Journal of Information and Communication Technology

Volume 16, Issue 61-62, Autumn and Winter 2024, pp. 147-164

Trust Management Based on User Feedback in Cloud Computing Environment by Using Cuckoo Optimization Algorithm

Muqtada Soleimani Mobarake[1], Golnaz Aghaee Ghazvini[2*], Babak Nikmard[3]

[1]Masters student, Computer Engineering, Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Dolatabad Branch, Isfahan, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Dolatabad Branch, ,Isfahan, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Dolatabad Branch, ,Isfahan, Iran

Received: 28 September 2023, Revised: 20 November 2023, Accepted: 01 May 2024
Paper type: Research

Abstract

Cloud computing provides computational services such as servers, memory, storage space, databases, networks, software, analytics, and information as virtualized resources through the internet to offer faster innovation, flexible resources, and cost savings at scale. Although cloud computing service providers are innovatively expanding their services, trust is one of the major obstacles to the progress of this matter. Trust is the biggest issue in cloud computing since trust is an effective guarantor during interactions between the users and the providers. Trust is one of the most fundamental methods for increasing confidence in resources provided in the cloud environment and is important in cloud business environments. With the increasing number of cloud services providers in the cloud computing environment and the number of users, the selection of provider has become a major challenge. The Coa algorithm has a higher convergence speed, at least by 5.9%, compared to the studied algorithms. In this research, an optimization approach based on a metaheuristic process using the COA algorithm combined with the K-means clustering algorithm is proposed to solve the optimization problem of selecting the best provider in the trust management third-party component layer based on parameters. In this method, while reducing trust evaluation time, the accuracy of user access to the most trusted provider based on user priorities has increased compared to previous methods. This can increase user confidence and improve the service quality of providers.

Keywords: Cloud Computing, Trust Management, User Feedback, Cuckoo Optimization Algorithm, K-Means Algorithm

* Corresponding Author's email: g.aghaee@iauda.ac.ir

دوفصلنامه
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال شانزدهم، شماره‌های ۶۱ و ۶۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۱۴۷ الی ۱۶۴

مدیریت اعتماد مبتنی بر بازخورد کاربران در محیط ابری با استفاده از الگوریتم بهینه فاخته

مقتدا سلیمانی مبارکه[۱]، گلناز آقایی قزوینی[۲*]، بابک نیکمرد[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه کامپیوتر، واحد دولت آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
[۲]استادیار، گروه کامپیوتر، واحد دولت آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
[۳]استادیار، گروه کامپیوتر، واحد دولت آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۶ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۲/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۲
نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

مدیریت اعتماد مبتنی بر بازخورد کاربران در محیط ابری از اهمیت زیادی برخوردار است. در محیط ابری انتخاب تأمین‌کننده برای کاربران ابر، چالش برانگیز است. این موضوع که آیا انتخاب تامین‌کننده بر مبنای اولویت‌های کاربر و پارامترهای ثبت شده تا چه میزان دقیق است به عوامل زیادی بستگی دارد. در مطالعات پیشین چارچوب‌های زیادی در خصوص نحوه محاسبه اعتمادهای عینی و درونی ارائه شده است. در روش‌های موجود با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی فاخته، ژنتیک و مگس میوه بهره برده شده است. قالب تحقیقات انجام شده به رتبه‌بندی، محاسبه پارامترها و یا سرعت محاسبه و میزان دقت در ارزیابی پارامترها پرداخته شده است که معمولاً یا در بهینه محلی گیر کرده و یا زمان پاسخ بسیار کند بوده است. در این روش کاهش زمان ارزیابی اعتماد، نسبت به الگوریتم‌های قبلی همچون ژنتیک به دلیل این که پارامترهای کمتری برای تنظیم دارد مشهود است. با تغییر در شعاع تخمگذاری و افزایش بررسی در فضای بیشتری از مسئله، الگوریتم بهینه فاخته نسبت به الگوریتم مرجع، سرعت همگرایی بیشتر، حداقل به میزان ۵,۹ درصد را دارد. در خصوص میزان دقت دسترسی کاربر به قابل اعتمادترین ارائه‌دهنده نیز با تغییر در جمعیت و پارامترهایی همچون تعداد فراهم‌کنندگان، کاربران و تکرار الگوریتم همچنان نتیجه بهتری حاصل شده است. در مجموع، نتایج حاصل شده نشان می‌دهد، مسئله با استفاده از الگوریتم بهینه فاخته در زمان بسیار کمتر نسبت به سایر الگوریتم‌ها به نقطه بهینه همگرا می‌شود و نتیجه‌ای دقیق‌تر بدست می‌آید.

کلیدواژگان: رایانش ابـری، مدیریت اعتـماد، بازخورد کاربران، انتخاب بهترین تامین‌کننده، الگوریتم بهینه فاخته، الگوریتم خوشه‌بندی K-Means.

* رایانامهٔ نویسنده مسؤول: g.aghaee@iauda.ac.ir

۱- مقدمه

رایانش ابری ارائه سرویس‌های محاسباتی مانند سرورها، حافظه، فضای ذخیره‌سازی، پایگاه‌های اطلاعاتی، شبکه‌ها، نرم‌افزارها، تجزیه و تحلیل‌ها و اطلاعات بصورت منبع‌های مجازی شده توسط تامین‌کنندگان خدمت از طریق اینترنت برای ارائه نوآوری سریع‌تر و منابع انعطاف پذیر و صرفه جویی در مقیاس است. با وجود اینکه تامین‌کنندگان خدمات رایانش ابری به گسترش روز افزون خدمات خود بصورت مبتکرانه می‌پردازند اما اعتماد یکی از موانع مهم بر سر راه پیشرفت این امر می‌باشد. اعتماد بزرگترین مسئله در رایانش ابری است، چرا که تضمین وجود اعتماد داده‌ها بطور موثر در طول تعاملات بین کاربر و ابر می‌باشد که به سبب آن یک ارتباط قابل اعتماد متقابل بین کاربر و ارائه‌دهنده خدمات ابر با روش‌های کنترل دسترسی در محیط ابری بوجود می‌آید. اگرچه برای انتخاب ارئه‌دهنده خدمات ابری طیف وسیعی از معیارها وجود دارد با این حال انتخاب نهایی در اختیار کاربر است. استفاده از چارچوبی مناسب در مدیریت اعتمادهای عینی و درونی با بهره بردن از معیارها وارزیابی آن می‌تواند تاثیر بسزایی در تعاملات بین تامین‌کنندگان و کاربران ابری بگذارد. در این مقاله با توجه به اهمیت موضوع، جهت بهبود و افزایش اعتماد و انتخاب بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن پارامترهای عینی و درونی در محاسبات یک روش مبتنی بر الگوریتم بهینه فاخته ارائه شده است تا علاوه بر سرعت در مدیریت داده‌ها و دریافت پاسخ در کمترین زمان ممکن میزان دقت در معرفی بهترین تامین‌کننده نیز نسبت به الگوریتم‌های بکارگرفته شده در پژوهش‌های قبلی بر مبنای اولویت‌های کاربران افزایش یافته است. در این مقاله یک الگوریتم بهینه‌سازی تکاملی جدید معرفی می‌شود که از سبک زندگی یک خانواده پرندگان به نام فاخته الهام گرفته شده است. تخمگذاری و پرورش خاص فاخته‌ها اساس این الگوریتم بهینه‌سازی جدید است. تلاش برای زنده ماندن در میان فاخته‌ها اساس الگوریتم بهینه‌سازی فاخته را تشکیل می‌دهد. با توجه به اهمیت موضوع و جهت بهبود و افزایش اعتماد در محاسبات ابری در مدیریت داده‌ها در بستر رایانش ابری یک روش مبتنی بر الگوریتم تکاملی فاخته ارائه شده است. در روش پیشنهادی، بازخورد کاربران و کیفیت سرویس ارائه‌دهندگان در سیستم ثبت می‌شود و این اطلاعات به عنوان پارامترهای ورودی الگوریتم فاخته استفاده می‌شود. تلاش می‌شود کمک شایانی به کاهش اندازه مسئله مورد نظر، همچنین کاهش فضای جستجو برای کاربران و کاهش پراکندگی بازخورد کاربران انجام شود. همچنین با بهره‌مندی از این الگوریتم، باید بتوان به بهترین و قابل‌اعتمادترین ارائه‌دهنده برمبنای بازخورد کاربران و کیفیت سرویس درفضای رایانش ابری، در مدت زمان کمتر و ارائه‌دهنده‌ای با کارایی بالاتر دست یافته شود. .بصورت کلی کاربران ابری خواهند توانست در سریع‌ترین زمان ممکن با در نظر گرفتن نیازمندی‌ها و اولویت‌های خود سرویس ابری را انتخاب نمایند.

ادامه مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است: بخش دوم مروری بر مطالعات انجام شده و دربخش سوم پیشینه نیز توضیح داده می‌شود. در بخش چهارم چارچوب پیشنهادی مورد بحث قرار گرفته است. رویکرد ارزیابی اعتماد با استفاده از الگوریتم بهینه فاخته در بخش پنجم ارائه شده است. در بخش ششم نتایج شبیه‌سازی و پیاده‌سازی بیان شده است. و در بخش انتهایی با ارائه نتیجه و پیشنهادات آتی مقاله به پایان می‌رسد.

۲- مروری بر مطالعات انجام شده

در پژوهش‌های انجام شده اعتماد بر پایه بازخورد، دامنه و توافق مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفته‌اند. این ارزیابی بصورت عینی و یا درونی انجام و هرکدام دارای نحوه عملکرد منحصر بفرد خود هستند. نحوه محاسبه بر مبنای تحلیل سلسله مراتبی، اعتماد چند نوبتی، سابقه تعامل، اعتماد درون و برون دامنه انجام شده است. بعنوان نمونه در مطالعات انجام شده با تبادل فایل‌ها میان نودها بر مبنای سابقه تعاملات و گزارشات میان نودها و حفظ جامعیت دیتا فرایند ارزیابی صورت می‌گیرد و یا با استفاده از پارامترهای قابل اندازه‌گیری مثل اطمینان، هزینه، امنیت و بهره بردن از مکانیزم رتبه‌بندی در ارزیابی با تحلیل سلسله مراتبی راهکارهایی پیشنهاد شده، اما ضعف این موارد در عدم کاربرد برای بعضی پارامترهایی است که قابل اندازه‌گیری نیستند. در راهکارهایی که فرایند اعتماد در چند مرحله صورت می‌گیرد وابستگی به تامین‌کنندگان سرویس ابری بسیار زیاد است. در نمونه‌های جامع‌تر نیز همچون ارزیابی بر مبنای دسترسی پذیری، قابلیت اطمینان و یکپارچگی داده و کارایی زمان پاسخ نیز با وجود اینکه بهترین منبع انتخاب می‌شود اما زمان‌بندی و نوبت درخواست‌های کاربران نادیده گرفته می‌شود.

در بعضی از پژوهش‌ها محاسبه مقدار اعتماد بین گره‌ها بر اساس تبادلات، جدول اعتماد، جدول اعتماد درون دامنه و جدول اعتماد برون دامنه بود با وجود این که برای دامنه‌ها از سیاست‌های امنیتی مختلفی استفاده می‌شود و یا از تاریخچه تراکنش و سابقه بهره می‌برد اما ممکن است گره مربوطه به چندین دامنه تعلق داشته باشد و یا موضوع تراکنش که یک عامل ضروری در تشخیص مقدار اعتماد است در نظر گرفته نشود. در جدیدترین مطالعات انجام شده در این خصوص مدیریت اعتماد دوطرفه در محیط محاسبات

تک‌ابری و چندابری به همراه راهکارهایی برای بازخوردهای نامعتبر و پراکنده، رتبه‌بندی بازخورد کاربران پیشنهاد شده است که البته مقادیر بازخوردها ایستا در نظر گرفته شده است .

در روش پیشنهادی مدیریت اعتماد از طریق مولفه شخص ثالث قابل اطمینان انجام می‌شود. این عامل با به کارگیری سرویس‌های تعبیه شده در مولفه‌های خود به ارزیابی قابلیت اعتماد تامین‌کنندگان سرویس ابری به صورت عینی و درونی، خوشه‌بندی و رتبه‌بندی سرویس‌های ابری مورد اعتماد بر اساس سلایق و اولویت‌های شخصی‌سازی شده کاربران، جمع‌آوری و یکپارچه سازی مقادیر اعتماد ارزیابی شده از ارائه‌دهندگان در محیط ابری، ارزیابی اعتماد کاربر ابری مبتنی بر بازخوردهای ثبت شده در سیستم مدیریت اعتماد، پیشنهاد ارائه‌دهندگان با بیشترین شباهت با اولویت‌های کاربران بر مبنای پارامترهای عینی و درونی می‌پردازد. به نحوی که علاوه بر حفظ ویژگی‌های مذکور سرعت و دقت بیشتری در ارزیابی اعتماد دارد.

