

Specialized Scientific Quarterly Journal of Arman Process (APJ)

A Monolithic Approach for Effective Performance Analysis and Management in Clouds

N. Fareghzadeh^{*1}, Gh. Vatanian²,

¹Department of Computer Science, Khodabandeh Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

² Department of Computer Science, Khodabandeh Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

ABSTRACT

KEYWORDS:

Performance Management
Cloud computing
Monolithic approach
Resource contention
Service level agreement
Data Center

Corresponding author

 Fareghzadehiau@gmail.com

Cloud computing is an emerging model of business computing. It distributes computing tasks in shared resource pools, which consist of many computers, so that various applications can access the cloud as they need. In computing, resource contention refers to a conflict over a shared resource between several components. Resource contention often negatively affects the performance of components competing for the resource. It is a common concern in cloud computing. Unmanaged resource contention in cloud computing environments can cause problems such as performance interference, service quality degradation and consequently service agreements violations. Performance management is an indispensable remedy solution for the mentioned challenges. Monolithic analysis and management of the performance, from the cloud services perspective and different entities has not been studied in previous researches and most of the previous studies focus on algorithms and methods for specific applications and mostly, lack sufficient descriptions about management aspects of the performance. Due to the importance of this issue, this paper aims to make an in-depth investigation of this problem. In this paper, we propose a novel approach to monolithic management of the performance and its general requirements for clouds. The proposed approach enables service providers to realize different optimization methods and manage the performance for their offers and products. The experimental results demonstrate the effectiveness, flexibility and practicality of the proposed approach for effective performance management in different cloud service centers.



NUMBER OF REFERENCES
25



NUMBER OF FIGURES
4



NUMBER OF TABLES
0



فصلنامه تخصصی

آرمان پردازش

دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در رایانش ابری

نفیسه فارغ زاده^{۱*}، غلامرضا وطنیان^۲^۱گروه کامپیوتر، دانشکده برق و کامپیوتر، واحد خدابنده، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران^۲گروه کامپیوتر، دانشکده برق و کامپیوتر، واحد خدابنده، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

چکیده

رایانش ابری که از سودمندترین و موفق‌ترین دستاوردهای اخیر عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد، الگوهایی هوشمندانه و نوین جهت عرضه و مصرف منابع رایانشی اشتراکی و استیجاری ارائه می‌نماید. امروزه شبکه‌های ابری به دلیل تنوع در کاربردهای مختلف از جمله ارائه خدمات سازمانی، پشتیبانی منابع رایانشی شرکت‌ها، امور اداری و امور شخصی، در سطح گسترده مورد استفاده واقع می‌گردند و درواقع رایانش ابری به جدیدترین و عالی‌ترین راه‌کار برای خدمات میزبانی تبدیل شده‌است. پویایی بارهای کاری و منابع اشتراکی در محیط‌های مبتنی بر رایانش ابری در صورت فقدان تحلیل و مدیریت صحیح می‌تواند موجب تداخلات کارائی و افت کیفیت خدمات ابری گردند. همین امر ضرورت تبیین رویکردی جامع و یکپارچه جهت مدیریت موثر کارائی در چنین محیط‌های کارائی محوری را ایجاب می‌نماید. تحقیقات قبلی، این مساله را از ابعاد خاصی مدنظر قرار داده و درحال حاضر فقدان یک رویکرد تحلیلی و مدیریتی موثر خودکار و چندمنظوره درجهت پیوند دیدگاه‌های قبلی، موجب ایجاد فضای آشوب در این حوزه تحقیقاتی و درک ناقص از ابعاد مساله گشته است. بنابراین در مقایسه با تحقیقات قبلی، هدف این پژوهش گام برداشتن درجهت جبران نواقص مذکور می‌باشد و مهم‌ترین دستاورد آن دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در محیط‌های مبتنی بر رایانش ابری می‌باشد. رویکرد کارائی محور پیشنهادی برخلاف راه‌حل‌های موجود، مستقل از سطح اجرا و عملگرهای محیطی، اهداف کارائی را در کل پشته ابر بصورت یکپارچه و خودکار تحلیل و مدیریت می‌نماید تا موثر واقع گردد. نتایج ارزیابی‌ها مبین سودمندی و برتری دیدگاه پیشنهادی نسبت به دیدگاه‌های موجود در مدیریت یکپارچه، موثر و چندمنظوره کارائی در مراکز داده ابری و خدمات مرتبط می‌باشد.

واژگان کلیدی:

مدیریت کارائی

رایانش ابری

دیدگاه یکپارچه

تداخل منبع

قرارداد سطح خدمت

مرکز داده

^۱نویسنده مسئول

Fareghzadehiau@gmail.com

تعداد مراجع
۲۵

تعداد شکل‌ها
۴

تعداد جداول
۰

مقدمه

رایانش ابری که از سودمندترین و موفق‌ترین دستاوردهای اخیر عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد، الگوهایی هوشمندانه و نوین جهت عرضه و مصرف منابع رایانشی اشتراکی و استیجاری ارائه می‌نماید. مؤسسه ملی فناوری و استانداردها^۱ کارکردهای اصلی و معماری رایانش ابری را مبتنی بر سه سطح از خدمات ابری بنیادین شامل سطوح زیرساخت به عنوان خدمت، بستر یا میان افزار به عنوان خدمت و نهایتاً نرم افزار به عنوان خدمت تعریف می‌نماید، که این سطوح قابلیت اشتقاق و تبدیل به انواع دیگر خدمات و کارکردهای ابری را دارند.

در حالت کلی کارایی به میزان کار انجام شده توسط یک سیستم در مقایسه با پارامترهایی مانند زمان، میزان امکانات موجود و منابع مصرفی اشاره دارد و ابعاد و معیارهای مختلفی را دربرمی‌گیرد. اساساً اشتراک منابع و پویایی بارهای کاری در محیط‌های رایانش ابری موجب ایجاد رقابت برسر دستیابی به منابع اشتراکی زیرین گشته و بارکاری و مصرف افزونه توسط برخی از استفاده‌کنندگان منابع باعث نوسانات و تداخلات کارایی با سایر مصرف‌کنندگان و بالتبع آن نقض قراردادهای سطح خدمت مرتبط خواهد گشت. مدیریت کارایی به عنوان یک راهکار ضروری در چنین سیستم‌هایی قادر است چالش‌ها و معضلات کارایی را کنترل نموده و عملکرد سیستم را بهبود بخشد [۱]. این امر مبین ضرورت پژوهش و بررسی تفصیلی در جهت تحلیل و مدیریت یکپارچه و موثر کارایی در مراکز داده ابری می‌باشد.

در دیدگاه‌های مهم تحلیل و مدیریت کارایی در رایانش ابری تاکید شده است که بمنظور تفسیر و مدیریت کارایی در محیط رایانش ابری، نیازمند روش‌های یکپارچه و نوینی می‌باشیم که منافع مشتریان و همچنین منافع تهیه‌کنندگان خدمات ابری را درکنار یکدیگر در نظر داشته باشند [۲]. در این راستا یک گام ضروری بمنظور ارائه خدمات ابری با کیفیت و دریافت کارایی قابل انتظار، تحلیل و مدیریت جامع و یکپارچه کارایی در خدمات ابری می‌باشد که متأسفانه این موضوع در اغلب پژوهش‌های حاضر بصورت اجمالی و تنها از ابعاد خاصی بررسی شده است. تحقیقات قبلی مساله مدیریت کارایی در خدمات رایانش ابری را از ابعاد مختلف مدنظر قرار داده و دستاوردهای ارزنده‌ای نیز ارائه نموده‌اند. اگرچه با احترام به تحقیقات قبلی، هنوز هیچ رویکردی مبتنی بر مدیریت خودکار و یکپارچه کارایی از منظر ابعاد مختلف و درجهت یکپارچه سازی دیدگاه‌های قبلی وجود ندارد و همین فقدان، موثر واقع شدن اغلب راهکارهای پیشنهادی در سایر محیط‌های ابری را تحت الشعاع قرارداده و منجر به درک ناقص از ابعاد مساله و ایجاد فضای آشوب در این حوزه تحقیقاتی گشته است. گام برداشتن درجهت رفع این معضلات از انگیزه‌های

تحقیق در این حوزه و و ارائه دیدگاه پیشنهادی بوده است. بنابراین رویکرد پیشنهادی این پژوهش تحلیل و مدیریت موثر و یکپارچه کارایی در مراکز داده ابری و خدمات ابری مرتبط می‌باشد. لازم به ذکر است منظور از موثر و یکپارچه و چندمنظوره بودن رویکرد پیشنهادی تعامل پویا با تغییرات محیطی مانند نوسانات بارهای کاری و مصرف منابع، بصورت یکپارچه و فارغ از وابستگی به سطح اجرا، متغیرهای محیطی و همچنین امکان آگاهی از قراردادهای سطح خدمت می‌باشد.

در ادامه این مقاله پس از بیان مقدمه و پیشینه تحقیق و مقایسه رویکرد پژوهش حاضر با دیدگاه‌های موجود، ابعاد دیدگاه مدیریتی پیشنهادی به تفصیل ارائه می‌گردد. سپس بمنظور بیان قابلیت‌های عملکردی و مفید بودن دیدگاه پیشنهادی، مطالعه موردی مبتنی بر شبیه‌سازی را براساس سناریوهای خدمت رسانی رایج در رایانش ابری ارائه می‌نمائیم. در نهایت نتایج حاصله از ارزیابی با دیدگاه‌های موجود مقایسه شده و نتیجه گیری و راهکارهای آتی پژوهش بیان می‌گردد.

