دوره دهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۶

مجله فناوری اطلاعات در طراحی مهندسی
Information Technology in Engineering Design
http://ited.sinaweb.net

اختصاص کارآمد ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی با استفاده از روش فاصله اطمینان با هدف کاهش انرژی در محیط ابری

نفیسه جوادی [۱] داود بهره پور*[۲]

(۱) گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

(۲) گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران*

چکیده

کاربرد محاسبات ابری جهت انجام پردازش‌های عظیم در طول چندین سال اخیر بسیار گسترده شده است. یکی از مشکلاتی که در محیط ابری بایستی به آن توجه نمود مسئله برقراری کیفیت سرویس با در نظر گرفتن حداقل توان مصرفی در ابرهاست. در این مقاله، تخصیص مناسب ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی با توجه به حجم بار کاری با فرمول فاصله اطمینان مورد ارزیابی قرار گرفته است. فرمول فاصله اطمینان روشی آماری است که به جای یک مقدار میانگین دارای بازه‌ای از اعداد است و به این طریق اعداد را به سه دسته با ارزش‌های کم، متوسط و زیاد دسته‌بندی می‌کند. با توجه به نتایج شبیه‌سازی در این مقاله سعی کرده‌ایم نه تنها تخصیص مناسب جهت کاهش مصرف انرژی و کاهش تعداد مهاجرت‌ها را برآورده سازیم، بلکه از کیفیت خدمات نیز برای به حداقل رساندن نقض توافقنامه سطح خدمات اطمینان حاصل کنیم.

واژه‌های کلیدی: محاسبات ابری، کیفیت سرویس، انرژی مصرفی، ماشین‌های مجازی، میزبان‌های فیزیکی، فرمول فاصله اطمینان.

* عهده‌دار مکاتبات:

نشانی: گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تلفن: ۰۹۱۵۳۱٤٥۲۰۳ پست الکترونیکی: bahrepour@ieee.org

۱- مقدمه

طبق تعریف موسسه ملی فناوری و استاندارد آمریکا، رایانش ابری مدلی برای فراهم کردن دسترسی آسان بر اساس تقاضای کاربر از طریق شبکه به مجموعه‌ای از منابع رایانشی قابل تغییر و پیکربندی مانند شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها می‌باشد. محیط محاسبات ابری امکان در دسترس پذیری بالایی دارد، این خاصیت را مقیاس‌پذیر بودن وانعطاف‌پذیر بودن ابر دانست [۱۴،۱۳]. تخصیص بهینه ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی یک مسئله مهم می‌باشد و می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش مصرف مراکز داده، جلوگیری از آلودگی محیط زیست، افزایش بهره‌وری داشته باشد، از این رو بهینه کردن تخصیص همیشه یک چالش مهم محسوب می‌شود، چون سرعت رشد داده‌ها و برنامه‌های کاربردی رایانشی تا حدی زیاد است که بیش از قبل لزوم وجود سرورها و دیسک‌ها مشخص می‌شود تا این داده‌ها و برنامه‌های کاربردی را با سرعت کافی و در بازه زمانی مورد نیاز پردازش کنند. برای پرداختن به مشکل افزایش مصرف انرژی منابع مرکز داده بایستی به یک شیوه انرژی کارآمد مدیریت شود. تخصیص منابع ابری نه تنها باید کیفیت خدمات را برآورده نماید بلکه باید مصرف انرژی را نیز کاهش دهد[۲،۱]. کاهش مصرف انرژی با خاموش شدن میزبان‌های فیزیکی و همچنین مهاجرت ماشین‌های مجازی بر حسب نیاز آنها بر روی میزبان‌های فیزیکی کم بار حاصل می‌شود، می‌توان راه کارهایی را جهت کاهش مهاجرت و مصرف انرژی ارائه نمود[۲۰]. روش پیشنهاد شده دراین مقاله یک روش تخصیص کارآمد ماشین‌های مجازی با هدف کاهش انرژی با روش آماری در محیط محاسبات ابری است.

۲- مرور ادبیات

امروزه با دسترسی به اینترنت و مطرح شدن رایانش ابری دسترسی و پردازش حجم بزرگ اطلاعات از هر نقطه‌ای امکان پذیر است. تخصیص ماشین مجازی یکی از مسائل مهم در محاسبات ابری می‌باشد که عبارت است از تعیین بهینه محل ماشین‌های مجازی در سرورهای فیزیکی مرکز داده ابری، به نحوی که تعداد کمینه‌ای از میزبان‌های فیزیکی روشن بماند. در رایانش ابری سرویس‌ها در لایه‌ها و سطوح مختلفی ارائه می‌شوند. تخصیص بهینه ماشین‌های مجازی به میزبان‌های فیزیکی یک مسئله مهم می‌باشد. تخصیص بهینه ماشین‌های مجازی به میزبان‌ها می‌تواند تأثیر بسزایی درکاهش مصرف مراکز داده‌ها، جلوگیری از آلودگی محیط زیست، افزایش بهره‌وری داشته باشد از این رو بهینه کردن تخصیص همیشه یک چالش مهم محسوب می‌شود. برخی از روش‌های تخصیص بهینه ماشین‌های مجازی به میزبان های فیزیکی به شرح زیر است:

