

راهکاری جهت افزایش کارایی سرویس‌های رایانش ابری با استفاده از مجازی‌سازی

پریناز اسکندریان میاندوآب^۱، جابر کریم‌پور^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، گروه مهندسی کامپیوتر، زنجان، ایران

Parinazeskandarian@yahoo.com

^۲دانشگاه تبریز، گروه علوم کامپیوتر

karimpour.jaber@gmail.com

چکیده - محیط‌های رایانش ابری مجازی برای کاربردهای علمی بسیار مفید می‌باشد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که مجازی‌سازی تأثیر زیادی بر کارایی کاربردهای علمی گذاشته است. در این مقاله امکانات خوشه‌بندی از جمله ویژگی‌های HA و DRS، جهت افزایش کارایی محیط مجازی شبکه SAN در پلتفرم VMware ESX بررسی خواهد شد. با فعال نمودن HA بر روی شبکه، از قابلیت تحمل خطا بهره‌مند می‌شویم که در صورت دچار مشکل شدن سرورهای فیزیکی، با توجه به این که ماشین مجازی دوم بر روی سرور دیگر در حال run شدن می‌باشد، هیچ Down Time وجود نخواهد داشت. با استفاده از این راهکار که برخلاف راهکار سخت‌افزاری بسیار کم هزینه بوده و پیچیدگی‌های آن را ندارد، می‌توان مشکلات سخت‌افزاری سرورهای فیزیکی را مدیریت کرد. یکی از این قابلیت‌هایی که محیط کلاستر شده به محیط‌های کاری ارائه می‌نماید، قابلیت DRS می‌باشد که امکان توزیع بار و ماشین‌های مجازی روشن را بر روی سرویس‌دهندگان به جهت یکسان‌سازی میزان بار ایجاد می‌نماید. این قابلیت در چندین زمان متناسب با نحوه تنظیم آن می‌تواند بر عملکرد و بازدهی کلی سیستم‌ها تأثیرگذار باشد. در این مقاله یک راهکار جهت افزایش کارایی شبکه‌های مجازی ابری با استفاده از ویژگی‌های خوشه‌بندی ارائه و توسط هایپروایزور VMware ESX 4.1 طراحی و پیاده‌سازی خواهد شد.

کلید واژه‌ها - مجازی‌سازی، تحمل خطا، Down Time، HA، DRS.

۱. مقدمه

استفاده از تکنولوژی مجازی‌سازی (Virtualization) است. مجازی‌سازی امکان راه‌اندازی چند ماشین مجازی (Virtual Machine) را بر روی هر سخت‌افزار فیزیکی فراهم می‌کند. هر یک از ماشین‌های مجازی می‌توانند دارای سیستم‌عامل خود باشند. به این ترتیب با استفاده از مجازی‌سازی می‌توان بر روی یک سرور و در یک زمان، چندین سیستم‌عامل (حتی ناسازگار با هم) را راه‌اندازی کرد که هر کدام از سیستم‌عامل‌ها یک برنامه کاربردی را اجرا می‌کنند [۳]. استفاده از رایانش ابری (Cloud Computing) در سالهای اخیر رشد قابل توجهی داشته است، این تکنولوژی توسعه محاسبات گرید (Grid Computing)، محاسبات توزیع‌شده و محاسبات موازی است که در آن تمامی خدمات و منابع به صورت سرویس ارائه می‌شود [4][5]. سرویس‌های رایانش ابری برنامه‌های کاربردی را به صورت آنلاین فراهم می‌کنند بطوریکه نرم‌افزار و داده‌ها بر روی سرورها ذخیره شده و امکان دسترسی به آنها توسط مرورگر وب امکان‌پذیر می‌باشد [۶]. بنا به تعریف موسسه ملی فناوری و استاندارد (NIST)، رایانش ابری مدلی برای داشتن دسترسی فراگیر، آسان و بنا به سفارش شبکه به مجموعه‌ای از منابع رایانشی پیکره‌بندی (مثل