تاریخچه تحقیقات مرتبط

پیدایش مفهوم رایانش ابری به دهه ۱۹۶۰ میلادی باز می‌گردد. در آن زمان پروفیسور جان مک کارتی که یکی از بنیان‌گذاران هوش مصنوعی است، اظهار داشت: "رایانش ابری روزی به عنوان یک صنعت همگانی سازماندهی خواهد شد". امروزه تکامل خدمات و کارکردهای رایانش ابری با سرعتی شگفت‌انگیز مسیر خود را ادامه می‌دهد و شرکت‌های فعال در این زمینه، روز به روز خدماتی متنوع‌تر و به روزتر به کاربران خود ارائه می‌دهند. در سال‌های اخیر به دلیل رقابت تهیه‌کنندگان خدمات رایانش ابری برای جذب کاربران بالقوه و برتری‌جویی در ارائه خدمات با کیفیت و کارا، حوزه تحقیقی مدیریت کیفیت و بخصوص بعد کارایی به عنوان چالشی چندبعدی و تامل برانگیز مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات جدید دیدگاه‌های مفیدی با اهداف متفاوت جهت بهبود و مدیریت اهداف مختلف کارایی محور در خدمات و محیط‌های ابری پیشنهاد ارائه نموده‌اند.

در این راستا، Wang و همکاران در [۲] و همچنین Freitas و همکاران در [۳] از تکنیک‌های مبتنی بر کنترل همروندی و زمانبندی درخواست‌ها درجهت بهبود و مدیریت کارایی در خدمات ابری نرم افزار به عنوان خدمت بهره گرفته‌اند. در مقابل تحقیقاتی مانند [۴ و ۵] از کنترل نرخ پذیرش درخواست‌ها درجهت تنظیم بار و مدیریت کارایی بهره گرفته‌اند. از سوی دیگر تحقیقاتی مانند [۶ و ۷ و ۸] با تنظیم تخصیص و مدیریت مستقیم منابع سیستمی برای موجودیت‌های فعال در محیط اجرا یا

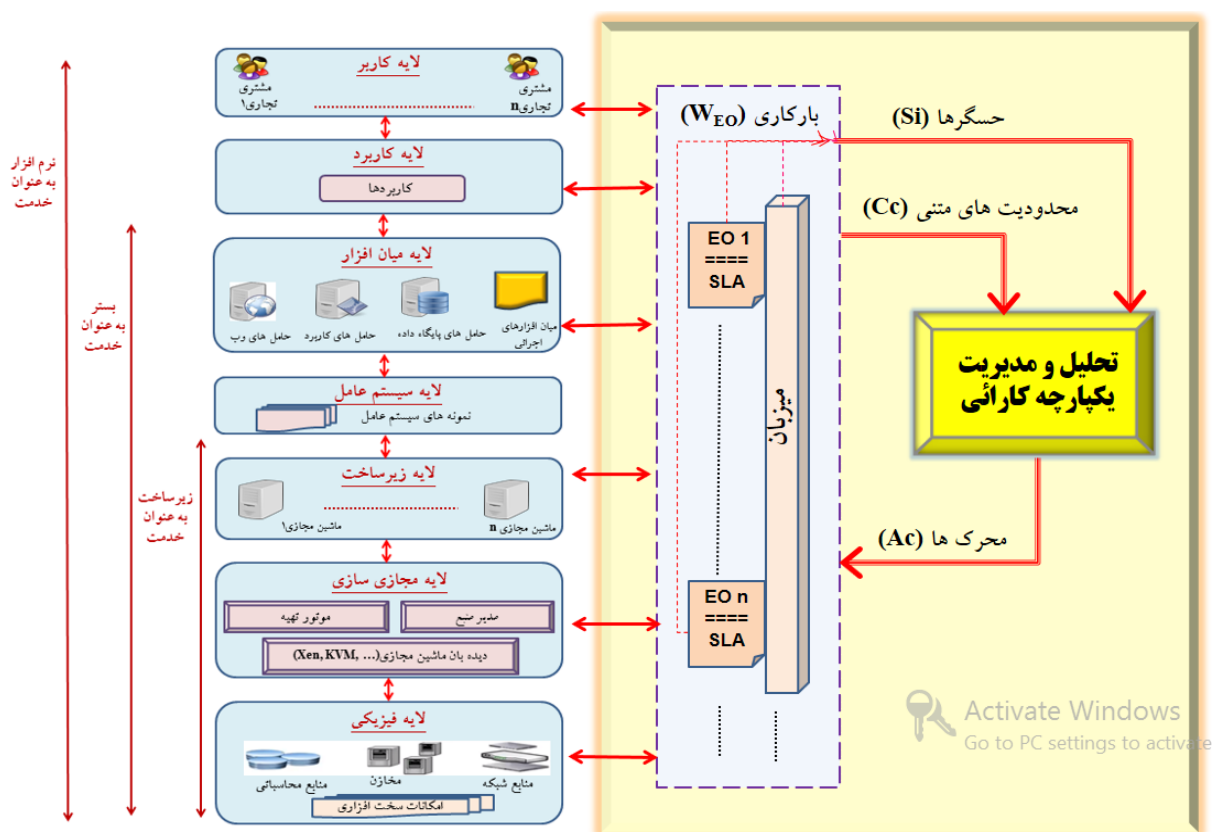
از دیدگاه ما فارغ از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف مدیریت کارائی و میزان جزئی بهبود معیارهای مرتبط، آنچه ضروری بنظر می‌رسد این است که یک دیدگاه مدون، بصورت یکپارچه ایجاد گردد تا بتوان یک یا چند سیاست بهبود کارائی و مکانیزم‌های اجرایی مرتبط را براساس یک فرایند مدیریتی عمومی و قابل توسعه، بصورت موثر بکارگرفت. این همان رویکرد پیشنهادی ما و تفاوت پژوهش حاضر با تحقیقات قبلی می‌باشد. درواقع دیدگاه پیشنهادی این مقاله بهبود و مدیریت کارائی را از منظر کلان مدنظر قرار داده و مستقل از سطح اجرا و راه حل‌ها و تکنیک‌های بهبود کارائی دیدگاه یکپارچه تحلیلی و مدیریتی مدونی را با قابلیت آگاهی از قراردادهای سطح خدمت رایج ابری مرتبط ارائه می‌نماید. چنین دیدگاهی با جامع‌نگری بر ابعاد مختلف مساله مدیریت کارائی می‌تواند درجهت رفع محدودیت‌های فعلی موثر واقع گردد. در قسمت بعد ابعاد دیدگاه پیشنهادی پژوهش حاضر را به تفصیل بیان می‌نمائیم.

دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در رایانش ابری

با توجه به ضرورت و اهمیت ارائه رویکردی جامع و موثر درجهت مدیریت متمرکز و یکپارچه کارائی در محیط‌های رایانش ابری کارائی محور جدید، دراین قسمت دیدگاه تحلیل و مدیریت یکپارچه و موثر کارائی در محیط‌های مبتنی بر رایانش ابری را معرفی می‌نمائیم. این دیدگاه مدیریتی شامل مجموعه‌ای از گام‌های عملیاتی، جریان‌های کاری و فعالیت‌های مرتبط است که مدیران سیستم در مراکز داده ابری را قادر می‌سازد تا بصورت پویا در راستای بهبود و مدیریت معیارها و اهداف کارائی و ارائه خدمات ابری با کیفیت گام بردارند. دیدگاه پیشنهادی در واقع یک چارچوب کاری یکپارچه، خودمختار، تعمیم پذیر و تطابقی در جهت تبیین و کنترل الزامات و نیازمندی‌های اساسی تحلیل و مدیریت کارائی ارائه می‌نماید. شکل ۱. جایگاه دیدگاه پیشنهادی را در محیط رایانش ابری نمایش می‌دهد:

کنشگرهای محیطی در سطوح مختلف مانند ماشین‌های مجازی، حامل‌ها و نمونه‌های کاربرد، موجبات بهبود و مدیریت کارائی را فراهم نموده‌اند. همچنین Patros و همکاران در [۹] و Ramanathan و همکاران در [۱۰] از دیدگاه‌های مبتنی بر اصول کشسانی و مقیاس‌پذیری درجهت کاهش تداخلات و مدیریت کارائی بهره گرفته‌اند، اگرچه چنین دیدگاه‌هایی در مواردی که توجیه اقتصادی وجود داشته باشد موثرند. به عنوان راه‌حلی دیگر می‌توان از امکانات دیده‌بان‌های ماشین مجازی مانند زمانبند منبع در جهت مدیریت منابع و کارائی در محیط‌های مجازی استفاده نمود. برای مثال در ناظر ماشین مجازی Xen استراتژی-های زمانبندی مختلفی مانند روش‌های زمان مجازی قرض شده، ابتدا نزدیک‌ترین مهلت و زمانبند اعتباری جهت توزیع عادلانه توان محاسباتی بین ماشین‌های مجازی وجود دارد [۱۱]. در مقاله [۱۲]، Ren و همکاران تفکیک و جداسازی کارائی در ماشین‌های مجازی حامل کاربردهای ابری با نیازمندی‌های کارائی بالا را از طریق استراتژی‌های تخصیص منبع و زمانبندی در ناظر Xen مورد بررسی قرار می‌دهند. همچنین Suresh و همکاران در [۱۳] چارچوب کاری جهت بهبود توان و مدیریت کارائی مراکز داده ابری را براساس سیاست تنظیم بار تطابقی، براساس موارد کاربرد بخصوص پیشنهاد نموده‌اند.