در مقاله‌ای که توسط بویا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ منتشرشد [۳]، راهکار مبتنی بر حد آستانه جهت قرارگیری بارکاری پویا را مورد بررسی قرار داده است. این راهکار برای یک محیط IaaS که به انواع مختلف برنامه‌ها سرویس می‌دهد مناسب است، رویکرد مورد نظر از دو حد آستانه بهره‌وری، جهت کنترل منبع پردازشی جایگزینی یافته واحتمال نقض قرارداد استفاده می‌کند. این راه‌کار، روش اکتشافی موثری را برای جایگزینی virtual Machines (VM) در زمان اجرا پیشنهاد می‌کند. در مقاله‌ایی که توسط حوری و همکارانش در سال ۲۰۱٤ منتشر شد[٤]، روش نوین تجمیع ماشین‌های مجازی (VMs) بر اساس تاریخچه استفاده منبع VMs پیشنهاد شده است. در این بخش تکنیک‌های جدید برای کشف میزبان‌های کم بارو جایگزینی VMs پیشنهاد شده است. در این مقاله تعداد مهاجرت VMs کاهش می‌یابد؛ همچنین کاهش توافقنامه سطح خدمات (SLAV) و میزان انرژی مصرفی را به دنبال دارد. در این کار، یک میزبان با VMs بیشتر بهره‌وری بیشتری ممکن است داشته باشد. همچنین این میزبان در آینده نزدیک امکان بیشتری خواهد داشت که کم بار نشود. بنابراین میزبان‌های با کمترین تعداد VMs به عنوان میزبان‌های کم بار شده انتخاب می‌شود.

شو در سال ۲۰۱۵ مساله تعیین ماشین مجازی با یک روش اکتشافی تکرار شونده که شبیه سازی تکمیلی SimE است را

ارائه داده است [۵]. در روش SimE مینیمم محلی با استفاده از روش تصادفی بدست می‌آید که فضای جستجو به صورت هوشمند تغییر می‌کند. جهت حفظ کارایی انرژی تعداد مهاجرت‌ها بایستی حداقل شود. در مهاجرت کاری که انجام می‌شود اینست که نقاط مهاجرت تعیین و سپس میزبان‌هایی که بهره‌وری کمتراز حد آستانه دارند با مهاجرت ماشین‌های مجازی آن به حالت خاموش در می‌آیند. اگر میزبانی با بهره‌وری بیش ازحد آستانه پیدا شود آنگاه بجای اینکه تعدادی از ماشین‌های مجازی آن مهاجرت داده شوند ابتدا بررسی می‌شود که آیا واقعاً مهاجرت نیاز است یا خیر. برای این کار در این تحقیق الگوریتم پیش‌بینی بار پیشنهاد شده است تا تصمیم گرفته شود که آیا این مهاجرت نیاز است یا خیر. سپس تصمیم گرفته می‌شود که میزبان مناسب با توجه به بار کاری که درآینده خواهد داشت، جهت انتخاب برای مقصد کدام است. نتایج آزمایش کم شدن تعداد مهاجرت‌ها و میزان انرژی مصرفی با توجه به برقراری کیفیت سرویس می‌باشد.

در مرجع [٦]اعلام شده جهت حفظ کارایی انرژی، تعداد مهاجرت‌ها بایستی حداقل شود. اگر میزبانی با بهره وری بیش از حدآستانه پیدا شود ابتدا بررسی می‌شود که آیا واقعاً مهاجرت نیاز است یا خیر. در این تحقیق الگوریتم پیش بینی بار پیشنهاد شده است سپس تصمیم گرفته می‌شود که میزبان مناسب، با توجه به بار کاری که در آینده خواهد داشت، کدام است.

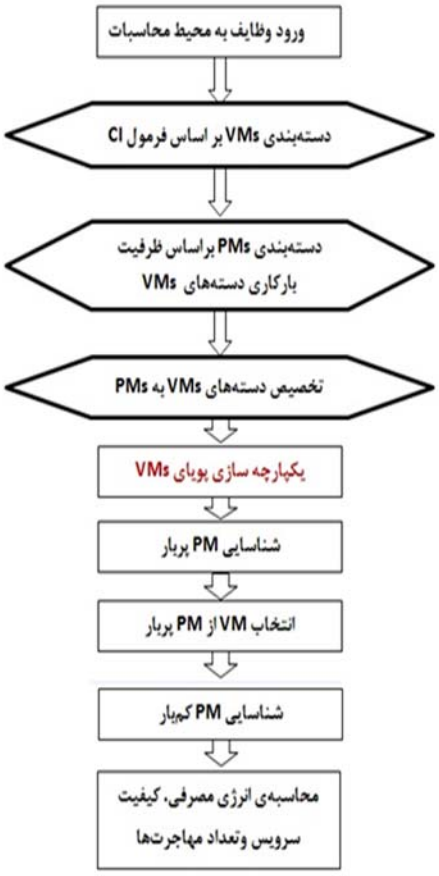
درمقاله‌ای که توسط مونس و همکارانش در سال ۲۰۱٤ منتشر شد [۷]، یک مدل مدیریت منبع ابر بر اساس ویژگی معرفی شده‌است. که با استفاده از تکنیک‌های مهندسی ساخت نرم‌افزار ساخته شده است. به طوری که برنامه‌های کاربردی از ترکیب ویژگی موجودیت‌ها با استفاده از معماری سرویس‌گرا تشکیل شده است. تمرکز محققان این مقاله بر روی چگونگی تخصیص با مناسب‌ترین هزینه با استفاده از این مدل است، مشکلی که وجود دارد این است که به مشکل ویژگی جایگزینی در این مقاله اشاره شده است. در این مقاله برای توصیف رسمی این مشکل به راه حل تخصیص منابع به طوری که هزینه مؤثری داشته باشد پرداخته شده است. همچنین به هر دو هزینه‌ی خطای ویژگی‌های مکان و هزینه استفاده سرورها برای حسابرسی پرداخته شده است که باعث پرداختن به هزینه‌های انرژی یا هزینه زیرساخت عمومی ابر در طول محاسبات جایگزینی می‌گردد. چهار الگوریتم که برای حل مشکل ویژگی جایگزینی بکار می‌رود تعریف شده است. محققان مقاله راه‌حل‌های الگوریتم را ارزیابی کردند وآن‌ها را با راه‌حل‌های بهینه تعریف شده با استفاده از خطی‌سازی صحیح مقایسه کردند و زمان‌های اجرای الگوریتم را ارزیابی کردند و از ورودی‌های تولید شده استفاده شد. در این مقاله نشان داده شده است که به درجه بالایی از چند مستأجری می‌توان دست یافت بطوری که برای سناریوهایی که درنظر گرفته می‌شود روابط بین ویژگی‌ها به حساب آورده می‌شود و با استفاده از جایگزینی بر مبنای برنامه‌های کاربردی کارایی ٤۰-۲۵ درصد بهتر از جایگزینی ویژگی‌گرای خالص است؛ به طوری که ویژگی‌ها بطور مستقل و بدون در نظر گرفتن روابط آن‌ها قرار داده شده‌اند. همچنین در این مقاله روشی بکار گرفته شده است تا سرورها براساس بهترین روش با بهترین کارایی انتخاب شوند اگرچه جریمه زمان‌های اجرا وجود دارد.

