۴ بخش جدا کرده‌ایم:۱) 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 قرارداد دارند .۲) شناسایی زمانی که یک میزبان فیزیکی به عنوان کم بار در نظر گرفته می‌شود که نیاز به مهاجرت همه‌ی ماشین‌های مجازی از این میزبان فیزیکی دارد و تغییر میزبان فیزیکی به حالت خاموش است.۳)انتخاب ماشین‌های مجازی که باید از میزبان فیزیکی پربار مهاجرت داده شوند و ۴) پیدا کردن یک مکان جدید برای ماشین‌های مجازی که از میزبان فیزیکی‌های پربار و کم بار برای مهاجرت انتخاب می‌شوند که این موارد را در بخش‌های زیر مطرح کرده‌ایم.

۳-۴-۱- شناسایی میزبان‌های فیزیکی پربار

از آنجا که در مقاله[۲] ترکیب LR-MMT نتایج بهتری را در مقایسه با ترکیبات دیگری از الگوریتم‌های تجمیع پویا نتیجه گرفته است ، ما نیز برای تنظیم حد بالای آستانه از روش رگرسیون محلی (LR) [۴] استفاده کرده‌ایم. همچنین برای انتخاب ماشین‌های مجازی برای مهاجرت از میزبان فیزیکی پربار از سیاست MMT[1] استفاده کرده‌ایم.

۳-۴-۲- انتخاب ماشین مجازی

زمانی که یک میزبان فیزیکی پربار در نظر گرفته می‌شود ، گام بعدی انتخاب ماشین‌های مجازی خاص برای مهاجرت از این میزبان فیزیکی است.بعد از انتخاب یک ماشین مجازی برای مهاجرت ، میزبان فیزیکی دوباره برای پربار بودن بررسی می‌شود. اگر آن میزبان فیزیکی هنوز به عنوان پربار در نظر گرفته شده ، سیاست انتخاب ماشین مجازی دوباره برای انتخاب ماشین مجازی دیگری برای مهاجرت از میزبان فیزیکی اعمال می‌شود. این سیاست تا زمانی که میزبان فیزیکی به عنوان پربار در نظر گرفته نشود ، تکرار می‌شود.

۳-۴-۲-۱- سیاست حداقل زمان مهاجرت

برای انتخاب ماشین مجازی برای مهاجرت ، سیاست حداقل زمان مهاجرت (MMT) یک ماشین مجازی را که به کمترین زمان برای تکمیل یک مهاجرت نسبت به دیگر ماشین‌های مجازی تخصیص یافته به میزبان فیزیکی نیاز دارد را برای مهاجرت انتخاب می‌کند.زمان مهاجرت با مقدار RAM استفاده شده توسط ماشین مجازی تقسیم بر پهنای باند شبکه در دسترس برای میزبان فیزیکی j برآورد می‌شود[۲].V_j یک مجموعه ازماشین‌های مجازی است که اخیراً به میزبان فیزیکی j تخصیص یافته است.سیاست MMT یک ماشین مجازی که شرایط فرمولی که در زیر ارائه شده است را برآورده کند، پیدا می‌کند.

[1] Minimum Migration Time

www.SID.ir

Archive of SID

$$v \in V_j \mid \forall a \in V_j, \frac{RAM_u(v)}{NET_j} \leq \frac{RAM_u(a)}{NET_j} \quad (۴)$$

$RAM_u(a)$ مقدار RAM استفاده شده اخیر توسط VM a است . NET_j پهنای باند شبکه در دسترس برای میزبان فیزیکی j است.

۳-۴-۳- تخصیص ماشین مجازی

مسئله‌ی تخصیص ماشین مجازی می‌تواند به عنوان یک مسئله‌ی بسته بندی بسته‌ها[1] با تنوع سایز بسته‌ها و هزینه‌ها در نظر گرفته شود ، که بسته‌ها نودهای فیزیکی را ارائه می‌دهند ، آیتم‌ها ماشین‌های مجازی که باید تخصیص داده شوند ، اندازه بسته ظرفیت پردازنده در دسترس میزبان‌های فیزیکی و هزینه‌ها به مصرف توان میزبان‌های فیزیکی مربوط می‌شود. .برای حل آن یک تغییر روی الگوریتم کاهشی بهترین تناسب انرژی محور (PABFD)[2] [۲] اعمال شده‌است، که ماشین‌های مجازی مربوط به درخواست‌های هر دسته به یک میزبان فیزیکی که حداقل افزایش مصرف توان را با تخصیص فراهم می‌کند، تخصیص داده می‌شود.