با احترام به دستاوردهای دیدگاه‌های بیان شده، اغلب راه‌حل‌ها بهبود و مدیریت کارائی را بصورت پراکنده و موردی با تاکید بر سطح خاصی از کاربرد، موجودیت‌های اجرایی، و یا استراتژی‌های مدیریتی خاصی بررسی نموده‌اند. همچنین اغلب راهکارها ایستا بوده و رده بندی پویای درخواست‌ها را درنظر نمی‌گیرند. ضمن اینکه غالباً از قراردادهای سطح خدمت آگاهی ندارند و براساس مطالعات ما درحال حاضر هیچ رویکرد مدیریتی که ابعاد مختلف مساله مدیریت کارائی را بصورت یکپارچه درنظر داشته باشد وجود ندارد. این فقدان باعث شده است کاربرد اغلب دیدگاه‌ها و راه‌حل‌های ارائه شده قبلی در سایر محیط‌های ابری و برای سایر سطوح اجرا سوال برانگیز و مبهم باشد.

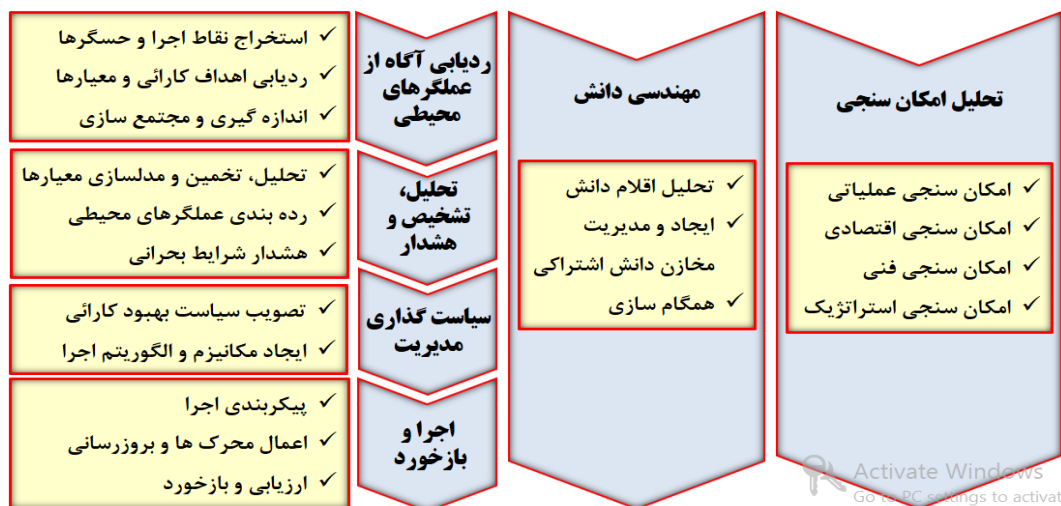


شکل ۱: جایگاه دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در محیط های مبتنی بر ابر

در ساختار تحلیلی و مدیریتی پیشنهادی توسط بکارگیری حلقه بارخورد بصورت یکپارچه و پویا، تنظیمات و محرک های موردنظر جهت بهینه سازی کارائی و تضمین نیازمندی های کارائی که می توانند توسط قرارداد سطح خدمت کارائی نیز تاکید گردند، اعمال شده و درنهایت ارزیابی می گردند. نیازمندی های اساسی این ساختار یکپارچه عبارتند از:

- دیده بانی براساس از عملگرهای محیطی و نهادهای عملیاتی، از معیارهایی مانند بارکاری، مصرف منابع، قراردادهای سطح خدمت و معیارهای کارائی.
- درنظر گرفتن و ایجاد مجموعه ای از مخازن اشتراکی جهت ذخیره سازی و بازیابی شرایط پیش فرض سرویس و همچنین معیارهای دیده بانی شده.
- تحلیل، پیش بینی و شناسایی گلوگاههای کارائی، شرایط تداخل عملکرد و یا تخطی از قرارداد سطح خدمت و تفکیک و رده بندی نهادهای عملیاتی.
- انتخاب یک سیاست گذاری ترجیحی جهت بهبود و مدیریت کارائی و ایجاد مکانیزم اجرائی مناسب.
- اجرای مکانیزم اجرائی و اعمال پیکربندی ها به محیط سرویس از طریق محرک های مرتبط.

همانطور که در شکل بالا مشخص شده است دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی، با هریک از لایه های پشته رایانش ابری مرتبط است و درواقع برای هریک از سطوح خدمات ابری بنیادین و هر رده سرویس هدف، عملگرها و نهادهای عملیاتی، قرارداد سطح خدمت مربوطه و معیارهای کارائی موردنظر را از طریق حسگرهای متصل به نقاط اجرائی (Si) دریافت نموده، سپس اطلاعات موردنیاز جهت پشتیبانی از نیازمندی های عمومی تحلیل و مدیریت کارائی مانند بارکاری (W_{EO}) و محدودیت های متنی (Cc) را نیز توسط حسگرهای مربوطه دریافت می نماید و پس از طی شدن مراحل و فازهای عملیاتی براساس سیاست تحلیل و مدیریتی ترجیحی و مکانیزم اجرائی منتخب، نهایتاً تنظیمات موردنیاز و پیکربندی های کنترلی توسط عملگر و محرک مناسب (Ac) جهت بهینه سازی به نقاط اجرائی متصل به عملگرهای محیطی و نهادهای عملیاتی و محیط خدمات ابری موردنظر اعمال می شوند.



شکل ۲: ساختار دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در رایانش ابری

قابلیت ها و جریان های کاری مرتبط را معرفی می نمایم. در این راستا، شکل ۲. اجزاء و المان های دیدگاه پیشنهادی پژوهش و جریان های کاری اصلی را نمایش میدهد. همانطور که در شکل ۲. نمایش داده شده است، فازهای کاری، گام های عملیاتی و جریان های کاری در ساختار دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی برای محیط های مبتنی بر رایانش ابری به شرح زیر می باشد:

- امکان سنجی اقتصادی: هدف از این امکان سنجی تعیین سود اقتصادی حاصل از استقرار سیستم بهینه سازی و مدیریت کارائی منتخب است. این ارزیابی شامل شناسایی و تعریف منافع سیستم و نیز هزینه های مورد انتظار از قبیل اطلاعات مربوط به عملگرها، امکانات سخت افزاری و نرم افزاری و امکانات عمومی مورد نیاز و تاثیرات اقتصادی ایجاد محیط جدید یا تجهیزات مرتبط آنها می باشد. در امکان سنجی مالی و اقتصادی تلاش می شود تا موضوعات مهمی چون فراهم بودن امکانات زیرساختی و مالی لازم و چگونگی دسترسی به وجوه مرتبط به هنگام تصویب طرح مدیریت کارائی و امکان اجرای آن، مورد بررسی قرار گیرد.
- امکان سنجی فنی: درصدد ایجاد درک صحیحی از منابع فنی موجود در مرکز داده ابری و قابلیت کاربرد این منابع در جهت برآورده ساختن اهداف و نیازهای کارائی مورد انتظار است. همچنین به ارزیابی این مساله می پردازد که تا چه اندازه منابع فنی شامل سخت افزار، نرم افزار و محیط های عملیاتی می توانند در جهت رفع نیازهای کیفی سیستم ارتقا یابند. اگر فناوری موجود کافی باشد، امکان سنجی فنی پروژه آشکاراست و می

نیازمندی های فوق چنانچه بتوانند در قالب ساختار یکپارچه مدیریتی مجتمع سازی شوند قادرند نیازمندی های اساسی و الزامات مدیریت کارائی در محیط های ابری را پشتیبانی نمایند. ارائه چنین ساختار عملیاتی مدیریتی براساس دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت کارائی موثر در رایانش ابری از دستاوردهای پژوهش حاضر می باشد. بمنظور پوشش نیازمندی های فوق، در ادامه مقاله جزئیات ساختار پیشنهادی،

تحلیل امکان سنجی

تحلیل امکان سنجی به معنای امکان تحقق پذیر بودن برنامه مدیریت کارائی و فعالیت های مرتبط در سطوح گوناگون است، مشروط به اینکه شرایط و بسترهای اولیه و مقدماتی برای اجرای آن برنامه فراهم شده باشد. تحلیل امکان سنجی دارای مجموعه وظائفی است که هر کدام از منظرهای مختلف امکان مدیریت کارائی در مرکز داده هدف را مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار می دهد. مهمترین این ابعاد و جریان های کاری در فاز تحلیل امکان سنجی شامل موارد زیر می باشد:

- امکان سنجی عملیاتی: امکان سنجی عملیاتی درجه اهمیت چالش های کیفی و کارائی و لزوم حل آنها را اندازه گیری می کند و در واقع پاسخگویی به دو سوال اساسی زیر است: آیا چالش کارائی موجود و یا مدنظر قابل حل است و می توان استراتژی مدیریتی قابل اجرائی را در این خصوص به کار برد؟ در صورتی که مساله قابل حل است، آیا اصولاً ارزشمندی برای حل آن وجود دارد و ارزش افزوده قابل قبولی در مرکز داده ابری و خدمات مرتبط ایجاد می نماید؟

مجموعه ای از مخازن داده و پایگاه داده های اشتراکی می باشد. در این راستا اطلاعات فنی عمومی محیط خدمت و سیستم هدف از طریق مستند جامع و کاتالوگ سیستم قابل دسترس می باشد [۱۵].