در مقاله ایی که توسط ونگ و همکارانش در سال ۲۰۱٤ منتشرشد [۸]. بهبودی درمکانیزم جایگزینی ماشین‌های مجازی دارد که بهره‌وری انرژی و کیفیت سرویس به سوی جایگزینی ماشین‌های مجازی (EQVMP) نامیده می‌شود؛ تا از عهده‌ی حل مشکل بار ترافیک نامتوازن در خاموش و روشن شدن ماشین‌های مجازی با هدف حفظ انرژی برآید. EQVM ترکیبی از سه تکنیک کلیدی است: ۱) کاهش گام ۲) حفظ انرژی ۳) توازن بار. کاهش گام ماشین‌هایی مجازی را که بار ترافیک پایین‌تری دارد را مجتمع می‌کند. هدف اصلی تکنیک ذخیره انرژی انتخاب کردن سرورهای مناسب است. توازن‌بار پیشنهادی جایگزینی ماشین‌های مجازی را به‌صورت دوره‌ای بروزرسانی می‌کند. نتایج آزمایش محققان مقاله نشان می‌دهد که طرح پیشنهادی می‌تواند باعث کم شدن مصرف انرژی و حفظ کیفیت سرویس شود. محققان

مقاله جایگزینی ماشین‌های مجازی را در پارامترهای انرژی، تأخیر و گذردهی ارزیابی نمودند. در مقایسه با دیگر سیاست‌های جایگزینی موجود مکانیزم پیشنهادی این مقاله میزان گذردهی سیستم را به مقدار ۲۵٪ افزایش داده که بیشترین امتیاز را در ارزیابی بدست آورده است. و این نشان دهنده‌ی یک جایگزینی خوب با درنظرگرفتن مصرف انرژی، تأخیر گام و گذردهی شبکه است. بنابراین انرژی و کارایی تأخیر در رده‌های بعدی امتیاز بهبود قرار دارند. زمان محاسبات پیکربندی جایگزینی ماشین مجازی جدید زیاد است، اما براساس سناریوی پیشنهادی توسط محققان مقاله یک دوره‌ی بروزرسانی طولانی برای جابجا کردن جایگزینی ماشین‌مجازی نسبت به تعیین معمولی آن‌ها ایجاد شده است. در مقاله‌ای که توسط نحا و همکارانش در سال ۲۰۱٦ منتشر شد [۹]، تخصیص منبع مؤثر انرژی ترکیبی ارائه شده است که ترکیب پیشگویانه‌ای از تکنیک‌های تخصیص واکنش‌پذیر و بهبود مهم در پارامترهای نقض قرارداد، مصرف انرژی و تخصیص منبع ایستا و پویا را دارد. محققان این مقاله تخصیص انرژی‌محور آگاهانه را ارائه کرده‌اند که منابع مرکز داده را برای برنامه‌های کاربردی به گونه‌ای فراهم می‌آورد که از ظرفیت مهاجرت ماشین‌های مجازی استفاده می‌کند تا منابع را دوباره تخصیص دهد و انرژی مؤثر را در مرکز داده بهبود دهد، به طوری که کیفیت سرویس را فراهم‌آورد. ایده‌ی اصلی از یکپارچه سازی و دوباره تنظیم کردن تخصیص منابع با داشتن انرژی مؤثر استفاده کرده است.

۳- روش پیشنهادی

سیستم ابری استفاده شده در روش پیشنهادی یک محیط Iaas (کاربران به جای خرید سخت و نرم افزار و غیره همه این زیرساخت‌ها را به صورت سرویس برون سپاری شده می‌خرند)[۱۵،۱٦،۱۷،۱۸]. با میزبان‌های فیزیکی ناهمگن می‌باشد. در محیط آزمایش فرض براین است که کاربر به درستی ماشین‌های مجازی مورد نیازش را انتخاب می‌کند، یعنی در صورتی که منابع مورد نیاز ماشین‌های مجازی به طور کامل در اختیار آن قرار داده شود سطح کیفیت سرویس نقض نخواهد شد و این یکی از نیازهای اساسی برنامه محاسباتی و علمی است. برای این منظور چندین کاربر مستقل درخواست‌هایشان را برای فراهم کننده M ماشین مجازی ناهمگن که با نیاز به توان پردازشی تعریف شده در Mips، مقدار حافظه و پهنای باند شبکه مشخص شده‌اند، ارسال می‌کند بدین ترتیب فراهم کننده ابر باید بر روی میزبان منبع داده شده به ماشین مجازی و بار آن و نیز تغییرات مصرف انرژی میزبان فیزیکی ماشین مجازی مورد نظر نظارتی داشته باشد. در شکل ۱ روش پیشنهادی تخصیص ماشین‌های مجازی با استفاده از فرمول فاصله اطمینان آورده شده است.



شکل ۱- روش پیشنهادی تخصیص ماشین‌های مجازی با استفاده از فرمول فاصله اطمینان

۳-۱- تخصیص بهینه ماشینهای مجازی با هدف کاهش مصرف انرژی با استفاده از فرمول فاصله اطمینان.