۴-۴-۳- شناسایی میزبان فیزیکی کم بار

برای شناسایی میزبان‌های فیزیکی کم بار، سیستم میزبان فیزیکی با حداقل بهره در مقایسه با میزبان‌های فیزیکی دیگر را پیدا می‌کند و سپس برای قرار دادن ماشین‌های مجازی از این میزبان فیزیکی روی میزبان‌های فیزیکی که آن‌ها را پربار نگه ندارد تلاش می‌کند و میزبان فیزیکی مبدأ زمانی که همه‌ی ماشین‌های مجازی مهاجرت داده شد به حالت خواب تغییر پیدا می‌کند . اگر همه‌ی ماشین‌های مجازی از میزبان فیزیکی مبدأ روی میزبان فیزیکی دیگری نتوانند قرار گیرند، میزبان فیزیکی فعال نگه داشته می‌شود.

۴- ارزیابی روش پیشنهادی

در این بخش ابتدا چگونگی شبیه‌سازی محیط شرح داده می‌شود. سپس، روش پیشنهادی مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

۱-۴- شبیه‌سازی محیط

شبیه‌سازی محیط ابر به کمک CloudSim نگارش ۳/۰/۳ انجام پذیرفته‌است. CloudSim، به زبان جاوا نوشته شده‌است و می‌تواند برای شبیه‌سازی ابرهای IaaS، PaaS و SaaS مورد استفاده قرار گیرد. آزمایشات ما در محیط IaaS انجام می‌شود، برای طراحی یک ابر IaaS ، موجودیت مراکز داده باید توسعه داده‌شود. این موجودیت تعدادی میزبان فیزیکی

[1] Bin Packing
[2] Power Aware Best Fit Decreasing

www.SID.ir

Archive of SID

را مدیریت می‌کند. هر میزبان می‌تواند یک یا تعدادی ماشین مجازی را میزبانی کند. ماشین‌های مجازی بر اساس سیاست‌های VM Provisioning بر روی میزبان‌های فیزیکی ساخته می‌شوند. هر ماشین مجازی یک Cloudlet که همان برنامه‌ی کاربر می‌باشد را اجرا می‌کند.

۴-۲- ارزیابی روش پیشنهادی

در این بخش، روش مدیریتی پیشنهادی را مورد ارزشیابی قرار خواهیم‌داد .در ابتدا باید معیارهای مورد نیاز را برای ارزیابی این روش تعریف نماییم. برای ارزیابی روش پیشنهادی به بررسی مصرف انرژی میزبان‌های فیزیکی، تعداد نقض‌های قرارداد رخ داده، تعداد مهاجرتها در کل دوره‌ی اجرای ماشین‌های مجازی در روش پیشنهادی و روش [۲] را بدست آورده و با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. از این پس در جدولهای مقایسه و نمودارها، روش پیشنهادی را BSC[1] می‌نامیم و برای روش پایه از نامگذاری NC[2] استفاده می‌کنیم. کار پایه (NC)، که مبنای مقایسه قرار گرفته ، سیستم ابری است که هیچ دسته‌بندی خاصی بر روی ماشین‌های مجازی که قرار است تخصیص داده شوند، انجام نمی‌دهد. آزمایشات در محیط ناهمگن انجام می شود برای مقایسه‌ی دو الگوریتم، با تغییر تعداد ماشین‌های مجازی، در حالات مختلفی از نظر تعداد ماشین‌های مجازی اجرایی روی میزبان‌های فیزیکی، ارزیابی را انجام می‌دهیم، و به این وسیله می‌توان مصرف انرژی و تعداد مهاجرتها را مورد مقایسه قرار دهیم. مشخصات ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی برای آزمایش برروی ۲۵، ۴۵، ۶۵، ۸۵ عدد ماشین مجازی بصورت جدولهای ۱ و ۲ درنظرگرفته می‌شود:

جدول ۱ مشخصات ماشین‌های مجازی

قابلیت پردازش ماشین‌های مجازی (MIPS)	۵۰۰ ,۱۰۰۰ ,۲۰۰۰ ,۲۵۰۰
میزان حافظه Ram ماشین‌های مجازی (MB)	۲۰۴۸ ,۱۰۲۴ ,۱۰۲۴ ,۵۱۲
پهنای باند ماشین‌های مجازی(Mbit/Sec)	۱۰۰۰۰۰
تعداد هسته‌های ماشین‌های مجازی	۱ ,۱ ,۱ ,۱