- همگام سازی: در دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی، همگام سازی فعالیت های اجرایی و وظائف مرتبط با بهره گیری از عامل های فعال و ماژول های کنترل کننده، توسط این جریان کاری قابل تحقق می باشد و درواقع ترتیب اجرای عملیات از طریق بکارگیری اطلاعات موجود در مخزن دانش اشتراکی در جهت بهبود کارائی تنظیم می گردد. هماهنگ سازی فعالیت های اجرایی و وظائف در ساده ترین حالت می تواند توسط مشخصه عمومی پشته فراخوانی^۲ و ارجاعات مرتبط پیاده سازی گردد.

ردیابی آگاه از عملگرهای محیطی^۳

این گام با ارتباط مستقیم با محیط اجرای مقصد موجبات اندازه گیری، پایش و نظارت بر اهداف و معیارهای کارائی را بصورت کمی فراهم آورده و فعالیت های زیر را دربر می گیرد:

- استخراج نقاط اجرا و حسگرها: بمنظور ایجاد سطح انتزاع اجرایی یکپارچه و پویا از موجودیت های فعال در محیط اجرای هر سیستم هدف نوعی که در ارائه خدمات ابری و پیکربندی و تخصیص منابع نقش دارد، مدیریت موثر کارائی را بصورت عمومی و براساس مجموعه ای از عملگرهای محیطی^۴ انجام می دهیم. مطابق این انتزاع عمومی، درواقع این عملگرها همه میزبان های اشتراکی و مصرف کنندگان منبع هم مکانی هستند که سطوح انتزاع اجرایی و یا نقاط اجرایی^۵ را جهت اعمال بارکاری، پیکربندی، مصرف و مدیریت منابع در سیستم هدف ایجاد می نمایند. براین اساس ماشین های مجازی، حامل ها، نمونه های کاربردی، وظائف متعلق به کاربردها و نهایتا کاربران می توانند سطوح مختلف عملگرهای محیطی هم مکان روی میزبان مشترک باشند که برای دستیابی به منابع اشتراکی در محیط خدمات رایانش ابری رقابت می کنند [۱۴]. درواقع براساس چنین تحلیل عمومی راه حل پیشنهادی ما مانند برخی از راه حل ها در تحقیقاتی مانند [۲و ۸]، در تبیین و اجرای سیاست های مدیریت منبع و کارائی محدود به سطح خاصی از موجودیت ها و کنشگرهای محیطی نمی باشد و قابلیت توسعه و تطابق

توان مقدمات به کارگیری دیدگاه و استراتژی مدیریت کارائی منتخب را بکار گرفت.

- امکان سنجی استراتژیک: امکان سنجی استراتژیک بر عناصر مهمی که در اجرای موفق یک رویکرد مناسب جهت بهینه سازی و مدیریت کارائی و مکانیزم اجرای مرتبط نقش دارند تمرکز دارد. حتی اگر فناوری بکار رفته مطلوب باشد، تا زمانی که از قابل پشتیبانی بودن و مناسب بودن سیاست و روش مدیریت کارائی برای مرکز داده و سیستم هدف اطمینان حاصل نشود، این استراتژی قابل اجرا نخواهد بود.

بنا بر موارد ذکر شده، امکان سنجی تحلیل نیازمندی ها، الزامات، گزینه ها و یا روش های بهبود کارائی در محیط رایانش ابری هدف را به عهده داشته و از حیاتی ترین اقدامات در جهت مدیریت موثر کارائی می باشد و به شناسایی بهترین سناریوهای اجرایی کمک می کند.

مهندسی دانش^۱

این فاز عملیاتی و جریان های کاری مرتبط شامل مجموعه ای از فعالیت های مدیریتی درجهت ایجاد، ثبت، بروزرسانی و مدیریت زیرسیستم های اطلاعاتی و پایگاه داده ای و مخازن داده اشتراکی مرتبط جهت ذخیره و بازیابی داده ها و اطلاعات محیط اجرای خدمت و همچنین اطلاعات بدست آمده در طول فرایند تحلیل و مدیریت کارائی می باشد و همواره جریان دارد. مهمترین جریان های کاری در این فاز عبارتند از:

- تحلیل اقلام دانش: شامل توصیف و تحلیل کلانی از ورودی ها، خروجی ها و کارکردهای اصلی سیستم هدف، بررسی خدمات مرتبط، معیارهای کارائی هدف، وضعیت کارائی موجود و مطلوب و همچنین توصیفی از شیوه کار فعلی براساس بارکاری و کنشگرهای محیطی موجود می باشد و درواقع توسط این جریان کاری مبنائی برای مراحل بعدی پایه ریزی می گردد.
- ایجاد و مدیریت مخزن دانش اشتراکی: در فرایند مدیریت موثر کارائی مخزن دانش مسئول ذخیره، بروزرسانی و بازیابی اطلاعات جریان کاری قبلی و اقلام دانش شناسائی شده می باشد. مهمترین این اقلام دانش شامل خصوصیات بارهای کاری وارده به سیستم و معیارهای کارائی مرتبط ازجمله میزان مصرف منابع اشتراکی، سیاست های تخصیص منبع و مدیریت کارائی ارجح، توافقات سطح خدمت و اهداف مرتبط، از طریق

سطح خدمت را شناسائی نمود. در این راستا یک مدل کارائی صریح می تواند وابستگی های کمی را منعکس نموده و مدل های همبستگی ایجاد نماید که کارائی را به معیارهای سیستمی مشاهده شده مرتبط ساخته و تاثیر تغییرات احتمالی این معیارها را توسط یک الگوریتم تخمینی مانند روش هائی که در مقاله [۲] پیشنهاد شده است، مشخص نماید.

- رده بندی عملگرهای محیطی: با بکارگیری الگوریتم های تفکیک و طبقه بندی عملگرهای محیطی در سیستم هدف می توان رده های مختلف نهادها اعم از عملگرهای نرمال، پرمصرف و همچنین موجودیت های قربانی که کارائی آنها تهدید می شود را، براساس معیارهایی مانند بارکاری، میزان مصرف منابع و اهداف سطح خدمت استخراج نمود.
- هشدار شرایط بحرانی: براساس تحلیل و یا تخمین وضعیت کارائی و همچنین رده بندی عملگرها در سیستم هدف، ماژول هشدار قادر خواهد بود گلوگاهها و منابع تداخل کارائی و نقاط تخطی از قرارداد سطح خدمت را شناسائی نموده و توسط هشدارهای سیستمی مناسب اعلام نماید.

سیاست گذاری مدیریت^۷

براساس اطلاعات بدست آمده از فعالیت ها و جریان های کاری قبلی که در مخزن دانش اشتراکی و پایگاه داده های مرتبط موجود می باشند، در گام بعد لازم است رویکرد و راهکاری مناسب در جهت بهبود معیارهای کیفی و مدیریت موثر کارائی در سیستم هدف بکار گرفته شود. در این راستا انجام فعالیت های زیر در جهت تحقق و سیاست گذاری مدیریت کارائی توصیه می گردد:

- تصویب سیاست بهبود کارائی: در حالت کلی رویکرد سراسری و راه حل عمومی منتخب جهت انتقال سیستم به شرایط مطلوب و مورد انتظار، درواقع سیاست بهبود و مدیریت کارائی را براساس یک یا چند مکانیزم اجرائی مشخص می نماید. اساسا سیاست های مدیریت کارائی و مکانیزم های اجرائی مرتبط در مراکز داده ابری براساس شرایط محیطی، محدودیت ها و ترجیحات تهیه کننده خدمات ابری و با توجه به کاتالوگ سرویس و قراردادهای سطح خدمت تبیین و تدوین می گردند. از مهم ترین سیاست های بهبود و مدیریت کارائی در مراکز داده ابری سیاست های تنظیم بار و زمانبندی اولوی پویا می باشند

دیدگاه مدیریتی پیشنهادی با محیط های مختلف ارائه خدمات رایانش ابری فراهم می گردد.

- ردیابی اهداف کارائی و معیارها: در دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی، اهداف کارائی باید در قالب معیارها و شاخص های عملکردی مرتبط تعریف و تبیین شوند. در محیط ارائه خدمات ابری مهم ترین معیارهای کارائی از ابعادی مانند ابعاد کمی، کیفی، هزینه و زمان قابل تحلیل و تفسیر می باشند. در این راستا، اساسا شاخص های عملکردی روش سنجش معیارهای کارائی و وضعیت حرکت به سوی اهداف کارائی را مشخص می نمایند. لازم به ذکر است که شاخص های عملکرد باید ویژگی SMART & D^۱ را داشته باشند. بدین معنی که معین و صریح باشند، بطوری که برداشت یکسانی از مفاهیم ایجاد نمایند. قابل اندازه گیری باشند و سنجش آن ها به سادگی مقدور بوده و علاوه بر عملکرد کمی، قابلیت تعریف عملکرد کیفی براساس متغیرهای کمی را نیز داشته باشند.
- اندازه گیری و مجتمع سازی^۲: این فعالیت اطلاعات پردازشی مورد نیاز از جمله معیارهای کارائی و اهداف سطح خدمت^۳ سیستم هدف را توسط حسگرهای متصل به نقاط اجرائی اندازه گیری نموده و در مخزن دانش اشتراکی تجمع، ذخیره سازی نموده و تغییرات مقادیر را رصد می نماید. بکارگیری عامل های دیده بانی^۴ و تهیه فایل های ثبت وقایع^۵ از روش های معمول و رایج اندازه گیری و تجمع مقادیر معیارهای کارائی مورد نظر در سیستم هدف می باشند.