برای این منظور ما یک مرکز داده ناهمگن که شامل M میزبان فیزیکی با ظرفیت‌های مختلف برای اجرای ماشین‌های مجازی با سایزهای مختلف است، در نظر گرفته‌ایم. این ماشینهای مجازی بنا بردرخواستی که میزبانی می‌کنند سایزهای مختلف و میزان مصرف منابع متفاوتی دارند. در این بخش روشی برای تخصیص مؤثر ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی در محیط محاسبات ابری ارائه می‌دهیم بطوری که متعادل‌سازی بار بر روی ماشین‌های فیزیکی حادث شود. بر این اساس می‌توانیم حداکثر استفاده از توان پردازشی ماشین‌های فیزیکی را داشته باشیم تا از هدف جایگزینی مؤثر ماشین‌های مجازی محقق شود. در روش در این مقاله از فاصله اطمینان برای گروه‌بندی ماشین‌های مجازی که در یک بازه مشخص از نظر بار کاری دارای مقادیر نزدیک به هم هستند استفاده کرده‌ایم تا بتوانیم بازه‌ایی که درآن حجم کاری ماشین‌های مجازی نزدیک به هم می‌باشند را توسط فرمول فاصله اطمینان محاسبه کنیم. هدف از انجام این کار این است که با بهره‌گیری از تکنیک‌های توزیع بار بتوانیم منابع را بر اساس قابلیت‌های محاسباتی پردازشی به طور عادلانه و موثرتر به ماشین مجازی تخصیص دهیم. برای این منظور روش مورد نظر شامل مراحل زیر است:

۱) ایجاد مجموعه‌هایی با بارکاری کم، متوسط و زیاد از ماشین‌های مجازی موجود در محیط با استفاده از فرمول فاصله اطمینان.

۲) ایجاد مجموعه‌هایی با بارکاری کم، متوسط و زیاد از ماشین‌های فیزیکی موجود براساس ظرفیت پردازشی.

۳) تخصیص هر مجموعه از ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی متناسب با بارکاری مربوط به آن در طبقه‌بندی‌های انجام‌شده در مراحل ۱ و ۲.

مطرح شده با در نظر گرفتن برخی پارامترهای با اهمیت در اجرای ماشین‌های مجازی، ماشین‌های مجازی برای تخصیص، مرتب و گروه‌بندی می‌کنیم. سپس براساس مرتب‌سازی و گروه‌بندی ماشین‌های مجازی، تلاش برای تخصیص مناسب این گروه‌ها را داریم.

در مرحله اول، با توجه به لزوم پاسخ سریع به درخواست‌ها برای حفظ کیفیت سرویس در سیستم محاسبات ابری ابتدا ماشین‌های مجازی با توجه به حجم کاری آنها به صورت صعودی مرتب می‌شوند. باتوجه به این مرتب‌سازی، ماشین‌های مجازی با حجم کمتر از اولویت بالاتری برخوردار خواهند بود و درنتیجه زودتر اجرا می‌شوند. از آنجا که ممکن است ماشین‌های مجازی در یک محدوده مشخص از نظرحجم کاری دارای مقادیر نزدیک به هم باشند، پس از مرتب‌سازی ماشین‌های مجازی، با تکیه بر علم

آمار و پارامترهایی مثل محاسبه میانگین و انحراف معیار نمونه آماری، بازه‌ای که درآن تراکم و حجم کاری ماشین‌های مجازی نزدیک به هم می‌باشد، توسط فرمول فاصله اطمینان محاسبه می‌شود تا بتوانیم با این گروه‌بندی و جایگزینی مؤثر ماشین‌های مجازی، مصرف انرژی را کاهش دهیم و کیفیت سرویس را برقرار نماییم. فرمول فاصله اطمینان با رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$[\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}}.t_{n-1,\,\alpha/2}, \bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}}.t_{n-1,\,\alpha/2}] \qquad (۱)$$

$\bar{X}$ میانگین داده‌های نمونه تصادفی، S واریانس (انحراف معیار)، n اندازه نمونه تصادفی و $t_{n-1,\,\alpha/2}$ توزیع نرمال با درجه آزادی n-1 می‌باشد که از جدول توزیع نرمال استاندارد ۱ با اطمینان ۹۹/۹۵ درصد استخراج شده است [۱۰]. پس از شناسایی این بازه، که دو حد حداقل و حداکثر را بین میانگین داده‌های ما می‌دهد، ماشین‌های مجازی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

دسته اول، شامل ماشین‌های مجازی می‌باشد که حجم کاری آنها کمتر از حجم کاری ماشین‌های مجازی که مقادیر حجم آنها در محدوده فاصله اطمینان می‌باشد، هستند. این دسته اغلب شامل ماشین‌های مجازی با حجم کاری کمتر می‌باشند که زودتر هم انجام می‌شود. دسته دوم، شامل ماشین‌های مجازی است که حجم کاری آنها در محدودهی فاصله اطمینان می‌باشد. دسته سوم، شامل ماشین‌های مجازی می‌باشد که حجم کاری آنها بیشتر از مقادیر موجود درفاصله اطمینان می‌باشد.

۳-۲- دسته‌بندی ماشین‌های فیزیکی بر اساس ظرفیت بار کاری دسته‌های ماشین مجازی

براساس طبقه‌بندی انجام شده برای ماشین‌های مجازی به سیستم، میزبان‌های فیزیکی نیز به منظور بهره برداری هرچه بهتر از قابلیت پردازشی سیستم ابر، با توجه به ظرفیت‌های پردازشی مورد نیاز برای اجرای ماشین‌های مجازی هر گروه و به تناسب تعداد ماشین‌های مجازی موجود درآن گروه و حجم کاری آنها، بوسیله معادلات زیر، به سه زیرگروه تقسیم می‌شوند [۱۱].

$$E_s = W_s \times \sum_{i=1}^{m} R_i^{MIP} \quad , S=1,2,3 \qquad (۲)$$

W_s وزن بدست آمده برای هر زیر گروه بر اساس بار کاری در خواست‌های موجود در آن گروه است R_i^{MIP} تعداد درخواست‌ها ، E_s وزن بدست آمده بر اساس ظرفیت پردازشی منابع و S دسته ماشین فیزیکی.

