فصلنامه علمی- تخصصی معارف علوم انسانی و علوم اسلامی

شماره یازدهم، زمستان ۱۴۰۱، ص٤٤٥-٤٦٠

بهبود طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی برای ایجاد تعادل بار کاری با استفاده از شبکه عصبی

وحید حق‌ویردی نیا[۱]

محمد فرجی مهماندار[۲]

چکیده

یکی از مشکلاتی که همواره در رایانش ابری[۳] وجود دارد مصرف بالای انرژی ناشی از تعداد زیاد منابع در مراکز داده ابر است. رایانش مه نیز قابلیت جابجایی، منابع محاسباتی، پروتکل‌های ارتباطی، همگون بودن واسط‌ها، جامعیت ابر و تحلیل‌های داده‌های توزیع شده جهت برآورد نیازمندی‌های برنامه‌های با تاخیر کم با تراکم جغرافیایی نیاز دارند را فراهم می‌کند. تفاوت رایانش ابری و رایانش مه در این است که رایانش مه یک زیرساخت توزیع شده برای داده‌ها، محاسبات، ذخیره سازی و برنامه‌های کاربردی بین دستگاه‌های تولید کننده داده و ابر می‌باشد. از طرفی، تاخیر در رایانش ابری بسیار زیاد است اما در رایانش مه بسیار کم است. محل خدمات رایانش مه در لبه شبکه محلی است، برعکس محل خدمات رایانش ابری در اینترنت است. ارتباطات در زمان واقعی از طریق رایانش ابری و محدوده پشتیبانی می‌شود. داده‌ها و برنامه‌های کاربردی در یک ابر پردازش و برای داده‌های بزرگ وقت گیر می‌باشد. در مقاله حاضر مدلی برای رفع مسائل مربوط به ایجاد تعادل بار کاری و نحوه پشتیبانی از مدیریت خودکار هر ماشین مجازی و پیدا کردن ماشین مجازی مناسب برای هر کار درخواست شده از سوی کاربر با درنظرگیری متغیرهای بار پردازنده، هزینه، زمان اجرا، اندازه کار بر حسب بایت و میزان استفاده از ماشین مجازی پیشنهاد و ارائه می شود که براساس مطالعات صورت گرفته تاکنون از موضوع و روش تحقیق حاضر به کار نبرده شده است پس از لحاظ موضوع و روش دارای نوآوری است.

کلیدواژگان: ماشین های مجازی، تعادل بار، شبکه عصبی

---

[۱] -کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر معماری سیستم های کامپیوتری.

[۲] . استادیار گروه کامپیوتر، دانشکده مهندسی فناوری اطلاعات، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران.

[۳] cloud computing

۱- مقدمه

با توجه به تغییرات سبک زندگی که از حالت سنتی به مدرن در حال وقوع است، سیستم های کامپیوتری نیز این تغییرات را سریعتر انجام می دهند (فرجی مهماندار[۱] و همکاران، ۲۰۲۰). رایانش ابری یکی از تغییرات سیستم های کامپیوتری است که منابع، اطلاعات، نرم افزار و سرویس های وب را بر اساس نیاز کاربران نهایی تقسیم می‌کند و در اختیارشان قرار می‌دهد (هونگ[۲] و همکاران، ۲۰۱۲). رایانش ابری برای جبران محدودیت های ذخیره سازی و پردازش دستگاه های هوشمند معرفی شده است. در واقع می تواند منابع انعطاف پذیر متناسب با نیازهای کاربردی این دستگاه ها را فراهم کند (فرجی مهماندار[۳] و همکاران، ۲۰۲۱). رایانش ابری اساساً منابع محاسبات و ذخیره سازی مشترک را فراهم می‌کند. همچنین، یکی از الزامات این مدل، برنامه ریزی و تخصیص وظایف فعلی است که باید با سطح بالایی از کیفیت خدمات مورد نیاز کاربران و حداکثر استفاده از منابع ابری اجرا شود (التروب و قربی[۴]، ۲۰۱۸). رایانش ابری یک فناوری امیدوارکننده است که با هدف ارائه منابع، نرم‌افزار و پلتفرم‌های تجسم‌شده مختلف به‌عنوان خدمات برای مشتریان خود استفاده است (مصدری و خوش نویس[۵]، ۲۰۲۰).

رایانش ابری در سال‌های اخیر محبوبیت بالایی بدست آورده است. این تکنولوژی روندی رو به رشد در فناوری اطلاعات دارد که راه حل‌های محاسباتی کم هزینه و پویا را فراهم می‌کند. رایانش ابری مزایای بسیاری را نیز ارائه می‌دهد از جمله صرفه جویی در هزینه‌ها، چرا که نیاز به نصب و راه اندازی اولیه‌ی منابع نیست. مقیاس پذیری و انعطاف پذیری را نیز ارائه می‌دهد، زیرا کاربران می‌توانند تعداد سرویس‌ها را بر اساس نیازشان افزایش یا کاهش دهند، هزینه تعمیر و نگهداری هم بسیار کمتر است چرا که تمام منابع توسط ارائه دهندگان ابر مدیریت می‌شوند. از دید حضور در بازار، درک تأثیرات توازن بار در ابر، مهم است. بستر رایانش ابری، یک بستر سرویس دهنده کاملاً اتوماتیک است که به کاربران اجازه‌ی خرید، ایجاد از راه دور، مقیاس پذیری پویا و مدیریت سیستم را می‌دهد (ختان[۶] و همکاران، ۲۰۱۳).