تحلیل، تشخیص و هشدار^۶

این گام علائم و اطلاعاتی که توسط فاز قبلی در مخزن دانش اشتراکی مجتمع سازی شده اند را در جهت کشف یا پیش بینی گلوگاهها و تداخلات کارائی و هشدار شرایط بحرانی سیستم مانند سرریز میزبان و یا تخطی از قراردادهای سطح خدمت، بکار می گیرد. در این راستا، انجام فعالیت های زیر در راهکار پیشنهادی توصیه می گردد:

- تحلیل، تخمین و مدلسازی معیارها: با تحلیل شرایط محیطی، تعیین ارتباط بین بارهای کاری، پایش میزان تخصیص و مصرف منابع و سنجش معیارها و اهداف سطح خدمت می توان بصورت فعال و یا به روش پیشگویانه گلوگاهها و تداخلات کارائی و شرایط نقض قراردادهای

دهنده های فیزیکی و تنظیمات منبع در ماشین های مجازی از رایج ترین محرک ها در سطح زیرساخت می باشند، درحالی که تخصیص حامل ها به ماشین های مجازی و تنظیمات منابع حامل ها (مانند تنظیمات نخ ها و حافظه کش) از محرک های مهم سطح میان افزار بوده، و درنهایت تنظیمات سطح کاربرد مانند تنظیم اولویت اجرا و زمانبندی از محرک های اصلی سطح نرم افزار ابر می باشند که البته تعیین سطح دانه بندی اجرا به سیاست مدیریت کارائی منتخب و مکانیزم اجرایی موردنظر وابسته می باشد.

• ارزیابی و بازخورد: در یک دیدگاه مدیریتی موثر پس از اعمال سیاست مدیریت کارائی منتخب و اجرای مکانیزم موردنظر لازم است تاثیر تنظیمات جدید و پیکربندی های مجدد روی کارائی و پارامترهای کیفی محیط اجرا رصد شده و برآورد دقیقی از بروزرسانی ها بدست آمده و بازخوردهای لازم ایجاد گردد تا بازبینی های موردنیاز به محیط اجرا اعمال گردد. این فعالیت از طریق تعریف یک یا چند معیار، موثر بودن مکانیزم اجرایی را ارزیابی می نماید. در این راستا می توان از معیارهای کیفی مختلف مانند گذردهی کلی سرویس، میزان مصرف منبع سراسری، نرخ زمان سرویس و... جهت برآورد بهره وری و موثر بودن راه حل انتخابی در افزایش بهره وری خدمات استفاده نمود. نهایتاً لازم است بازخوردی از تغییرات بهره وری و اثربخشی سیاست مدیریتی منتخب ایجاد شده و درصورت نیاز درباره اهداف سطح خدمت مذاکره مجدد صورت پذیرد. درواقع با درنظر گرفتن این فعالیت ها در این گام می توان میزان کارائی و بهره وری را هم از دیدگاه مشتریان و کاربران (با ارزیابی میزان تطابق با قرارداد سطح خدمت)، و هم از دیدگاه تهیه کنندگان خدمات ابری (با ارزیابی راندمان) و همچنین از لحاظ مقایسه عملکرد سیاست های متفاوت مدیریتی ارزیابی و اعتبارسنجی نمود.

پس از توصیف گام های عملیاتی، جریان های کاری و فعالیت های مرتبط در فرایند مدیریت موثر کارائی در مراکز داده ابری، در ادامه به برخی ویژگی ها و مزایای دیدگاه پیشنهادی در مقایسه با دیدگاههای موجود اشاره خواهیم داشت. براین اساس، مهم ترین ویژگی ها و مزایای دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در رایانش ابری را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

• دیدگاه پیشنهادی وابسته به سیاست مدیریت کارائی و مکانیزم اجرایی خاصی نمی باشد. بنابراین دارای این قابلیت می باشد که در محیط های مختلف مبتنی بر

که در قسمت مطالعه موردی این مقاله بمنظور بیان مفید بودن و کاربرد فرایند مدیریتی پیشنهادی بکار گرفته ایم.

• ایجاد مکانیزم و الگوریتم اجرا: پس از انتخاب سیاست مدیریت کارائی مناسب، لازم است مجموعه ای از گام ها و عملیات اجرایی که آن را مکانیزم اجرا^۱ می نامیم درجهت بهبود کارائی براساس الگوریتم مشخصی تدوین گردند. همانطور که بیان شد سیاست ها درواقع اصول و دیدگاههای راه حلی هستند که تصمیمات بهینه سازی کارائی را هدایت می نمایند و قادرند یک رویکرد کلی درجهت مدیریت کارائی را ایجاد نمایند. اما مکانیزم های اجرایی ابزار پارامترگذاری، پیاده سازی و اجرای سیاست های انتخابی براساس فرایندها و الگوریتم های مرتبط می باشند. به عنوان نمونه یک سیاست عمومی در جهت جداسازی و بهبود کارائی تنظیم بار براساس مکانیزم مهاجرت زنده بارکاری می باشد. اما اجراکردن مهاجرت براساس عملگرهای محیطی پرمصرف و یا قربانی نیازمند مکانیزم های اجرایی و الگوریتم های متفاوتی می باشد که لازم است در ساختار دیدگاه پیشنهادی درنظر گرفته شوند.

اجرا و بازخورد^۲

این گام عملیاتی وظیفه تعامل با سیستم هدف و اجرای سیاست مدیریت کارائی منتخب و مکانیزم اجرا و الگوریتم های مرتبط در محیط اجرای خدمت موردنظر را دارد. در این راستا و بمنظور مدیریت موثر کارائی، انجام فعالیت های زیر ضروری است:

• پیکربندی اجرا: بمنظور اعمال مکانیزم اجرای منتخب لازم است ابتدا نقاط اجرایی مرتبط با آن دسته از عملگرهای محیطی که نیازمند تغییر تنظیمات و یا پیکربندی مجدد منابع و شرایط اجرا می باشند تعیین گردند. لازم به ذکر است که در محیط رایانش ابری پیکربندی اجرا در سطوح مختلف پشته ابر توسط مدیران منبع و محرک های مرتبط قابل تحقق می باشد. مهم ترین نمونه های این مدیران منبع تخصیص دهنده های ماشین مجازی در سطح زیرساخت، و تنظیم کننده های بار در سطوح میان افزاری و نرم افزاری معماری رایانش ابری می باشند.

• اعمال محرک ها و بروزرسانی: در ادامه لازم است محرک های مناسب را توسط سیگنال های کنترلی موردنیاز به نقاط اجرای شناسائی شده اعمال نموده و بروزرسانی ها را انجام داده و ارتباطات را مدیریت نمود. لازم به ذکر است که تخصیص ماشین های مجازی به سرویس

در بخش بعد بمنظور بیان قابلیت های عملکردی و مفید و قابل کاربرد بودن دیدگاه تحلیلی و مدیریتی پیشنهادی، مطالعه موردی مبتنی بر شبیه سازی را براساس سناریوهای خدمت رسانی رایج در محیط های رایانش ابری ارائه نموده ایم.

مطالعه موردی

بمنظور بیان مفید بودن و قابلیت کاربرد دیدگاه مدیریت کارائی پیشنهادی از ابزار شبیه سازی CloudSim [۱۶] که از محبوب ترین محیط های شبیه سازی مراکز داده ابری می باشد استفاده نموده ایم. به این منظور گامهای اجرایی و فعالیت های مرتبط در فرایند مدیریتی پیشنهادی را از طریق امکانات کلودسیم و تحت زبان برنامه سازی Java، براساس دو سناریو خدمت رسانی رایج در مراکز داده ابری شامل محیط های اجرای اشتراکی مختلف، نهادهای عملیاتی و مکانیزم های اجرایی متفاوت، شبیه سازی نموده و نهایتاً کارکرد فرایند مدیریتی پیشنهادی را برای این سناریوها ارزیابی و گزارش نموده ایم. لازم به ذکر است که سناریو اول که از سناریوهای رایج در ارائه خدمات ابری زیرساختی و میان افزاری می باشد، روی تهیه نیازمندی های کارائی برای ماشین های مجازی هم مکان روی میزبان های فیزیکی اشتراکی در مرکز داده تمرکز داشته و سیاست بهبود کارائی تنظیم بار را به همراه دو مکانیزم اجرایی مختلف مبتنی بر مهاجرت زنده را در جهت بهبود و مدیریت معیارهای کارائی بکار می گیرد. سناریو خدمت رسانی دوم که از سناریوهای سطح کاربرد رایج در خدمات ابری می باشد، روی تهیه نیازمندی های کارائی برای وظایف هم مکان روی حامل های کاربرد اشتراکی با نودکارگزار اشتراکی تمرکز دارد و از سیاست بهبود کارائی کنترل همروندی و مکانیزم زمانبندی مبتنی بر اولویت پویا در جهت مدیریت کارائی بهره می گیرد. همچنین لازم به ذکر است در تحلیل آماری انجام شده بمنظور پایدارسازی بیشتر نتایج از میانگین نتایج ۵ بار تکرار آزمون ها و فاصله اطمینان ۹۵٪ در گزارش ها استفاده نموده ایم. در بخش های بعد به شرح تفصیلی سناریوهای شبیه سازی شده، آزمون های انجام شده و گزارش نتایج می پردازیم.

سناریو خدمت رسانی اول

سناریو خدمت رسانی اول دیدگاه مدیریتی پیشنهادی را برای سیستم هدفی که بر تهیه نیازمندی های کارائی برای ماشین های مجازی هم مکان روی میزبان های فیزیکی اشتراکی در مرکز داده تمرکز دارد، پیاده سازی نموده و سیاست مدیریت کارائی تنظیم بار را به همراه دو مکانیزم اجرایی مختلف مبتنی بر مهاجرت زنده، در جهت بهبود و مدیریت معیارهای کارائی بکار می گیرد. براین اساس مجموعه میزبان های فیزیکی موجود و مجموعه ماشین های مجازی هم مکان روی میزبان های فیزیکی نهادهای عملیاتی فعال در محیط سیستم هدف می باشند.