۳- پیشینه تحقیق

در این مقاله پیشینه مفهوم اعتماد در رایانش ابری و همچنین رویکردهایی که اخیراً در ارزیابی اعتماد صورت پذیرفته است، مورد بررسی می‌گردد. رایانش ابری بدلیل تسهیل دستیابی مشترک به منابع محاسباتی در یک محیط جغرافیایی توزیع شده، از اهمیت تحقیقاتی فراوانی برخوردار است. یک کاربر قادر است که از مجموعه‌ای از منبع‌ها استفاده کند. در محیط ابری دسترسی به صورت درخواستی و به صورت سلف سرویس با حداقل تعامل با ارائه‌دهنده اعطا می‌شود. منابع محاسباتی مبتنی بر معماری چند مستاجر مجازی شده و بین مشتریان به اشتراک گذاشته می‌شوند و به صورت خودکار مدیریت می‌شوند. مکان فیزیکی منابع برای کاربران مبهم است. مجازی بودن این بستر به خاطر حساسیت و اهمیت داده‌ها یا اطلاعات ممکن است به لحاظ ذهنیتی برای کاربران قابل اعتماد نباشد، به همین دلیل می‌بایست مساله اعتماد حل شود تا یک موجودیت بتواند از منبع‌ها استفاده کند یا خدمات را برروی آن مستقر کند. در یک چنین شرایطی مصرف‌کننده و تامین‌کننده بر روی یکدیگر کنترل کامل ندارند[۱]. هنوز مسائل چالش‌برانگیز بسیاری مانند کیفیت ارئه منابع، امنیت و جامعیت و نهان‌سازی داده‌های ذخیره شده در ابر و عدم اطمینان به ارائه‌دهندگان وجود دارد. انتخاب تامین‌کننده قابل اعتماد یکی از مسائل چالش بر انگیز محیط ابر است. اهمیت روزافزون رایانش ابری این امر را به طور فزاینده‌ای ضروری می‌کند که ما با معنای اعتماد درمحیط ابر و نحوه ایجاد این اعتماد توسط مشتری، ارائه‌دهنده و به طور کلی‌تر جامعه دست و پنجه نرم کنیم[۲]. مفهوم اعتماد موضوع پیچیده‌ای است درواقع اعتقاد راسخ به ویژگی‌هایی مانند قابلیت اطمینان، صداقت و شایستگی نهاد مورد اعتماد مربوط می‌شود[۳]. برآورد اعتماد مبتنی بر رفتاری است که شامل تاریخچه ارتباط مستقیم بین کاربر و ارائه‌دهنده خدمات و همچنین بر اساس توصیه‌های دوستان و شخص ثالث است[۴]. ارزش اعتماد منابع به کاربران ابر کمک می‌کند تا خدمات یک ارائه‌دهنده ابر را برای پردازش و ذخیره اطلاعات ضروری خود انتخاب کنند. همچنین، ارائه‌دهندگان خدمات می‌توانند به کاربران بر اساس ارزش اعتماد دسترسی داشته باشند تا منابع ابری را از کاربران مخرب ایمن کنند. همگی این جنبه‌های ایجاد اعتماد و روش‌های محاسبهٔ آن‌ها معمولا با نام «مدل‌های اعتماد» در مراجع علمی شناخته می‌شود. مدل‌های اعتماد در رایانش ابری بسیار گسترده هستند به طوری که هر مدل امکانات مختلفی را پشتیبانی می‌کند و سرویس‌های ابری را بر اساس پارامترها و نیازمندی‌های مختلفی ارزشیابی می‌کند. در رایانش ابری، معیارها وکیفیت سطح سرویس از یک مصرف‌کننده سرویس ابر تا مصرف‌کننده دیگر ابر متفاوت است. چرا که، یکی ممکن است یکپارچگی داده‌های ارائه شده توسط تامین‌کننده سرویس ابر را ترجیح دهد در حالی که مصرف‌کننده دیگر سرویس ابری را انتخاب کند که بیشترین پهنای باند موجود و کارایی زمان پاسخ را داشته باشد. بنابراین، بسیار اهمیت دارد که مدل اعتماد مناسبی انتخاب شود که بیشترین پوشش را از تمامی پارامترها داشته باشد[۵]. صالحی و همکاران، مقاله‌ای تحت عنوان «انتخاب سرویس ابری مبانی بر پایداری در اعتلاف بازخورد کاربران»، انجام دادند[۶]. در این مقاله، یک مدل محاسباتی مبتنی بر اعتبار بازخورد کاربران، به منظور محاسبه اعتماد سرویس‌ها ارائه می‌شود. این مدل علاوه بر تجربیات کاربران از اعتبار کاربران به همراه میزان پایداری بازخوردهای درست آنها استفاده می‌نماید. در انتها، میزان کارایی مدل بررسی شده و ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که مدل ارائه شده با وجود کاربران بدخواه، توانسته است اعتماد سیستم را به درستی محاسبه نماید. مجوار و باجانتی، مقاله‌ای تحت عنوان «برآورد اعتماد مبتنی بر رفتار و بازخورد در فضای ابری»، انجام دادند[۷]. این مقاله روشی را برای ارزیابی قابلیت اعتماد ارائه‌دهنده خدمات ابری بر اساس رفتار و بازخورد ارائه شده توسط کاربران ارائه می‌کند. آقایی قزوینی و همکاران، مقاله‌ای تحت عنوان «چارچوب جدید مدیریت اعتماد چند سطحی برای حل مشکلات نامعتبر و پراکنده رتبه‌بندی بازخورد کاربر در محیط‌های ابری» انجام دادند[۸]. در چارچوب این پژوهش، مؤلفه‌های جدیدی برای حل مشکلات نامعتبر و پراکنده ذخیره‌سازی بازخورد تعریف شدند. مطمئناً ارزیابی اعتماد

بر اساس آن دقیق‌تر خواهد بود. مقادیر تحلیلی نشان داد که رویکرد پیشنهادی این پژوهش، حتی با کیفیت پایین داده ذخیره‌سازی بازخورد به طور قابل توجهی بهتر ازسایر رویکردها عمل می‌کند. حسن و همکاران، مقاله‌ای تحت عنوان «مدل پیشرفته مبتنی بر کیفیت سرویس برای ارزیابی اعتماد در محیط ابری» انجام دادند [۹]. مدل پیشنهادی ارزش انباشته اعتماد را محاسبه می‌کند که به صورت پویا در هر تراکنش به روز می‌شود و منعکس‌کننده تراکنش فعلی یا آخرین تراکنش ارائه‌دهنده در ابر است. آقایی قزوینی و همکاران، مقاله‌ای تحت عنوان «MMLT[1] یک چارچوب اعتماد چند سطحی متقابل بر اساس اشخاص ثالث قابل اعتماد در محیط های چند ابری»، انجام دادند[۱۰]. این پژوهش را با هدف توسعه چارچوب مدیریت اعتماد موثر، رویکرد جدیدی برای بهبود تعاملات مبتنی بر اعتماد ارائه کرده است. پیریا و لاتا، مقاله‌ای تحت عنوان «چارچوبی برای مدیریت اعتماد در فضای رایانش ابری»، انجام دادند[۱۱]. در این مقاله چارچوب «اعتماد به عنوان سرویس» (Taas)[2]، برای بهبود روش‌های مدیریت اعتماد در محیط‌های ابری پیشنهاد شده است. در این مدل تطبیقی همچنین، تمایزی میان بازخوردهای معتبر و بازخوردهای مخرب در نظر گرفته شده است. احمد و همکارانش، یک مدل اعتماد میان کاربران و تأمین‌کنندگان ابری پیشنهاد کرده‌اند که اعتماد را در سه نوبت برقرار می‌کند و وقتی کاربران ابری در دو نوبت اول قانع شدند، سپس در نوبت سوم آنها می‌توانند روی تأمین‌کننده ابری حساب کنند [۱۲]. کومار و همکارانش، چارچوبی را برای اندازه‌گیری کیفیت و اولویت سرویس های ابر پیشنهاد کردند [۱۳]. آنها پیشنهاد کردند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر پایه مکانیزم رتبه‌بندی که سرویس‌های ابر بر اساس برنامه‌های کاربردی مختلف مربوط به نیازمندی‌های کیفیت سرویس می‌تواند ارزیابی نماید. این روش پیشنهادی فقط برای مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری کیفیت سرویس استفاده می‌شود مانند: پاسخگویی، مهارت، اطمینان از سرویس، هزینه، کارایی، امنیت، حریم خصوصی و قابلیت استفاده، استفاده می‌شود. ظفر و همکارانش، یک مدلی را پیشنهاد کردند که به کاربران سرویس ابر، در پیدا کردن تامین‌کنندگان سرویس ابر قابل اعتماد و کارآمد، بر مبنای داده‌های گرفته شده از مسئولان قانونگذار و عملکرد تامین کنندگان سرویس ابر در یک سال گذشته و بازخوردهای گرفته شده از مشتریان کمک می‌کند[۱۴]. مانول و همکارانش، مدل اعتمادی پیشنهاد کردند براساس گواهینامه های قبلی و قابلیت‌های کنونی تامین‌کنندگان سرویس ابری، مدل پیشنهاد شده را مدل اعتماد کیفیت سطح سرویس نامگذاری کردند[۱۵]. در این مدل مقدار اعتماد با استفاده از چهار پارامتر، دسترسی‌پذیری[3]، قابلیت اطمینان[4]، یکپارچگی داده‌ها [5] و کارایی زمان پاسخ [6] محاسبه شده است.

۴- روش‌ها

در این پژوهش سعی بر آن است تا با استفاده از الگوریتم بهینه فاخته، بتوان به بهترین و قابل‌اعتمادترین تأمین‌کننده برمبنای بازخورد کاربران و کیفیت سرویس درفضای رایانش ابری، درمدت زمان کمتر و کارایی بالاتر دست یافت. از الگوریتم پیشنهادی می‌توان در مولفه‌های عامل بخش ثالث مورد اعتماد به منظور بهینه استفاده نمود بدین صورت که بهینه‌سازی انتخاب، یافتن راه حل‌های بهینه به طور کامل و دقیق کاملاً بر فرآیند جستجوی ذاتی متکی است. فرآیند جستجوی مورد استفاده برای انتخاب ارائه‌دهنده بر اساس نگاشت معیارهای درخواست توسط مصرف‌کننده و کیفیت خدمات منتشر شده توسط ارائه‌دهندگان پس از مرحله کشف است. در این بخش، ما یک راه‌حل فراابتکاری به‌طور دقیق‌تر بر روی الگوریتم بهینه فاخته برای حل مشکل انتخاب ارائه‌دهنده در رایانش ابری پیشنهاد می‌کنیم.

۴-۱- چارچوب پیشنهادی مدیریت اعتماد

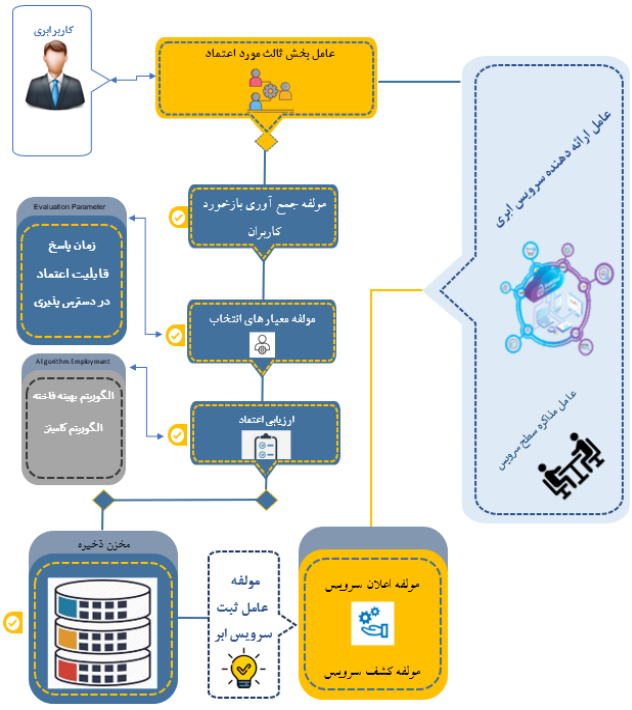
مدیریت اعتماد از دو دیدگاه متفاوت تعریف شده است، دیدگاه فراهم‌کننده سرویس ابری که میزان تطابق پارامترهای کیفیت سرویس از جمله در دسترس‌پذیری، زمان پاسخ، قابلیت اعتماد، صحت و شفافیت با مقادیر تعیین شده در قرارداد سطح سرویس SLA ارزیابی و سنجیده می‌شود. دوم دیدگاه کاربر ابری که به ارزیابی و سنجش رفتار کاربر ابری با تامین‌کنندگان سرویس می‌پردازد. با در نظر گرفتن چارچوب مدیریت اعتماد در این پژوهش چهار عامل اصلی زیر تقسیم می‌شوند، فراهم‌کننده سرویس ابری در حوزه محاسبات ابری، این عامل می‌تواند محدوده وسیعی از سرویس‌ها را با مدل‌های مختلف از جمله IaaS[7]، PaaS[8]، SaaS[9] ارائه کنند. کاربر ابری می‌تواند از سرویس‌های ارائه شده توسط تامین‌کنندگان استفاده کند و با ارسال درخواست به عامل مدیریت