جدول ۲ مشخصات میزبان‌های فیزیکی

قابلیت پردازش میزبان‌های فیزیکی (MIPS)	۶۰۰۰ ,۵۰۰۰
میزان حافظه Ram میزبان‌های فیزیکی (MB)	۴۰۹۶ ,۴۰۹۶
پهنای باند میزبان‌های فیزیکی (Mbit/Sec)	۱۰۰۰۰۰۰
میزان حافظه‌ی ذخیره‌سازی میزبان‌های فیزیکی (GB)	۱۰۰۰۰۰۰
تعداد هسته‌های میزبان‌های فیزیکی	۲ ,۲

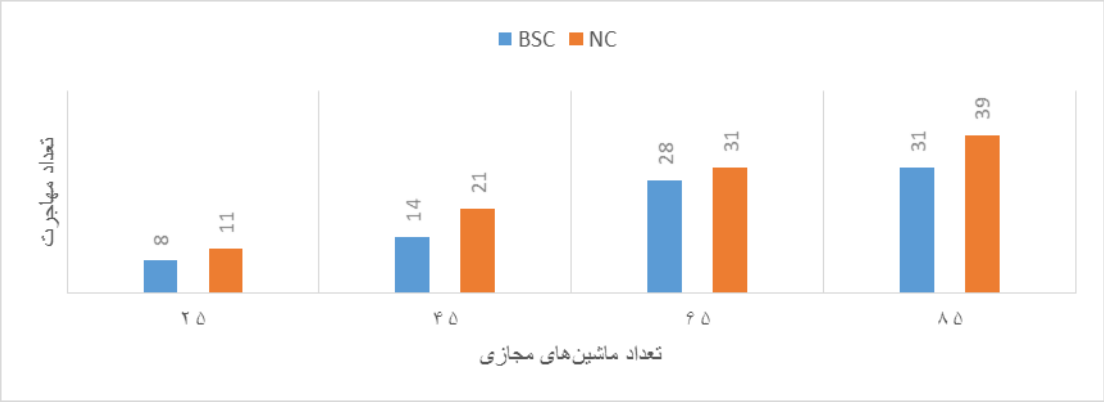
[1] Bitonic Series Category
[2] None Category

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۲-۱- مقایسه تعداد مهاجرت

نتایج حاصل از تعداد مهاجرت دو روش BSC و NC که به‌وسیله‌ی تعداد مهاجرت‌های پیش‌آمده در مرحله‌ی بعد از تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی سنجیده می‌شود در نمودار شکل ۱ به‌وسیله‌ی آزمایشی با نسبت‌های متغیر از تعداد ماشین‌های مجازی با ۴ حالت اجرای روشهای فوق با تعداد میزبان‌های فیزیکی یکسان مورد بررسی قرار گرفته‌است؛ سیاست مورد استفاده برای مهاجرت MMT[1] می‌باشد:



شکل ۱- نمودار مقایسه تعداد مهاجرت

در شکل ۱ تعداد مهاجرت‌های ماشین‌های مجازی برحسب تعداد ماشین‌های مجازی موجود نشان داده‌شده‌است. به‌طوری‌که در این نمودار تعداد مهاجرت برای هر دو روش BSC و NC دیده می‌شود. در این شکل ابتدا تعداد مهاجرت هر دو روش برای تعداد ۲۵ ماشین مجازی و به همین ترتیب برای تعداد ۴۵، ۶۵، ۸۵ ماشین مجازی نمایش داده‌می‌شود؛ اعداد مربوط به تعداد مهاجرت در بالای هر نمودار میله‌ای آورده‌شده‌است. بدیهی است که با افزایش تعداد ماشین‌های مجازی موجود در محیط تعداد مهاجرت‌ها نیز افزایش می‌یابد، همان‌طور که در شکل مشخص است تعداد مهاجرت روش BSC در هر چهار حالت آزمایش کمتر از روش NC می‌باشد؛ و هرچه این معیار کمتر باشد نشان‌دهنده اینست که بارکاری به‌صورت متوازن‌تری برروی میزبان‌های فیزیکی قرارگرفته‌است. و از طرفی کاستن تعداد مهاجرت‌ها باعث صرفه‌جویی مصرف انرژی می‌شود زیرا مهاجرت اضافی سربار هزینه انرژی مصرفی را بدنبال خواهدداشت.