رایانش ابری و براساس قوانین و شرایط حاکم بر محیط اجرایی توسط سیاست های اجرایی متفاوت محقق گردد و قابلیت توسعه برای سناریوهای کاربرد مختلف را داشته باشد. با بهره گیری از این فرایند تهیه کنندگان خدمات ابری و مدیران سیستمی می توانند در هر مرحله ابزارها و روش های اجرای مناسب را از میان گزینه های عمومی و قابل دسترس انتخاب کرده و یا ابزارهای اختصاصی خود را توسعه داده و معیارهای کارائی در سیستم موردنظر را مدیریت و ارزیابی نمایند.

- رویکرد پیشنهادی ابعاد مهم مساله مدیریت کارائی که در تحقیقات مرتبط بصورت پراکنده مورد توجه قرار گرفته است از جمله سطوح مختلف اجرا، قراردادهای سطح خدمت، عملگرهای محیطی مختلف و معیارهای کارائی را در کنار یکدیگر مدنظر قرار می دهد. معیارهای کارائی براساس سطح و نیازمندی های خدمات رایانش ابری و استفاده کنندگان آن ها و همچنین ترجیحات و محدودیت های تهیه کنندگان خدمات ابری مشخص می شوند و درواقع اهداف فرایند مدیریت کارائی را مشخص می نمایند. همچنین این اهداف می توانند در قالب قراردادهای سطح خدمت مورد تاکید قرار گرفته و سناریوهای مدیریت کارائی آگاه از قراردادهای سطح خدمت مرتبط را رقم زنند.
- با بازخورد و اعتبار سنجی از دیدگاه کاربران (با ارزیابی میزان تطابق با قرارداد سطح خدمت) و همچنین از دیدگاه تهیه کنندگان خدمات ابری (با ارزیابی اثربخش و بهره وری) و همچنین مقایسه عملکرد سیاست ها و مکانیزم های اجرایی مختلف می توان مدیریت کارائی موثر و چندمنظوره را در محیط های رایانش ابری بصورت یکپارچه براساس دیدگاه مدیریتی پیشنهادی محقق نمود.
- با تفکیک و رده بندی عملگرهای محیطی در دیدگاه مدیریتی پیشنهادی، امکان شناسائی و تشخیص گلوگاههای کارائی و عوامل تداخلات کارائی میسر می گردد.
- طراحی دیدگاه مدیریت موثر کارائی پیشنهادی مستقل از اطلاعات معنایی می باشد، بدین معنی که در این طراحی معیارهای کارائی به صورت داده های خام جهت تحلیل یکپارچه و مدیریت موثر کارائی استفاده می شوند تا بتوان انواع اهداف کیفی مختلف را در سطوح مختلف خدمات ابری پشتیبانی نمود. این ویژگی موجب توسعه پذیری دیدگاه مدیریتی پیشنهادی می گردد.

مدل سیستمی و اعمال فرایند پیشنهادی

در ارزیابی قابلیت‌های عملکردی دیدگاه مدیریتی پیشنهادی، زیرساخت اجرایی سیستم هدف شامل یک مرکز داده ابری با لیست میزبان‌های فیزیکی $\langle ph_1, ph_2, \dots, ph_m \rangle$ می‌باشد، که هر میزبان لیستی از ماشین‌های مجازی متعلق به مجموعه‌ای مانند $vm_1, \dots, vm_n$ را بصورت هم‌زمان میزبانی می‌نماید. درخواست‌ها و وظایف کاربران بصورت کلودلت‌ها^۱ به ماشین‌های مجازی نگاشت می‌شود. از آنجائی که در چنین محیط خدمتی بهبود توان محاسباتی و پردازشی بر حسب میلیون دستور در ثانیه^۲ از مهم‌ترین چالش‌های کارائی است، بنابراین ما در گام مهندسی دانش و در جریان برنامه‌ریزی استراتژیک این معیار را به عنوان یکی از اهداف کارائی در نظر می‌گیریم. در این گام ایجاد و مدیریت مخزن دانش اشتراکی و مدیریت دانش براساس جمع‌آوری رخدادهای تاریخچه^۳ مورد نیاز صورت می‌پذیرد.

همانطور که در شکل بالا مشخص است در محیط سیستم هدف، روی هر میزبان فرایند مدیریت محلی منابع و کارائی، و همچنین بین میزبان‌های مرکز داده مدیریت عمومی منابع و کارائی بصورت سراسری بکار گرفته می‌شود. مدیران محلی روی دیده بان‌های ماشین مجازی مبتنی بر Xen مستقر شده و تنظیمات منابع و معیارهای کارائی هر گره را مدیریت می‌نمایند. مدیر عمومی نیز تنظیمات کلی منابع و کارائی در مرکز داده ابری را مدیریت نموده و می‌تواند در نقش هماهنگ کننده وظایف در مهندسی دانش برای تنظیم پیکربندی‌های مرتبط با بهبود کارائی عمل نماید.

در گام ردیابی آگاه از عملگرهای محیطی و در مرحله جمع‌آوری معیارها، رخدادهای تاریخچه مرتبط با توان پردازشی درخواستی و توان مصرفی برای ماشین‌های مجازی و میزبان‌های مرتبط جمع‌آوری می‌گردد. کلاس Log.java در محیط شبیه‌سازی CloudSim مسئول انجام عملیات جمع‌آوری و ذخیره‌سازی تاریخچه در طول فرایند می‌باشد. این کلاس توانائی جایگزین نمودن جریان‌های مختلف خروجی را توسط وارد کردن کلاس java.io.OutputStream در محیط فراهم می‌نماید.

در دیدگاه مدیریتی پیشنهادی گام تحلیل، تشخیص و ارزیابی، تخمین و مدل‌سازی وجود گلوگاه و تداخل کارائی را براساس تهدید قرارداد سطح خدمت سراسری و مصرف افزونه توان پردازشی روی هر میزبان تشخیص می‌دهد. در این گام با مهیا شدن رخدادهای تاریخچه پس از تحلیل، تخمین و مدل‌سازی معیار کارائی منتخب (توان پردازشی) و رده بندی عملگرها از لحاظ میزان مصرف و دستیابی به منابع پردازشی، وجود تداخل کارائی و نقض قرارداد سطح خدمت سراسری تحلیل و گزارش می‌گردد. بمنظور بیان

مفید بودن دیدگاه مدیریتی پیشنهادی در جهت اعمال و مقایسه مکانیزم‌های اجرایی متفاوت، در گام سیاست گذاری مدیریت، سیاست مدیریتی تنظیم بار پویا را براساس بکارگیری دو مکانیزم اجرایی مختلف، در جهت بهبود و مدیریت موثر معیارهای کارائی بکار گرفته ایم. ایده اصلی مکانیزم‌های اجرایی تنظیم بارکاری میزبان مبدا دارای احتمال تداخل کارائی براساس مهاجرت نهادهایی که قرارداد سطح خدمت آن‌ها تهدید می‌شود به میزبان مقصد دارای منابع کافی بمنظور پرهیز از تداخل کارائی و نقض قرارداد سطح خدمت می‌باشد. در اولین مکانیزم اجرایی از تکنیک مبتنی بر آستانه تطابقی بنام دامنه بین چارکی (IQR Mode)^۴ بمنظور استنتاج حالت سرریز میزبان و وجود تداخل کارائی [۱۷] و [۱۸]. IQR یک تکنیک پراکندگی آماری است که معادل تفاوت بین سومین و چهارمین چارک در نمونه‌های جمع‌آوری شده است و درواقع طول فاصله ای را که نیمه مرکزی مشاهدات دربردارد، به دست می‌دهد و به عنوان یک معیار ارزیابی پراکندگی بر واریانس و انحراف معیار ارجحیت دارد. بمنظور برآورد آستانه پویا استفاده از پردازند (Thr) با مقدار پیش فرض ۷۰٪، استفاده شده است.

همچنین در مکانیزم اجرایی دوم روش تحلیل پیشگویانه مبتنی بر رگرسیون خطی (LR Mode)^۵ [۱۵] و [۲۱] جهت استنتاج زود هنگام وجود تداخلات کارائی روی میزبان استفاده شده است. اساسا تحلیل رگرسیون شمائی از تکنیک‌های مدل‌سازی پیشگویانه است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و وابسته را بررسی می‌نماید. این تکنیک برای پیش بینی و یافتن رابطه اثر علی بین متغیرها بکار می‌رود. در این تکنیک مدل‌سازی تلاش می‌شود ارتباط بین متغیرهای محیطی براساس برازش یک معادله خطی از داده‌های مشاهده شده و یافتن یک خط روند برای مجموعه نقاط متناظر مدل‌سازی گردد. هر دو مکانیزم اجرای بکارگرفته شده براساس معیارهای منتخب در گام تحلیل با حالت پایه^۶ مبتنی بر آستانه ایستا (St Mode) بدون بهینه سازی مقایسه شده اند.