[1] Multi-level trust management
[2] Trust as a service
[3] Availability
[4] Reliability
[5] Data Integrity
[6] Turnaround Efficiency
[7] Infrastructure as a Service
[8] platform as a service
[9] Service as a service

اعتماد همان ابر درباره قابلیت اعتماد سرویس ابری اطلاعاتی کسب نماید تا از این طریق بهترین سرویس ابری مورد اعتماد را با توجه به نیازمندی‌های وظیفه‌مندی و سلایق شخصی خود انتخاب کند. بخش ثالث مورد اعتماد[1]، این عامل با به کارگیری سرویس‌های تعبیه شده در مولفه‌های خود وظایف که در ادامه بیان می‌شود را بر عهده دارد: ارزیابی قابلیت اعتماد تامین‌کنندگان سرویس ابری به صورت عینی و درونی، در دسته اول از کیفیت سرویس بعنوان معیار استفاده می‌شود شایان ذکر است کیفیت سرویس قابل مشاهده و اندازه‌گیری است[۱۶]. دسته دوم روش‌هایی هستند که برای ارزیابی و انتخاب سرویس ابری از باز خوردهای ارسال شده توسط کاربران بهره می‌برد. ارزیابی مبتنی بر بازخورد که به آن ارزیابی اعتماد درونی هم گفته می‌شود به طور گسترده در سیستم‌های تجارت الکترونیک از جمله آمازون و ایبی به کار گرفته می‌شود[۱۷]. همچنین، خوشه‌بندی سرویس‌های ابری مورد اعتماد بر اساس سلایق و اولویت‌های شخصی‌سازی شده کاربران. جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی مقادیر اعتماد ارزیابی شده از تامین‌کنندگان در محیط ابری. ارزیابی اعتماد کاربر ابری مبتنی بر بازخوردهای ثبت شده در سیستم مدیریت اعتماد. آخرین عامل نیز سرویس ثبت ابری است، این عامل با دو هدف اساسی در چارچوب مدیریت اعتماد قرار گرفته است که شامل اعلان سرویس و کشف سرویس است بدین معنا که یک فراهم‌کننده سرویس ابری قادر است سرویس‌های خود را از طریق این مولفه ثبت نماید و از طرف دیگر کاربران با دسترسی به سیستم مدیریت ابری به کشف سرویس ابری مناسب می‌پردازند. کاربر ابری، می‌تواند از سرویس‌های ارائه شده توسط تامین‌کنندگان استفاده کند و با ارسال درخواست به عامل مدیریت اعتماد همان ابر درباره قابلیت اعتماد سرویس ابری اطلاعاتی کسب نماید تا از این طریق بهترین سرویس ابری مورد اعتماد را با توجه به نیازمندی‌های وظیفه‌مندی و سلایق شخصی خود انتخاب کند.

۴-۲- مولفه‌های چارچوب مدیریت اعتماد

هر کدام از عوامل ذیل نیازمند مولفه‌هایی به منظور مدیریت اعتماد در محیط محاسبات چند ابری هستند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. اولین مولفه‌های عامل فراهم‌کننده سرویس ابری است، این مولفه مذاکره SLA را بین یک کاربر و فراهم‌کننده ابری بر عهده دارد، به بیانی دیگر می‌توان جزئیات قرارداد SLA درباره یک فراهم‌کننده سرویس ابری را از طریق این مولفه به دست آورد، پس از انجام مذاکرات موفقیت‌آمیز بین کاربر و فراهم‌کننده قرارداد و فرایند انجام مذاکره برای اعتبارسنجی آینده ثبت و نگهداری می‌شود. مولفه دیگر مولفه‌های عامل کاربر ابر، مولفه ناظر قرارداد SLA در سمت کاربران، مانیتورینگ رفتار و کارایی یک سرویس ابری را به منظور تایید و تضمین قراردادهای SLA درسطح مطلوب بر عهده دارد. مولفه عامل بخش ثالث مورد اعتماد یعنی عامل TTP که در حالت کلی واسطی بین کاربران و تامین‌کنندگان سرویس ابری است، به عبارتی دیگر این عامل‌ها نمایندگانی هستند که در سطح ابرهای مختلف توزیع شده‌اند این عامل شامل مولفه‌های جمع‌آوری بازخورد کاربران، مولفه معیارهای انتخاب[2]، یعنی پارامترهای مورد نظرکاربران بر مبنای اولویت آنها، مولفه ارزیابی اعتماد [3] که وظیفه ارزیابی اعتماد تامین‌کنندگان و کاربران ابری را بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده بر مبنای الگوریتم پیشنهادی بر عهده دارد. مولفه مخزن [4] ذخیره مقادیر اعتماد حاوی مقادیر اعتماد ارزیابی شده تامین‌کنندگان می‌باشد. عامل TTP برای ارزیابی اعتمادی عینی و درونی تامین‌کنندگان ابری از اطلاعات فراهم شده توسط مولفه جمع‌آوری اطلاعات ناظر و به منظور ارزیابی اعتماد تامین‌کنندگان ابری از بازخوردهای ارسال شده توسط کاربران که توسط مولفه جمع‌آوری بازخوردهایی معتبر و به روز جمع‌آوری شده است استفاده می‌کند. چارچوب پیشنهادی در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. چارچوب پیشنهادی مدیریت اعتماد

[1] Trusted Third Party Age
[2] Cloud attribute
[3] Trust evaluation
[4] Feedback Repository

۴-۳- الگوریتم بهینه فاخته COA

الگوریتم فاخته با الهام از زندگی و رفتار گروهی فاخته‌ها تعریف شده است. شکل۲ فلوچارت الگوریتم پیشنهادی را نشان می‌دهد.

همانند الگوریتم‌های تکاملی، الگوریتم پیشنهادی با جمعیت اولیه فاخته‌ها آغاز می‌شود. این فاخته‌های در لانه برخی از پرندگان تخم گذاری می‌کنند. برخی از این تخم‌ها که بیشتر شبیه تخم‌های پرنده میزبان هستند، امکان زنده ماندن و تبدیل شدن به فاخته بالغ را دارند. تخم‌های دیگر توسط پرندگان میزبان شناسایی شده و از بین می‌روند. تخم‌های رشد یافته نیز بیانگر مناسب بودن لانه‌های آن منطقه است. هر چه تعداد تخم‌های رشد کرده در یک منطقه بیشتر باشد، سود بیشتری در آن منطقه به دست می‌آید. بنابراین مکان‌هایی که در آن تخم‌های بیشتری بالغ می‌شوند پارامتری خواهد بود که الگوریتم بهینه فاخته بهینه‌سازی آن را انجام می‌دهد.

فاخته‌ها به دنبال بهترین نقاط برای تخم گذاری می‌گردند تا درصد زنده ماندن تخم‌هایشان به بالاترین میزان برسد. پس رشد تخم‌ها در بهترین مکان و تبدیل به یک فاخته بالغ، جوامعی را تشکیل می‌دهند. هر جامعه منطقه زیستگاه خود را برای زندگی دارد. بهترین زیستگاه در میان این جوامع، مقصد فاخته‌ها در سایر جوامع خواهد بود. سپس فاخته‌ها به سمت این ناحیه مهاجرت می‌کنند. آنها در جایی نزدیک به بهترین زیستگاه ساکن خواهند شد. با توجه به تعداد تخم‌های هر فاخته و همچنین فاصله فاخته تا نقطه هدف که همان بهترین زیستگاه است، شعاع‌های تخم گذاری به آن اختصاص داده شده است. سپس فاخته در چند لانه تصادفی در داخل شعاع تخمگذاری خود شروع به تخم گذاری می‌کند. این روند تا زمانی ادامه می‌یابد که بهترین موقعیت با حداکثر ارزش سود بدست آید و بیشتر جمعیت فاخته حول همان موقعیت جمع شوند.

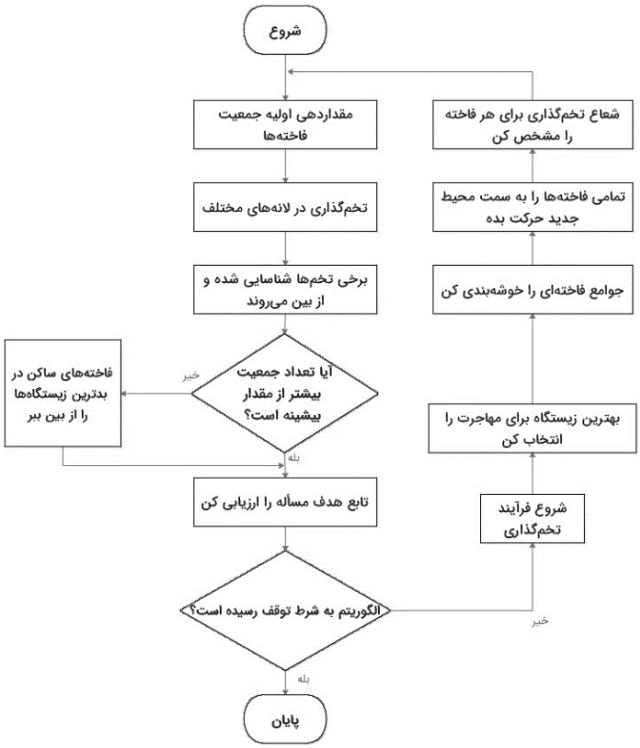
۴-۴- ایجاد سکونت گاه اولیه فاخته

در یک مسئله N_{var} بعد، یک سکونت گاه $N_{var}+1$ آرایه‌ای است که نشان‌دهنده محل فعلی زندگی فاخته است. این آرایه بصورت زیر است.

$$habitat = [x_1, x_2, \dots, x_{N_{var}}] \quad (۱)$$

میزان مناسب بودن یا مقدار سود در $habitat$ فعلی با ارزیابی تابع سود (fp) در $habitat$ به دست می‌آید.

$$profit = fp(habitat) = fp[x_1, x_2, \dots, x_{N_{var}}] \quad (۲)$$



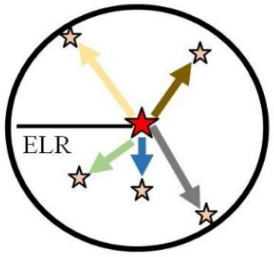
شکل ۲. فلوچارت الگوریتم فاخته [۱۸]

برای شروع الگوریتم بهینه‌سازی یک ماتریس $habitat$ به سایز $pop \times N_{var}$ تولید می‌شود، سپس برای هر کدام از این $habitat$ ها تعدادی تصادفی تخم تخصیص می‌یابد.

هر فاخته دریک دامنه مشخص تخم‌های خود را می‌گذارد.

$$ELR = \alpha \times \frac{Number\ of\ current\ cuckoo\ s\ eggs}{Total\ number\ of\ eggs} \times (Var_{hi} - Var_{low}) \quad (۳)$$

در این فورمول ELR[1] شعاع تخمگذاری و α یک عدد صحیح است که قرار است حداکثر مقدار شعاع تخمگذاری را کنترل کند، بنابراین بعد از هر تخمگذاری $P\%$ از تمام تخم‌ها (معمولا ۱۰٪) که مقدار تابع سود آنها کمتر است نابود می‌شوند. بقیه جوجه‌ها در لانه میزبان تغذیه شده و رشد می‌کنند [۱۸].