برای هر زیر گروه از منابع، برقراری شرط زیر لازم می‌باشد:

$$\sum_{j=u}^{u+1} R_j^{MIP} \le E_S \quad \forall R_j \in (RG)_S \,, \quad S=1,2,3 \qquad (۳)$$

رابطه ۳ بیان می‌کند ظرفیت ماشین‌های مجازی باید کمتر از ماشین‌های فیزیکی باشد تا بتوانیم عمل تخصیص را انجام دهیم. بعد از گروه‌بندی ماشین‌های مجازی، ماشین‌های مجازی گروه‌بندی شده را به دسته ماشین فیزیکی مناسب تخصیص می‌دهیم.

۳-۳- تخصیص ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی

بعد از گروه بندی ماشین‌های مجازی، ماشین‌های مجازی گروه بندی شده را به ماشین فیزیکی مناسب تخصیص می‌دهیم. درروش پیشنهادی تخصیص ماشین مجازی به ماشین فیزیکی الگوریتم PABFD را به کار می‌گیرد [۱۱]. در این الگوریتم هر ماشین مجازی به ماشین فیزیکی که حداقل افزایش مصرف توان را در مقایسه با دیگر ماشین‌های فیزیکی با تخصیص فراهم می‌کند، تخصیص داده می‌شود. دراین مقاله، ما گروه‌های ماشین‌های مجازی را به ماشین فیزیکی که حداقل مصرف توان را با تخصیص فراهم می‌کند، تخصیص می‌دهیم تا سطح مطلوبی از کیفیت سرویس فراهم شود.

۳-٤ – فرآیند یکپارچه‌سازی

پس از تخصیص ماشین‌های مجازی هر دسته به میزبان

فیزیکی مناسب، مسئله‌ی یکپارچه‌سازی پویای ماشین‌های مجازی مطرح می‌شود که آن به ٤ بخش تقسیم می‌شود: ١) شناسایی میزبان‌های فیزیکی که به عنوان پربار در نظر گرفته می‌شوند که نیاز به مهاجرت ماشین مجازی از این میزبان فیزیکی برای جلوگیری از نقض SLA دارند. ٢) شناسایی زمانی که یک میزبان فیزیکی به عنوان کم بار درنظر گرفته می‌شود که نیاز به مهاجرت همه‌ی ماشین‌های مجازی از این میزبان فیزیکی دارد و تغیر میزبان فیزیکی به حالت خاموش است.

٣-٤ -١- پیدا کردن حالت سرباری

براساس روش مطرح شده در کار [٣]، اگر میزان استفاده از پردازنده میزبان فیزیکی از حد آستانه‌ی بالا که به صورت پویا بر اساس بار میزبان‌های فیزیکی تعریف می‌شود بیشتر باشد، آن میزبان به عنوان سرباری در نظر گرفته می‌شود. برای این منظور یک یا تعدادی از ماشین‌های مجازی باید از این میزبان فیزیکی برای کاهش استفاده از پردازنده و پایین آمدن حد بالای آستانه به منظور جلوگیری از نقض قرارداد باید مهاجرت داده شوند. ایده اصلی برای تنظیم مقدار آستانه بهره بالا وابسته به طول انحراف بهره‌ی پردازنده است. انحراف بیشتر، مقدار آستانه بهره بالای کمتر، زیرا با انحراف بیشتر، احتمال بیشتری وجود دارد که استفاده از پردازنده به ١٠٠ برسد و نقض قرارداد را ایجاد کند.

در این مقاله برای تنظیم حد بالای آستانه از روش رگرسیون محلی (LR3) استفاده کرده‌ایم. همچنین برای انتخاب ماشین‌های مجازی برای مهاجرت از میزبان فیزیکی پربار از سیاست حداقل زمان مهاجرت (MMT) که در زیر بیان شده است استفاده کرده‌ایم.

٣-٤ -١-١-روش انتخاب ماشین مجازی

زمانی که بخواهیم یک ماشین مجازی را به میزبان فیزیکی دیگری مهاجرت بدهیم سیاست حداقل زمان مهاجرت ماشینی مجازی را جهت مهاجرت انتخاب می‌کند که زمان کامل مهاجرت آن نسبت به اینکه ماشین مجازی دیگری انتخاب شود کمترین زمان ممکن باشد. مدت زمان مهاجرت با استفاده از میزان RAM که ماشین مجازی مذکور استفاده کرده است بر پهنای باند شبکه موجود میزبان فیزیکی j محاسبه می‌شود. Vj مجموعه‌ای از ماشین‌های مجازی است که بر روی میزبان فیزیکی j قرار گرفته‌اند. سیاست MMT یک VMv که شرایط فرمولی که در رابطه (٤) ارائه شده است را برآورده کند، پیدا می‌کند.

$$v \in V_j \mid \forall a \in V_j \frac{RAM_u(v)}{NET_j} \leq \frac{RAM_u(a)}{NET_j} \qquad (٤)$$

$\mathrm{RAM_u(a)}$ میزان RAM که ماشین مجازی مذکور استفاده کرده است؛ NET_j پهنای باند شبکه موجود میزبان فیزیکی j

٣-٤ -٢- پیدا کردن حالت کم باری

برای کشف میزبان‌های فیزیکی کم بار، میزبان‌هایی با حداقل بهره پردازنده با استفاده از [٣]به عنوان میزبان‌های کم بار در نظر گرفته می‌شود و پس از آن سعی می‌شود که تمام ماشین-های مجازی موجود بر روی میزبان کم بار به میزبان‌های دیگری که حالت سرباری ندارند مهاجرت داده شود تا بتوان آن میزبان کم بار را در صورت انتقال تمام ماشین‌های مجازی واقع بر روی آن به حالت خاموش در آورد تا بتوان در مصرف انرژی صرفه جویی کرد.