همچنین لازم به ذکر است که براساس تحقیقات مرتبطی همچون [۱۹] و [۲۰] در چنین شرایطی تهدید قرارداد سطح خدمت زمانی اتفاق می‌افتد که یک ماشین مجازی نوعی به دلیل رقابت با سایر ماشین‌های مجازی رقیب بر سر دستیابی به منابع اشتراکی نتواند به میزان منابع پردازشی مورد نیاز دست یابد. بنابراین شرط تخطی از قرارداد خدمت در ارزیابی را مطابق رابطه زیر محاسبه نموده ایم:

$$SLAV = \frac{\sum Req_{MIPS} - \sum Alloc_{MIPS}}{\sum Req_{MIPS}} \quad (1)$$

در رابطه بالا $\sum Req_{MIPS}$ و $\sum Alloc_{MIPS}$ به ترتیب مجموع منابع پردازشی مورد نیاز و مجموع منابع پردازشی تخصیص یافته به

۴ Interquartile range (IQR)

۵ Proactive Linear Regression-Based Method

۶ Base Mode

۱ Cloudlets

۲ Million Instructions Per Second (MIPS)

۳ Log Event Collection

HostDynamicWorkload.java در کلودسیم با طول کلودلت متغیر محقق شد. در محیط آزمون دو نوع نود فیزیکی براساس ویژگی های زیر در نظر گرفته شد:

- HP ProLiant ML110 G4 (1x (Xeon 3040 1860 MHz, 2 cores), 4GB RAM, 1 Gbit/s BW, 1 GB Storage);

- HP ProLiant ML110 G5 (1x (Xeon 3075 2660 MHz, 2 cores), 4GB RAM, 1 Gbit/s BW, 1 GB Storage);

بعلاوه، چهارنوع ماشین مجازی با مشخصات زیر روی نودهای فیزیکی توسعه داده شد:

- High-CPU Medium Instance (2.5 EC2 Compute Units, 8.55 GB RAM, 100 Mbit/s BW, 2.5 GB Size);

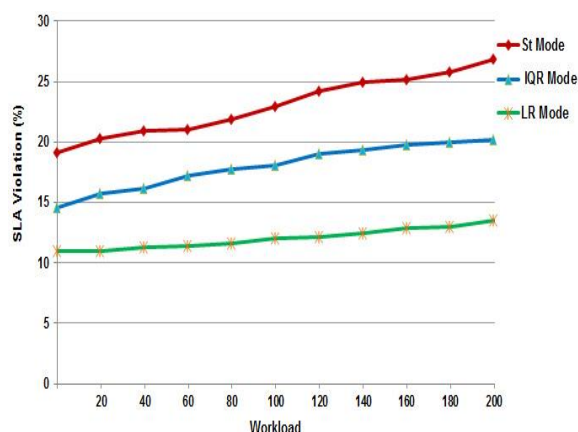
- Extra Large Instance (2 EC2 Compute Units, 3.75 GB RAM, 100 Mbit/s BW, 2.5 GB Size);

- Small Instance (1 EC2 Compute Unit, 1.7 GB RAM, 100 Mbit/s BW, 2.5 GB Size);

- Micro Instance (0.5 EC2 Compute Unit, 0.633 GB RAM, 100 Mbit/s BW, 2.5 GB Size);

را به عنوان معیارهای ارزیابی راندمان و همچنین معیار SLAV را رابطه (۱) را بعنوان معیار ارزیابی میزان مطابقت با اهداف سطح خدمت سراسری در نظر گرفتیم. شکل ۳. میزان کل انرژی مصرفی قبل و بعد از اعمال مکانیزم های اجرایی توسط دیدگاه مدیریتی پیشنهادی را نمایش می دهد.

بحرانی سرریز پرهیز نمایند. همچنین متوسط تغییرات نقض قرارداد سطح خدمت که مبین میزان متوسط افت بهره وری و کارایی پردازنده در هنگامی عدم پاسخگویی به درخواستهای پردازشی بارهای کاری است، توسط آزمون دوم و در شکل ۴. نمایش داده شده است.



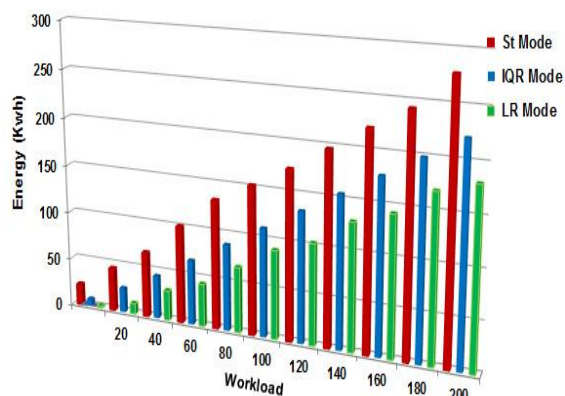
شکل ۴: تغییرات میزان نقض قرارداد سطح خدمت

مقتضیان را مشخص می نمایند. در ادامه اجرای آزمون ها را تشریح نموده و در رابطه با نتایج اجرا بحث می نمائیم.

اجرای آزمون ها، نتایج و بحث

بمنظور حفظ شفافیت تنظیمات عمومی مکانیزم های اجرایی منتخب را یکسان در نظر گرفتیم. همچنین بمنظور تحقق پویایی، هم مکانی و رقابت برای منابع اشتراکی مکانیزم های اجرایی را با تعداد متغیر (۱۰۰-۱۰) میزبان فیزیکی و تعداد متغیر (۲۰-۲۰۰) ماشین مجازی و کلودلت توسعه دادیم. بعلاوه در این سناریو از سیاست اشتراک زمانی^۱ پردازنده استفاده شده است تا زمانبند ظرفیت هسته را در میان وظایف مختلف به صورت پویا توزیع نماید و این امکان را ایجاد نماید تا چندین وظیفه و چندین کلودلت همزمان در یک ماشین مجازی و چندین ماشین مجازی همزمان روی یک نود فیزیکی قابل اجرا باشند و درواقع مکانیزم ها به محیط اجرای اشتراکی مستعد رقابت برای دستیابی به منابع اشتراکی و مستعد ایجاد تداخلات کارایی اعمال گردند. آزمون ها مبتنی بر بارهای کاری تصادفی و براساس توسعه کلاس

در آزمون ها حد شبیه سازی^۲ معادل ۲۴ ساعت (۸۶۴۰۰ ثانیه) در نظر گرفته شد و میزان مصرف منابع در بازه های زمانی ۵ دقیقه ای (۳۰۰ ثانیه) اندازه گیری شده است. بمنظور ارزیابی عملکرد سیاست بهبود کارایی منتخب و مکانیزم های اجرایی مرتبط، میزان کل توان پردازشی مصرفی روی میزبان برحسب کیلووات ساعت



شکل ۳: تغییرات مصرف انرژی

درمقایسه مصرف کل انرژی قبل و بعد از اعمال دیدگاه مدیریتی پیشنهادی و مکانیزم های اجرایی منتخب، همانطور که در نمودار بالا مشخص است، کاهش محسوس مصرف انرژی پس از اعمال دیدگاه مدیریتی پیشنهادی مشهود است. درواقع فرایند مدیریت موثر کارایی پیشنهادی توانسته است مصرف انرژی روی میزبان فیزیکی را از میزان متوسط ۱۴۸/۲۰۸ به مقدار متوسط ۱۱۱/۹۸۰ برای مکانیزم اول و مقدار متوسط ۸۸/۴۴۷ کاهش داده و از شرایط

مساله گشته است. بنابراین در مقایسه با تحقیقات قبلی، هدف این پژوهش گام برداشتن درجهت جبران نواقص مذکور می باشد و مهم ترین دستاورد آن دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در محیط های مبتنی بر رایانش ابری می باشد. مهم ترین دستاورد پژوهش حاضر رویکرد یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در محیط های رایانش ابری می باشد. مهم ترین جنبه نوآوری دیدگاه پیشنهادی این است که این دیدگاه نوین ابعاد مختلف مساله مدیریت کارائی شامل ابعاد عملکردی، معماری، تکنولوژیکی و اجرایی را بصورت یکپارچه و پویا تحلیل نموده و یک دیدگاه مدیریتی در جهت پیوند دادن این ابعاد ارائه می نماید. رویکرد پیشنهادی پویا و یکپارچه است به دلیل آن که متغیرها و عملگرهای پویای محیطی رادر نظر داشته و همچنین نیازمندی های اساسی کارائی را برای کاربردها و خدمات ابری بنیادین پوشش می دهد و محدود به سطح خاصی از کنشگرها، خدمات، سیاست ها و مکانیزم های اجرایی نمی باشد و قابلیت تعمیم و توسعه پذیری دارد. دیدگاه پیشنهادی فرایند مدیریت کارائی را به مجموعه ای از فازهای عملکردی و جریان ها و مراحل کاری مرتبط تجزیه نموده و برای هر فاز جریان های کاری شفاف را پیشنهاد می نماید. رویکرد پیشنهادی برخلاف راه حل های موجود، مستقل از سطح کاربرد و عملگرهای محیطی، اهداف کارائی را در کل پشته ابر بصورت یکپارچه و پویا مدیریت می نماید تا موثر واقع گردد. نتایج ارزیابی ها مبین سودمندی رویکرد پیشنهادی در شناسایی گلوگاههای کارائی و بهبود چندمنظوره اهداف کارائی در مراکز داده ابری می باشد. بنابراین ایجاد ساختاری یکپارچه، گام به گام و مدون جهت استخراج و تبیین نیازمندی های بهبود کارائی و اعمال سیاست های مدیریتی، مانند دیدگاه پیشنهادی پژوهش حاضر توصیه می گردد. در انتها امیدواریم رویکرد پژوهش حاضر بتواند به عنوان تلاشی درجهت ایجاد نقشه راه عمومی و دیدگاهی درجهت دستیابی موثر به اهداف کارائی در حوزه خدمات رایانش ابری بکار گرفته شده، و همچنین بتواند درجهت یکپارچه سازی دیدگاههای قبلی در این حوزه پژوهشی گام بردارد.

