

ارائه یک رویکرد ترکیبی پویا جهت تخصیص منابع در محیط ابری موبایل مبتنی بر الگوریتم های FCM و ژنتیک باینری

زیبا سلیمی^{۱*}، لیدا ندرلو^۲

^۱دانشکده فنی و مهندسی، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، زنجان، ایران.

^۲دانشکده فنی و مهندسی، گروه کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی، موسسه آموزش عالی روزبه واحد زنجان، زنجان، ایران.

چکیده

با توجه به توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بحث‌هایی مانند کاهش هزینه، کارایی و افزایش سرعت باعث ایجاد تحولی روزافزون در دنیای اینترنت شده است. رایانش ابری شیوه‌ای از محاسبات کامپیوتری است که قابلیت‌های مرتبط با فناوری اطلاعات را به عنوان سرویس، به کاربران عرضه می‌کند. در این مقاله یک روش ترکیبی پویا برای تخصیص منبع و توازن بار در محیط‌های ابری موبایل ارائه شده است که منابع ابتدا خوشه‌بندی شده، به هر منبع امتیازی اختصاص داده می‌شود و با فراخوان هر درخواست تطبیق داده انجام تا بهترین منبع به عنوان تخصیص نهایی انتخاب شود. اگر در فاز تطبیق، بیش از یک منبع انتخاب شود الگوریتم ژنتیک باینری انتخاب منبع نهایی برای تخصیص را به عهده دارد و اگر شکست رخ دهد طوریکه نیاز به مهاجرت باشد اجرا از ابتدا لازم نیست و دومین انتخاب در صورت آزاد بودن پذیرفته می‌شود و از همان رتبه‌بندی انجام شده برای تخصیص مقصد، مهاجرت رخ می‌دهد که این امر سبب بهبود زمان می‌گردد. در این مقاله، الگوریتم ترکیبی در فرآیند زمان‌بندی منبع موبایل مطرح شده که جهت ارائه نتایج رضایت‌بخش به کاربران از طریق رتبه‌بندی سفارشی مکانیزم عمل کرده و قادر به کاهش مقیاس زمان‌بندی منبع و نتایج کاندید گزینش در زمان واقعی است. در شبیه‌سازی انجام شده دو فاکتور اساسی "تعادل خوشه‌بندی" و "بهبود کارایی" در فاز تطبیق ارزیابی شد. صحت خروجی روش پیشنهادی ۴.۲ درصد بهبود به نسبت روشی که از بردار پشتیبان تصمیم استفاده کرده است، نتیجه داد.

کلمات کلیدی: رایانش ابری موبایل، تخصیص منابع، خوشه‌بندی FCM، الگوریتم ژنتیک باینری.

تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۵/۰۱

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۰۷/۰۲

Keywords:

Mobile Cloud
Computing
Allocating Resources
Clustering FCM
Binary Genetics Algorithm

*ایمیل نویسنده مسئول:

salimi.ziba71@gmail.com

A New dynamic hybrid approach allocating resources in the Mobile cloud computing Based on algorithms FCM and Binary Genetics

Ziba Salimi^{*1}, Lida Naderloo²

¹Faculty of Computer Engineering, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran.

²Faculty of Computer Engineering, Non-profit Higher Education Institutions Rouzbeh, Zanjan Branch, Zanjan, Iran.

Abstract

With the development of information and communication technology, discussions such as cost reduction, efficiency and increasing speed have caused an increasing change in the world of the Internet. Cloud computing is a style of computer computing that provides IT-related capabilities to users as a service. This paper presents a dynamic hybrid method for resource allocation and load balancing in mobile cloud environments, First, clustered resources are assigned to each privileged resource and with each request, data matching is performed to select the best source as the final allocation. If more than one source is selected during the matching phase, the binary genetic is responsible for selecting the final source for the assignment. Also, if failure occurs and migration is required, there is no need to run from the beginning, And the second option is accepted if it is free and Migration occurs from the same ranking assigned to the destination allocation, which improves the time required. In this paper, a hybrid algorithm in the mobile resource scheduling process is introduced, which works to provide satisfactory results to users through custom ranking mechanism and It is able to reduce the scale of source scheduling and candidate selection results in real time. Finally, the simulation of the two basic factors of clustering equilibrium and performance improvement in the adaptation phase for the proposed method was concluded. The output accuracy of the proposed method has improved by 4.2% compared to the model using the decision support vector method.

۱ - مقدمه

رایانش ابری به عنوان یک مدل جدید در محاسبات وسیع توزیع شده، پذیرای زیرساخت‌های سایبری ایجاد شده بر روی مفهوم مجازی‌سازی، رایانش شبکه، رایانش ابزار (ابزارهای مبتنی بر رایانش ابر)، شبکه، وب سرویس و خدمات نرم‌افزاری برای پیاده‌سازی یک ساختار سرویس‌گرا است. به منظور کاهش مخارج کلی فناوری اطلاعات برای کاربر نهایی، جهت ارائه انعطاف‌پذیری بالا و کاهش دادن هزینه مالکیت کل در تمامی خدمات مورد تقاضای بالا، به یک منبع مشترک از منابع محاسباتی نیاز است. رایانش ابری این قابلیت را دارد که اینترنت و شبکه گسترده را به منظور استفاده از منابعی که از راه دور در دسترس هستند به هم وصل نموده و در نتیجه راه‌حل‌های کارآمد براساس پرداخت به ازای هر بار استفاده ارائه نمایند [۱،۲]. دو جزء اصلی در محیط محاسبات ابری ارائه دهندگان سرویس‌های ابری و کاربران ابر هستند که اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند، ارائه دهندگان می‌خواهند با بهره‌برداری بالای منابع سود خود را افزایش دهند، در حالی که کاربران ابر می‌خواهند در ازای پرداخت هزینه‌ی پایین، سرعت بالای اجرای درخواست‌ها را داشته باشند. در اکثر موارد، تعامل بین ارائه‌دهندگان و کاربران ابر بدین شکل است که یک کاربر درخواست خود را به ابر می‌فرستد و ارائه‌دهنده‌ی سرویس ابری منابع محاسباتی را برای اجرای درخواست کاربران به آن تخصیص می‌دهد، رسیدن درخواست‌های کاربران به ابر می‌تواند باعث شود برخی از منابع محاسباتی بار سنگینی داشته باشند درحالی‌که برخی دیگر بی‌کار باشند یا کار کمی را انجام دهند [۳]. تخصیص منابع در محاسبات ابری و محاسبات ابری همراه، چیزی جز یکپارچه‌سازی اقدامات تسهیلاتی تامین‌کننده ابر محاسباتی به منظور بهره‌برداری و تخصیص منابع نادر، نمی‌باشد. رضایتمندی از سطح خدمات مورد توافق، یک موضوع قابل توجه می‌باشد که هم به کاربر و هم به تامین‌کننده خدمات مرتبط می‌گردد. تخصیص منابع نقش پرقدرتی را در عملکرد فرایند کلی به خود اختصاص داده است و سطح رضایتمندی مشتری توسط این فرایند فراهم شده است [۴].