یکی از بزرگترین مشکلاتی که امروزه کارشناسان IT با آن درگیر هستند، افزایش بیش از اندازه سخت‌افزارهای سرویس‌دهنده تک‌کاره (Single-Purpose Server) می‌باشد [2]. مهمترین علت برای افزایش تعداد چنین سخت‌افزارهایی ناسازگاری برنامه‌های کاربردی است که بر روی سرورهای مختلف اجرا می‌شوند که در نتیجه آن، مدیران سیستم ترجیح می‌دهند که برنامه‌های کاربردی را بر روی سرورهای مجزا اجرا کنند. در ظاهر افزایش تعداد سرورها مشکل چندان بزرگی به حساب نمی‌آید به مرور زمان مشخص می‌شود که هزینه‌های سنگین پنهانی برای افزایش بی‌رویه سرورها باید پرداخت گردد هزینه‌های سخت‌افزاری، برق مصرفی سرورها، تجهیزات خنک‌کننده مرکز داده، مکانی که سرورها باید در آن نگهداری شوند و از همه مهمتر کار کارشناسان خبره‌ای که وظیفه مدیریت سیستم‌ها را چه از لحاظ سخت‌افزاری و چه از لحاظ نرم‌افزاری، بر عهده دارند، مدیران را مجاب می‌کند که تلفیق سرویس‌دهنده‌ها (Server Consolidation) را به عنوان یک اصل بپذیرند. مطمئن ترین روش برای تلفیق سرویس‌دهنده‌ها،

این ابر می‌تواند توسط این سازمان‌ها یا یک شرکت دیگر مدیریت شود، همچنین می‌تواند درون یا بیرون سازمان جای بگیرد.

ابر عمومی (Public Cloud): زیرساخت ابری برای عموم یا برای دسته بزرگی از مشتریان در دسترس است و مالک آن سازمانی است که این خدمات ابری را می‌فروشد.

ابر آمیخته (Hybrid Cloud): زیرساخت ابری آمیزه‌ای است از دو یا بیشتر ابر (خصوصی، گروهی یا عمومی) که هر کدام ویژگی‌های یکتای خود را نگه می‌دارند ولی بوسیله‌ی فناوری‌های استاندارد شده یا انحصاری که داده‌ها و برنامه‌های کاربردی را جابجاپذیر می‌کند به یکدیگر وصل شده‌اند.

۲- کارهای گذشته

سرویس‌های سرمایه گذاری بر مبنای ذخیره سازها در پلتفرم‌های مجازی مثل محیط‌های ابری نیاز به یک استراتژی مدیریت کارایی موثر در لایه کاربرد (Application Level) و قرارداد تحویل سرویس (Service-Level Agreement (SLA)) دارند. از طرف دیگر هدف از مجازی‌سازی شبکه‌های SAN (Storage Area Network) بر مبنای رایانش ابری استفاده موثر از منابع سرورها جهت کاهش مشکلات و ریسک‌های مدیریتی و کاهش هزینه‌های انرژی مصرفی می‌باشد. SAN یک تکنولوژی منحصر به فردی می‌باشد که مجموعه‌ای از سرورها را پوشش می‌دهد. در این تکنولوژی فضای Hosting منحصر به یک سرور نخواهد بود و اطلاعات روی Hard Drive های داخلی سرور ذخیره نمی‌شوند، بلکه این فضای ذخیره سازی در خارج از سرور ورودی یک شبکه ذخیره اطلاعات قرار می‌گیرد. این تکنولوژی علاوه بر اینکه به سادگی قابلیت گسترش فضا و پهنای باند مصرفی را ایجاد می‌کند به دلیل استفاده از سرورهای مختلف که شبکه ذخیره داده‌ها را کنترل می‌کنند، امکان استفاده از سرویس‌های ناهمگن را در یک Plan واحد امکانپذیر می‌سازد. Hosting نیاز امروزه کاربران اینترنتی به فضاهای بزرگتر و سرویس‌های پیچیده تر SAN را به عنوان یکی از جدیدترین تکنولوژی‌های مطرح ساخته است. در سال‌های اخیر شرکت VMware یکی از موفق‌ترین و مطرح‌ترین شرکت‌ها در پیشبرد و فراهم ساختن فن‌آوری مجازی‌سازی بوده است. ناظر ماشین مجازی از این خانواده سهم عظیمی از تحقیقات و محصولات تجاری و دانشگاهی را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان ناظر ماشین مجازی (Hypervisors) VMware Server که پیش‌تر به نام VMware GSX Server

شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) می‌باشد که بتوانند با کمترین کار یا نیاز به دخالت فراهم کننده‌ی سرویس، به سرعت فراهم شود [4][7]. به طور خلاصه به وسیله‌ی رایانش ابری شرکت‌ها، کاربران سرویس‌های فناوری اطلاعات، می‌توانند سرویس‌های مرتبط با فناوری اطلاعات خود را (به جای خرید سرورها برای سرویس‌های درونی یا برونی، یا خرید مجوز نرم‌افزارها)، به عنوان سرویس بخرند. درواقع رایانش ابری راهی برای افزایش درجای ظرفیت ذخیره‌سازی تجهیزات آن، بدون هزینه کردن برای زیرساخت جدید، آموزش پرسنل جدید، یا خرید مجوز نرم‌افزار جدید می‌باشد. رایانش ابری راهی برای استفاده موثر از منابع، مدیریت سرمایه و هزینه‌های پشتیبانی فناوری است. مهمترین مزایای محاسبات ابری عبارتند از [۴]:

- سرویس‌های ارزان‌تر، سریع‌تر و ساده‌تر.
 - قابل انعطاف، زیرا منابع بر حسب نیاز تخصیص و آزاد می‌شوند.
 - استفاده بهینه از منابع محاسباتی ارائه شده.
 - منابع نامحدود فراهم شده برای کاربر به کمک مجازی‌سازی.
 - ارائه تمام خدمات به صورت سرویس.
 - مقیاس‌پذیری و دسترس‌پذیری بالا.
 - عدم فقدان داده.
- رایانش ابری با استفاده از تکنولوژی‌هایی مثل مجازی سازی، خوشه‌بندی (Clustering) میتواند پاسخگوی بسیاری از نیازهای IT باشد. رایانش ابری یک سرویس بر مبنای تقاضا (On Demand) می‌باشد که قادر است منابع را به آسانی بر روی اینترنت به اشتراک بگذارد. مدل‌های مختلفی برای رایانش ابری وجود دارند که می‌توانند برای کاربردهای گوناگونی استفاده شوند [۸]:

ابر خصوصی (Private Cloud): زیرساخت ابری تنها برای یک سازمان کار می‌کند و ممکن است توسط خود سازمان یا شرکتی دیگر مدیریت شود، نیز می‌تواند درون یا بیرون سازمان جای بگیرد.

ابر گروهی (Community Cloud): زیرساخت ابری بین چند سازمان به اشتراک گذاشته شده و یک گروه مشخص که وظیفه‌ای مشترک (مثل: مأموریت، نیازهای امنیتی، سیاست‌گذاری و ملاحظات قانونی) دارند را پشتیبانی می‌کند.

عملیاتی (Throughput) مراکز داده را با حذف ۵۰٪ هزینه و ۸۵٪ پیچیدگی تجهیزات شبکه SAN، افزایش داده است [۱].

۳- راهکار پیشنهادی

با پیشرفت روزافزون فناوری اطلاعات و افزایش برنامه های کاربردی متنوع، بی شک نیاز به محاسبات منسجم برای بیشتر کاربران ضروری می باشد. با توجه به نیازهای کاربردی گوناگونی که کاربران انجام می دهند، پروسه های پردازشی متنوعی مورد نیاز می باشد. این پردازش ها در صورتیکه بطور کاملا پیشرفته تری انجام شوند نیاز به پردازنده های زیاد و متنوعی دارند اما این امکان برای تعداد بسیاری از کاربران وجود ندارد. بنابراین استفاده از تکنولوژی هایی مانند محاسبات ابری که با قبولی نیاز کاربران، پردازشهای محاسباتی کاربران را انجام و نتایج حاصله را باز گرداند لازم بنظر می رسد. بنابراین چنین دیدی از نرم افزار دیگر کاربران، از نیاز به سخت افزار ها و محیطهای محاسباتی بی نیاز می شوند. از آنجا که زیر ساخت رایانش ابری محیطی مجازی و به کمک اینترنت و بصورت آنلاین می باشد و همچنین بر مبنای مدل client/server بنا شده است ما باید برای وصل شدن به سرورهای محاسبات ابری ابتدا در سمت کاربران باید زیر ساخت ها را آماده کنیم. قبل از ارائه متد پیشنهادی چند اصطلاح علمی در زمینه مجازی سازی و رایانش ابری را معرفی می کنیم:

- قابلیت HA (High Availability): این ویژگی امکان راه اندازی خودکار و مجدد ماشین های مجازی را بر روی یک سرویس دهنده ی دیگر در صورت بروز مشکل برای سرویس دهنده فیزیکی آنها، با اضافه کردن به مجموعه سلسله مراتبی انجام می - دهد. استفاده از این قابلیت موجب بالا رفتن میزان در دسترس بودن سرویسها می شود.

- قابلیت DRS (Distributed Resource Scheduler) و Vmotion: این قابلیت بر این اساس است که اگر بر روی یکی از سرورهای فیزیکی، چندین ماشین مجازی داشته باشیم و منابع این سرور بر روی آنها به نسبت معین مشخص شده باشد و حال یکی از ماشین های مجازی دچار کمبود RAM و یا CPU شود، در حالیکه بقیه ماشین های موجود بر روی همان ماشین فیزیکی از تمامی RAM و CPU اختصاص یافته خود استفاده نکرده اند، با استفاده از این تکنولوژی در کسری از ثانیه

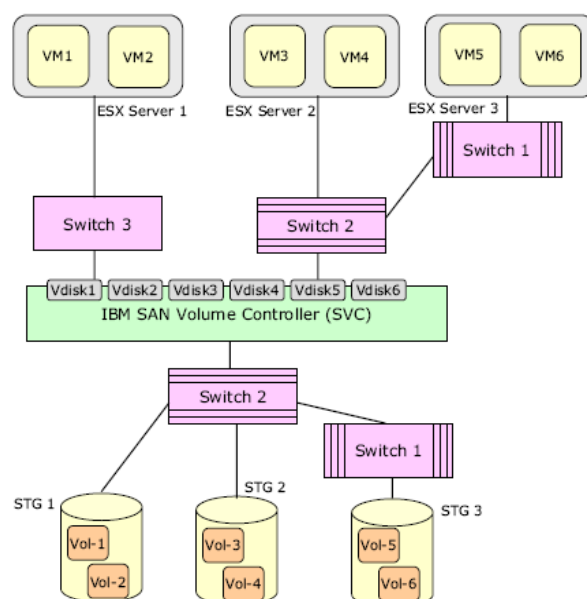
شناخته می شود و نیز VMware Workstation، معماری مجموعه دستورات مشابه با سخت افزار مورد استفاده فراهم می آورند. از کارهای دیگر در این زمینه ناظر ماشین مجازی Bochs است که یک نمونه ساز از معماری IA-32 است. شرکت Microsoft نیز در زمینه مجازی سازی در سطح کل سیستم محصولاتی را ارائه کرده است که Virtual PC و Virtual Server از آن جمله هستند. این دو محصول نیز معماری مجموعه دستورات مشابه با سخت افزار مورد استفاده را فراهم می آورند. محصولات Microsoft در زمینه مجازی سازی چندان مطرح نبوده و از کارایی بالایی برخوردار نیستند. کارهای گذشته در زمینه بهینه سازی رایانش ابری بکمک مجازی سازی بیشتر بر روی ارزش گذاری کارایی محیطهای مجازی سازی بر روی مقایسه راهکارهای مجازی سازی های خاص (Emulator) در مقابل مجازی سازی های کامل (Full Virtualization) پرداخته اند [۹]. کارهای دیگر مثل [۱۰]، [۱۱] و [۱۲] بر روی تاثیرات درگیری هسته (Core) و حافظه کش جهت افزایش در دسترس بودن بیشتر (High Availability) رسیدگی میکنند. محققان در [۱۳] نتیجه کارایی میزان کاری مجازی سازی را با اجرای چند آزمایش پیشگویی کردند. [۱۴] یک راه حل سیستماتیک و استاندارد در رایانش ابری را بر اساس یکسری آزمایش، آنالیز کرده و فاکتورهای تاثیرگذار بر روی پلتفرمهای مجازی مثل Citrix XenServer 5.5, VMware ESX را بیان کرده است. در این مقاله بر سه موضوع بحث شده است: الف) یک آزمایش آنالیز عمیق از پلتفرمهای مجازی فاکتورهای پارامترهای زمانبندی و تاثیرات متقابل انواع تراکم آن. ب) مقایسه VMware ESX با دیگر پلتفرمهای مجازی سازی. ج) یک آزمایشی از مهاجرت (Migration) ماشینهای مجازی و مدیریت پلتفرمهای مجازی سازی. چندی از محققان در زمینه رایانش ابری، در فضای ابری Amazon EC2 و هایپروایزورهای (Hypervisors) مثل Xen و KVM کار کرده اند. این محققان بر روی استانداردهای استفاده شده در Amazon EC2 مثل NAS Parallel و Linpack کارایی Xen و KVM را ارزیابی کرده اند [15][16][17][18]. شرکت HP یک معماری انعطاف پذیر جهت افزایش کارایی محیطهای ابری و مجازی ارائه کرده است. جهت افزایش سرعت در تحویل سرویسها و برنامه های کاربردی با مجازی سازی، HP ارتباطات سروری، سویچینگ، مدیریت و امنیت سرویسها را در این معماری افزایش داده و راه دستیابی به مراکز داده (Data Centers) هموار کرده است. راهکارهای انعطاف پذیر HP توان