همانطور که رایانش ابری باعث کاهش هزینه‌ها و عرضه سریع‌تر برنامه های کاربردی می‌شود، رایانش ابری مانند پیشرفت های دیگر با چالش‌هایی روبرو است. یکی از چالش های مهم که در رایانش ابری وجود دارد

---

۱ Faraji-Mehmandar
۲ Hung
۳ Faraji-Mehmandar
۴ Elrotub & Gherbi
۵ Masdari & Khoshnevis
۶ Khetan

ایجاد توازن بار بین گره های محاسباتی می‌باشد. توازن بار تکنیکی است تا جریان کاری را بین یک یا چندین سرویس دهنده، واسط شبکه و یا دیگر منابع محاسباتی توزیع کند. توازن بار باعث افزایش کارایی، کاهش زمان پاسخ و استفاده بهینه از منابع می‌شود. این عمل با تقسیم بار بین گره های موجود در سیستم، باعث یکنواختی بار در بین گره‌ها می‌شود و از بیکار ماندن گره‌ها و بار زیاد بر روی گره های دیگر جلوگیری می‌کند (کانسال[۱] و چانا، ۲۰۱۲).

پیش‌بینی حجم کار در رایانش ابری یک موضوع چالش‌برانگیز است، زیرا برخلاف سیستم‌های محاسبات با کارایی بالا و محاسبات شبکه، بارهای کاری ابری واریانس بالاتری دارند، کوتاه‌تر، تعاملی‌تر هستند و میانگین نویز آن‌ها تقریبا ۲۰ برابر محاسبات شبکه‌ای است. علاوه بر این، از آنجایی که منابع ابری توسط چندین کاربر یا وظایف مشترک به اشتراک گذاشته می‌شوند، ممکن است از نوسان‌هایی رنج ببرند و همچنین الگوهای بار کاری جدید می‌توانند به طور مداوم ظاهر شوند. علاوه بر این، بارهای کاری غیر ثابت در زیرساخت ابری که الگوی آن‌ها در طول زمان تغییر می‌کند، آموزش مجدد مدل‌های پیش‌بینی را تکرار می‌کند و هزینه‌های سربار را به ترتیب افزایش می‌دهد. برای حل این مشکلات و با توجه به اهمیت پیش‌بینی دقیق حجم کار در مدیریت مؤثر منابع ابری، توجه زیادی به پیش‌بینی بار با استفاده از مدل‌های مختلف ریاضی و الگوریتم‌های پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین شده است (امیری و خانلی[۲]، ۲۰۱۷). با توجه به مرور مقالات مرتبط با موضوع، از جدیدترین طرح‌های پیش‌بینی حجم کار، روش پیش‌بینی کاربردی دسته‌بندی مناسب می‌باشد و هر چارچوب تلاش می‌کند بار آینده را پیش‌بینی کند و از این نتایج در مدیریت منابع، مقیاس‌بندی خودکار و زمان‌بندی استفاده می‌کند (مصدری و خوش نویس[۳]، ۲۰۲۰).

بنابراین پژوهش حاضر مدلی برای رفع مسائل مربوط به ایجاد تعادل بار کاری و نحوه پشتیبانی از مدیریت خودکار هر ماشین مجازی و پیدا کردن ماشین مجازی مناسب برای هر کار درخواست شده از سوی کاربر با درنظرگیری متغیرهای بار پردازنده، هزینه، زمان اجرا، اندازه کار بر حسب بایت و میزان استفاده از ماشین مجازی پیشنهاد و ارائه می‌شود که براساس مطالعات صورت گرفته تاکنون از موضوع و روش تحقیق حاضر به کار نبرده شده است پس از لحاظ موضوع و روش دارای نوآوری است. و به دنبال یافتن شاخص‌های موثر طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی جهت افزایش تعادل بار کاری می‌باشد.

---

۱ Kansal & Chana

۲ Amiri & Khanli

۳ Masdari & Khoshnevis

۲- پیشینه پژوهش

مطالعات داخلی:

امینی و خورسند در سال ۱٤۰۰ مطالعه‌ای تحت عنوان یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر تئوری بازی فازی برای زمانبندی تعادل بار پویا در رایانش ابری مورد بررسی قرار دادند. رایانش ابری یک فناوری است که بعنوان یک راه حل برای بسیاری از شرکت‌ها بکار می‌رود. در واقع به معنای دسترسی و ذخیره منابع در هر نقطه و در هر زمان از طریق شبکه می‌باشد و به عنوان یک مدل پرکاربرد در دنیای فناوری دارای مجموعه‌ای از ویژگی هیا مختلف بوده و همین امر موجب شده است تا این تکنولوژی روز به روز در مسیر رشد قرار بگیرد. با افزایش تعداد درخواست‌های کاربر و معیارهای مختلف در استفاده از منابع ابر، چالش‌هایی برای مدیریت این درخواست‌ها و تخصیص بهینه آن‌ها وجود دارد. برای اینکه مدیریت صحیح این منابع از جانب ارائه دهندگان رایانش ابری صورت گیرد نیاز به متعادل کننده بار است. مطابق با ویژگی‌های رایانش ابری کار باید به گره‌های منابع متفاوت متناظر با استراتژی‌های مناسب نسبت داده شود. این عمل منجر به بهبود توان عملیاتی، کاهش زمان انتظار، حداقل زمان تکمیل کل و ... خواهد شد. تعادل بار فرایند توزیع بار در میان گره‌های مختلف است و تضمین می‌کند که هر منبع محاسباتی به طور منصفانه توزیع شود. در این مقاله، یک الگوریتم زمانبندی وظیفه تطبیق پذیر مبتنی بر تئوری بازی فازی برای زمانبندی تعادل بار پویا در رایانش ابری پیشنهاد شده است که از ترکیب تئوری بازی و مبحث فازی در محیط ابر استفاده می‌کند. بطوریکه با استفاده از این روش بتوان در محیط‌هایی که عدم قطعیت وجود دارد مدیریت صحیحی بر روی تعادل بار، زمان پاسخ و بهره وری سیستم داشت و تعداد کارهای بازگردانده شده به حداقل برسد و کیفیت سرویس بالا برود. روش پیشنهادی با شبیه سازی تائید شده اجرا می‌شود و نتایج حاصل با روش‌های زمانبندی قبلی با استفاده از معیارهای عملکرد متفاوت مقایسه می‌شود. نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی، معیارهای کارایی را در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر بهبود می‌بخشد.