از جایی که تمام سعی بر این است که حداکثر رضایتمندی مشتری فراهم گردد، ارائه‌دهنده خدمات می‌بایست سود قطعی متحمل بر آنها را نیز تعیین کند. بنابراین، تخصیص منابع می‌بایست بر هر دو منظر (یعنی کاربر نهایی و نقطه نظر ارائه‌دهنده خدمات) به صورت کارآمد عمل کند. با توجه به اهمیت بالایی که امروزه رایانش ابری همراه به خود در زمینه تخصیص منابع اختصاص داده است پژوهش‌های بسیاری انجام گرفته است و در واقع تخصیص منابع، بر مبنای الگوریتم‌های زمانبندی متعدد می‌باشد که منابع، بر اساس پارامترهای متعددی مانند بیشترین توان

کاری، ماکزیمم بهره‌وری، آگاهی از SLA، تضمین QoS، حداقل کردن مصرف انرژی و غیره، تخصیص داده می‌شود. از این رو تمام هدف این پژوهش این است که یک الگوریتم ترکیبی پویا بر مبنای الگوریتم FCM و ژنتیک باینری در محیط ابری موبایل ارائه شود. بخش‌های این مقاله شامل بخش کارهای مرتبط توسط محققین، بخش دوم تحلیل روش پیشنهادی و در انتها نتایج تجربی که شامل پیاده‌سازی روش پیشنهادی، همه ارزیابی‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شده و در نهایت بخش آخر نتیجه‌گیری از کل مقاله ارایه شده‌است.

۲ - کارهای مرتبط

گوا و همکارانش (۲۰۲۰) مقاله‌ای تحت عنوان "محاسبات قوی از بارگیری و برنامه ریزی منابع در رایانش ابری همراه مبتنی بر Cloudlet" پیشنهاد دادند. آنها اظهار داشتند که رایانش ابری متحرک (MCC) به عنوان یک الگوی محاسباتی نوظهور، دستگاه‌های تلفن همراه را قادر می‌سازد تا وظایف محاسباتی خود را در میان ابرهای غنی از منابع در نزدیکی کنترل کنند تا قابلیت محاسبات را افزایش داده و مصرف انرژی دستگاه‌های تلفن همراه را کاهش دهند. با این حال، به دلیل تحرک دستگاه‌های تلفن همراه و پذیرش ابرها، ممکن است ارتباط بین دستگاه‌های تلفن همراه و ابرها ناپایدار باشد که این امر بر تصمیم‌گیری سنگین، حتی علت شکست بارگیری تأثیرگذار است. برای پرداختن به چنین مسئله‌ای، در این مقاله، یک محاسبه قوی از استراتژی بارگیری با بازیابی خرابی (RoFFR) در یک سیستم Cloudlet متصل به طور متناوب با هدف کاهش مصرف انرژی و کوتاه شدن زمان اتمام برنامه پیشنهاد می‌شود. آنها پیشنهاد می‌دهند هنگامی که چندین Cloudlet در نزدیکی دستگاه‌های تلفن همراه در دسترس هستند، اولین سیاست انتخاب Cloudlet را ارائه می‌دهند. علاوه بر این، مسئله RoFFR را به عنوان دو مسئله بهینه‌سازی، به عنوان مثال، مسئله به حداقل رساندن هزینه اجرای محلی و با به حداقل رساندن نیاز به وابستگی به وظیفه و محدودیت ضرب الاجل برنامه، فرمول بندی می‌کنند. با حل هر دو مسئله بهینه‌سازی، آنها یک الگوریتم توزیع شده RoFFR برای تنظیم فرکانس ساعت CPU در اجرای محلی و تخصیص توان انتقال و کنترل میزان داده در اجرای Cloudlet ارائه می‌دهند. نتایج تجربی در یک بستر آزمایش واقعی نشان می‌دهد که الگوریتم توزیع شده RoFFR از نظر هزینه تکمیل برنامه و میزان داده‌های سنگین‌تر، از چندین سیاست اساسی و طرح‌های موجود در حال عملکرد بهتر عمل می‌کند [۵].

حلبی و همکارانش (۲۰۱۹) مقاله‌ای تحت عنوان "به سمت تخصیص منابع امن در رایانش ابری موبایل: یک بازی تطبیقی" پیشنهاد دادند. آنها اظهار داشتند که رایانش ابری موبایل

هانگ-کی یانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۶) زمانبندی منبع براساس الگوریتم FCM بهبود یافته برای محاسبه ی ابری موبایل را برای تخصیص و مدیریت منابع پیشنهاد دادند. در این مقاله، الگوریتم FCM بهبود یافته (IGAFCM) در فرآیند برنامه ریزی منابع موبایل پیشنهاد شده است. این الگوریتم می تواند منجر به کاهش مقیاس زمانبندی منبع شود و گزینه ی صفحه ی نمایش منجر به زمان واقعی توسط مکانیزم های درجه بندی مربوط به برنامه ریزی برای همراه ساختن کاربر با نتایج مورد نظر می باشد. به علاوه، این الگوریتم دارای توانمندی های ارزیابی منبع پویا است. در شرایط نرمال، می تواند به سرعت مجدداً خوشه بندی شود تا بهره وری عملیاتی مناسبی را حفظ کند و رضایت کاربر را تضمین نماید [۸].

گوی^۲ و همکاران (۲۰۱۶) تخلیه ی پویای انرژی و زمانبندی منبع در محاسبه ی ابری موبایل را برای تخصیص و مدیریت منابع پیشنهاد دادند. آنها در این مقاله مسئله ی تخلیه ی پویای انرژی و زمانبندی منبع را در محاسبه ی ابری موبایل مطالعه می کنند. براساس دانش آنها، این مطالعه نخستین مطالعه در ارتباط با ادغام تخلیه ی پویا با زمانبندی منبع برای رسیدن به حداقل مصرف انرژی مشترک و زمان تکمیل برنامه در زمانبندی می باشد. آنها الگوریتم جدید eDors توزیع شده ای را پیشنهاد می کنند که از الگوریتم های تابع گزینش تخلیه ی محاسبه، کنترل فراوانی ساعت و تخصیص توان انتقال تشکیل شده است. آنها این الگوریتم را در آزمون واقعی اجرا می کنند و نتایج نشان می دهند که در مقایسه با سیاست های کنونی تخلیه، این الگوریتم می تواند بطور موثری موجب کاهش مصرف انرژی و زمان تکمیل برنامه شود که از کنترل فراوانی ساعت CPU در محاسبه ی محلی و تخصیص توان انتقال در محاسبه ی ابری بهره می برد [۹].

وانگ^۳ و همکاران (۲۰۱۶) زمانبندی منبع دینامیکی در شبکه ی دسترسی رادیوی ابری با محاسبه ی ابری موبایل برای تخصیص منابع را پیشنهاد کردند. در واکنش به نیازهای پویا و غیرقابل پیش بینی کاربران موبایل بسته به تحرک ارائه شده با سیستم بوسیله ی CRAN و MCC، چارچوب بهینه سازی برای به حداکثر رساندن مزیت MSP را ارائه کردند. سپس، الگوریتم RICH را پیشنهاد دادند که منابع را در هر دو CRAN و MCC زمانبندی می کند. این الگوریتم می تواند به مزیت میانگین زمان دست پیدا کند که نزدیک به مقدار بهینه با شکاف برای MSP می باشد در حالی که هنوز حفظ ثبات قوی و هضم پایین برای تضمین QoS برای کاربران موبایل دیده می شود [۱۰].