همانطور که در شکل یک مشاهده می‌کنید در این روش استفاده شده سلسله مراتبی تجهیزات شبکه SAN در لایه اول، سرورهای فیزیکی قرار دارند که بر روی هر کدام دو عدد ماشین مجازی نصب شده‌اند که دارای Application های خاصی می‌باشند. سرورهای فیزیکی به سویچ های شبکه وصل بوده که این سویچ ها نیز با یک دستگاه Volume Controller بنام IBM SVC (IBM SAN Volume Controller) در ارتباطند. این دستگاه یک بلوک مجازی سازی ذخیره‌ساز می‌باشد که سبب تسریع ارتباط بین لایه مجازی و محیط های ذخیره ساز می‌شود. این دستگاه در سطح پایین تر از طریق SAN Switch ها به فضاهای ذخیره سازی متصل می‌باشد. با بررسی هایی که در آزمایشگاه با فراهم کردن تجهیزات گفته شده و ایجاد سناریوی شکل یک و با تنظیمات قابلیت های HA و DRS بر روی سرورهای فیزیکی که هایپروایزور VMWare ESX 4.1 بر روی آنها انجام شد، کارایی شبکه تا حدود بسیار بالایی افزایش داده شد. هنگامیکه یکی از سرورهای فیزیکی بنا به دلایلی با مشکل روبرو می‌شود، ماشین های مجازی موجود بر روی سرور فوق با یک بار reset شدن بر روی سرور فیزیکی دیگری شروع به کار شده و ارائه سرویس می‌دهد و کاربر پشت سیستم که با استفاده از تکنولوژی محاسبات ابری از این سرویس دهنده سرویس می‌گیرد فقط با یکبار reload کردن صفحه وب و یا هر Application دیگر به راحتی به کار خود ادامه می‌دهد. همچنین زمانیکه یکی از ماشین های مجازی بعلت افزایش بار از نظر منابع سخت‌افزاری مثل حافظه RAM و یا CPU کم می‌آورد، می‌تواند به صورت موقت از منابع ماشین مجازی مجاور خود استفاده کند و یا در صورت کمبود منابع ماشین مجازی مجاورش به روی سرور فیزیکی دیگری Move کند تا عمل سرویس دهی ادامه دار بود و کاربر هیچگونه قطعی را احساس نکند.

منابع

- [1] "Cloud Computing and Disaster Recovery Plans" www.hp.com
- [2] "Gartner: Seven cloud-computing security risks"
"http://www.infoworld.com/gartnersevencloud-computing-risks-853"
- [3] "IBM Point of View: Security and Cloud Computing", Cloud computing White paper November 2009. IBM.
- [4] "Cloud Computing and Disaster Recovery Plans"
<http://www.brighthub.com/environment/greencomputing/articles/71273.aspx>.
- [5] Meiko Jensen, Jörg Schwenk, Nils Gruschka, Luigi Lo Iacono "On Technical Security Issues in Cloud Computing"
- [6] G. Ateniese et al., "Provable Data Possession at Untrusted Stores," Proc. ACM CCS, 07, Oct. 2007, pp. 598-609.