حیرتی و اوسطی عراقی در سال ۱۳۹۹ مطالعه‌ای تحت عنوان بهبود تعادل بار ماشین مجازی در رایانش ابری با استفاده از تکنیک داده کاوی مورد بررسی قرار دادند. رشد و توسعه رایانش ابری به حدی رسیده که به یک حالت مولد تعریف شده منجر شده است. با میزان توان‌های محاسباتی مختلف که توسط افراد ارائه می‌شود ،استفاده از سیستم‌های رایانش ابری ضروری خواهد بود. این به ما کمک می‌کند تا اطلاعات را در یک ساختار ابری مجازی ذخیره کنیم. زمانی که از مکانیزم ذخیره ابری استفاده می‌کنیم، قدرت محاسباتی و

پردازش بیشتر توزیعی است تا متمرکز. کل سیستم از ارتباط اینترنتی استفاده می‌کند تا پیوند بین خدمات برنامه‌های کاربردی طرف سرویس گیرنده و طرف سرویس دهنده را فراهم کند. ممکن است سرویس دهندگان از پلتفرم ابری به عنوان یک پلتفرم سرویس دهنده وب یا یک معماری ذخیره اطلاعات استفاده کنند. آزادی استفاده از هر وسیله یا مکانی برای مدیریت ابر، مزیت دیگری برای هر کاربر است. مسائل اصلی در ابر، کشف منبع، مقاومت در برابر خطا، تعادل بار، ارزیابی امنیت، زمانبندی انجام وظیفه، وابستگی، پشتیبان‌گیری از داده‌ها و قابلیت حمل می‌باشد. تعادل بار، یکی از مسئولیت‌های اصلی رایانش ابری است. در وضعیت کنونی، الگوریتم‌های تعادل بار باید در تخصیص به درخواست‌ها بسیار کارآمد باشند. این امرکاربرد منابع را به روش هوشمندی تضمین می‌کند که در آن بهره برداری زیاد از حد یا کمتر از حد معمول از منابع در محیط ابری اتفاق نمی‌افتد. این مقاله طرحی را شرح می‌دهد که تعادل بار را با استفاده از داده کاوی و تکنیک‌های یادگیری ماشین تضمین می‌کند.

زمانی سده و خورسند مطلق اصفهانی در سال ۱۳۹۸ پژوهشی با عنوان طبقه‌بندی روش‌های جایابی ماشین مجازی در محیط رایانش ابری مورد بررسی قرار دادند. در سالهای اخیر فناوری رایانش ابری به یکی از رایجترین الگوهای محاسباتی به منظور میزبانی و ارسال خدمات از طریق اینترنت تبدیل شده است. برنامه‌های کاربردی برای اجرا نیاز به منابع زیرساخت‌های رایانش ابری دارند که مراکز داده، بسترهای ارتباطی و خدماتی را فراهم می‌کنند. از دید ارائه دهندگان خدمات ابری مهمترین مساله به حداکثر رساندن سود و کاهش هزینه‌های عملیاتی است. مصرف انرژی یکی از عامل‌های اصلی در هزینه عملیاتی است. یکی از چالش‌های این حوزه مربوط به بهینه سازی مدیریت منابع مراکز داده در جهت حفظ کارایی بالا در سطح ارائه سرویس است. از این رو، برای جلوگیری از هدر رفتن منابع، مساله جایابی ماشین مجازی مطرح شده است. در این مقاله یک طبقه‌بندی و مروری بر روش‌های جایابی ماشین مجازی در محیط رایانش ابری ارائه شده است.

مطالعات خارجی:

پوشپالاسا و رامش[۱] در سال ۲۰۲۲ مطالعه‌ای تحت عنوان مهاجرت ماشین مجازی مبتنی بر پیش‌بینی حجم کاری و استراتژی سوئیچینگ بهینه برای مدیریت انرژی ابری مورد بررسی قرار دادند. مهاجرت ماشین مجازی امروزه محبوبیت زیادی پیدا کرده است، زیرا به تعادل بار کمک می‌کند. روش‌های مختلف مبتنی بر مهاجرت ماشین مجازی برای قرارگیری بهتر ماشین مجازی مدل‌سازی شده‌اند، اما به دلیل تعادل بار نامناسب، چالش باقی می‌مانند. بنابراین، مهاجرت ماشین مجازی مبتنی بر پیش‌بینی حجم کار برای بهبود کارایی انرژی سیستم