برای تعیین میزبان‌های کم‌بار براساس [٤] ابتدا میزبان‌های پربارشده با استفاده از الگوریتم کشف پرباری پیدا می‌شود و ماشین‌های مجازی جهت مهاجرت به میزبان‌های مقصد انتخاب می‌شود. سپس الگوریتم کشف کم‌بار، میزبانی با حداقل بهره‌وری را نسبت به دیگر میزبان‌ها پیدا می‌کند و سعی دارد تمام ماشین‌های مجازی از این میزبان را به دیگر میزبان‌ها با حالتی که سربار پیش نیاید جایگزین نماید. اگر این کار انجام شود ماشین‌های مجازی برای مهاجرت به مقصد مورد نظر انتقال می‌یابد و میزبان مبدأ به حالت خاموش درمی‌آید و اگر تمام ماشین‌های مجازی میزبان مبدأ مهاجرت نیابد این میزبان فعال نگه داشته می‌شود. این

الگوریتم برای تمام میزبان‌هایی که به حالت سربار نیستند تکرار می‌شود. تکنیکی که برای محاسبه‌ی بهره‌وری میزبان در نظر گرفته شده است؛ از ترکیب بهره‌وری CPU میزبان و تعداد ماشین‌های مجازی که بر روی همان میزبان قرار دارد استفاده می‌کند. رابطه‌ی موردنظر به‌صورت زیر می‌باشد[٤]:

$$UTHi = UHi + VMsHi \qquad (٥)$$

در رابطه‌ی بالا از ترکیب بهره‌ی پردازنده UHi و تعداد ماشین‌های مجازی برروی میزبان Hi (VMsHi) استفاده شده است.

۳-۵- مدل مصرف انرژی

برای محاسبه انرژی مصرفی ابر، مصرف انرژی تک تک میزبان‌های فیزیکی با (٥) بدست می‌آید و با قرار دادن در رابطه (٤) مصرف انرژی ابر بدست می‌آید.

$$ETt = \sum_{i=1}^{n} Ei \qquad (٦)$$

که در آن n تعداد کل میزبان‌های فیزیکی مورد بهره‌وری (دارای ماشین مجازی اجرایی)، Ei انرژی مصرف شده توسط میزبان i ام تا زمان ETt است. از آنجا که استفاده از پردازنده توسط میزبان‌های فیزیکی 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 در رابطه (٧) بیان شده است [٤].

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P(U(t))dt \qquad (٧)$$

ازآنجا که پردازنده، در مقایسه با سایر منابع سیستم، بخش عمده‌ای از انرژی را مصرف می‌کند، در این مقاله برای محاسبه مصرف انرژی میزبان فیزیکی از مدل توان که در (٨) تعریف شده است، استفاده می‌کنیم.

$$P(u) = K.Pmax + (1-K).P\max.u \qquad (٨)$$

$Pmax$ بیشترین انرژی زمانی که یک میزبان به طور کامل در حالت استفاده قرار می‌گیرید، k کسری از توان مصرف شده توسط ماشین فیزیکی بیکار که برای میزبان‌های بیکار ٧٠ درصد می‌باشد و u بهره‌وری CPU است. $Pmax$ برای آزمایش‌ها به مقدار ٢٥٠ وات تنظیم می‌شود.

۳-٦- نقض قرارداد

در سیستم‌های محاسبات ابری باید بتوانیم تا جای ممکن از نقض کیفیت سرویس جلوگیری کنیم تا بتوانیم به نیازهای کاربر پاسخ دهیم. نقض قرارداد هم توسط ماشین‌های فیزیکی و هم ماشین‌های مجازی صورت می‌گیرد. نقض قرار داد توسط ماشین‌های فیزیکی زمانی صورت می‌گیرد که حالت سر بار داشته باشند. همچنین ماشین‌های مجازی با مهاجرت زیاد شامل نقض قرارداد می‌شود (PDM)[١٢،٣].

$$SLATAH = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{T_{si}}{T_{ai}} \qquad (٩)$$

$$PDM = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M}\frac{C_{dj}}{C_{rj}} \qquad (١٠)$$

T_{si} زمان کل در طولی که میزبان فیزیکی i متحمل بهره‌ی کامل می‌شود است که نقض قرارداد را ایجاد می‌کند. T_{ai} کل میزبان فیزیکی i که در حالت فعال است و N تعداد میزبان‌های فیزیکی است. در فرمول بعدی M تعداد VM ها، C_{dj} نقض کارایی VMj که با مهاجرت ایجاد می‌شود را برآورد می‌کند. C_{rj} کل ظرفیت پردازنده درخواست شده VMj در طول دوره زندگی آن است. در شبیه‌سازی‌ها C_{dj} با ١٠٪ از بهره پردازنده در MIPS در طول مهاجرت همه‌ی $VM\,j$ برآورد شده است. این دو پارامتر به طور مستقل نقض SLA را تعیین می‌کنند. به این جهت یک معیار ترکیبی که شامل هر دو نقض SLA می‌باشد، در نظر گرفته شده است. این معیار با SLAV (Service Level Agreement Violation)نشان داده می‌شود و به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$SLAV = SLATAH.PDM \qquad (١١)$$