شکل ۳. روش تخمگذاری هر فاخته در یک دامنه مشخص [۱۸]

[1] Egg laying Radius

زمانی که فاخته‌های بالغ در تمام محیط، زندگی می‌کنند، تشخیص این که کدام فاخته متعلق به کدام گروه است دشوار است. برای حل این مشکل، گروه‌بندی فاخته‌ها باروش خوشه‌بندی K-Means انجام می‌شود. اکنون که گروه‌های فاخته تشکیل شده‌اند، میانگین ارزش سود آنها محاسبه می‌شود. سپس حداکثر مقدار این میانگین سود، گروه هدف را تعیین می‌کند و در نتیجه بهترین زیستگاه آن گروه، زیستگاه مقصد جدید فاخته‌های مهاجر است. هر فاخته تنها λ٪ از مسیر را با درجه انحراف φ رادیان پرواز می‌کند پارا مترهای λ و φ به فاخته‌ها کمک می‌کند تا مناطق بیشتری را برای یافتن زیستگاه بهینه با بیشترین منبع غذایی و بهترین شرایط زندگی جستجو کنند. وقتی تمام فاخته‌ها به سمت نقطه هدف مهاجرت کردند و نقاط سکونت جدید هرکدام مشخص شد، هر فاخته صاحب تعدادی تخم می‌شود. با توجه به تعداد تخم هر فاخته یک ELR برای آن مشخص می‌شود و سپس تخمگذاری شروع می‌گردد. فرمول عملگر مهاجرت در الگوریتم بهینه‌سازی فاخته به صورت رابطه زیر است.

$$X_{NextHabitat} = X_{currentHabitat} + F(X_{GoalPoint} - X_{CurrentHabitat}) \quad (۶)$$

کاهش مرحله ای شعـاع تخم‌گذاری می‌تواند منجر به بهبود جستجو شده و دقت جواب‌ها را بالا ببرد. درالگوریتم COA این تغییر را می‌توان با کاهش تدریجی ضریب آلفا انجام داد. شعاع تخمگذاری به صورت زیرکاهش می‌یابد.

$$t = \frac{max-iter}{C} \quad (۷)$$

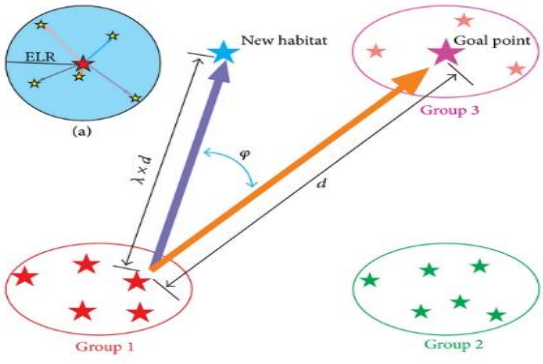
C یک مقدار ثابت از بازه (۰،۲۰) و $max - iter$ ماکزیمم تعداد تکرارها است. از این رو،

$$\alpha = \left\| \frac{iteration}{t} \right\| + 1 \quad (۸)$$

$$e = Var_{hi} - Var_{low} \quad (۹)$$

$$e_{new} = \frac{e_{old}}{\alpha} \quad (۱۰)$$

$\| \ \|$ به معنای قسمت صحیح عدد خاص خواهد بود. بنابراین e در هر تکرار t با استفاده از معادله بالا اصلاح می‌شود.



شکل ۴. مهاجرت فاخته‌ها به سمت سکونتگاه جدید(۱۸).

۴-۵- L´evy Flight، الگویی از حرکت‌های تصادفی در فضای مسئله

پرواز لوی یک مدل تصادفی برای حرکت ذرات است که در آن طول قدم‌ها به دنباله تصادفی از مقادیر مثبت نمونه برداری شده از یک پرواز تصادفی پیروی می‌کند. در این روش، ذرات با طول قدم‌های تصادفی به طور گسترده حرکت می‌کنند و در نتیجه به سرعت به سراسر فضا پخش می‌شوند.

$$Le'vy \sim U = t^{-\lambda} \quad (1 < \lambda \leq 3) \quad (۱۱)$$

این روش می‌تواند به عنوان یک الگوریتم بهینه‌سازی در بسیاری از مسائل به کار گرفته شود. فرمول به صورت زیر است.

$$x_{n+1} = x_n + \sum_{i=1}^{\infty} \Delta x_i \quad (۱۲)$$

$$P(\Delta x) = \frac{\alpha}{2|\Delta x|^{1+\alpha}} \quad (۱۳)$$

برای استفاده از مدل پرواز لوی به عنوان یک الگوریتم بهینه‌سازی، می‌توان همان فرمول را به صورت زیر بازنویسی کرد.

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x \quad (۱۴)$$

در این فرمول، α یک پارامتر مثبت است که نشان‌دهنده شدت حرکت تصادفی است [۱۷]. ما با انجام پرواز لوی از فاخته‌های موجود (راه حل‌ها) فاخته‌های جدید (راه حل) تولید می‌کنیم. مطابق معادله ۱۵.

$$x_{new} = x_i + \beta \otimes \text{L´evy}(\lambda) \quad (۱۵)$$

x_{new} قانون تکامل برای هر فاخته و در اینجا $\beta > 0$ نیز اندازه گام است. در بیشتر موارد، می‌توانیم از $\beta = 1$ استفاده کنیم. $\otimes$ به معنای ضرب‌های ورودی است [۱۹].

۴-۶- خوشه‌بندی

الگوریتم K-Means یک الگوریتم بر پایه‌ی تکراری است که سعی می‌کند مجموعه داده‌ها را به زیرگروه‌های متمایز بدون همپوشانی تعریف کند، که به این زیر گروه‌ها خوشه گفته می‌شود. در این گروه‌ها هر نقطه داده فقط به یک گروه تعلق دارد. در این الگوریتم سعی می‌شود نقاط داده درون خوشه‌ای را تا حد ممکن شبیه به هم ساخت و در عین حال خوشه‌ها را تا حد امکان متفاوت (دور) از هم تعریف کرد. این الگوریتم داده‌ها را به یک خوشه اختصاص می‌دهد به طوری که مجموع فاصله مربع شده بین نقاط داده و مرکز گروه (میانگین محاسبه تمام نقاط داده‌ای که به آن خوشه تعلق دارند) در حداقل باشد. هدف از خوشه‌بندی طبقه‌بندی اطلاعات با میزان تشابه بین آنها در دو یا چند گروه است. مسئله خوشه‌بندی را

بصورت کلی می‌توان به شرح زیر بیان کرد.

در مجموع داده‌های $x = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ ، n شی داده شده به k خوشه $(c_1, c_2, \ldots, ck)$ تقسیم می‌شود، بطوری که شباهت داده‌های درون هر خوشه حداکثر و شباهت بین داده‌های بین خوشه‌های متفاوت حداقل شود. این مسئله در معادله زیر بیان شده است.

$$\begin{cases} \bigcup_{i=1}^{k} c_i = x \\ c_i \cap c_j = \emptyset \;\; i,j = 1,2,3,\ldots\ldots k \\ c_i \neq \emptyset \;\; i = 1,2,3,\ldots k \quad i = 1,2,\ldots.k \end{cases} \qquad (۱۶)$$

k تعداد خوشه‌ها و c_i خوشه i ام می‌باشد از نظر ریاضی خوشه c_i بصورت معادله ۱۷ مشخص است، باید فاصله هر داده با مراکز خوشه محاسبه شود.

$$\begin{cases} c_i = \{x_j \mid \|x_j - \mu_i\| \leq \|x_j - \mu_p\|, x_j \in x\} \\ p \neq i\,, p = 1,2,\ldots k \\ \mu_i = \frac{1}{|c_i|} \sum_{x \in c_i} x\,j \quad i \quad = 1,2,3,..k \end{cases} \qquad (۱۷)$$

در این فرمول، x_j نماینده یک داده در مجموعه داده‌های x است. μ_i نماینده مرکز خوشه i است و k تعداد کل خوشه‌ها را نشان می‌دهد. بعنوان مثال در اینجا، $\|x_j - \mu_1\|$ نشان‌دهنده فاصله داده x_j تا مرکز خوشه ۱ است و $\|x_j - \mu_2\|$ و $\|x_j - \mu_3\|$ نشان‌دهنده فاصله داده x_j تا مراکز خوشه ۲ و ۳ به ترتیب هستند[۲۰].

$\| \; \|$ بیانگر فاصله اقلیدسی و یا کسینوسی بین هر دو نقطه است، μ_i مرکز خوشه c_i است که در واقع میانگین تمامی نقطه‌ها در خوشه را نشان می‌دهد. مجموع خطاها بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$SSE = \sum_{i=1}^{k} \sum_{x_j \in c_i} \|x_j - \mu_i\|^2 \qquad (۱۸)$$

مقدار تابع برازش در خوشه‌بندی داده‌ها برابر با میانگین فاصله داده‌ها از مرا کز خوشه‌ها می‌باشد، که بصورت معادله (۱۹) است.

$$fitness(\mu_i) = \left(\frac{1}{n}\sum_{m=1}^{k} \sum_{xj \in c_m} \|x_j - \mu_{im}\|\right)^{-1} \qquad (۱۹)$$

الگوریتم خوشه‌بندی K-means مرحله‌های توصیف شده در بالا (محاسبه مجدد نقطه اولیه و تخصیص خوشه) را تا زمانی که شرط همزمانی (به عنوان مثال، ثابت ماندن در دو تکرار متوالی) برآورده شود، تکرار می‌کند. این مرحله نقطه اوج نتایج خوشه‌بندی است. این الگوریتم دارای چند مزیت است که آن را معروف کرده و سادگی و سهولت پیاده‌سازی مهمترین فاکتورها به حساب می‌آیند. به دلیل پیچیدگی خطی، این الگوریتم بسیار سریع کار می‌کند [۲۱].

۵- ارزیابی اعتماد

در محیط ابری، تامین‌کنندگان بسته به پارامترهای مختلف خدمات ابری به ارایه سرویس می‌پردازند. باید بهترین تامین‌کننده با سرویس بهتر را از لیست تامین‌کنندگان کاندید با ویژگی‌های مختلف کیفیت خدمات بسته به نیاز مصرف‌کنندگان انتخاب شود. مشکل انتخاب تامین‌کننده را با کاهش اندازه مسئله، همچنین کاهش فضای جستجو برای کاربران به صورت زیر مدل می‌شود. به طوری که،

$$p = \{p_1, p_2, \ldots p_n\} \qquad (۲۰)$$

که نشان‌دهنده n کاندید فراهم‌کننده با عملکرد یکسان است.

$$QOS(P_i) = \{qos_1, qos_2, \ldots qos_m\} \qquad (۲۱)$$

که بیانگر کیفیت تامین‌کننده p_i با m معیار است.

$$User\ Rq = \{CF;\ Const\}) \qquad (۲۲)$$

فاکتور هزینه[1] پارامتری است که مشتری برای هزینه اعمال محدودیت می‌کند و محدودیت[2] نیز می‌تواند شامل هرگونه محدودیت همچون زمان پاسخ‌دهی باشد، بعنوان مثال کاربر می‌تواند زمان پاسخ‌دهی ۵ روزه را تعیین نماید، به طور کلی به محدودیت‌های مصرف‌کننده اشاره دارند و بر اساس نیاز مشتری قابل تغییر می‌باشند.

$$Const(p_i) = \{Const_1, Const_2, \ldots Const_d\} \qquad (۲۳)$$

مجموعه‌ای از محدودیت‌های تعریف شده توسط مصرف‌کننده که با $0 < d < m$ نشان داده می‌شود. وزن‌های ارائه شده توسط کاربر برای هرQos را معادله (۲۴) نشان می‌دهد.

$$W = \{w_1, w_2, \ldots w_m\}$$
$$\sum_{j=1}^{n} \mathrm{Wj} = 1 \qquad (۲۴)$$

برای مقادیر مثبت معادله (۲۵).

$$Qos^{+}(p) = \begin{cases} \frac{qi - qimin}{qimax - qimin} & \text{if } qimax \neq qimin \\ 1, & \text{if } qimax = qimin \end{cases} \qquad (۲۵)$$

برای مقادیر منفی معادله (۲۶)

$$Qos^{-}(p) = \begin{cases} \frac{qimax - qi}{qimax - qimin} & \text{if } qimax \neq qimin \\ 1, & \text{if } qimax = qimin \end{cases} \qquad (۲۶)$$

U_P نیز تابع هدف (مقدار تناسب) می‌باشد.

[1] Cost factor

[2] Constraint

$$U_P = \sum_{k=1}^{m} QOSi \pm P * Wi \quad (۲۷)$$

m تعداد ویژگی‌های یک تامین‌کننده است و مقادیر $+$ و $-$ میزان ارزش را نشان می‌دهد به نحوی که هر چه مقدار Qos مثبت‌تر باشد ارزش بیشتری دارد مثل قابلیت اعتماد و سرعت و مقدار $-$نیز هرچه کمتر باشد ارزش بیشتری خواهد داشت همانند هزینه کمتر یا زمان پاسخگویی خدمات[۲۲]. البته برای تسهیل در محاسبه مقدار تابع هدف انتخاب تامین‌کننده، مقادیر ویژگی تامین‌کنندگان مختلف را به عددی بین صفر و ۱ نرمال می‌کنیم و شبه کد الگوریتم جستجوی فاخته بصورت زیر می‌باشد.

حال از یک فرآیند جستجوی تسریع شده برای بهبود نرخ همگرایی استفاده می‌شود. برای بهبود نرخ همگرایی، در الگوریتم پیشنهادی از پرواز لوی برای مزایای آن استفاده شده است. پروازهای لوی همانگونه که قبلا توضیح داده شد برای کاوش در مناطق جستجو در مقیاس بزرگ کارآمدتر هستند. هر تخم در یک لانه نشان‌دهنده یک تامین‌کننده است و هر فاخته می‌تواند یک تخم بگذارد هدف استفاده از بهترین تامین‌کننده برای جایگزینی یک تامین‌کننده با ویژگی‌های کمتردر محیط ابری است (لانه).