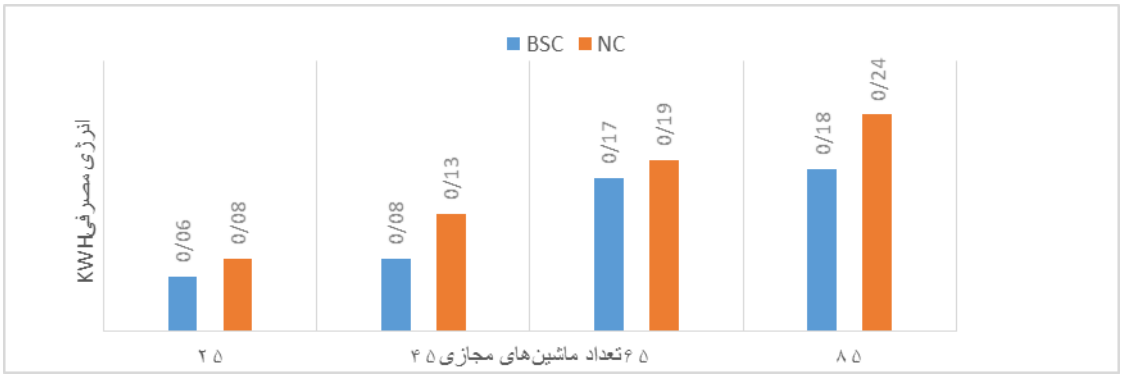
۴-۲-۲- مقایسه میزان انرژی مصرفی

نتایج حاصل از مصرف انرژی دو روش BSC و NC در نمودار شکل ۲ بوسیله‌ی آزمایشی با نسبت‌های متغیر از تعداد ماشین‌های مجازی با ۴ حالت اجرای روش‌های فوق با تعداد میزبان‌های فیزیکی یکسان مورد بررسی قرار گرفته‌است:

[1] Minimum Migration Time

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ – نمودار مقایسه مصرف انرژی

در شکل ۲ میزان مصرف انرژی برحسب تعداد ماشین‌های مجازی موجود نشان داده‌شده‌است. به‌طوری‌که در این نمودار میزان مصرف انرژی برای هر دو روش BSC و NC دیده‌می‌شود. میزان انرژی مصرفی برحسب KWH می‌باشد. در این شکل ابتدا میزان مصرف انرژی هر دو روش برای تعداد ۲۵ ماشین مجازی و به همین ترتیب برای تعداد ۴۵، ۶۵، ۸۵ ماشین مجازی نمایش داده‌می‌شود؛ اعداد مربوط به میزان مصرف انرژی در بالای هر نمودار میله‌ای آورده‌شده‌است. بدیهی است که با افزایش تعداد ماشین‌های مجازی موجود در محیط تعداد مهاجرت‌ها نیز افزایش می‌یابد، همان‌طور که در شکل مشخص است میزان انرژی مصرفی روش BSC در هر چهار حالت آزمایش کمتر از روش NC می‌باشد.

در بخش چهارم به جمع‌بندی مطالب بحث شده پرداختیم و بهبود و توسعه‌ی روش پیشنهادی را مورد بررسی قرار دادیم.

۵- نتیجه‌گیری

کاهش مصرف انرژی در مدیریت ماشین‌های مجازی یکی از مباحث مورد توجه در زمینه‌ی محیط محاسبات ابری در سال‌های اخیر می‌باشد. روش‌های بسیاری برای کاهش مصرف انرژی با استفاده از تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی این امکان را فراهم می‌آورد تا بر طبق نیازمندی‌های منبع فعلی از حداقل تعداد میزبان‌های فیزیکی در مراکز داده استفاده کند. روش‌های گذشته به دلیل نداشتن امکان دسته‌بندی با بارکاری متوازن در تخصیص ماشین‌های مجازی با هدف کاهش انرژی برای محیط‌های ابری مناسب نیستند. بنابراین نیاز به روشی جدید که از این مزیت استفاده کند به شدت احساس می‌شود.

در این مقاله سعی شده‌است که گامی در طراحی مدیریت ماشین‌های مجازی با هدف کاهش مصرف انرژی برداشته شود. ایده اصلی این است که با بکارگیری خاصیت توازن‌بار با استفاده از سری بایتونیک در تخصیص منابع مجازی به فیزیکی بتوان شرایطی عادلانه جهت تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبانهای فیزیکی ایجاد نمود تا اولویت برای کارهای کوچک از میان برداشته شود و در این صورت بتوان اولویت یکسانی جهت فرایند تخصیص بوجود آورد. ما الگوریتم پیشنهاد شده را از طریق شبیه ساز CloudSim مورد بررسی و ارزیابی قرار داده‌ایم. نتایج آزمایشها در محیط ناهمگن و ایستا نشان می‌دهد که تعداد مهاجرتها به میزان ۲۳/۲۵٪ و میزان انرژی مصرفی ۲۵٪ نسبت به روش قبلی بهبود یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

۱- عاصمی، رضا، و الهه دوست صدیق، ۱۳۹۲، مروری برروشهای تخصیص ماشین های مجازی به میزبانهای فیزیکی درمحاسبات ابری، *اولین همایش ملی رویکردهای نوین در مهندسی کامپیوتر و بازیابی اطلاعات*، رودسر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودسر و املش،

2.Beloglazov, A., & Buyya, R. (2012). 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.