مراجع

- [1] K.L. Devi, S. Valli, "Multi-objective heuristics algorithm for dynamic resource scheduling in the cloud computing environment," *J Supercomput* (2021). <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03606-2>.
- [2] W. Wang, X. Huang, X. Qin, W. Zhang, J. Wei, and H. Zhong, "Application-level cpu consumption estimation: Towards performance isolation of multi-tenancy web applications," *IEEE 5th international conference on Cloud computing*, pp. 439-446, 2012.
- [3] A. L. P. Freitas, and M. M. Freitas Neto, "Assessing the service quality in Software-as-a-Service from the customer's perspective: a methodological approach and case of use," *J Production*, vol. 27, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.20170020>

براساس نتایج بدست آمده دیدگاه مدیریت موثر کارائی پیشنهادی توانسته است متوسط نقض قرارداد سطح خدمت روی میزبان فیزیکی را از میزان ۲۳/۰۱۵ به مقدار ۱۷/۹۶۸ برای مکانیزم اول و مقدار برای مکانیزم دوم ۱۲/۰۱۷ کاهش دهد.

درکل نتایج شبیه سازی نشان می دهند که بکارگیری دیدگاه مدیریت موثر کارائی پیشنهادی و سیاست بهبود کارائی منتخب توانسته است معیارهای کارائی و اهداف سطح خدمت را در هر دومکانیزم اجرایی نسبت به حالت ایستای اولیه بهبود بخشیده و منجر به افزایش بهره وری انرژی در مرکز داده ابری، کاهش محسوس نقض قراردادهای سطح خدمت سراسری و همچنین کاهش هزینه گردد، که درنظر گرفتن این ابعاد درکنار یکدیگر در اغلب تحقیقات مرتبط از جمله مقالات [۲۵-۲۲] نادیده گرفته شده است. همچنین از نتایج آزمون ها چنین استنباط می گردد که مکانیزم اجرایی پیشگویانه (LR Mode) اعمال شده برای هر دومعیار درنظر گرفته شده (میزان مصرف کلی انرژی، و میزان متوسط نقض قرارداد سطح خدمت) نسبت به حالت پایه، و همچنین مکانیزم اجرای مبتنی بر IQR بهبود بیشتری ایجاد می نمایند، اگرچه هزینه اعمال آن نسبت به مکانیزم اجرای مبتنی بر IQR بیشتر است، زیرا اساسا در روش های پیشگویانه نیازمند بازیابی اطلاعات و تحلیل پیشگویانه از داده های تاریخچه می باشیم. درکل نتایج آزمون های اولیه دلالت بر مفید بودن و قابلیت کاربرد دیدگاه تحلیلی و مدیریتی پیشنهادی دارد. در همه موارد پس از اعمال سیاست مدیریتی و مکانیزم های اجرایی در مقادیر معیارهای کارائی نسبت به حالت پایه بهبود حاصل شد. این تلاش می تواند رویکرد نوینی درجهت پشتیبانی از دیدگاه یکپارچه تحلیل و مدیریت موثر کارائی در محیط های رایانش ابری باشد.

نتیجه گیری و راهکارهای آتی

امروزه دستاوردهای عظیم حوزه فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی از جمله خدمات رایانش ابری تبدیل به جزئی حیاتی از زندگی علاقه مندان و کاربران خبره این تکنولوژی ها گشته است و این دستاوردها با سرعت روزافزون روز به روز در حال گسترش و پیشرفت می باشند. همسو با این پیشرفت نیازهای کاربران خدمات این حوزه مانند حفاظت از کارائی، پردازش سریع، دسترسی پویا به منابع زیرساختی، ایجاد مشارکت متقابل با کمترین هزینه، نیز اهمیت زیادی یافته اند. راه حل اساسی که امروز در این عرصه فناوری برای دستیابی به اهداف فوق پیشنهاد می شود مدیریت کارائی می باشد که همواره به عنوان یک چالش مهم در این حوزه مطرح بوده است. تحقیقات قبلی، این مساله را از ابعاد خاصی مدنظر قرار داده و درحال حاضر فقدان یک رویکرد تحلیلی و مدیریتی موثر خودکار و چندمنظوره درجهت پیوند دیدگاههای قبلی، موجب ایجاد فضای آشوب در این حوزه تحقیقاتی و درک ناقص از ابعاد

- [17] A. Beloglazov, and 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*, vol. 24, pp. 1397-1420, 2012.
<https://doi.org/10.1002/cpe.1867>.
- [18] B. R. Madhu, A.S. Manjunatha, P. Chandra, and C. Murthy, "A Comparative Study of Algorithms For Efficient Dynamic Consolidation of Virtual Machines In Cloud," *J Applied Engineering Research*, vol. 11, no. 6, pp. 4597-4600, 2016.
- [19] B. Sundarraj, "A Stochastic Model to Investigate Data Center Performance and QoS in IaaS Cloud Computing Systems," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization)*, vol. 3, no. 3, 2015.
- [20] F. Farahnakian et al., "Using ant colony system to consolidate VMs for green cloud computing," *J IEEE Trans. Services Comput.*, vol. 8, no. 2, pp. 187-198, 2015. <https://doi.org/10.1109/TSC.2014.2382555>
- [21] Z. Wang, X. Tang, and X. Luo, "Policy-Based SLA-Aware Cloud Service Provision Framework," In *Proceedings of the Seventh International Conference on Semantics Knowledge and Grid*, pp. 114-121, 2011.
- [22] L. Zhang, Y. Zhuang, and W. Zhu, "A Balanced Scheduling Algorithm for Virtual Cloud Resources based on Dynamic Power-Aware, Mechatronic Sciences," *Electric Engineering and Computer (MEC), Proceedings 2013 International Conference*, 2013.
- [23] B. Kanani and B. Maniyar, "Review on Max-min Task Scheduling Algorithm for Cloud Computing," *J Emerging Technologies and Innovative Research*, vol. 2, pp. 781-784, 2015.
- [24] G. Gaurav, et al., "A simulation of priority based earliest deadline first scheduling for cloud computing system," *Networks & Soft Computing (ICNSC), 2014 First International Conference on*. IEEE, 2014.
<https://doi.org/10.1109/CNSC.2014.6906659>
- [25] BP. Rimal, and M. Maier, "Workflow Scheduling in Multi-Tenant Cloud Computing Environments," *IEEE Trans Parallel Distrib Syst*, vol. 28, no.1, pp.290-304, 2017.
<https://doi.org/10.1109/TPDS.2016.2556668>
- [4] E. Iranpour, and S. Sharifian, "A distributed load balancing and admission control algorithm based on fuzzy type-2 and game theory for large scale SaaS architecture," *J Future Generation Computer Systems* Vol. 86, pp. 81-98, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2018.03.045>
- [5] R. Krebs, M. Loesch, and S. Kounev, "Platform-as-a-Service Architecture for Performance Isolated Multi-Tenant Applications," in *Cloud Computing (CLOUD), IEEE 7th International Conference on*, pp. 914-921, 2014.
- [6] A. M. Sampaio, and J. G. Barbosa, "Chapter Three-Energy-Efficient and SLA-Based Resource Management in Cloud Data Centers," *J Advances in Computers*, vol. 100, pp. 103-159, 2016.
<https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2015.11.002>
- [7] J. Almeida, V. Almeida, D. Ardagna, Í. Cunha, C. Francalanci, and M. Trubian, "Joint admission control and resource allocation in virtualized servers," *J Parallel and Distributed Computing*, vol. 70, pp. 344-362, 2010.
- [8] Y. Gao, H. Guan, Z. Qi, T. Song, F. Huan, and L. Liu, "Service level agreement based energy-efficient resource management in cloud data centers," *J Computers & Electrical Engineering*, vol. 40, pp. 1621-1633, 2014.
- [9] P. Patros, S. A. MacKay, K. B. Kent, and M. Dawson, "Investigating resource interference and scaling on multitenant PaaS clouds," in *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 166-177, 2016.
- [10] R. Ramanathan, B. Latha, "Towards optimal resource provisioning for Hadoop-MapReduce jobs using scale-out strategy and its performance analysis in private cloud environment," *Cluster Comput*, pp. 1-11, 2018.
<https://doi.org/10.1007/s10586-018-2234-8>
- [11] Xen NUMA roadmap, 2015.
[Online] Available: <http://t.cn/RoiaLQP>.
- [12] J. Ren, Y. Qi, Y. Dai, Y. Xuan, and Y. Shi, "A lightweight nested-virtualization VMM for hosting high performance computing on cloud," *J Systems and Software*, Vol. 124, pp. 137-152, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.11.001>
- [13] S. Suresh, and S. Sakthivel, "A novel performance constrained power management framework for cloud computing using an adaptive node scaling approach," *J Computers & Electrical Engineering*, vol. 60, pp. 30-44, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.04.018>
- [14] N. Fareghzadeh, M.A. Seyyedi, and M. Mohsenzadeh, "Dynamic performance isolation management for cloud computing services," *J Supercomputing*, vol. 74, no.1, pp.417-455, 2018.
<https://doi.org/10.1007/s11227-017-2135-2>
- [15] A. García, I. García, I. Blanquer Espert, and V. Hernández García, "SLA-driven dynamic cloud resource management," *J Future Gener. Comput. Syst*, vol.31, pp.1-11, 2014.
- [16] R.N. Calheiros, R. Ranjan, A. Beloglazov, C.A. DeRose, and R. Buyya, "CloudSim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms," *J Softw Pract Exp*, vol. 41, pp. 23-50, 2011.