الگوریتم ۱: شبه کد الگوریتم جستجوی فاخته (CSA)

Input: n (number of Cuckoos); Max It; *QoS−/+*; *Const*
Output: Best provider

Objective Function f_x ,$x = \{x_1, x_2,...,x_n\}$
1. Generate initial population x_i (1, 2, ..., x)
2. Evaluate fitness
3.while ($t \le Max\ It$) do
It = *It*+1

4. Get a Cuckoo randomly by Levy Flights
5.Evaluate its quality/Fitness f_i
6. Choose a random nest *j*;

7.if ($f_i \ge f_j$) then
8. Replace *j* by the new solution ;

9.End if

10.Worst nest is abandoned with probability (*pa*) and new nest is built with Levy flights;

11.Keep the best solution (or cuckoo with quality solutions);
12.Rank the solutions and find the current best provider;
13.End while
14.Result (best provider)

در این مورد، دیگر تمایزی بین تخم، لانه یا فاخته وجود ندارد و هر لانه مربوط به یک تخم است که همچنین نشان‌دهنده فاخته‌ای است که با یک تامین‌کننده مدل شده است. الگوریتم پیشنهادی با استفاده از پرواز لوی و خوشه‌بندی K-Means به منظور افزایش سرعت انتخاب و انتخاب دقیق‌تر قابل‌اعتمادترین تامین‌کننده و پرهیز از همگرایی زودرس به صورت زیر است.

الگوریتم ۲: شبه کد الگوریتم بهینه فاخته (COA)

Input: n (number of Cuckoos); Max It; QoS-/+ ; Const;
Output: Best provider

Data, $x = \{x_1, x_2,...,x_n\}$;
Cluster number, K;
Clusters: $c = \{c_1, x_2,...,c_k\}$

1: Initialize: Generate initial population
Num Cuckoos: number of initial Population;
Min Number Of Eggs: min number of eggs for each cuckoo;
Max Number Of Eggs: maxi number of eggs for each cuckoo;
Max Iter: max iteration of the Cuckoo Clustering Algorithm;
Max Num Of Cuckoos: max number of cuckoos that can live at the same time;
Var low;
Var hi;
2: Generate the Position of Initialize Population randomly which each single $\mu = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{numCuckoos}\}$; contains K randomly generated centroid vectors μ_i
$\mu_i = \{\mu_{i1}, \mu_{i2}, \dots, \mu_{ik}\}$;
3: for t=1: max Iter do
4: for i=1: num Cuckoos do
5: Initialize number of eggs for each μi
6: end for
7: for i=1: num Cuckoos do
8. Calculate ELR (egg laying radius) for current μ_i
9: end for
10: Lay eggs in different nests
11.Remove the eggs on the same positions for all Cuckoos
12: for i=1: num Cuckoos do
13: Evaluate fitness function for $each\ \mu i$ and its eggs and put them under each other
14: end for
15: if Population > max Num Of Cuckoos then
16: abandoned cuckoos in worst position
17: end if
18. Update the global best position μ_{best} : Select the best $\mu_{best\ i}$ from $\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{numCuckoos}\}$;
19: Move all cuckoos toward μ_{best}
20: end for
21. Result (best provider)

۶- شبیه‌سازی و ارزیابی

به منظور ارزیابی قابلیت الگوریتم پیشنهادی تمامی آزمایش‌ها توسط کامپیوتر با ۴ گیگابایت حافظه و پردازنده Core(TM) i3-1115G4، 3.00GHz صورت گرفته است. مراحل شبیه‌سازی در محیط نرم افزار متلب انجام شد و به منظور انجام مراحل شبیه‌سازی و ارزیابی راهکار پیشنهادی یک مجموعه داده بکار گرفته شده است.

۶-۱- پارامترهای شبیه‌سازی

برای تخمین زمان پاسخگوی الگوریتم پیشنهادی تعداد کاربران و تامین‌کنندگان، در مراحل مختلف قابل تنظیم است چرا که این تغییر نمایانگر کاربرد الگوریتم COA با شرایط مختلف در فضای مسئله خواهد بود. از پارامترهای دیگر قابل تنظیم نیز مقادیر مولفه‌های اعتماد عینی و درونی بر مبنای اولویت کاربران می‌باشد. به عنوان نمونه در پارامترهایی همچون، دسترسی سریع و قابلیت اطمینان به عوامل زیادی همچون میزان پردازش سخت افزاری بستگی دارد، پس ممکن است کاربربسته به نیاز خود به تعداد مختلف پردازشگر نیاز داشته باشد. این اولویت باتوجه به خدمات سمت تامین‌کننده که دارای حداقل و حداکثر امکانات مطابق با قرارداد سطح سرویس با شخص ثالث است انتخاب می‌شود. در پارامترهای درونی نیز به عنوان نمونه امتیاز کاربران بر مبنای سن مجازی و میزان بازخوردهای ثبت شده، محاسبه و ثبت گردید. سن مجازی نیز اشاره به مدت زمان استفاده کاربر از سرویس‌های ابری است. به نحوی که کاربری که چندین سال متوالی از یک سرویس ابری بهره برده دارای امتیاز بیشتری نسبت به کاربرانی است که به تازگی دریافت سرویس کرده‌اند و به لحاظ اعتبار بازخورد از سطح بالاتری برخوردار است.

تمامی مقادیر پارامترهای موجود در جدول ۱ برای بررسی پاسخ در شرایط مختلف قابل تغییر و تنظیم بودند. سایر پارامترهای تنظیم شده در الگوریتم نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. این موارد شامل، تعداد لانه‌های الگوریتم یا جمعیت اولیه است. مقادیری که به شعاع حرکت و ضریب الفا و بتا مربوط هستند ثابت و در طول نسل‌های آینده تغییر نمی‌کنند. داشتن پارامترهای کمتر جهت مقدار دهی، همگرایی سریعتر و دقت بالاتری به همراه دارد. مقادیر موجود در جدول ۲ به نحوی انتخاب شده‌اند که منجربه بهبود جستجو شده و دقت جواب‌ها را بالا ببرند. بعد از هر تخمگذاری $P\%$ از تمام تخم‌ها (معمولا ۱۰ ٪) که مقدار تابع سود آنها کمتر است نابود می‌شوند. بقیه جوجه‌ها در لانه میزبان تغدیه شده و رشد می‌کنند. pa با توجه به پاسخ بهتر در اینجا ۰,۹ در نظر گرفته شده است.

به طبع ضریب β نیز با بررسی وکاهش به مقدار ۰,۹۵ و خوشه‌بندی با ۱۰۰ گروه به فاخته‌ها کمک می‌کند تا محیط را به سرعت به چندین بخش تقسیم کرده و بهترین ناحیه را به صورت تخمینی مشخص نمایند. ناحیه‌ای که به احتمال زیاد شامل نقطه بهینه کلی می‌باشد. سپس تمامی فاخته‌ها به سمت این ناحیه مهاجرت می‌کنند و داخل آن ناحیه را به صورت بهتری جستجو می‌نمایند، این امر موجب‌همگرایی بسیار سریعتر الگوریتم می‌شود. خود فرایند تخمگذاری با جمعیت ۱۰۰ به تنهایی یک فرایند جستجوی محلی در مناطق بیشتر است. این در حالی است که سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی از وجود چنین عملگری بی‌بهره اند و نیاز دارند تا با الگوریتم‌های جستجویی ترکیب شوند. البته باید توجه داشت که می‌توان ضریب شعاع تخم‌گذاری را در هر تکرار با نزدیک شدن به جواب بهینه برای افزایش سرعت همگرایی الگوریتم کوچک‌تر نمود.

۶-۲- ارزیابی و رویکرد پیشنهادی

ارزیابی و رویکرد پیشنهادی شامل دو بخش زمان و دقت بهتر در پاسخ به وسیله الگوریتم پیشنهادی بود که در ادامه به تفکیک، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱. پارامترهای عینی و درونی فراهم‌کنندگان کاندید و کاربران ابری

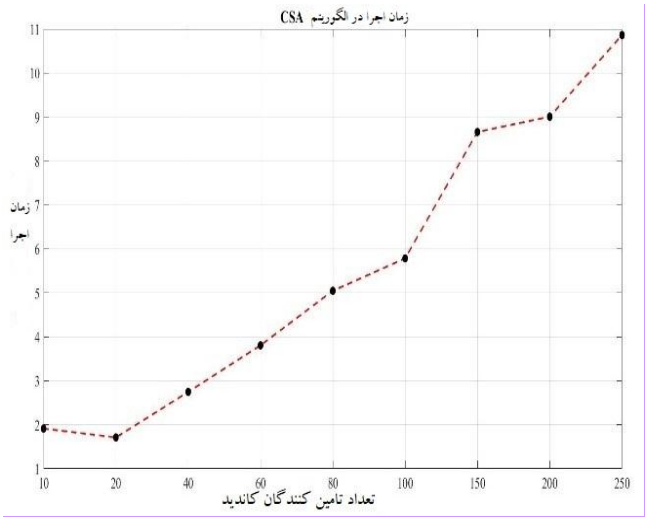
پارامترهای عینی و درونی سمت ارائه‌دهنده					اولویت‌های سمت کاربر					
پارامتر		فراهم‌کننده			سطح خدمات	CU1	CU2	CU3	CU4	w
		CS1	CS2	CS3						
پاسخ‌دهی		۳	۵	۸	[۲:۱۰]	۲	۶	۳	۲	۰,۱
قابلیت اعتماد	حداکثر	۰,۶	۰,۸	۰,۶	[۵:۱۰]	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۶	۰,۱
	حداقل	۰,۹	۱	۰,۸						
هزینه		۱۷	۲۰	۱۵	[۱۰:۱۰۰]					۰,۳
امتیاز کاربران		۳	۲	۴	[۱:۵]	۴	۳	۳	۲	۰,۴
امتیاز اعتبار		۲۰	۱۸	۱۶	[۱۰:۲۰]	۱۷	۱۸	۱۳	۱۱	۰,۱
درصد شباهت		-	-	-	-	۰,۲	۰,۴	۰,۵	۰,۱	۰,۵

جدول ۲. مقادیر الگوریتم بهینه فاخته

پارامتر	مقدار
Papulation Size	۱۰۰
pa	۰,۹
β	۰,۹۵
Number of Clusters	۱۰۰

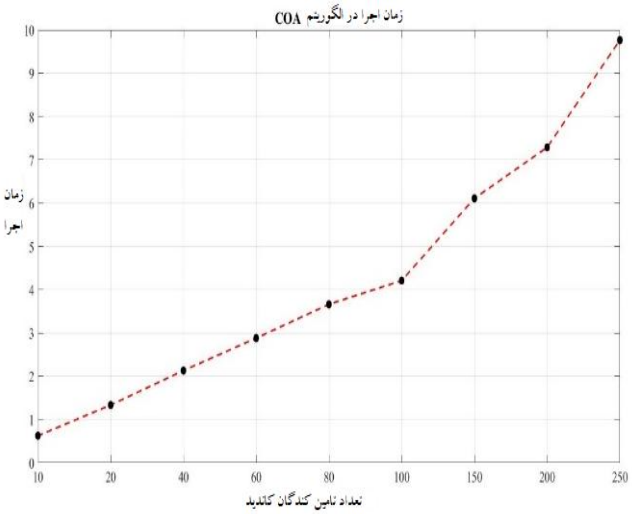
۶-۳- نتایج بررسی تخمین زمان اجرا

در مرحله اول، CSA با تغییر تعداد فراهم‌کنندگان برای تخمین زمان پاسخ شبیه‌سازی گردید، مشاهده شد که زمان اجرا با افزایش تعداد فراهم‌کننده افزایش می‌یابد (شکل ۵).



شکل ۵. عملکرد زمان الگوریتم نسبت به تعداد تامین‌کنندگان کاندید

سپس با همان شرایط COA شبیه‌سازی گردید (شکل ۶).

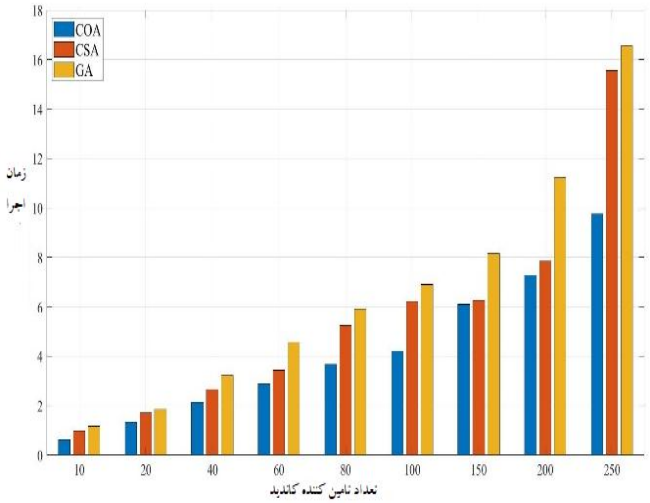


شکل ۶. عملکرد زمان الگوریتم COA نسبت به تعداد تامین‌کنندگان کاندید

همانگونه که در شکل۶ مشاهده می‌شود با افزایش تعداد فراهم کنندگان، فرایند همچون الگوریتم CSA با افزایش زمان روبه رو می‌شود، این افزایش زمان به دلیل ایجاد لانه است، با وجود زمان صرف شده برای ایجاد لانه، پاسخ به درخواست مشتری به صورت بلادرنگ و به همان سرعت انجام می‌شود که باعث می‌شود زمان پاسخگویی این الگوریتم قابل قبول‌تر، کمتر و همچنین قابل اعتمادتر از الگوریتم CSA باشد.