3.Beloglazov, A., Abawajy, J., & Buyya, R. (2012). Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for cloud computing. *Future generation computer systems*, *28*(5), 755-768.

4.Cleveland, W. S. (1979). Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American statistical association*, *74*(368), 829-836.

5. De Maio, V., Prodan, R., Benedict, S., & Kecskemeti, G. (2016). Modelling energy consumption of network transfers and virtual machine migration.*Future Generation Computer Systems*, *56*, 388-406.

6. García-Galán, J., Trinidad, P., Rana, O. F., & Ruiz-Cortés, A. (2016). Automated configuration support for infrastructure migration to the cloud.*Future Generation Computer Systems*, *55*, 200-212.

7. Horri, A., Mozafari, M. S., & Dastghaibyfard, G. (2014). Novel resource allocation algorithms to performance and energy efficiency in cloud computing. *The Journal of Supercomputing*, *69*(3), 1445-1461.

8.Kansal, N. J., & Chana, I. (2016). Energy-aware Virtual Machine Migration for Cloud Computing-A Firefly Optimization Approach. *Journal of Grid Computing*, *14*(2), 327-345.

9. Lu, L., Zhang, H., Smirni, E., Jiang, G., & Yoshihira, K. (2013, June). Predictive VM consolidation on multiple resources: Beyond load balancing. In *Quality of Service (IWQoS), 2013 IEEE/ACM 21st International Symposium on* (pp. 1-10). IEEE.

10.Moens, H., Truyen, E., Walraven, S., Joosen, W., Dhoedt, B., & De Turck, F. (2014). Cost-effective feature placement of customizable multi-tenant applications in the cloud. *Journal of Network and Systems Management*,*22*(4), 517-558.

۱۱.Tang, M., & Pan, S. (2015). A hybrid genetic algorithm for the energy-efficient virtual machine placement problem in data centers. *Neural Processing Letters*, *41*(2), 211-221.

1۲. Wang, J., Huang, C., Liu, Q., He, K., Wang, J., Li, P., & Jia, X. (2014, August). An Optimization VM Deployment for Maximizing Energy Utility in Cloud Environment. In *International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing* (pp. 400-414). Springer International Publishing.

۱۳. Zhang, W., Han, S., He, H., & Chen, H. (2016). Network-aware virtual machine migration in an overcommitted cloud. *Future Generation Computer Systems*.

۱۴.Zheng, Q., Li, J., Dong, B., Li, R., Shah, N., & Tian, F. (2015, December). Multi-objective Optimization Algorithm Based on BBO for Virtual Machine Consolidation Problem. In *Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 2015 IEEE 21st International Conference on* (pp. 414-421). IEEE.

www.SID.ir

Archive of SID

WWW.IRAN3C.COM
First International Comprehensive Competition Conference on Engineering Sciences in Iran
September 2016
Anzali - Iran
اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران

Energy Efficient allocation of VMs to PMs using Bitonic series in cloud computing

Seyedeh Somayeh Fateminasab * , Davoud Bahrepour, Farzad Tashtarian.

1. Seyedeh Somayeh Fateminasab , somaye_fateminasab@yahoo.com
2. Davood bahrepour, bahrepour@ieee.org
3.Farzad tashtarian, tashtarian@yahoo.com
Department of Computer, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

Abstract

Today, energy consumption is increasing due to growing use of inappropriate allocation of virtual machines to physical hosts. By exploiting optimized methods for allocating virtual machines to physical hosts energy consumption reduces because they lead to load balancing in cloud invirenmont. In this paper using Bitonic series, load balancing in a cloud environment is achieved. Bitonic series used to parallelize tasks and a series of min-max or max-min order. So that the sequence numbers are not uniformly ascending or descending order. Evaluations show that the appropriate allocation of virtual machines reduce energy consumption. According to the results in a heterogeneous and static environment, the migration and energy consumption is reduced %23.25 and %25 respectively.

Key words: Cloud computing, bitonic series, energy consumption, load balancing, resource allocation, migration

www.SID.ir