(MCC) یک الگوی محاسباتی نوظهور است که مزایای بسیاری را برای کاربران تلفن همراه فراهم می کند اما نگرانی های امنیتی مهمی را به همراه دارد که تصویب آن را کند می کند. در این مقاله، از نظر امنیتی به مسئله تخصیص منابع در MCC پرداخته شده است. هدف این است که از طریق یکپارچه سازی امنیت در روند تخصیص منابع، نیازهای امنیتی کاربران و محدودیت های امنیتی ارائه دهندگان خدمات برآورده شده، تا امنیت سیستم MCC افزایش یابد. این مشکل به عنوان یک بازی تطبیقی غیرمتمرکز چند به یک مدل شده است، که در آن کاربران تلفن همراه و ارائه دهندگان خدمات از نظر رضایت امنیتی، تنظیمات خود را در طول فرآیند تخصیص منابع ارزیابی می کنند. سپس بازی با استفاده از یک نسخه اقتباس شده از الگوریتم Gale / Shapley حل می شود، که ثبات و کارایی محاسباتی را فراهم می کند. مدل آنها می تواند به صورت کاملاً توزیع شده در سیستم های MCC در مقیاس بزرگ پیاده سازی شود تا امکان بارگیری ایمن تری از داده های کاربران تلفن همراه و کارهای محاسباتی را فراهم کند [۶].

سامانی و همکارانش (۲۰۲۰) مقاله ای تحت عنوان " تخصیص قابل اطمینان منابع و تحمل خطا در رایانش ابری موبایل " پیشنهاد دادند. آنها اظهار داشتند که با تغییر بار محاسباتی از دستگاه های تلفن همراه به ابر، رایانش ابری موبایل به دستگاه های تلفن همراه اجازه می دهد طیف وسیع تری از قابلیت ها را ارائه دهند. چندین مورد در استفاده از دستگاه های تلفن همراه به عنوان تأمین کننده منابع از جمله اتصال بی سیم ناپایدار، ظرفیت انرژی محدود و تغییرات مکان مکرر وجود دارد. تحمل خطا و تخصیص قابل اعتماد منابع از جمله چالش های ارائه دهندگان خدمات تلفن همراه در رایانش ابری موبایل است. در این مقاله، مکانیسم جدید قابل اعتماد برای تخصیص منابع و تحمل خطا به منظور استفاده از یک الگوریتم تخصیص منابع به طور کامل توزیع شده بدون بهره برداری از هیچ یک از مولفه های مرکزی ارائه شده است. هدف بهبود قابلیت اطمینان منابع موبایل است. روش پیشنهادی شامل دو مرحله است که مرحله اول: پیش بینی وضعیت دستگاه با جمع آوری اطلاعات زمینه ای و استفاده از TOPSIS برای جلوگیری از خطاهای ناشی از نوسانات دستگاه های تلفن همراه و مرحله دوم: تطبیق روش های تکثیر و بازرسی برای تحمل خطا. برای جمع آوری اطلاعات متنی و مدیریت فرآیند بارگیری، یک میان افزار قابل اطمینان بارگیری آگاه از زمینه ساخته شده است. برای ارزیابی روش پیشنهادی، چندین آزمایش در یک محیط واقعی انجام می شود. نتایج حاکی از پیشرفت در میزان موفقیت، زمان اتمام و مصرف انرژی برای کارهایی با بار محاسباتی بالا است [۷].

¹ Hong-Qiang

² Guo

³ Wang

مدل تطبیق کاربر: در مدل تطبیق به منظور بهبود کیفیت خدمات و رضایت مشتری [۱۳]، نتایج فیلترشده از طریق محاسبه امتیاز به صف مجموعه کاندیدها اضافه شده و منابع کاندید را می‌توان از طریق تنظیم الگوریتم زمان‌بندی در یک صف ذخیره نمود. مقادیر Top-N در این صف به محاسبات زمان واقعی وارد می‌شوند و کاربر به رضایت‌بخش‌ترین نتایج دست خواهد یافت [۸].

الگوریتم سنتی FCM: الگوریتم FCM اهداف L-بعد را به مجموعه‌های فازی تقسیم می‌کند. به منظور خوشه‌بندی داده‌ها، تابع هدف از طریق به‌روزرسانی مکرر عضویت اهداف و مراکز خوشه به حداقل می‌رسد. تابع هدف به صورت زیر می‌باشد:

$$J(U, V) = \sum_{i=1}^N \sum_{c=1}^C u_{ic}^m d^2(x_i, v_c) \quad (\text{رابطه-۲})$$

N بیانگر تعداد اهداف، و C بیانگر تعداد مجموعه‌ها می‌باشند. درجه عضویت U_{ic} مطابق با شرایط محدودیت است:

$$\sum_{c=1}^C u_{ic} = 1, \forall i \quad (\text{رابطه-۳})$$

بنابراین، فرمول‌های محاسبه درجه عضویت و مرکز خوشه به صورت رابطه‌های ۴ و ۵ می‌باشند [۸]:

$$u_{ic} = \frac{1}{\sum_{c=1}^C \left(\frac{d(x_i, v_c)}{d(x_i, v_c)} \right)^{\frac{m-1}{m}}} \quad (\text{رابطه-۴})$$

$$v_c = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ic}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ic}^m} \quad (\text{رابطه-۵})$$

گام‌های روش پیشنهادی: الگوریتم IGAFCM اصولاً شامل سه قسمت است:

خوشه‌بندی منبع: تفکیک تعداد زیادی از منابع، که موجب کاهش حجم داده‌های گزینش می‌گردد.

زمان‌بندی منبع: این مرحله برای انتخاب نتایج Top-N کاندید توسط الگوریتم جستجوی سریع می‌باشد.

تطبیق امتیاز: توزیع‌کننده با در نظر گرفتن تقاضاهای واقعی کاربر و عملکرد منبع، بهترین نتایج را از صف کاندیدها انتخاب کرده و به کاربر باز می‌گرداند.

خوشه‌بندی منبع: الگوریتم MIN-MIN [۱۴] این وظیفه را با تخصیص وظیفه برتر کمینه به منابعی که به حداقل زمان نیاز دارند کامل می‌کند، اما این کار در زمان‌بندی منبع ابری به دلیل راه‌حل کلی به هزینه‌های بالاتری نیاز دارد. بالعکس، از الگوریتم IGAFCM جهت طبقه‌بندی استفاده می‌شود و تعداد شرایط برای حل این مشکل به شدت کاهش می‌یابد. علاوه بر این، IGAFCM قادر به خوشه‌بندی مجدد منابع براساس تغییرات پویا می‌باشد، به گونه‌ای که نتایج خوشه‌بندی می‌توانند در حالت به‌روزرسانی پویا حفظ شوند. این الگوریتم برای تغییرات منابع به دو جنبه زیر بحث تقسیم می‌شود [۸].