۶-۴- تخمین زمان اجرای COA در مقایسه با سایر الگوریتم‌ها

با توجه به کاربرد گسترده الگوریتم ژنتیک، با قابلیت بالا برای یافتن جواب بهینه از طریق جستجو، مقایسه الگوریتم پیشنهادی با الگوریتم ژنتیک صورت گرفته است. این الگوریتم درزیر مجموعه الگوریتم‌های جستجو قراردارد بعلاوه در پژوهش‌هایی که تاکنون انجام شده بهترین پاسخ با استفاده از الگوریتم CSA بدست آمده است و هدف بهینه کردن سرعت و دقت جستجو نسبت به پژوهش‌های قبلی است. سناریوی اول در شبیه‌سازی دوم، بدین صورت بود که COA با CSA و GA برای همان تعداد از فراهم کنندگان ابری نامزد از نظر زمان پاسخگویی با تعداد در خواست‌دهنده مختلف مقایسه گردید. پس از پیاده‌سازی این الگوریتم‌ها با استفاده از نرم افزار متلب، الگوریتم‌ها زمانی که به تعداد تکرارهای مشخص شده می‌رسند متوقف می‌شوند. برای ارزیابی الگوریتم‌ها، تعداد فراهم‌کنندگان ابری کاندید در محدوده ۱۰ تا ۲۵۰ تغییر یافتند. شکل ۷ مقایسه زمان اجرای راه حل به‌دست‌آمده توسط سه الگوریتم را نشان می‌دهد. مشاهده شد که وقتی تعداد فراهم‌کنندگان ابری کاندید افزایش می‌یابد، زمان اجرای COA کمتر از CSA می‌باشد اما CSA نزدیک به GA است. زمان پاسخ COA به‌طور قابل‌توجهی کم است، این به دلیل زمان همگرایی آن است. مشاهدات نشان داد که COA در یافتن بهترین خدمات با نرخ موفقیت بالاتر در زمان کمتر بسیار کارآمدتر است.



شکل ۷. مقایسه زمان اجرای الگوریتم‌ها با ۲۵۰ فراهم‌کننده کاندید

در جدول ۳، تعداد کاربران متقاضی، تعداد فراهم‌کنندگان و مقایسه زمان هر سه الگوریتم قابل مشاهده است. مثلاً در حالتی که تعداد فراهم‌کنندگان ۱۰ می‌باشد، الگوریتم پیشنهادی در ۰,۶۲۵ ثانیه

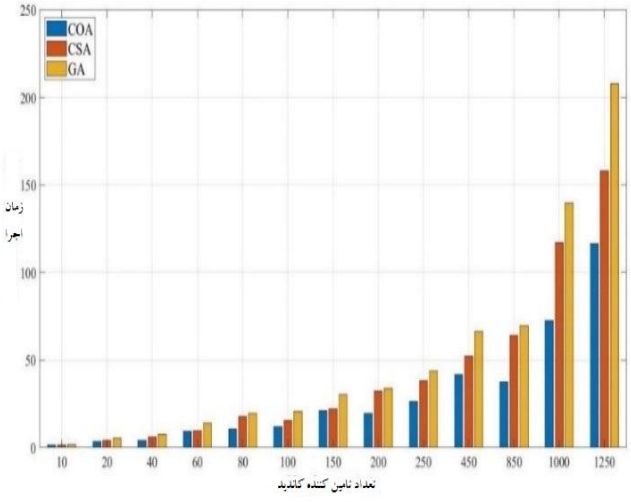
به پاسخ رسید، درحالی که با همان شرایط الگوریتم CSA در ۰,۹۸۴ ثانیه و الگوریتم GA در ۱,۱۵۷ثانیه به پاسخ می‌رسند. زمانی که تعداد فراهم‌کنندگان به ۲۵۰ می‌رسد، کمترین زمان به ۹,۷۶۵ ثانیه و بیشترین زمان به ۱۶,۵۵۱ ثانیه می‌رسد.

جدول ۳. مقایسه زمان اجرای الگوریتم‌ها با۲۵۰تامین‌کننده

ردیف	تعداد کاربران متقاضی	تعداد تامین کننده	زمان (ثانیه) GA	COA	CSA
۱	۳	۱۰	۱,۱۵۷۸	۰,۶۲۵۲	۰,۹۸۴۱
۲	۷	۲۰	۱,۸۵۳۲	۱,۳۳۴۳	۱,۵۰۷۰
۳	۱۲	۴۰	۳,۲۲۹۳	۲,۱۳۱۳	۲,۶۴۸۰
۴	۲۰	۶۰	۴,۵۷۲۰	۲,۸۸۰۳	۳,۴۲۹۰
۵	۲۵	۸۰	۵,۹۰۶۰	۳,۶۶۱۷	۵,۲۵۶۴
۶	۳۰	۱۰۰	۶,۹۰۱۹	۴,۲۱۰۱	۶,۲۱۱۷
۷	۴۰	۱۵۰	۸,۱۴۶۵	۶,۱۰۹۸	۶,۲۷۲۸
۸	۵۰	۲۰	۱۱,۲۱۱۶	۷,۲۸۷۵	۷,۴۸۸۱
۹	۶۵	۲۵۰	۱۶,۵۵۱۴	۹,۷۶۵۳	۱۵,۵۵۸۴

در سناریوی دوم، COA با CSA و GA با تنظیم مقادیر در شرایط مختلف شامل تعداد فراهم‌کنندگان ابری نامزد وتعداد کاربران متقاضی، معیار کیفیت سرویس ارائه شده توسط ارائه‌دهنده و اولویت‌های مورد نیاز کاربر و از نظر زمان پاسخگویی با ۲۰۰ تکرار مقایسه گردید (شکل ۸).

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، الگوریتم پیشنهادی در یافتن بهترین تامین‌کننده در زمان کمتر نسبت به سایر الگوریتم‌های بررسی شده بسیار کارآمدتر بود، چرا که این الگوریتم برای جستجو در فضای مسئله طراحی شده است و بصورت کلی و در فضای مسئله بزرگتر در زمان کمتر به نتایج بهتر می‌رسد.



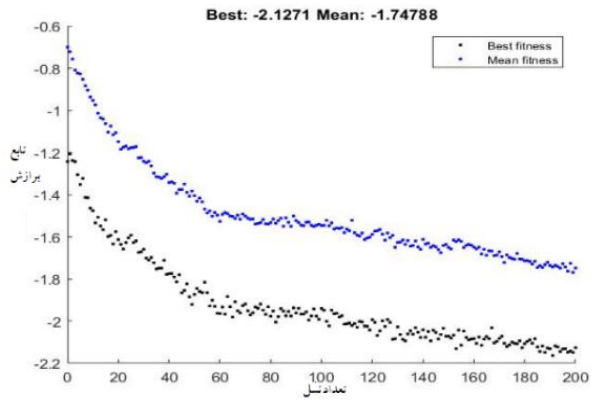
شکل ۸. مقایسه زمان اجرای الگوریتم‌ها با ۱۲۵۰ ارائه‌دهنده سرویس کاندید

جدول ۴. مقایسه زمان اجرای الگوریتم‌ها با ۱۲۵۰ فراهم‌کننده کاندید

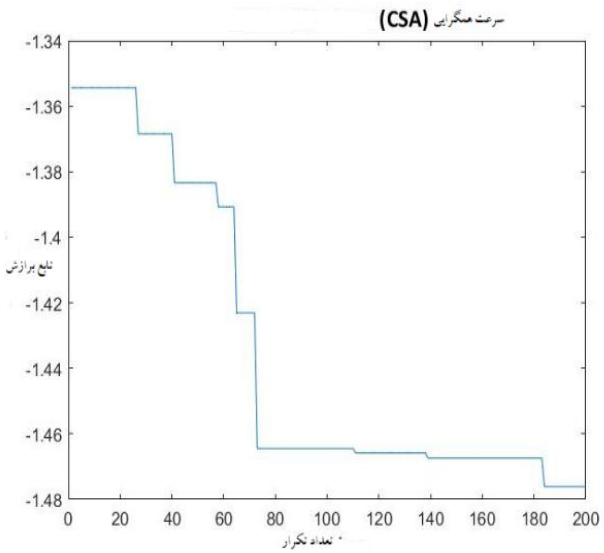
ردیف	تعداد تامین کننده کاندید	تعداد کاربران متقاضی	زمان (ثانیه) GA	CSA	COA
۱	۱۰	۳	۱,۹۰۳۱	۱,۵۷۹۶	۱,۳۷۰۲
۲	۲۰	۷	۵,۵۰۷۰	۴,۰۲۰۱	۳,۵۷۹۵
۳	۴۰	۱۲	۷,۷۵۷۶	۶,۲۰۱۶	۴,۱۸۹۱
۴	۶۰	۲۰	۱۴,۰۱۶۷	۹,۸۱۱۷	۹,۳۹۱۲
۵	۸۰	۲۵	۱۹,۵۴۴۹	۱۷,۹۸۱۳	۱۰,۵۵۴۲
۶	۱۰۰	۳۰	۲۰,۷۵۷۰	۱۵,۵۶۷۸	۱۲,۰۳۹۱
۷	۱۵۰	۴۰	۳۰,۱۶۲۹	۲۲,۰۱۸۹	۲۱,۱۱۴۰
۸	۲۰۰	۵۰	۳۴,۰۳۳۸	۳۲,۳۳۲۱	۱۹,۳۹۹۳
۹	۲۵۰	۶۵	۴۳,۷۱۸۳	۳۸,۰۳۴۹	۲۶,۲۳۱۰
۱۰	۴۵۰	۸۰	۶۶,۳۴۱۱	۵۲,۴۰۹۵	۴۱,۷۹۴۹
۱۱	۸۵۰	۱۰۰	۶۹,۶۶۳۹	۶۴,۰۹۰۸	۳۷,۶۱۸۵
۱۲	۱۰۰۰	۱۵۰	۱۳۹,۶۴۱۴	۱۱۷,۲۹۸۸	۷۲,۶۱۳۵
۱۳	۱۲۵۰	۲۰۰	۲۰۷,۸۳۳۲	۱۵۷,۹۵۳۲	۱۱۶,۳۸۶۶

۶-۵- سرعت همگرایی الگوریتم برای کاهش زمان پاسخ

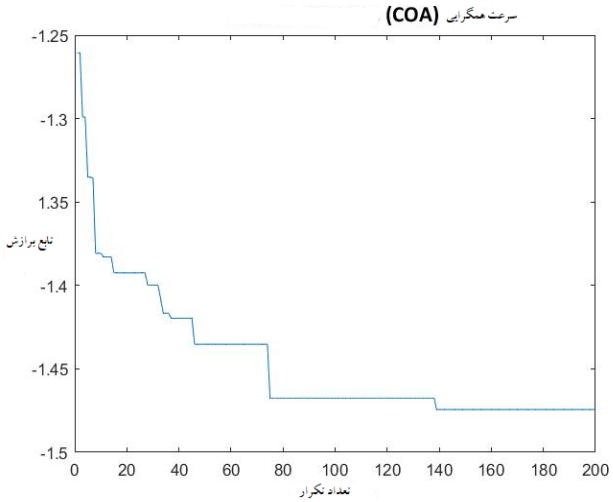
سرعت همگرایی در بهینه‌سازی به عواملی همچون نوع الگوریتم مورد استفاده در بهینه‌سازی، شرایط مسئله به این مفهوم که برخی مسائل بهینه‌سازی ممکن است به دلیل قیدها و محدودیت‌های تاخیر در همگرایی داشته باشند. اندازه و پیچیدگی مسئله (تعداد متغیرها و قیدها)، نقطه شروع اولیه الگوریتم، پارامترهای الگوریتم به عنوان مثال، انتخاب درست مقادیر برای پارامترهای مانند اندازه گام، تعداد تکرارها و سایر موارد می‌تواند به بهبود سرعت همگرایی کمک کند. عامل دیگر منطقه جواب است، در برخی مسائل، ناحیه جواب بهینه ممکن است حجم بزرگی داشته باشد و الگوریتم‌ها برای همگرایی به آن نیاز داشته باشند. این فاکتورها تنها برخی از عواملی هستند که ممکن است بر سرعت همگرایی نمودار در بهینه‌سازی تأثیر بگذارند. در شبیه‌سازی انجام شده سرعت همگرایی الگوریتم‌ها با ۲۰۰ تکرار به شرح ذیل می‌باشد.



شکل ۹. سرعت همگرایی GA



شکل ۱۰. سرعت همگرایی CSA



شکل ۱۱. سرعت همگرایی COA

همانگونه که مشاهده می‌شود سرعت همگرایی در الگوریتم COA نسبت به دوالگوریتم دیگر بهتر بوده است، در جدول ۵ مقادیر سه الگوریتم ارائه شده است.