[۱] Pushpalatha & Ramesh

معرفی می‌شود. نکته مهم، پیش‌بینی بار برای افزایش تخصیص و استفاده از منابع بسیار مهم است. شبکه عصبی Chaotic Fruitfly Rider با ترکیب شبکه عصبی Rider و الگوریتم بهینه سازی آشفته Fruitfly برای پیش‌بینی بار ابداع شده است. علاوه بر این، تناسب برای پیش‌بینی بار بر اساس بار قدیمی، محدودیت منابع و پارامترهای شبکه است. هنگامی که بار پیش‌بینی می‌شود، بهینه سازی توان با استفاده از مهاجرت ماشین مجازی و استراتژی سوئیچینگ بهینه انجام می‌شود. هنگامی که بار بیش از حد یافت می‌شود، مهاجرت ماشین مجازی با استفاده از بهینه سازی میمون عنکبوتی پیشنهادی هریس هاکس انجام می‌شود. بنابراین، یافتن بهینه ماشین مجازی برای اجرای وظیفه حذف شده با استفاده از بهینه سازی میمون عنکبوتی پیشنهادی هریس هاکس پیشنهادی پیدا می‌شود. تابع تناسب مورد استفاده برای مهاجرت ماشین مجازی بر اساس قدرت، بار و پارامتر منبع است. اگر بار پیش‌بینی‌شده کم بار باشد، سوئیچ ON/OFF بهینه توسط سوئیچ ON/OFF سرورها با استفاده از الگوریتم پیشنهادی بهینه سازی میمون عنکبوتی پیشنهادی هریس هاکس انجام می‌شود. از طریق استراتژی مهاجرت و سوئیچینگ، مصرف برق بهینه می‌شود. عملکرد مدل پیشنهادی از نظر مصرف توان، بار و استفاده از منابع ارزیابی می‌شود. بهینه سازی میمون عنکبوتی پیشنهادی هریس هاکس پیشنهادی به حداقل مصرف برق ۰.۰۱۸۱، حداقل بار ۰.۰۰۲ و حداقل استفاده از منابع ۰.۰۳۷۶ دست می‌یابد.

یوسفی پور[۱] و همکاران در سال ۲۰۲۱ مطالعه ای تحت عنوان بهبود موازنه بار و قرارگیری پویا ماشین‌های مجازی در رایانش ابری با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات مورد بررسی قرار دادند. امروزه، به حداکثر رساندن سود، کاهش هزینه های عملیاتی و زمان بندی وظایف مهم ترین مسائل رایانش ابری با استفاده رو به رشد آن است. در این راستا، یکی از چالش‌های موجود در رایانش ابری، ارائه روشی کارآمد برای استقرار ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی با هدف بهینه‌سازی مصرف انرژی، توزیع عادلانه بار و زمان‌بندی وظایف است. هدف از مطالعه حاضر ارائه روشی برای بهبود زمان‌بندی کار از طریق الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات بهبودیافته است. در روش پیشنهادی پژوهش حاضر، انتخاب تابع هدف مناسب منجر به متعادل شدن حجم کار ماشین‌های مجازی، کاهش زمان انجام کلیه وظایف و همچنین استفاده حداکثری از همه منابع و افزایش بهره‌وری و قرارگیری پویا ماشین مجازی بر روی ماشین فیزیکی شده است. . نتایج شبیه‌سازی نشان داد که روش پیشنهادی راه‌حلی بهینه برای زمان‌بندی وظایف، تخصیص مساوی وظایف در ماشین‌های مجازی و قرار دادن بر روی ماشین فیزیکی مناسب ارائه کرده است و زمان کمتری با بهبود ۰.۰۲ برای فرآیند برون‌سپاری ماشین‌های مجازی صرف شده است.

---

[۱] Yousefipour

مصدری و خوش نویس[۱] در سال ۲۰۲۰ مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی و طبقه‌بندی روش‌های پیش‌بینی حجم کار در رایانش ابری مورد بررسی قرار دادند. پیش‌بینی حجم کار یکی از بخش‌های مهم مدیریت منابع فعال و مقیاس‌بندی خودکار در رایانش ابری است. پیش‌بینی دقیق حجم کار در رایانش ابری برای بهبود عملکرد ابر، کاهش مصرف انرژی، برآوردن سطح کیفیت خدمات مورد نیاز، پیش‌بینی مصرف انرژی مراکز داده و بهبود مقیاس‌پذیری ارائه‌دهندگان خدمات ابری از اهمیت بالایی برخوردار است.. با این حال، در زمینه رایانش ابری، پیش‌بینی حجم کار یک موضوع چالش برانگیز است و طرح‌های مختلفی با استفاده از یادگیری ماشین، داده‌کاوی و روش‌های ریاضی برای مقابله با این موضوع انجام می‌شود. این طرح مروری بر ادبیات گسترده از طرح‌های پیش‌بینی حجم کار ارائه شده در ادبیات برای بهبود مدیریت منابع در مراکز داده ابری ارائه می‌کند. ابتدا دانش مورد نیاز را در مورد زمینه پیش‌بینی حجم کار ارائه می‌کند و طبقه‌بندی طرح‌های پیش‌بینی حجم کار را با توجه به الگوریتم پیش‌بینی کاربردی آن‌ها ارائه می‌کند. علاوه بر این، مشارکت‌های اصلی این طرح‌ها نشان داده شده و مزایا و محدودیت‌های عمده آن‌ها مشخص شده است. در نهایت، فرصت‌های تحقیقاتی باز در زمینه پیش‌بینی حجم کار متمرکز شده و اظهارات پایانی ارائه می‌شود.