جنبه الف) تعداد منابع و تغییرات ویژگی منبع:

هنگامی که برخی از منابع تغییر می‌کنند، درجه عضویت U_{ij} را در گروه‌هایشان مجدداً خوشه‌بندی می‌کنند. محاسبه مرکز

۳- تحلیل روش پیشنهادی

الگوریتم‌های مدیریت منابع و تعادل بار می‌توانند استاتیک، دینامیک و یا ترکیبی (هیبریدی) باشند [۲]. الگوریتم‌های استاتیک که اغلب از سیاست FCFS (اولین ورود-اولین خروج) وظایف را بر اساس سیستم اطلاعات ساده مانند عملکرد پردازنده، ظرفیت حافظه و غیره به منابع اختصاص می‌دهند. این برنامه‌ریزی وظایف را در میان منابع با ارائه فرمول توزیع می‌نمایند. در این روش، سیستم نیازی به جمع‌آوری مداوم اطلاعات از محیط ندارد. سیاست‌های دینامیک مانند الگوریتم ژنتیک از وضعیت کنونی سیستم برای تخصیص کار بهره می‌گیرند و در نهایت الگوریتم ترکیبی با استفاده از ترکیبی از برنامه‌های استاتیک و دینامیک انتساب وظایف را انجام می‌دهد [۱۱].

مشکل زمان‌بندی منبع و کنترل پویای منبع در محاسبات ابری مطرح می‌شود [۱۲]. بنابراین، می‌توان الگوریتم پیشرفته مبتنی بر الگوریتم ژنتیک GA^1 و الگوریتم FCM^2 را با نام $IGAFCM^3$ برای حل این مشکلات انتخاب کرد. ابتدا، مقیاس تطبیق توسط الگوریتم FCM کاهش پیدا می‌کند.

در روش پیشنهادی یک مدل زمان‌بندی تهیه می‌شود که شامل مدل منابع خوشه‌بندی و مدل تطبیق کاربر است. IGAFCM بر اساس این مدل‌ها است تا مقیاس تطبیق را با FCM کاهش داده و مشکل تطبیق پویا را با خوشه‌بندی مجدد حل کند و در زمان‌هایی که تعداد جواب‌هایی بیش از یک عدد تولید می‌شود با الگوریتم ژنتیک جواب نهایی مشخص می‌شود.

مدل خوشه‌بندی منبع موبایل: به منظور اجتناب از تاثیر فرآیند خوشه‌بندی بر عملکرد سیستم، مدل خوشه‌بندی از شیوه پردازش سلسله‌مراتبی استفاده می‌کند.

مدل منبع: ویژگی‌های منبع در MCC را می‌توان به سه نوع محاسبه، نوع ذخیره‌سازی و نوع ارتباط از راه دور تقسیم کرد [۱۰] و هر گروه شامل ویژگی‌های کوچک مختلفی است. برای کاهش ابعاد خوشه‌بندی منبع، استفاده از شیوه‌های پردازش فازی جهت عادی‌سازی این ویژگی‌های کوچک، منطقی است. عادی‌سازی ویژگی‌های یکسان می‌تواند ابعاد پردازش داده‌ها در محاسبات ابری را به شدت کاهش دهد. $Prop_i$ عبارت است از ویژگی شماره i ، و M_i بیانگر اهمیت آن است [۸].

$$\overline{prop} = \frac{\sum_{i=1}^n prop_i \times M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (\text{رابطه-۱})$$

¹ Genetic Algorithm

² Fuzzy C-Means

³ Improved Genetic Algorithm Fuzzy C-Means

الگوریتم ژنتیک: الگوریتم ژنتیک یک روش بهینه سازی الهام گرفته شده از طبیعت جاندار است که می توان در طبقه بندی ها، از آن به عنوان یک روش عددی، جستجوی مستقیم و تصادفی استفاده کرد. این الگوریتم اولین بار در دهه ۷۰ میلادی توسط هالند [۱۵] معرفی شد.

منابع در دسترس در ابر موبایلی به عنوان بیت های یک کروموزوم نشان داده می شوند. گره های عضو و گره های سرخوشه به ترتیب بصورت ۰ یا ۱ نشان داده می شوند. برازندگی یک کروموزوم توسط چندین پارامتر مانند تراکم تقاضا و الویت آن ها تعیین می شود. جمعیت متشکل از چندین کروموزوم است و بهترین کروموزوم ها برای تولید جمعیت بعدی استفاده می شوند. برای جمعیت اولیه، تعداد زیادی از سرخوشه ها بطور تصادفی انتخاب می شوند. بر اساس بهترین برازندگی، جمعیت به نسل بعدی تبدیل می شود. منابع ابر به عنوان بیتی نشان داده می شود که می تواند ۰ یا ۱ باشد. مسئله ای از m منبع توسط یک کروموزوم m بیتی نشان داده می شود. برازندگی یک کروموزوم برای انتخاب بهترین منبع برای پاسخ گویی به تقاضاهای ثبت شده است. پارامترهای برازندگی استفاده شده در روش پیشنهادی عبارتند از:

میزان تقاضای از منبع (D): مقدار منابع درخواستی تقاضا D ، از ابر، مجموع تمام منابع درخواستی از ابر است. این منابع به صورت رابطه ۹- تعریف می شود که در آن d_{is} میزان درخواست تقاضا i از منبع s است. برای یک مقیاس بزرگتر، این تقاضاها باید حداقل باشد [۱۹].

$$D = \sum_{i=1}^m d_{is} \quad (\text{رابطه-۹})$$

فاصله خوشه C: فاصله خوشه C ، مجموع فاصله ها از منابع به سرخوشه و فاصله از سرخوشه به سرور زمانبندی است. برای یک خوشه با k گره عضو، فاصله خوشه C به صورت رابطه ۱۰- تعریف می شود که در آن d_{ih} فاصله از گره i به سر خوشه h و d_{hs} فاصله از سرخوشه h به سرور زمانبندی s است. برای خوشه ای که تعداد بیشتری گره دارد و گره ها به طور وسیعی جایگذاری شده اند، فاصله خوشه بیشتر خواهد شد. برای کاهش مصرف انرژی، C نباید بیش از حد بزرگ باشد. این معیار در تولید خوشه های کوچکتر و یکسان کمک خواهد کرد [۱۹].

$$C = \sum_{i=1}^k d_{ih} + d_{hs} \quad (\text{رابطه-۱۰})$$

فاصله خوشه-انحراف استاندارد SD: برای توزیع فضایی یکنواخت منابع، تغییر در فاصله های خوشه باید کوچک باشد. با این حال، برای توزیع فضایی غیر یکنواخت، فاصله های خوشه های بهینه نباید لزوماً یکسان باشد. تغییر در فاصله های خوشه باید با توجه به اطلاعات استقرار تنظیم شود. اگر استقرار یکنواخت است، تغییر در فاصله های خوشه، نشانه ی قوی از خوشه های بهینه

خوشه بندی C_i به لطف الگوریتم FCM به درجه عضویت، که تغییراتش پاسخ دهی در مرکز خوشه خواهد بود، بستگی دارد. هنگامی که تغییر مراکز خوشه از دامنه آستانه تجاوز می کند، می توان خوشه بندی مجدد را انجام داد. در این زمان، به دلیل تعداد تغییر نیافته منابع، تعداد خوشه ها نباید تغییر کند. در عین حال، مقدار مرکزی آخرین نتیجه خوشه عبارت است از مرکز اولیه فرآیند جدید، که کارآمدی خوشه بندی را به شدت افزایش می دهد [۸].

$$u'_i = \frac{d(x_i, v_c)^m}{d(x'_i, v_c)^m} \quad (\text{رابطه-۶})$$

x'_i بیانگر نقاط پس از تغییر در خوشه می باشد و x_i نشان دهنده نقاط پیش از تغییر در خوشه [۸].