٤- ارزیابی

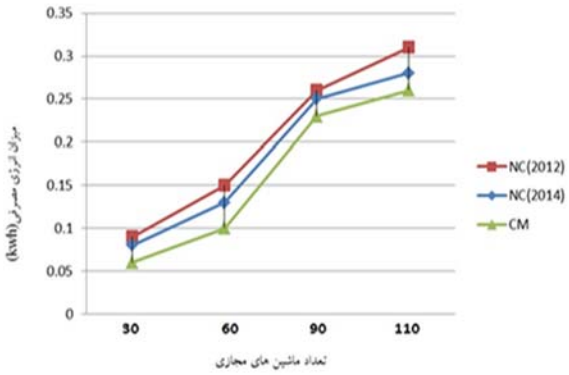
روش پیشنهادی در بخش قبل، توسط نرم افزار کلود سیم شبیه‌سازی شده است. برای ارزیابی روش پیشنهادی به بررسی مصرف انرژی میزبان‌های فیزیکی، تعداد نقض قرار داد رخ داده و تعداد مهاجرت‌ها در کل دوره‌ی اجرای ماشین‌های مجازی پرداخته‌ایم. در نمودارهای مورد مقایسه برای روش پیشنهادی از واژه Classification Method (CM) و برای روش پایه، روش مقاله‌های [۱۲،۳] از واژه NC)No-Classification) استفاده شده است. شبیه‌سازی‌ها را بر روی ۳۰،۶۰،۹۰ و ۱۰ ماشین مجازی در نظرگرفته‌ایم. مشخصات ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی برای آزمایش مورد نظر به صورت جدول ۱ در نظر گرفته شده است. شکل ۲ نمودار مقایسه مصرف انرژی روش‌های پایه و روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

همانطور که در شکل ۲ مشخص است با افزایش تعداد ماشین‌های مجازی، انرژی مصرف شده به دلیل افزایش تعداد ماشین‌های فیزیکی فعال افزایش می‌یابد. در مقایسه با روش‌های دیگر، مصرف انرژی روش CM (پیشنهادی) کمتر است. در روش CM یک فاز گروه بندی روی ماشین‌های مجازی و سپس میزبان‌های فیزیکی انجام شده است که موجب بهتر شدن و کاهش تعداد ماشین‌های فیزیکی فعال می‌شود. در روش پیشنهادی با گروه بندی و ایجاد توازن بار توانسته‌ایم از منابع میزبان‌های فیزیکی به طور مؤثرتری استفاده کنیم. شکل ۳ درصد نقض SLA روش‌های پایه و روش پیشنهادی را با هم مقایسه می‌کند.

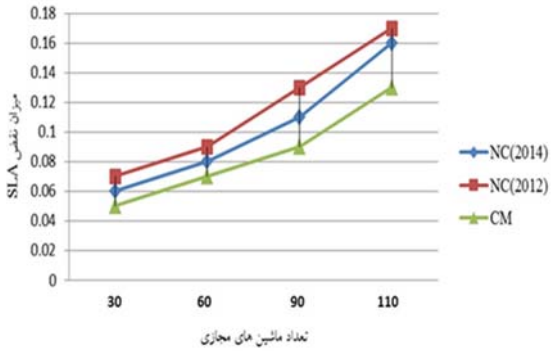
شکل ۳ نشان می‌دهد که میزان نقض SLA در روش CM نسبت به روش‌های پایه، کمتر است. در روش CM با گروه بندی کارآمد ماشین‌های مجازی سعی کردیم از منابع میزبان‌های فیزیکی به طور مؤثر بهره مند شویم و همچنین با کاهش تعداد مهاجرت‌های غیر ضروری، احتمال وقوع نقض SLA را نسبت به روش‌های پایه کمتر کردیم. شکل ٤ تعداد مهاجرت‌های رخ داده روش‌های پایه و روش پیشنهادی را با هم مقایسه می‌کند.

جدول ۱- مشخصات ماشین‌های مجازی و میزبان‌های فیزیکی

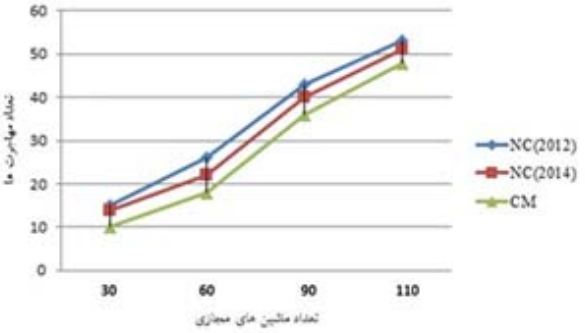
مشخصات ماشین های مجازی	مشخصات میزبان های فیزیکی
میزان حافظه رم ماشین‌های مجازی (۸۷۰، ۱۷۴۰، ۱۷۴۰، ۶۱۳)	میزان حافظه رم میزبان‌های فیزیکی (۴۰۹۶، ۴۰۹۶)
پهنای باند ماشین‌های مجازی (۱۰۰۰۰۰)	پهنای باند میزبان‌های فیزیکی (۱۰۰۰۰۰۰)
ظرفیت پردازش ماشین‌های مجازی (MIPS) (۲۵۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰)	قابلیت پردازش میزبان‌های فیزیکی (MIPS) (۲۶۶۰، ۲۸۶۰)
تعداد هسته‌های ماشین‌های مجازی ۱، ۱، ۱، ۱	تعداد هسته‌های میزبان‌های فیزیکی ۲، ۲



شکل ۲- نمودار مقایسه مصرف انرژی روش‌های پایه و روش پیشنهادی



شکل ۳- درصد نقض SLA روش‌های پایه و روش پیشنهادی



شکل ٤- تعداد مهاجرت‌های رخ داده روش‌های پایه و روش پیشنهادی

با توجه به شکل ٤ تعداد مهاجرت‌های ماشین‌های مجازی روش CM نسبت به روش‌های پایه با توجه به شکل بالا کمتر است. علت این کاهش این است که در ابتدا با گروه‌بندی مؤثر ماشین‌های مجازی از مهاجرت‌های اضافی سعی کردیم تا حدودی جلوگیری کنیم و با تخصیص مناسب سعی کردیم از منابع میزبان‌های فیزیکی به طور مؤثر استفاده کنیم.