سلواراج[۲] و همکاران در سال ۲۰۱۹ مطالعه‌ای تحت عنوان انتخاب بهینه ماشین مجازی برای تشخیص ناهنجاری با استفاده از رویکرد هوش ازدحام مورد ارزیابی قرار دادند. رایانش ابری نقش بسزایی در برنامه‌های خدمات بهداشتی دارد و به سرعت آن را بهبود می‌بخشد. یک چالش مهم انتخاب ماشین مجازی به منظور پردازش یک درخواست پزشکی است. انتخاب بهینه ماشین مجازی عملکرد خدمات بهداشتی را با به حداقل رساندن زمان اجرای درخواست پزشکی افزایش می‌دهد و همچنین به طور قابل توجهی از منابع ابری استفاده می‌کند. در این مقاله ایده جدیدی برای بهینه سازی انتخاب ماشین مجازی با استفاده از یک رویکرد اطلاعاتی ازدحام به نام (APSO) که در یک محیط رایانش ابری کار می‌کند، ارائه می‌شود. برای محاسبه زمان اجرای یک درخواست پزشکی، سه پارامتر در نظر گرفته شده است: زمان چرخش، زمان انتظار و استفاده از پردازنده. علاوه بر این، از ماشین مجازی بهینه انتخاب شده برای پیش‌بینی بیماری کلیه استفاده می‌شود. تشخیص به موقع بیماری کلیه، درمان موفقیت آمیز را تسهیل می‌کند. در اینجا، شبکه عصبی به عنوان یک تکنیک خودکار برای تشخیص بیماری کلیه استفاده می‌شود. مجموعه‌ای از آزمایشات و مقایسه‌ها برای تجزیه و تحلیل سیستم پیشنهادی (APSO و شبکه عصبی) انجام شد. نتایج نشان داد که مدل APSO عملکرد خوبی دارد، با اجرای زمان اجرای تمام ذرات ۱ ثانیه (۵۰ تا ۸۰٪) است. همچنین، مدل پیشنهادی ۵.٦ درصد کارایی سیستم را بهبود

---

[۱] Masdari & Khoshnevis

[۲] Selvaraj

بخشید. دقت تشخیص بیماری کلیه با استفاده از شبکه عصبی ۹۵/۷ درصد بود که از پنج طبقه‌بندی کننده معروف دیگر پیشی گرفت.

۳- روش پژوهش

نوع پژوهش حاضر از نوع ماهیت تحلیلی و از لحاظ هدف کاربردی است که براساس داده‌های کمی است.

در تحقیق حاضر جهت طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی از مدل مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی استفاده می‌شود، به طوری که تحقیقات با توجه به بعد هدف، ابتدا شاخص‌های موثر طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی جهت افزایش تعادل بار کاری شناسایی و سپس گردآوری داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

٤- تجزیه و تحلیل داده ها

در هر پژوهش تحلیل نتایج به دست آمده از مرحله گردآوری اطلاعات یکی از مهم‌ترین بخش‌های تحقیق است، چرا که دستاورد تحقیق چند ماهه و حتی چند ساله محقق که حاصل مطالعات نظری، پیشینه پژوهش‌های دیگر، تهیه ابزار گردآوری داده‌ها، رفتن به میدان و جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد، به آزمون گذاشته می‌شود و برای پژوهشگر آشکار می‌شود که پیش‌فرض‌های حاصل از مطالعاتش تا چه حد معتبر و دقیق بوده‌اند؛ بنابراین ضروری است داده‌های به دست آمده با روش‌های دقیق و علمی و با دقت و حساسیت زیادی تجزیه‌وتحلیل شوند تا قابلیت تعمیم‌پذیری آن‌ها با اطمینان بالایی امکان‌پذیر باشد.

در همین راستا با توجه به متغیرهای مهم تعیین شده برای طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی جهت افزایش تعادل بار کاری، اطلاعات مربوطه از پایگاه داده به نام EDGAR Log File جمع‌آوری گشت. با استفاده از این پایگاه داده مدل‌سازی به کمک شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم آموزشی پس انتشار لونبرگ – مارکواد در نرم‌افزار MATLAB نسخه ۲۰۱۸b صورت می‌گیرد و با برآورد دقت نتایج مناسب‌ترین مدل ارائه می‌شود.

متغیرهای مهم برای طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی جهت افزایش تعادل بار کاری عبارت‌اند از:

- بار پردازنده
- هزینه
- زمان اجرا
- اندازه وظیفه

- نوع وظایف ماشین مجازی

٤ متغیر ورودی بار پردازنده، هزینه، زمان اجرا، اندازه وظیفه و متغیر نوع وظایف ماشین مجازی متغیر خروجی مدل پیشنهادی است. ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۳۰ درصد داده‌ها برای آزمون به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شود.

با در نظرگیری تعداد لایه‌های پنهان مختلف و تغییر سایز نرون‌های هر لایه پنهان نتایج دقت حاصل از مدل‌ها با لحاظ متغیرهای ورودی و متغیر خروجی در شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم یادگیری پس انتشار از نوع لونبرگ- مارکارد برآورد شد، به‌طوری‌که مطابق جدول‌های ٤-۱ الی ٤-۳ که به ترتیب برای شبکه عصبی یک لایه، شبکه عصبی دو لایه، شبکه عصبی سه لایه نتایج نمایش داده شده است.

با توجه به نتایج تعداد ۲ لایه پنهان با سایز نرون ۸ و تعداد ۱۱۳ وزن جهت ارزیابی ٤ ورودی و ۱ خروجی در نظر گرفته شده بهترین نتایج از لحاظ مقدار MSE و RMSE حاصل شده است. نتایج حاصل از این شبکه عصبی در شکل ٤-۲ برای داده‌های حاصل از پایگاه داده و خروجی مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی نوع وظایف ماشین مجازی نشان داده شده است. شکل ۲ نیز در یک سو تعداد تکرارها را نشان می‌دهد و در یک سوی دیگر میانگین مربعات خطا که در قسمت مشخص شده سبز رنگ از تکرار ۱۰۰۰ ام به بعد بدون بهبود که باعث توقف فرایند آموزش شده است نمایش می‌دهد. هم‌چنین شکل ۳ نشان‌دهنده وزن‌های حاصل از مدل شبکه عصبی منتخب است.