رابطه-۷)
$$\bar{v}_c = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ic}^m x_i u'_i}{\sum_{i=1}^N u_{ic}^m}$$
 از $\| \bar{v}_c - v_c \| > \omega$ حداکثر بهره را مشخص می نماید و ω عبارت است از مقدار اولیه جهت سازمان دهی دستی. هنگامی که انحراف های بزرگ تشخیص داده شدند، شیوه گردآوری مجدد آغاز می شود [۸].

جنبه ب) تغییر در تعداد منابع: تغییرات تعداد منابع مستقیماً بر نتایج خوشه بندی تاثیر می گذارد. صرفاً هنگامی که نقطه اعشاری تغییر می کند می توان یک گروه خاص را تنظیم کرد. **زمان بندی منبع:** زمان بندی منبع به معنای زمان بندی نیازها جهت یافتن یک گروه مناسب، و در عین حال، تطابق منابع گروه و تقاضاها می باشد. مقادیر Top-N با درجه بالاتر تطبیق متداول، که در مرحله بعدی با ویژگی های کاربر محاسبه می شوند به عنوان نقاط کاندید انتخاب می گردد، سپس بالاترین امتیاز به عنوان نتایج زمان بندی به کاربر بازگردانده خواهند شد. در روش پیشنهادی از فرمول امتیاز ساده تطبیق وزنی استفاده شده است [۸].

$$Score = \frac{\sum req_i - pro_i | m_i}{\sum m_i} \quad (\text{رابطه-۸})$$

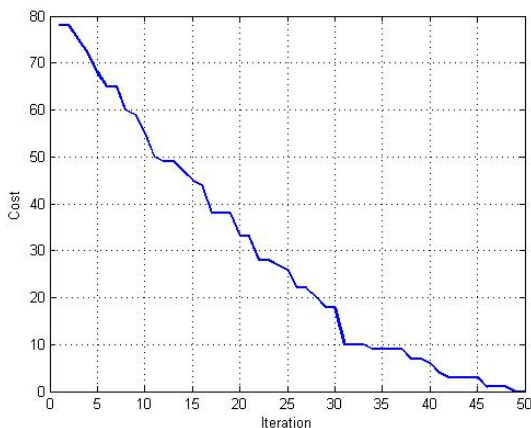
Req_i بیانگر ویژگی i تقاضاهای کاربر بوده و pro_i نشان دهنده ویژگی منبع i و m_i نشان دهنده اهمیت ویژگی i است [۸].

تطبیق امتیاز: نتایج اولیه به دست آمده توسط مرحله قبل می توانند یک صف از منابع کاندید به دست آورند تا با تقاضاهای کاربر تطابق پیدا کنند. با این وجود، منبع در محاسبات ابری موبایل در وضعیت تغییر پویا بوده، و محاسبه نتایج کاندید در زمان واقعی لازم است. محاسبات را می توان برای سرورهای مستقل منبع توزیع کرد و سریع ترین منبع واکنش توسط محاسبات موازی به عنوان نتیجه نهایی به کاربر بازگردانده خواهد شد. در زمان تطبیق در صورت رایج بیش از یک جواب توسط الگوریتم ژنتیک به جواب نهایی دست یافته می شود.

به‌منظور شبیه‌سازی محیط از نرم‌افزار Matlab و Weka استفاده شده‌است.

مجموعه داده: برای ارزیابی روش پیشنهادی از مجموعه داده‌های^۱ درخواست‌های CPU استفاده شده است. این مجموعه دارای ۲۰۹ نمونه بوده است و در هر نمونه نوع مدل، زمان درخواست به نانو ثانیه، حداقل میزان حافظه اصلی به کیلوبایت، حداکثر میزان حافظه اصلی به کیلوبایت، میزان کش درخواستی به کیلوبایت، حداقل و حداکثر کانال ارتباطی درخواستی جز ویژگی‌های این مجموعه داده است.

ارزیابی: انتخاب‌گر ژنتیک در روش پیشنهادی سبب تعیین وضعیت تخصیص نهایی به هنگام اختلاف در انتخاب می‌شود. این امر سبب بهبود توازن و انتخاب منبع می‌شود. در الگوریتم ژنتیک استفاده شده در روش پیشنهادی برای انتخاب مناسب از دو ورودی موثر بر روی تابع برازندگی استفاده شده است، دو ورودی این تابع مقادیر مورد نیاز برای اجرای درخواست و وضعیت کنونی منابع بوده و همچنین تعداد نسل اولیه را برابر با تعداد منابع قرار داده‌ایم و حداکثر تکرار نیز ۵۰ در نظر گرفته شده است. نمایی از یک اجرا از الگوریتم ژنتیک در شکل-۱ نشان داده شده است.



(شکل-۱): نمونه‌ای از اجرا الگوریتم ژنتیک روش پیشنهادی

همانگونه که در شکل-۱ نشان داده شده تابع هزینه در این الگوریتم در هر تکرار کاهش پیدا می‌کند تا حداقل هزینه با حداکثر کارایی استخراج و استفاده شود به این منظور با توجه به پارامترهای در نظر گرفته شده مقادیر حاصل در ۵۰ تکرار نشان داده شده است. باید در انتخاب تعداد تکرار دقت نمود زیرا این تعداد تکرار در صورت زیاد بودن توان محاسباتی بالایی را خواسته و در صورتی که تعداد کم بوده باشد حداقل سازی مورد نظر حاصل نمی‌شود. تعداد ۵۰ انتخاب شده در روش پیشنهادی به صورت اکتشافی و با تعداد متعدد آزمون و خطا حاصل شده است.

خواهد بود؛ با این حال، برای استقرار تصادفی، تغییر در فاصله‌های خوشه، شاخص ضعیفی خواهد بود. فاصله‌های خوشه SD، به صورت رابطه-۱۱ محاسبه می‌شوند [۱۹]:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{i=1}^h (\mu - d_{cluster_i})^2} \quad \text{(رابطه-۱۱)}$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^h d_{cluster_i}}{h} \quad \text{(رابطه-۱۲)}$$

انرژی انتقال E: انرژی انتقال E، نشان‌دهنده انرژی مصرفی برای انتقال تقاضا از سرور تقاضا کننده به منبع اختصاص داده شده است. برای خوشه‌ای با k گره عضو، انرژی انتقال خوشه به صورت رابطه-۱۳ تعریف می‌شود که بخش اول رابطه-۱۳، انرژی مصرفی برای انتقال تقاضا از گره‌های عضو K به سرخوشه را نشان می‌دهد. بخش دوم، انرژی مصرفی منبع اختصاص داده شده برای دریافت k تقاضا از گره‌های تقاضاکننده را نشان می‌دهد. سرانجام، بخش سوم نشان‌دهنده انرژی مورد نیاز برای اجرا و پاسخ به تقاضا است [۱۹].

$$E = \sum_{j=1}^k E_{T_{i,j}} + k \times E_R + E_{T_{h,s}} \quad \text{(رابطه-۱۳)}$$

تعداد انتقال T: برای هر مرحله انتقال داده، سرور زمانبند تعداد انتقال‌های T را تخصیص می‌دهد. مقدار T با توجه به شرایط شبکه و سطوح فعلی انرژی تنظیم می‌شود. علاوه بر این، مقادیر بزرگتر T نشان می‌دهد که الگوریتم GA برای مدت زمان طولانی‌تری استفاده خواهد شد. کیفیت بهترین کروموزوم از تاریخچه راه‌حل‌های قبلی GA تعیین می‌شود.