با به‌کارگیری چارچوب پیشنهادی و مقایسه با روش مرجع کاملا مشهود بود که روش ارائه شده نسبت به مرجع کارایی بهتری دارد و در زمان کمتر تامین‌کننده مورد نظر کاربر را پیشنهاد می‌دهد.

جدول ۵. اجرای الگوریتم COA با الگوریتم‌های GAو CSA

الگوریتم	تعداد کاربر	جمعیت اولیه	تعداد تکرار	همگرایی
COA	۲۰۰	۳۰	۲۰۰	۱,۴۷۴۴
CSA	۲۰۰	۳۰	۲۰۰	۱,۴۷۶۰
GA	۲۰۰	۳۰	۲۰۰	۲,۱۲۷۱

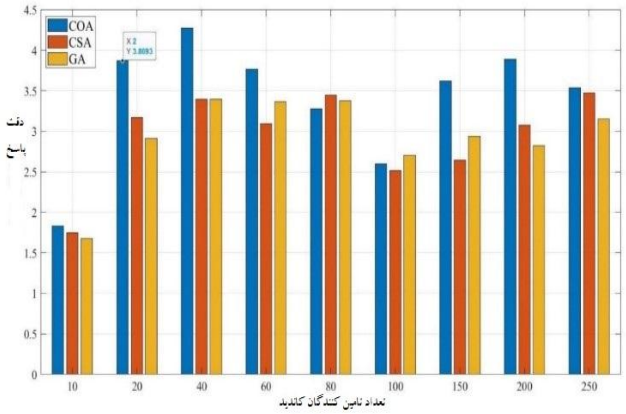
۶-۶- ارزیابی دستیابی به بهترین پاسخ با بیشترین دقت

پیشنهاد تامین‌کننده به کاربر در کمترین زمان به تنهایی موثر نمی‌باشد مسئله مهم‌تر دقت در پاسخ و معرفی بهترین تامین‌کننده بر مبنای اولویت‌های کاربران حتی در زمان بیشتر است. در اینجا برای رفع این مشکل از الگوریتم پیشنهادی نیز بهره برده و مطابق سناریوهایی که در ادامه مطرح می‌شود این امر مرتفع گردیده است.

سناریوی اول در شبیه‌سازی سوم، تعداد کاربران ۷۰ و تامین‌کنندگان کاندید نیز ۲۵۰ در نظر گرفته شده است. بر مبنای پارامترهای مورد نظر کاربران نتیجه مطابق شکل ۱۲ بود.

همانگونه که مشاهده می‌شود با الگوریتم پیشنهادی به خروجی با میزان دقت و پاسخ بهتری دست یافته شده است(جدول ۶).

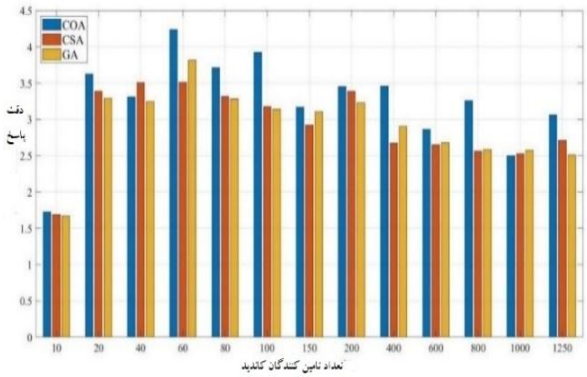
در سناریوی دوم، تعداد کاربران ۲۵۰ و تامین‌کنندگان کاندید نیز ۱۲۵۰ در نظر گرفته شد بر مبنای پارامترهای مورد نظر کاربران نتیجه مطابق شکل ۱۳ است.



شکل ۱۲. مقایسه دقت پاسخ الگوریتم‌ها با ۲۵۰ ارائه‌دهنده سرویس کاندید

جدول ۶. مقایسه دقت پاسخ الگوریتم‌ها با ۲۵۰ فراهم‌کننده کاندید

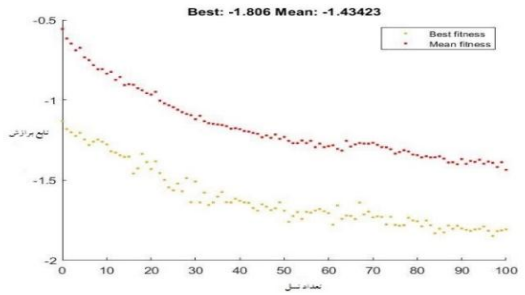
ردیف	تعداد تامین کننده کاندید	تعداد کاربران متقاضی	زمان (ثانیه) GA	CSA	COA
۱	۱۰	۳	۱,۶۷	۱,۷۴	۱,۸۳
۲	۲۰	۷	۲,۹۰	۳,۱۷	۳,۸۶
۳	۴۰	۱۲	۳,۳۹	۳,۳۹	۴,۲۷
۴	۶۰	۲۰	۳,۳۶	۳,۰۹	۳,۷۶
۵	۸۰	۲۵	۳,۳۷	۳,۴۴	۳,۲۷
۶	۱۰۰	۳۰	۲,۷۰	۲,۵۱	۲,۵۹
۷	۱۵۰	۴۰	۲,۹۴	۲,۶۴	۳,۶۱
۸	۲۰۰	۶۰	۲,۸۲	۳,۰۷	۳,۸۹
۹	۲۵۰	۷۰	۳,۱۵	۳,۴۶	۳,۵۳



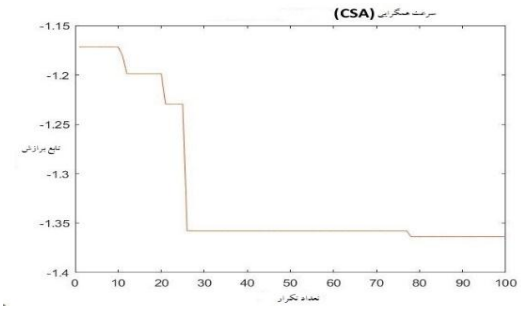
شکل ۱۳. مقایسه دقت پاسخ الگوریتم‌ها با ۱۲۵۰ فراهم‌کننده کاندید

۶-۷- سرعت همگرایی الگوریتم برای افزایش دقت پاسخ

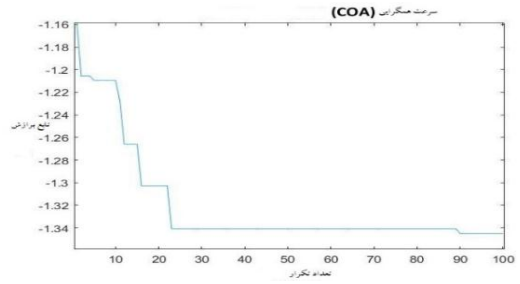
شکل ۱۶ نیز نمایانگر سرعت همگرایی بیشتر این الگوریتم نسبت به دو الگوریتم دیگر است شایان ذکر است پارامترهای تنظیم شده در این سناریو ۳۰ تامین‌کننده کاندید، ۲۰۰ کاربر متقاضی و ۱۰۰ تکرار می‌باشد.



شکل ۱۴. سرعت همگرایی CSA



شکل ۱۵. سرعت همگرایی GA



شکل ۱۶. سرعت همگرایی COA

جدول ۷ بیانگر اطلاعات پارامترها بر مبنای امتیاز به فراهم‌کننده (اعتماد درونی) و اطلاعات پارامترها بر مبنای اولویت مورد نظر کاربران از لحاظ کیفیت سرویس است (اعتماد عینی). باید توجه داشت که امتیاز اعتبار کاربرانی که بازخورد خود را درخصوص تأمین‌کننده ثبت کرده بودند در میزان امتیاز فراهم‌کننده تاثیرگذار بوده است.

مطابق جدول ۸، پانزده فراهم‌کننده وجود دارد که براساس پارامتر های عینی و درونی ثبت شده و توافق نامه SLA در شخص ثالث امتیازات مذکور را در هر پارامتر دریافت کرده‌اند. با توجه به اولویت های ثبت شده ۳۰ کاربر، میزان دقت در پاسخ بر مبنای بازخوردهای عینی و درونی ارائه شده است.

جدول ۷. اطلاعات پارامترها ی اعتماد عینی و درونی

کاربر	زمان پاسخ‌دهی	قابلیت اعتماد	امتیاز بازخورد	امتیاز اعتبار کاربر	درصد شباهت
CU1	۱	۰,۵	۵	۱۲	۰,۰۷
CU2	۳	۱	۲	۱۷	۰,۱۵
CU3	۱	۰,۹	۵	۱۷	۰,۰۸
CU4	۱	۰,۹	۲	۱۴	۰,۱۳
CU5	۱	۰,۸	۵	۱۱	۰,۱۳
CU6	۱	۰,۷	۲	۱۲	۰,۰۰
CU7	۳	۰,۸	۱	۱۴	۰,۱۱
CU8	۳	۰,۶	۲	۱۰	۰,۲
CU9	۱	۰,۸	۵	۱۸	۰,۱۹
CU10	۳	۰,۷	۴	۱۱	۰,۰۵
CU11	۳	۰,۶	۲	۱۳	۰,۰۰
CU12	۱	۰,۷	۱	۱۶	۰,۱۶
CU13	۱	۰,۶	۱	۱۸	۰,۰۰
CU14	۴	۰,۷	۴	۱۵	۸
CU15	۳	۰,۵	۱	۱۴	۰,۱۶
CU16	۳	۰,۵	۱	۱۱	۰,۱۴
CU17	۲	۰,۸	۳	۱۰	۰,۰۰
CU18	۲	۰,۸	۵	۲۰	۰,۱۹
CU19	۳	۰,۵	۲	۱۲	۰,۱۷
CU20	۱	۰,۸	۱	۱۸	۰,۲۰
CU21	۲	۰,۶	۱	۱۸	۰,۰۲
CU22	۳	۰,۶	۳	۱۷	۰,۰۴
CU23	۴	۰,۵	۲	۱۰	۰,۲۰
CU24	۴	۰,۹	۵	۱۷	۰,۰۴
CU25	۳	۰,۹	۳	۱۰	۰,۰۱
CU26	۴	۰,۶	۳	۱۳	۰,۰۰
CU27	۳	۰,۷	۳	۲۰	۰,۰۴
CU28	۴	۱	۴	۱۴	۰,۱۳
CU29	۱	۰,۶	۳	۱۲	۰,۱۸
CU30	۴	۰,۷	۵	۱۳	۰,۱۵

جدول ۸:امتیاز پارامترهای عینی و درونی تأمین‌کنندگان

تأمین کنندگان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
زمان پاسخ	۳	۴	۲	۶	۹	۳	۱۰	۵	۷	۷	۱۰	۲	۵	۹	۱۰
قابلیت اعتماد (حداکثر)	۱	۰,۶	۰,۵	۰,۶	۰,۹	۰,۵	۰,۵	۰,۵	۱	۰,۷	۰,۷	۰,۶	۰,۸	۰,۷	۰,۵
قابلیت اعتماد (حداقل)	۱	۱۰,۷	۰,۸	۱	۱۰,۸	۰,۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۹
هزینه	۶۶	۷۴	۹۹	۱۷	۵۴	۵۶	۶۲	۴۲	۲۶	۷۵	۵۶	۴۸	۶۴	۶۲	۳۶
امتیاز کاربر۱	۲	۴	۱	۲	۲	۴	۳	۵	۱	۱	۳	۳	۵	۴	
امتیاز اعتماد	۱۱	۱۷	۱۹	۱۷	۱۲	۱۰	۱۳	۱۳	۲۰	۱۵	۱۴	۱۰	۲۰	۱۹	۱۵

مقایسه پاسخ‌های سه الگوریتم بیان دقت و پاسخ بهتر الگوریتم COA نسبت به الگوریتم‌های GA و CSA به کاربران متقاضی بود. این برتری در جدول ۹ قابل مشاهده است.

به منظور بررسی صحت و کارایی چارچوب ارائه شده در دو مرحله بهینه‌سازی صورت پذیرفت. در اولین بخش با استفاده از پارامترهای عینی و درونی و بکارگیری چارچوب ارائه شده و مقایسه با روش مرجع، دستیابی به نتیجه در سریعترین زمان ممکن نشان داده شد. در بخش دوم نیز با توجه به اهمیت کیفیت پاسخ با استفاده از راهکار پیشنهادی، دقت پاسخ نیز بهینه و بهترین پاسخ بر مبنای بازخوردهای عینی و درونی بدست آمد.