جدول ۱: نتایج دقت حاصل از تشکیل شبکه عصبی یک لایه

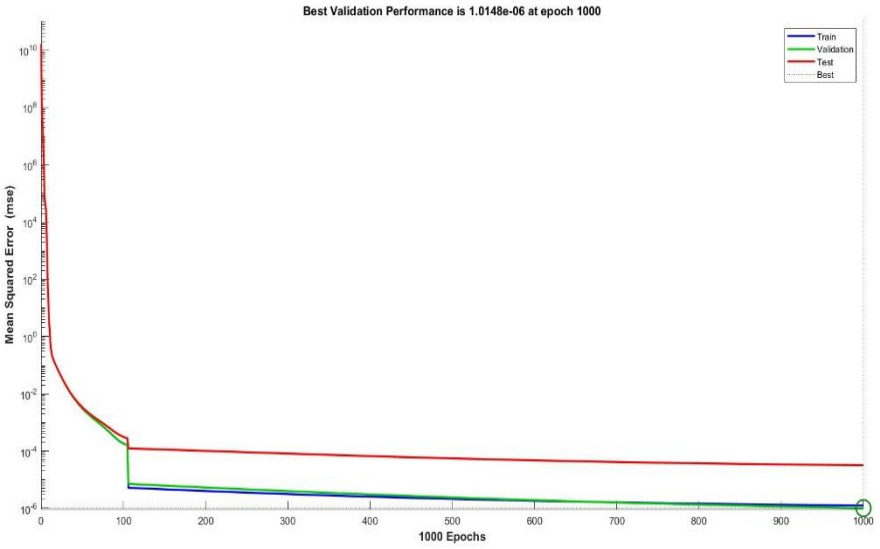
ردیف	سایز نورون‌ها	مقدار MSE برای آموزش	مقدار MSE برای آزمایش	مقدار RMSE برای آموزش	مقدار RMSE برای آزمایش
۱	۲	٥.۳۲٤ *۱۰^٥	۲.۲۸٤ *۱۰^٥	۷۲۹.۷۰۹	٤۷۷.۹٦۰
۲	٤	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰۲	۰.۰۲۲	۰.۰۱٤
۳	۸	۰.۲۷۸	۰.۰۷۷	۰.٥۲۷	۰.۲۷۸

جدول۲: نتایج دقت حاصل از تشکیل شبکه عصبی دو لایه

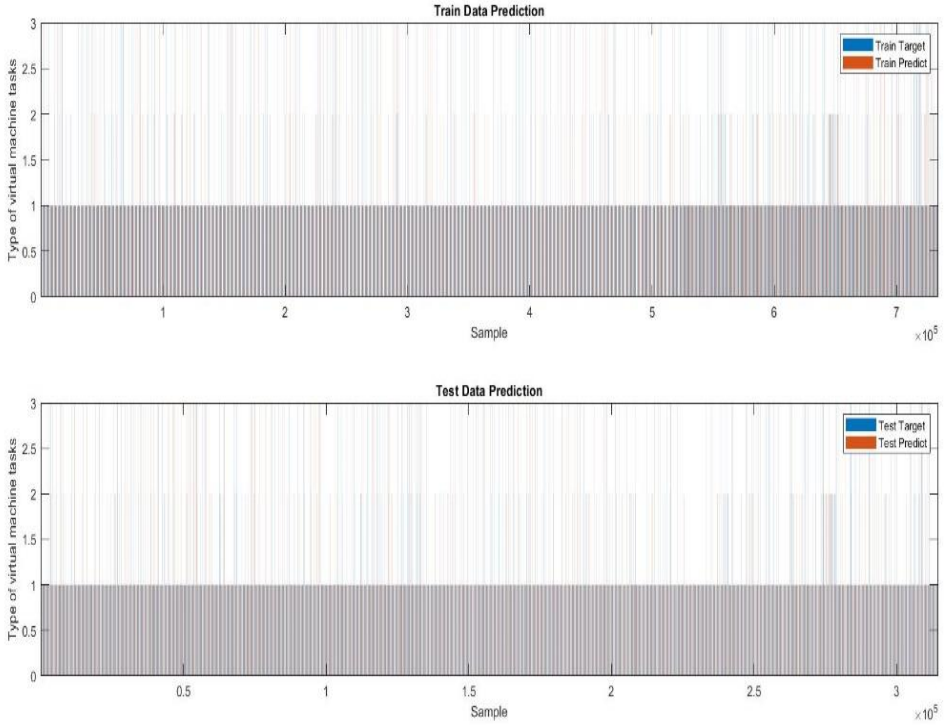
ردیف	سایز نورون‌ها	مقدار MSE برای آموزش	مقدار MSE برای آزمایش	مقدار RMSE برای آموزش	مقدار RMSE برای آزمایش
۱	۲	۷٤.۳٤۲	۲۹.۲۲۳	۸.٦۲۲	٥.٤٠٥
۲	٤	۰.۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰٦	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱
۳	۸	۰	۰	۰	۰