تابع برازندگی: برازندگی کروموزوم F، که تابعی از همه پارامترهای برازندگی معرفی شده است، به صورت رابطه-۱۴ تعریف می‌شود [۱۹]:

$$F = \sum_i \alpha(w_i, f_i), \forall f_i \in \{C, D, E, SD, T\} \quad \text{(رابطه-۱۴)}$$

به پارامترهای اولیه برازندگی وزن‌های دلخواه w_i اختصاص داده می‌شود. بعد از اینکه برای هر نسل، بهترین کروموزوم مناسب ارزیابی شد، وزن‌ها برای پارامترهای برازندگی به شرح زیر بروز می‌شوند [۱۹]:

$$w_i = w_{i-1} + c_i \times \Delta f_i \quad \text{(رابطه-۱۵)}$$

که در آن Δf نشان‌دهنده تغییر در مقدار پارامتر برازندگی، $\Delta f_i = f_i - f_{i-1}$ و $c_i = \frac{1}{1+e^{-f_{i-1}}}$ است [۱۹]. بعد از هر نسل، بهترین کروموزوم مناسب برای ارزیابی بهبود در پارامترهای برازندگی مانند، اندازه خوشه، درصد سرخوشه‌ها، مصرف انرژی و انحراف استاندارد (با توجه به فاصله) ارزیابی می‌شود.

۴- نتایج تجربی

در این قسمت، نتایج شبیه‌سازی پژوهش ارائه شده و ایده پیشنهاد شده بخش قبل در مرحله پیاده‌سازی قرار گرفته است که

^۱ <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>

(جدول-۲): نتایج روش پیشنهادی

شماره خوشه	nC=۲		nC=۳		nC=۴		nC=۵		nC=۶		nC=۷	
	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو
۰	۱۵۷	۷۵	۱۳۸	۶۶	۸۵	۴۱	۵۸	۲۸	۵۱	۲۴	۵۱	۲۴
۱	۵۲	۲۵	۳۰	۱۴	۳۸	۱۸	۳۷	۱۸	۳۳	۱۶	۲۴	۱۱
۲			۴۱	۲۰	۴۷	۲۲	۴۸	۲۳	۴۷	۲۲	۳۹	۱۹
۳					۳۹	۱۹	۳۸	۱۸	۳۲	۱۵	۳۲	۱۵
۴					۲۸	۱۳	۲۵	۱۲	۲۴	۱۱	۲۴	۱۱
۵									۲۱	۱۰	۲۶	۱۲
۶											۱۳	۶

در FCM اجرا شده در روش پیشنهادی مقادیر جدول-۳ به عنوان مقادیر پارامترها در نظر گرفته شده است.

(جدول-۳): پارامترهای استفاده شده در روش پیشنهادی

ردیف	پارامتر	مقدار
۱	m	۲
۲	تنا	۲
۳	حد آستانه اصطلاحات	۰.۰۰۰۰۱
۴	حداکثر تکرار	۱۰۰

توابع عضویت خوشه‌بندی فازی استفاده شده در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

در این قسمت ارزیابی گام اول روش پیشنهادی که همان خوشه‌بندی FCM است، اجرا می‌شود. نتایج روش پیشنهادی با الگوریتم K-means مقایسه می‌شود که نتایج الگوریتم K-means در جدول-۱ و نتایج روش پیشنهادی در جدول-۲ نشان داده شده است.

(جدول-۱): نتایج روش K-means

شماره خوشه	K=۲		K=۳		K=۴		K=۵		K=۶		K=۷	
	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو	تعداد عضو	درصد عضو
۰	۱۷۴	۸۳	۱۳۲	۶۳	۹۱	۴۴	۶۲	۳۰	۵۱	۲۷	۵۱	۲۷
۱	۳۵	۱۷	۲۸	۱۸	۳۴	۱۶	۳۵	۱۷	۳۱	۱۵	۲۶	۱۲
۲			۳۹	۱۹	۴۹	۲۳	۵۰	۲۴	۴۴	۲۱	۴۱	۲۰
۳					۳۵	۱۷	۳۵	۱۷	۳۱	۱۵	۲۹	۱۴
۴							۲۷	۱۳	۲۷	۱۳	۲۵	۱۲
۵									۲۰	۱۰	۲۲	۱۱
۶											۱۰	۵

همانگونه که در جدول-۱ نشان داده شده است روش K-means در تعداد K برابر با ۲ دارای عدم تعادل بوده و خوشه یک ۸۳ درصد اعضا را به خود اختصاص داده است با افزایش مقدار K این روند متعادل‌تر می‌شود. در تعداد ۵ این مقدار به یک تعادل نسبی قابل قبول می‌رسد.

همچنین در جدول-۲ همانگونه که نشان داده شده است روش پیشنهادی دارای نتایج نزدیک به روش K-means است و بنابراین می‌توان قابل قبول بودن این نتایج را پذیرفت همچنین میزان تعادل در تعداد ۵ خوشه در هر دو روش بر روی مجموعه داده پیشنهادی می‌توان این مقدار را به عنوان تعداد خوشه‌ها پیشنهاد داد.

یک پارامتر عمومی که برای ارزیابی سودمند بودن الگوریتم پیشنهادی به کار می‌رود و از رابطه-۱۷ به دست می‌آید.

Recall

$$Recall = \frac{TP}{FN+TP} \text{ (رابطه-۱۷)}$$

یک پارامتر عمومی که برای اندازه گیری مفید بودن الگوریتم پیشنهادی استفاده شده و از رابطه-۱۸ بدست می‌آید.

Precision

$$Precision = \frac{TP}{FP+TP} \text{ (رابطه-۱۸)}$$

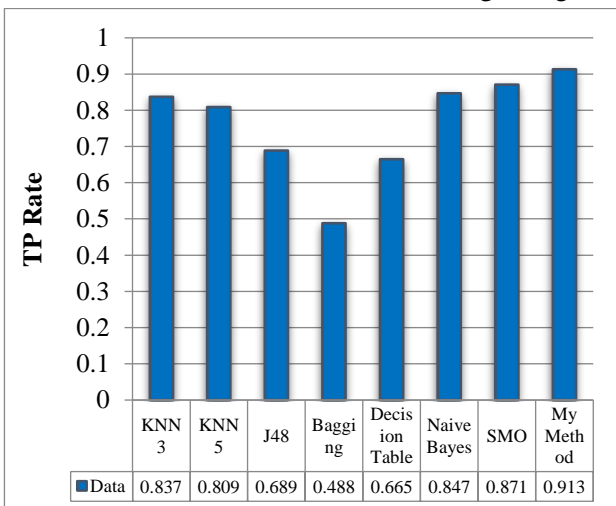
این معیار از محاسبه میانگین همساز بین دو معیار سودمند بودن و مفید بودن است و از رابطه‌ی-۱۹ بدست می‌آید.