RAM و CPU لازم برای ماشین مجازی که دچار کمبود منابع سیستمی شده است قرض گرفته می‌شود و پس از پایان کار دوباره آن را در اختیار سایرین قرار می‌دهد. حال اگر بر روی همان سرور فیزیکی منابع سیستمی مورد نیاز یافت نشد با کمک یکی دیگر از قابلیت های VMware به نام Vmotion، سیستم عامل ماشین مجازی مذکور به یکی دیگر از سرورهای فیزیکی دیگر که منابع آزادی دارد منتقل می‌شود. در این مقاله با ارائه یک مدل سلسه مراتبی شبکه SAN و به کمک ویژگی های HA و DRS کارایی شبکه زیرساخت را افزایش داده تا کاربران رایانش ابری بتوانند بدون هیچ Down Time و یا قطعی ارتباط با سرورها سرویس دریافت کنند. در مدل سلسه مراتبی ارائه شده سرورها و فضاهای ذخیره سازی شده به صورت پویا ترکیب شده و اجرای application ها از روی ماشین های مجازی بر روی سرورها با داده های موجود از دیسک مجازی (Virtual Disk (V Disk) فضاهای ذخیره سازی به صورت تفکیک شده مشخص شده و منبع سرور Application اجرا شده، میزان استفاده از منابع سرور، سویچ های شبکه و میزان استفاده از دیسک مجازی ها را نشان داده می‌شود. در این روش سلسه مراتبی ارائه شده، مهاجرت های زنده (Live Migrations) ماشینهای مجازی و دیسک مجازی ها را در شرایط نیاز فراهم می‌شود. شکل یک شماتیک این متد سلسه مراتبی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: شماتیک سلسه مراتبی

- [13] Mell, P. & Grance, T. (2009) The NIST Definition of Cloud Computing. Version 15, 10-7-09. National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory.
- [14] Kloster, J. F. & Kristensen, J. & Mejlholm, A. (2007) A Comparison of Hardware Virtual Machines Versus Native Performance in Xen.
- [15] Jianhua, C. & Qinming, H. & Qinghua, G. & Dawei, H. (2008) Performance Measuring and Comparing of Virtual Machine Monitors. Embedded and Ubiquitous Computing, 2008. EUC '08.
- [16] Fox, A. (2010) The Potential of Cloud Computing: Opportunities and Challenges. Gabrielsson, J. & Karlsson, P. & Skog, R. (2009) The cloud opportunity. Sony Ericson.
- [17] Cisco Cloud Computing. (2009). Data Center Strategy, Architecture, and Solutions. Point of View White Paper for U.S. Public Sector. 1st Edition.
- [18] Apparao, P. & Makineni, S. & Newell, D. Virtualization (2006) Characterization of network processing overheads in Xen. Technology in Distributed Computing, 2006. VTDC 2006.
- [7] Kloster, J. F. & Kristensen, J. & Mejlholm, A. (2007) A Comparison of Hardware Virtual Machines Versus Native Performance in Xen.
- [8] Ahronovitz, M. et Al. (2010) Cloud Computing Use Cases. A white paper produced by the Cloud Computing Use Case Discussion Group Version 4.0 (2 July 2010). Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported License.
- [9] "Cloud Computing and Disaster Recovery Plans" <http://www.brighthub.com/environment/greencomputing/articles/71273.aspx>.
- [10] Meiko Jensen, Jörg Schwenk, Nils Gruschka, Luigi Lo Iacono. "On Technical Security Issues in Cloud Computing"
- [11] k.k eahey. Cloud Computing for Science. In Proceedings of the 21st International Conference on Scientific and Statistical Database Management, page 478. Springer-Verlag, 2009.
- [12] S. Ostermann, A. Iosup, N. Yigitbasi, R. Prodan, T. Fahringer, and D. Epema. An early performance analysis of cloud computing services for scientific computing. Delft University of Technology, Tech. Rep, 2008.