جدول۳: نتایج دقت حاصل از تشکیل شبکه عصبی سه لایه

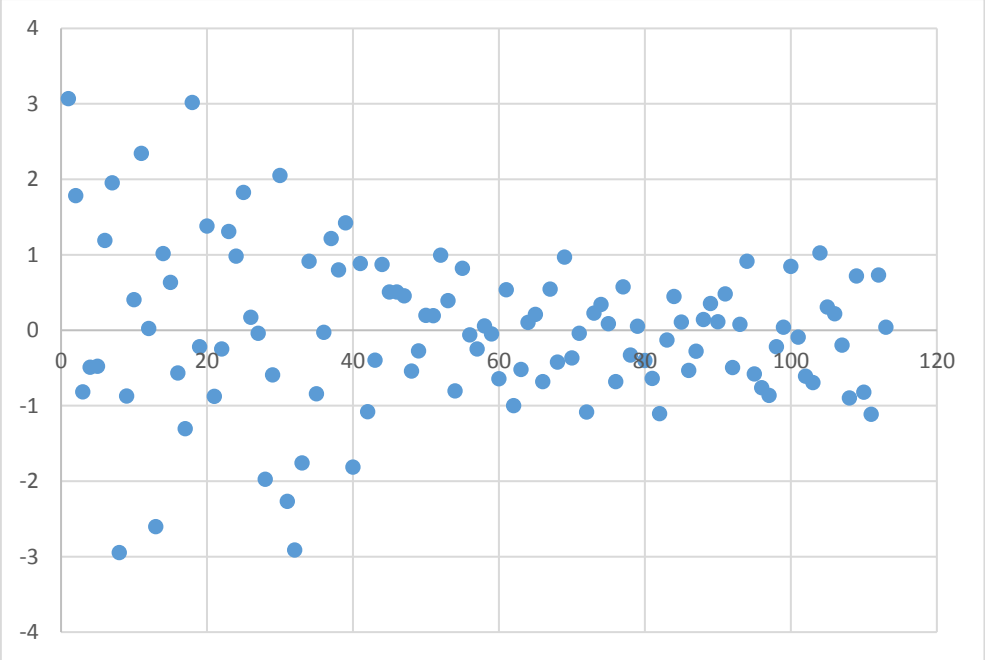
ردیف	سایز نورون‌ها	مقدار MSE برای آموزش	مقدار MSE برای آزمایش	مقدار RMSE برای آموزش	مقدار RMSE برای آزمایش
۱	۲	٤.۸۲۷ *۱۰٥	۲.۰۷۰ *۱۰٥	٦۹٤.۸۰۰	٤٥٤.۹۸۷
۲	٤	۰.٤۳۹	۰.۱٥۲	۰.٦٦۳	۰.۳۹۰
۳	۸	۰.۰۰۰۰۰٥	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳



شکل ۱: نمودارهای داده‌های آموزش داده شده و پیش‌بینی شده با شبکه عصبی چندلایه



شکل۲: نمودار مربعات خطا داده‌های آموزش و آزمون شبکه عصبی چندلایه



شکل ۳: وزن‌های حاصل از شبکه عصبی چندلایه انتخاب شده

وزن‌های شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم یادگیری پس انتشار از نوع لونبرگ- مارکارد به کمک الگوریتم فاخته بهینه‌سازی شده است. با درنظرگیری تعداد لایه‌های پنهان مختلف و تغییر سایز نرون‌های هر لایه پنهان نتایج دقت حاصل از مدل‌ها با لحاظ متغیرهای ورودی و متغیر خروجی در شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم یادگیری پس انتشار از نوع لونبرگ- مارکارد برآورد شد، به‌طوری‌که مطابق جدول‌های ۱ الی ۳ که به ترتیب برای شبکه عصبی یک لایه، شبکه عصبی دو لایه، شبکه عصبی سه لایه نتایج نمایش داده شده است.

با توجه به نتایج تعداد ۲ لایه پنهان با سایز نرون ۸ و تعداد ۱۱۳ وزن جهت ارزیابی ٤ ورودی و ۱ خروجی در نظر گرفته شده بهترین نتایج از لحاظ مقدار MSE و RMSE حاصل شده است. نتایج بهینه‌سازی شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم یادگیری پس انتشار از نوع لونبرگ- مارکارد نشان می‌دهد که نتایج مقدار MSE و RMSE مدل‌ها بهبود یافته‌اند و پیاده‌سازی ترکیب این مدل توانست موفق عمل کند.

نتیجه گیری و پیشنهادات

این پژوهش با استفاده از روش‌های ترکیبی یادگیری ماشین برای طبقه‌بندی ماشین‌های مجازی و با در نظرگیری متغیرهای ورودی متغیرهای بار پردازنده، هزینه، زمان اجرا، اندازه وظیفه برحسب بایت و متغیر خروجی نوع وظایف ماشین مجازی به کمک پایگاه داده از مقاله به نام EDGAR Log File جمع‌آوری شد. این مجموعه داده‌ها از سال ۲۰۰۳ الی ۲۰۱۷ در تاریخ‌های مختلف قابل‌دسترسی می‌باشد که در تحقیق حاضر از پایگاه داده log۲۰۱۵۱۲۳۱ استفاده گردید.

مدل‌سازی پیش‌بینی نوع وظایف ماشین مجازی با استفاده از شبکه عصبی ۲ لایه با تعداد نرون ۸ با الگوریتم آموزش پس انتشار لونبرگ – مارکواد صورت گرفت که نتایج حاکی از آن است بعد از ۱۰۰۰ تکرار آموزش داده‌ها متوقف شده است. نتیجه نشان می‌دهد بعد از ۱۰۰۰ تکرار خروجی بهبود نیافته و تکرار ادامه نشده است. نتایج از لحاظ مقدار MSE و RMSE حاصل شده به ترتیب برای داده‌های آموزش و آزمایش مقادیر صفر حاصل شد که معنای آن است تمام نوع وظایف ماشین مجازی مناسب دقیقاً پیش‌بینی و طبقه‌بندی شدند. هم‌چنین نتایج بهینه‌سازی شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با الگوریتم یادگیری پس انتشار از نوع لونبرگ-مارکارد نشان داد که نتایج قدار MSE و RMSE مدل‌ها بهبود یافته‌اند و پیاده‌سازی ترکیب این مدل توانست موفق عمل کند و نتایج از لحاظ مقدار MSE و RMSE حاصل شده به ترتیب برای داده‌های آموزش و آزمایش مقادیر صفر حاصل شد.