F-Measure

$$F - Measure = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \text{ (رابطه-۱۹)}$$

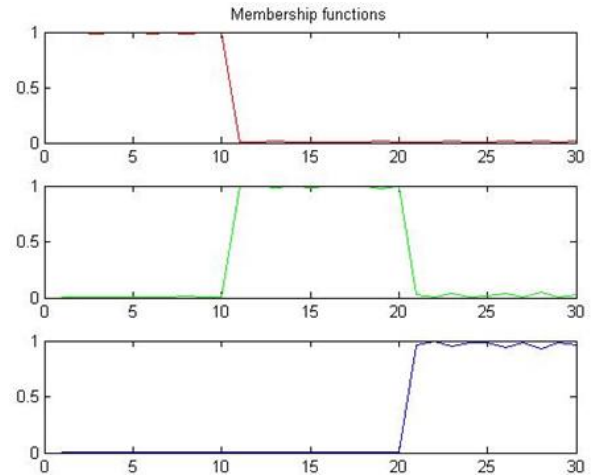
در کلیه آزمایش‌ها از تست صحت به روش K-Fold با K=10 استفاده شده‌است. در این نوع اعتبارسنجی داده‌ها به K زیرمجموعه افزای می‌شوند. از این K زیرمجموعه، هر بار یکی برای اعتبارسنجی و K-1 تای دیگر برای آموزش بکار می‌روند. این روال K بار تکرار می‌شود و همه داده‌ها دقیقاً یکبار برای آموزش و یکبار برای اعتبارسنجی بکار می‌روند. در نهایت میانگین نتیجه این K بار اعتبارسنجی به عنوان یک تخمین نهایی برگزیده می‌شود. برای ارزیابی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی K نزدیکترین همسایه، J48، SMO، Decision Table، الگوریتم مبتنی بر نظریه بیز و Bagging استفاده می‌شود [۱۶].

معیار TP: نتایج ارزیابی بین روش‌ها از نظر معیار TP در شکل-۴ نشان داده شده است.

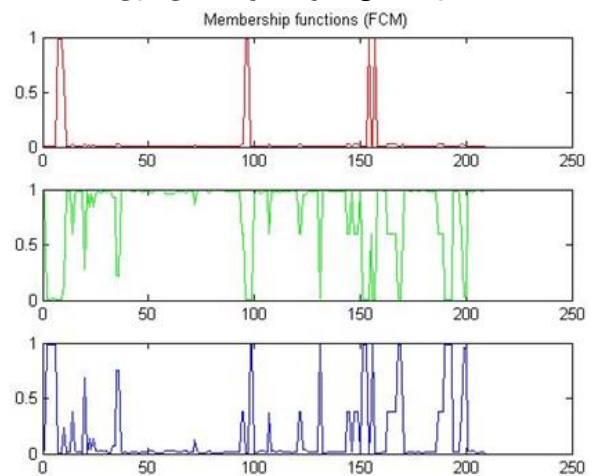


(شکل-۴): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار TP

همانگونه که در شکل مشخص است روش پیشنهادی دارای بالاترین مقدار TP به نسبت سایر روش‌ها است. نزدیکترین روش به روش پیشنهادی روش SMO بوده و سایر روش‌ها اختلافات قابل



(شکل-۲): تابع عضویت خوشه بندی فازی



(شکل-۳): توابع عضویت FCM بروی مجموعه داده

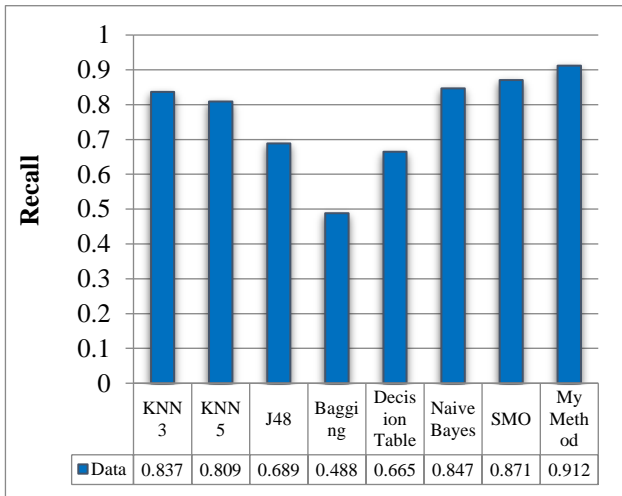
در ادامه ارزیابی خوشه‌های بدست آمده از تعداد برابر ۵ را با روش‌های طبقه‌بندی مختلف مورد مقایسه قرار داده تا قدرت و بهبود روش پیشنهادی به نسبت عمده روش‌های شناخته شده و پرکاربرد بدست آید. برای ارزیابی از معیارهای جدول-۴ استفاده شده است [۱۷، ۱۸].

(جدول-۴): معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی

معیار	توضیحات
صحت	نزدیکی توافق بین مقدار میانگین حاصل از تعداد زیادی از نتایج آزمون و مقدار مرجع پذیرفته شده به صحت «درستی میانگین» نیز گفته می‌شود که از رابطه-۱۶ به دست می‌آید.
TP Rate	بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم طبقه‌بندی نیز دسته آنها را بدرستی مثبت تشخیص داده است.
FP Rate	بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم طبقه‌بندی دسته آنها را به اشتباه مثبت تشخیص داده است.

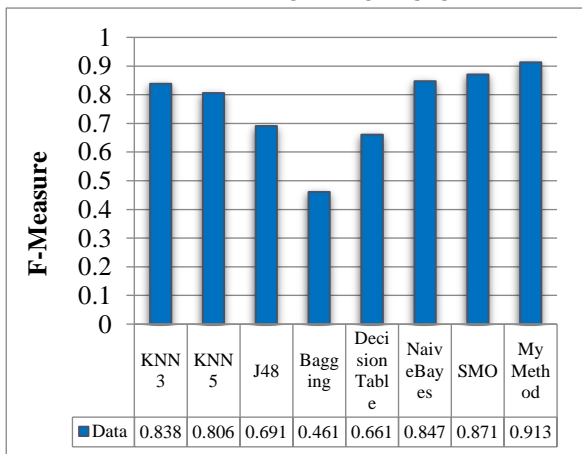
چون این معیار از ترکیب آن دو به دست می‌آید ولی روش SMO دارای مقدار FP بسیار کمی بوده که این اختلاف سبب کاهش در معیار Precision شده است.

معیار Recall: نتایج ارزیابی بین روش‌ها از نظر معیار Recall در در شکل ۷- نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است روش پیشنهادی دارای بالاترین مقدار Recall به نسبت سایر روش‌ها است. نزدیکترین روش به روش پیشنهادی روش SMO بوده و سایر روش‌ها اختلافات قابل توجهی از این نظر با روش پیشنهادی داشته‌اند. کمترین مقدار این معیار مربوط به روش Bagging است.



(شکل ۷): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار Recall

معیار F-Measure: نتایج ارزیابی بین روش‌ها از نظر معیار F-Measure در در شکل ۸- نشان داده شده است.