٥- نتیجه گیری

در این مقاله روشی برای تخصیص مؤثر ماشین‌های مجازی با توجه به حجم بار کاری آن‌ها به ماشین‌های فیزیکی ارائه شده است. از آنجا که ممکن است ماشین‌های مجازی در یک محدوده مشخص از نظر حجم بار کاری دارای مقادیر نزدیک به هم باشند، پس از مرتب‌سازی ماشین‌های مجازی، با تکیه بر علم آمار و پارامترهایی مثل محاسبه میانگین و انحراف معیار نمونه آماری، بازه‌ای که در آن تراکم و حجم‌کاری ماشین‌های مجازی نزدیک به هم می‌باشد، توسط فرمول فاصله اطمینان محاسبه می‌شود. به طوری که پس از مرتب‌سازی ماشین‌های مجازی با توجه به فرمول فاصله اطمینان، سه دسته از ماشین‌های مجازی در اختیار خواهیم داشت که دسته اول حجم بار کاری آن کمتر از حد پایین فاصله اطمینان؛ دسته دوم حجم بار کاری آن بین حد پایین و بالای فاصله اطمینان و دسته سوم حجم بار کاری آن بیشتر از حد بالای فاصله اطمینان خواهد بود. بنابراین بازه‌هایی که در آن تراکم و حجم بار کاری ماشین‌های مجازی نزدیک به یکدیگر می‌باشد، ایجاد می‌گردد به گونه‌ای که بتوان جایگزینی مناسبی از ماشین‌های مجازی به ماشین‌های فیزیکی داشت و در راهکار پیشنهادی بتوانیم با تعادل بار و همچنین کاهش مصرف انرژی سطحی از کیفیت سرویس را نیز فراهم آورد.

مباحثی که در کارهای آینده می‌توان به آن‌ها پرداخت به شرح زیر است:

١-تقسیم‌بندی ماشین‌های مجازی بر اساس روش آماری چارک.

٢-تقسیم‌بندی ماشین‌های مجازی بر اساس روش کران بالا و کران پایین.

٣- بهبود زمان‌بندی روش پیشنهادی.

٦-مراجع

[1] R.Buyya, S.C.Yeo, S.Venugopal, J.Broberg, and I. Brandic, “Cloud computing and emerging IT platforms:Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility”,Future Generation computer systems, Vol.25, pp.599-616, 2009.

[2] B.Wei, “A Novel Energy Optimized and Workload Adaptive Modeling for Live Migration”, International Journal of Machine Learning and Computing, Vol.2, No. 2, pp.162-167, 2012.

[3] A.Beloglazov, R.Buyya, “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, 2012.

[4] A.Horri, M.S.Mozafari, G.Dastghaibyfard, “Novel resource allocation algorithms to performance and energy efficiency in cloud computing”, The Journal of Supercomputing,

69(3), 1445-1461,2014.
[5] S.Shaw, A.Singh, “Use of proactive and reactive hotspot detection technique to reduce the number of virtual machine migration and energy consumption in cloud data center”, Computers & Electrical Engineering, 2015
[6] S.Sait, K.Shahid, “Engineering Simulated Evolution for Virtual Machine Assignment Problem”, Applied Intelligence, 1-12, 2015.
[7] H.Moens, E.Truyen, S.Walraven, W.Joosen, B.Dhoedt, F.DeTurck, “Cost-effective feature placement of customizable multi-tenant applications in the cloud”, Journal of Network and Systems Management, 22(4), 517-558,2014
[8] S.H.Wang, P.P.W.Huang, C.H.P.Wen, L.C.Wang,, “EQVMP: Energy-efficient and QoS-aware virtual machine placement for software defined datacenter networks”, In The International Conference on Information Networking, pp. 220-225,2014.
[9] Pangotra, Neha, Meenakshi Sharma, “A Pragmatic Approach to Optimize Energy Efficient Resource Allocation Technique in Cloud Computing Data Centerresource”, 5.2,2016.
[10] R.V.Hogg, A.T.Craug, “Introduction to Mathematical Statistics”, New York, Macmillan.1978.
[11] delavar Ghorbannia, A. Dashti, “A Heuristic approach based on PSO with Effective Parameters for Independent Tasks Scheduling in Cloud Computing”, Journal of Computing, Volume 4, Issue 5, 2012.
[12] A.Horri, M.S.Mozafari, G.Dastghaibyfard, “Novel resource allocation algorithms to performance and energy efficiency in cloud computing”, The Journal of Supercomputing, 69(3), 1445-1461,2014.
[13] S.Thakur, A.Chaurasia, “Towards Green Cloud Computing: Impact of carbon footprint on environment”, International Conference-Cloud System and Big Data Engineering (Confluence), 209-213), 2016.
[14] A.Sinha, “Cloud Computing in Libraries: Opportunities and Challenges”, A Journal of Library and Information Science, 10(2), 113-118, 2016.
[15] H.Zhang, H. Jiang, B.Li, F.Liu, A.Vasilakos, J. Liu, “A framework for truthful online auctions in cloud computing with heterogeneous user demands”, IEEE Transactions on Computers, 65(3), 805-818, 2016.
[16] J.W.Rittinghouse, J.F.Ransome,“Cloud computing: implementation, management, and security”, CRC press, 2016.
[17] D.Puthal, B.P.S.Sahoo, S.Mishra, S. Swain,“Cloud computing features, issues, and challenges: a big picture. In Computational Intelligence and Networks (CINE) ”, International Conference, 116-123, 2015.
[18] M.Jo, T. Maksymyuk, B. Strykhalyuk, C.H.Cho, “Device-to-device-based heterogeneous radio access network architecture for mobile cloud computing ”, IEEE Wireless Communications, 22(3), 50-58, 2015.