نتایج حاصل از هر پژوهشی به امید ادامه یافتن راه تحقیق و پژوهش در خصوص آن موضوع و بهره‌برداری از نتایج آن به جامعه پژوهشگران و مسئولین ذی‌صلاح آن موضوع ارائه می‌گردد. از این رو ارائه هر نوع پیشنهادی در این گزارشات می‌تواند راه را برای مطالعات بعدی و نیز تصمیم‌گیری‌های اجرایی در آن خصوص هموار سازد. در این پژوهش نیز پیشنهاداتی در قالب پیشنهادات مطالعات بعدی ارائه شده است:

- بررسی سایر روش‌های یادگیری ماشین برای بهبود بیشتر عملکرد پیش‌بینی حجم کار.
- ارائه طرح‌های پیش‌بینی بار بهتر برای شناسایی الگوهای درخواستی واقعی‌تر و پیچیده‌تر که ممکن است در زندگی واقعی اتفاق بیفتد.
- تعریف معیارهای جدید پیش‌بینی حجم کار، به‌عنوان مثال در مورد تأخیر در پیش‌بینی‌های انفجاری. همچنین از آنجایی که هزینه خطاهای پیش‌بینی در محیط ابری متقارن نیست، باید معیارهای ارزیابی بهتری را در این زمینه در نظر گرفت.

- با توجه به مناسب بودن مدل‌های پیش‌بینی غیرخطی برای پیش‌بینی سری‌های زمانی با تغییرات فصلی، می‌توان از آن‌ها برای بهینه‌سازی فرآیندهایی با افق زمانی طولانی‌تر استفاده کرد.
- بررسی الگوریتم‌های مدیریت منابع برای استفاده از نتایج پیش‌بینی به دست آمده.
- ادغام طرح‌های پیش‌بینی بار با طرح‌های تشخیص نفوذ برای شناسایی حملات DDoS
- ایجاد طرح‌های پیش‌بینی حجم کاری سبک برای استفاده در فناوری‌های اخیراً در حال ظهور مانند اینترنت اشیا، کلودلت‌ها، محاسبات مه و محاسبات لبه موبایل که منابع محدود و کمتری نسبت به مراکز داده ابری دارند.

منابع

- امینی، ندا و خورسند، ریحانه،۱٤۰۰،یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر تئوری بازی فازی برای زمانبندی تعادل بار پویا در رایانش ابری،چهارمین کنفرانس ملی فناوریهای نوین در مهندسی برق و کامپیوتر.
- حیرتی، امیر و اوسطی عراقی، نفیسه،۱۳۹۹،بهبود تعادل بار ماشین مجازی در رایانش ابری با استفاده از تکنیک داده کاوی،پنجمین کنفرانس ملی محاسبات نرم در مهندسی برق و کامپیوتر،اردبیل.
- زمانی سده، رقیه و خورسند مطلق اصفهانی، ریحانه،۱۳۹۸، طبقه‌بندی روش‌های جایابی ماشین مجازی در محیط رایانش ابری،سومین کنفرانس ملی مهندسی کامپیوتر،داده کاوی و داده‌های حجیم،مبارکه.
- Amiri, M., & Mohammad-Khanli, L. (۲۰۱۷). Survey on prediction models of applications for resources provisioning in cloud. Journal of Network and Computer Applications, ۸۲, ۹۳-۱۱۳.
- Elrotub, M., & Gherbi, A. (۲۰۱۸). Virtual machine classification-based approach to enhanced workload balancing for cloud computing applications. Procedia computer science, ۱۳۰, ٦۸۳-٦۸۸.
- Faraji Mehmandar, M., Jabbehdari, S., & Haj Seyyed Javadi, H. (۲۰۲۰). A dynamic fog service provisioning approach for IoT applications. International Journal of Communication Systems, ۳۳(۱٤), e٤٥٤۱.
- Faraji-Mehmandar, M., Jabbehdari, S., & Haj Seyyed Javadi, H. (۲۰۲۱). A proactive fog service provisioning framework for Internet of Things applications: An autonomic approach. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, ۳۲(۱۱), e٤۳٤۲.
- Hung, Che-Lun, Wang, Hsiao-his and Hu, Yu-Chen (۲۰۱۲) Efficient Load Balancing Algorithm for Cloud Computing Network.The ۲۰۱۲ International Conference on Information Science and Technology (IST ۲۰۱۲), April ۲۸-۳۰.
- Kansal, N. J., & Chana, I. (۲۰۱۲). Cloud load balancing techniques: A step towards green computing. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, ۹(۱), ۱٦۹٤-۰۸۱٤.
- Khetan.A, Bhushan.V and Chand Gupta.S, A Novel Survey on Load Balancing in Cloud Computing International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol.۲, Issue ۲ ,۲۰۱۳.
- Masdari, M., & Khoshnevis, A. (۲۰۲۰). A survey and classification of the workload forecasting methods in cloud computing. Cluster Computing, ۲۳(٤), ۲۳۹۹-۲٤۲٤.
- Masdari, M., & Khoshnevis, A. (۲۰۲۰). A survey and classification of the workload forecasting methods in cloud computing. Cluster Computing, ۲۳(٤), ۲۳۹۹-۲٤۲٤.
- Pushpalatha, R., & Ramesh, B. (۲۰۲۲). Workload prediction based virtual machine migration and optimal switching strategy for cloud power management. Wireless Personal Communications, ۱۲۳(۱), ۷٦۱-۷۸٤.
- Selvaraj, A., Patan, R., Gandomi, A. H., Deverajan, G. G., & Pushparaj, M. (۲۰۱۹). Optimal virtual machine selection for anomaly detection using a swarm intelligence approach. Applied soft computing, ۸٤, ۱۰٥٦۸٦.
- Yousefipour, A., Rahmani, A. M., & Jahanshahi, M. (۲۰۲۱). Improving the load balancing and dynamic placement of virtual machines in cloud computing using particle swarm optimization algorithm. International Journal of Engineering, ۳٤(٦), ۱٤۱۹-۱٤۲۹.