جدول ۹:مقایسه دقت در پاسخ به کاربران

کاربر	COA	CSA	GA
CU1	۱۳,۷۰۰۴	۵,۷۶۸۲	۲,۶۹۹۵
CU2	۱۴,۰۲۱۳	۵,۴۵۷۰	۹,۶۹۱۷
CU9	۱۳,۸۸۳۹	۹,۶۹۰۰	۱۳,۲۰۶۷
CU13	۱۰,۰۹۱۹	۹,۵۰۴۸	۳,۰۷۹۹
CU14	۱,۸۷۰۱۵	۱,۲۵۵۶	۱,۰۵۹۰
CU20	۱۴,۴۲۵۵	۱,۸۸۱۲	۳,۷۷۲۵
CU22	۱۵,۵۶۰۲	۱۴,۳۸۳۰	۹,۷۹۸۶
CU24	۱۲,۹۹۰۲	۱۲,۶۹۲۹	۲,۳۳۷۳
CU26	۱۲,۶۸۹۸	۰,۲۰۵۶	۴,۵۲۰۷
CU30	۷,۶۶۳۹	۱,۴۴۷۹	۱,۳۱۵۳

۷- بحث بر روی نتایج

در این پژوهش یک چارچوب مدیریت اعتماد با رویکرد بازخورد کاربران ابری در محیط محاسبات ابری مبتنی بر چهار لایه تأمین‌کننده سرویس ابری، لایه بخش ثالث مورد اعتماد، لایه کاربر ابری و لایه ثبت سرویس ارائه شده است. مدیریت اعتماد مبتنی بر چارچوب ارائه شده این امکان را فراهم می‌کند که کاربران ابری بدون نیاز به روشهای پیچیده بتوانند تأمین‌کننده مورد اعتماد خود را با بیشترین دقت و کمترین زمان انتخاب کنند. ارزیابی اعتماد کاربران و تأمین‌کنندگان سرویس ابری در چارچوب ارائه شده بر اساس بازخوردهای کاربران ابری و پارامترهای مولفه معیار انجام می‌شود. ارزیابی اعتماد تأمین‌کنندگان سرویس ابری مبتنی بر اطلاعات کیفیت سرویس و بازخوردهای ثبت شده کاربران در ابرهای مختلف انجام می‌شود. عامل TTP در چارچوب ارائه شده علاوه بر ارزیابی میزان اعتماد کاربر و تأمین‌کننده قادر است بهترین سرویس‌های ابری مورد اعتماد را بر اساس سلایق و اولویت‌های شخصی کاربران در سریع‌ترین زمان ممکن ارائه کند. از مهمترین نوآوری‌های چارچوب مدیریت اعتماد ارائه شده در این پژوهش دسترسی در سریع‌ترین زمان ممکن به تأمین‌کننده بر مبنای اولویت و پارامترهای مورد نظر کاربر و همچنین دستیابی به بهترین نتیجه با بیشترین دقت با استفاده از الگوریتم بهینه فاخته است. در پژوهش‌هایی که تا کنون صورت گرفته بر چگونگی محاسبه اعتماد تمرکز شده است در حالی که سرعت و دقت در انجام این محاسبات از اهمیت زیادی برخوردار است. با بررسی مراجع موجود پژوهشی که به این موضوع پرداخته است راهکاری بر مبنای الگوریتم CSA ارائه شده است، ولی دقت پاسخ در آن در نظر گرفته نشده و این در حالی است که کاربران ابری برای انتخاب تأمین‌کننده علاوه بر انتخاب سرویس در اسرع وقت نیاز به دقت بالاتر در انتخاب خود دارند تا نتیجه با اولویت‌های کاربر همسو و در نهایت اعتماد کاربر حاصل شود این امر خود از نقاط ضعفی بود که باید برای آن راهکاری پیشنهاد می‌شد. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش الگوریتم COA توانسته است این چالش را برطرف کند چرا که این الگوریتم با بهره بردن از پرواز لوی و خوشه‌بندی با جستجوی بیشتر در فضای مسئله و پرهیز از همگرایی زودرس پاسخی سریع‌تر نسبت به سایر الگوریتم‌ها داشته است ضمن اینکه در این پژوهش چالش دقت درانتخاب بهترین تأمین‌کننده مرتفع گردیده است. نتایج مقایسه زمان اجرا الگوریتم پیشنهادی و سرعت همگرایی آن با سایر الگوریتم‌های استفاده شده در پژوهش‌های قبلی در بخش ارزیابی عملکرد بیانگر قابلیت آن است ضمن این که دقت پاسخ الگوریتم‌ها در شرایط و تعداد فراهم‌کنندگان کاندید مختلف، با افزایش تکرار، افزایش محیط مسئله، تنوع پارامترها و اولویت‌های کاربر به پاسخی بهتر نسبت به سایر الگوریتم‌های مذکور نائل گردیده است.

۸- نتیجه گیری

این مقاله، مسئله بهینه‌سازی انتخاب تأمین‌کننده ابری را به مدل ریاضی چندجمله‌ای برای یافتن راه‌حل بهینه تبدیل کرد. الگوریتم پیشنهادی اعتبار سنجی شده و با الگوریتم‌های دیگر مانند الگوریتم ژنتیک و جستجوی فاخته مقایسه شده است. بهینه‌سازی نتایج نشان داد که الگوریتم پیشنهادی از نظر زمان و دقت درپاسخ نسبت به سایر الگوریتم‌ها برتری دارد و نشان می‌دهد که COA می‌تواند با این نوع مشکل مقابله کند. بنابراین، COA برای مشکل انتخاب سرویس در یک محیط محاسبات ابری در مقایسه با بسیاری از الگوریتم‌های فراابتکاری دیگر، عمومی‌تر و قوی‌تر است.

۸-۱- پیشنهادات آتی

به عنوان بخشی از تحقیقات آینده، می‌توان برای توسعه چارچوب پیشنهادی بر روی موارد ذیل تمرکز کرد. با الهام از رفتار پرنده فاخته در مخزن ذخیره بازخورد مدیریت اعتماد، برای بهینه‌سازی سیستم بازخورد و رتبه‌بندی می‌توان استفاده کرد. الگوریتم فاخته همچنین می‌تواند برای شناسایی و حذف رتبه‌های بازخورد جعلی استفاده شود. این را می‌توان با مقایسه رتبه‌های بازخورد هر کاربر با همسایگانش انجام داد. اگر رتبه‌بندی بازخورد یک کاربر به طور قابل‌توجهی با همسایگانش متفاوت باشد، ممکن است نشان دهد که کاربر بازخورد جعلی ارائه می‌کند. در این صورت می‌توان رتبه‌های بازخورد کاربر را از سیستم حذف کرد. به طور کلی، الگوریتم فاخته می‌تواند ابزار مفیدی برای بهینه‌سازی و بهبود سیستم پایه بازخورد مدیریت اعتماد با شناسایی و حذف بازخورد جعلی و بهبود دقت رتبه‌بندی بازخورد باشد. الگوریتم فاخته می‌تواند برای بهینه‌سازی امتیازات اعتماد و رتبه‌بندی کاربران در یک محیط ابری با به حداقل رساندن خطا بین امتیازات اعتماد و رتبه‌بندی‌ها واقعی و امتیازات و رتبه‌بندی‌های اعتماد پیش بینی شده استفاده شود. این می‌تواند به بهبود دقت سیستم مدیریت اعتماد و رتبه‌بندی کمک کند و منجر به تصمیم گیری بهتر و افزایش رضایت کاربر شود. از دیگر موارد قابل بهبود با این الگوریتم می‌توان به نحوه به روز رسانی اطلاعات پایگاه داده اعتماد TTP اشاره نمود و این به روز رسانی در صورتی انجام گردد که تناسب بهترین لانه فاخته بالاتر از یک آستانه خاص باشد. این کار برای اطمینان از اینکه فقط داده‌های قابل اعتماد به پایگاه داده TTP اضافه می‌شوند صورت می‌پذیرد که به نوبه خود باعث بهبود قابلیت اعتماد کلی سیستم می‌شود. TTP می‌تواند از امتیازات و رتبه‌بندی‌های اعتماد بهترین لانه فاخته برای به روز رسانی پایگاه داده اعتماد خود استفاده کند و از آن برای ارزیابی‌های آینده استفاده کند. بهینه‌سازی پیش بینی بازخوردهای مفقود در مولفه‌های شخص ثالث با استفاده از این الگوریتم امکان‌پذیر است.

مراجع

[1] Jens Lansing, Ali Sunyaev,"Trust in Cloud Computing: Conceptual Typology and Trust Building Antecedents", ACM SIGMIS Database Systems Volume 47 Issue 2, pp 58–96, May 2016.

[2] Huang J. Nicol,D.M, "Trust mechanisms for cloud computing" Journal of Cloud Computing Advances, System Applications volume 2, Article number: 9, pp 1-14, April 2013.

[3] F. Azzedin and M. Maheswaran, "Towards Trust-Aware Resource Management in Grid Computing Systems," 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid CCGRID02), Berlin, Germany, pp. 452-452, May 2002.

[4] Abhishek Kesarwani, Pabitra Mohan Khilar," Development of trust based access control models using fuzzy logic in cloud computing " Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Volume 34, Issue 5, 2022, pp1958-1967, November 2022.

[5] P. Gupta, M. K. Goyal and P. Kumar, "Trust and reliability based load balancing algorithm for cloud IaaS," 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC), Ghaziabad, India, pp. 65-6, 2013.

[6] Mohammad Javad Salehi1, Mehrdad Ashtiani2 and Behrouz Minaei Bidgoli Cloud Service Selection based on the Credibility persistency of Users'Feedbacks, Volume 7, Issue 1 Pages 29-41, December 2018.

[7] Tabassum N. Mujawar, Lokesh B. Bhajantri, "Behavior and feedbackbased trust computation in cloud environment", Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Volume 34, Issue 8, PartA, Pages 4956-4967, September 2022.

[8] Aghaee Ghazvini, G. Mohsenzadeh, M., Nasiri, R. et al. " A new multi-level trust management framework (MLTM) for solving the invalidity and sparse problems of user feedback ratings in cloud en vironment". J Supercomputer 77, pp2326–2354, March 2021.

[9] H. Hassan, A. I. El-Desouky, A. Ibrahim, E. -S. M. El-Kenawy and R. Arnous, "Enhanced QoS-Based Model for Trust Assessment in Cloud Computing Environment," in IEEE Access, vol. 8, pp. 43752-43763, 2020.

[10] Aghaee Ghazvini, G, Mohsenzadeh, M, Nasiri, R, Masoud Rahma ni, A. MMLT: A mutual multilevel trust framework based on trust ed third parties in multi cloud environments. Software Pract. Exper, pp 125, Jnuary 2022.

[11] Noor, T.H., Sheng, Q.Z. "Trust as a Service: A Framework for Trust Management in Cloud Environments" In: Bouguettaya, A., Hauswirth, M., Liu, L. (eds) Web Information System Engineering WISE 2011. Lecture Notes in Computer Science, vol 6997. Springer, Berlin, Heidelberg.pp315-317, 2011.

[12] Shakeel Ahmad, Bashir Ahmad, Sheikh Muhammad Saqib and Rashid Muhammad Khattak, "Trust Model : Cloud's Provider and Cloud's User", International Journal of Advanced Sc ience and Technology Vol.44, July2012.

[13] Saurabh Kumar Garg, Steve Versteeg, Rajkumar Buyya, A framework for ranking of cloud computing services, Future Generation Computer Systems, Volume 29, Issue 4, Pages 1012-1023, June 2013.

[14] Muhammad Kashif Naseer, Sohail Jabbar, Dr. Irfan Zafar " ANovel Trust Model for Selection of Cloud Service Provider", (IEEE 2014), 2014.

[15] Paul Manuel, 2015. "A trust model of cloud computing based on Quality of Service," Annals of Operations Research, Springer, vol. 233(1), pages 281-292, April 2013.

[16] Talal H. Noor, Quan Z. Sheng, Athman Bouguettaya ,Trust Manag ement in Cloud Services, Springer,pp1-119, September 2014.

[17] Ricardo Perez-Truglia, Markets, trust and cultural biases: evidence from eBay, Journal of Behavioral and Experimental Economics, Volume 72, pp 17-27, February 2018.

[18] Rajabioun, Ramin. (2011). Cuckoo Optimization Algorithm. Applied Soft Computing. 11. pp5508–5518, December 2011.

[19] Elnahary, M., Hamed, A., El-Sayed1, H. (2022). 'Task Scheduling Optimization in cloud computing by Cuckoo Search Algorithm', *Sohag Journal of Sciences*, 7(3), pp. 29-37 ,September 2022.

[20] Rutravigneshwaran, P. and Anitha, G. Security Model to Mitigate Black Hole Attack on Internet of Battlefield Things (IoBT) Using Trust and K-Means Clustering Algorithm. *Int. J. Comput. Networks Appl*, *10*(1), p.95, January – February 2023.

[21] J.Gibson, R. Rondeau, D. Eveleigh and Q. Tan, "Benefits and challenges of three cloud computing service models," 2012 Fourth International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASoN), Sao Carlos, Brazil, 2012, pp. 198-205.

[22] Sana, Kouchi & Nacer, Hassina.. Service Selection in Cloud Comp uting Environment by Using Cuckoo Search , pp219227, January 2022.