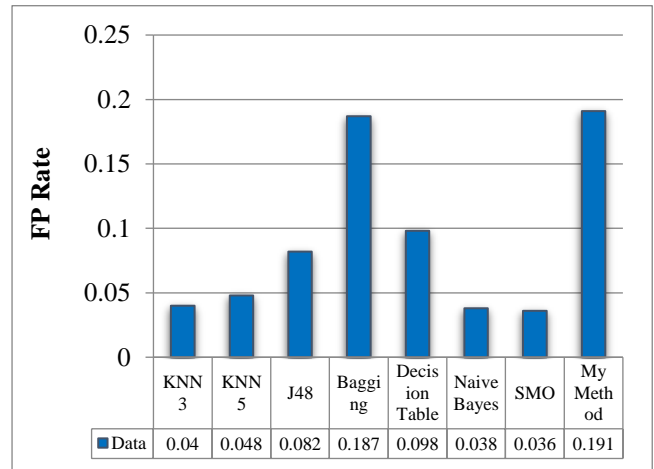


(شکل ۸): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار F-Measure

همانگونه که در شکل مشخص است در این معیار روش پیشنهادی به نسبت روش SMO و بیزین به عنوان نزدیکترین تعقیب کننده‌ها دارای مقدار بالاتری است و دلیل این امر نیز بالا بودن هر دو مقدار TP و FP است یعنی با توجه به روش پیشنهادی هم درست‌ها و هم غلط‌ها را به درستی تشخیص می‌دهد و این امر سبب افزایش این معیار شده است چون این

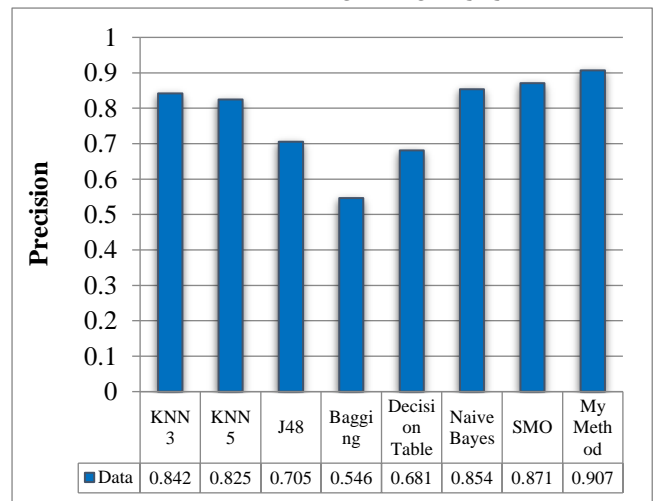
توجهی از این نظر با روش پیشنهادی داشته‌اند. کمترین مقدار این معیار مربوط به روش Baging است.

معیار FP: نتایج ارزیابی بین روش‌ها از نظر معیار FP در در شکل ۵- نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است بالاترین مقدار تشخیص FP مربوط به روش پیشنهادی است. بعد از این روش روش Bagging با مقدار ۰.۱۸۷ به نسبت سایر روش‌ها دارای بالاترین مقدار است. در این ارزیابی روش SMO که در معیار TP نزدیکترین تعقیب کننده روش پیشنهادی بوده است پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است.



(شکل ۵): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار FP

معیار Precision: نتایج ارزیابی بین روش‌ها از نظر معیار Precision در در شکل ۶- نشان داده شده است.



(شکل ۶): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار Precision

همانگونه که در شکل مشخص است در این معیار روش پیشنهادی به نسبت روش SMO به عنوان نزدیکترین تعقیب کننده دارای مقدار بهتری است و دلیل این امر نیز بالا بودن هر دو مقدار FP و TP است یعنی با توجه به روش پیشنهادی هم درست‌ها و هم غلط‌ها را به درستی تشخیص می‌دهد و این امر سبب افزایش این معیار شده است

نهایی انتخاب شوند. در انتخاب نهایی و فاز تطبیق ممکن است الگوریتم ژنتیک براساس جواب‌های یکسان FCM تصمیم گیری کند که مرحله بسیار مهمی است زیرا انتخاب به بیش از یک منبع رسد و در این حالت روش پیشنهادی این عمل با دو جهش و ترکیب چند مرحله ای انجام می دهد. رتبه بندی و امتیاز دهی سه بار انجام شده و میانگین اجرای سه مرحله جواب نهایی را تولید می کند. این عمل با وجود اینکه ممکن است زمان محاسبات را بسیار ناچیز افزایش دهد ولی کیفیت انتخاب را بهبود می بخشد در نتیجه در هنگام شکست و نیاز به مهاجرت دیگر نیاز به اجرا از ابتدا نیست و دومین انتخاب در صورت آزاد بودن برگزیده شده و از همان رتبه بندی انجام شده برای تخصیص مقصد مهاجرت استفاده می شود و این امر سبب بهبود زمان لازم برای مهاجرت می گردد. در شبیه سازی صورت گرفته بر روی روش پیشنهادی تعادل خوشه بندی و بهبود کارایی در فاز تطبیق دو فاکتور اساسی دیده شده برای روش پیشنهادی بوده است. به نحوی که در صحت خروجی ارایه شده در روش پیشنهادی به نسبت نزدیکترین تعقیب کننده خود که از روش بردار پشتیبان تصمیم استفاده می نماید ۴.۲ درصد بهبود نشان داده است و روش های دیگر نیز بعد از آن قرار داشته است. بدلیل استفاده روش پیشنهادی در محیط های ابری و حذف محاسبات مجدد بعد از نیاز به مهاجرت می توان روش پیشنهادی را مناسب این محیط ها دانست.

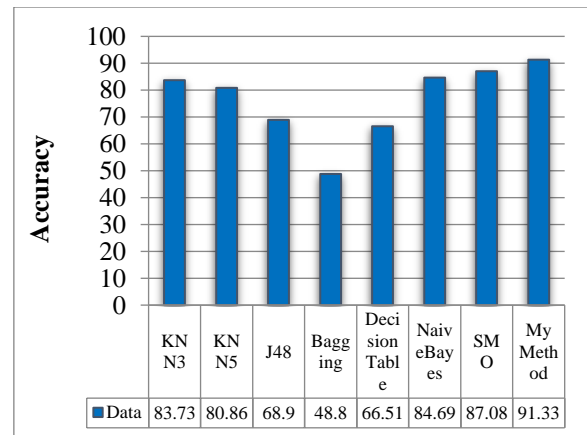
از کارهای آینده که می توان بر روی مقاله حاضر پیشنهاد کرد پیاده سازی کامل روش در دنیای واقعی و بررسی نتایج بدست آمده در دنیای واقعی و مقایسه آن با ارزیابی های صورت گرفته در شبیه سازها و رفع نواقص احتمالی روش پیشنهادی در دنیای واقعی، ترکیب الگوریتم های اکتشافی و بهینه سازی دیگر مانند الگوریتم زنبور عسل و قورباغه جهنده و یا استفاده از الگوریتم های فازی برای رسیدن به توازن بار و تخصیص منبع، می باشند.

۶- مراجع

- [1] Sun Microsystems, Inc. "Introduction to Cloud Computing Architecture" White Paper 1st Edition, June 2009.
- [2] Mladen A. Vouk, "Cloud Computing – Issues, Research and Implementations", Department of Computer Science, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, Journal of Computing and Information Technology - CIT 16, 2008, 4, 235–246doi:10.2498/cit.1001391.
- [3] Kansal N.J, Chana I. (2012). Cloud Load Balancing Techniques : A Step Towards Green Computing. IJCSI International Journal of Computer Science Issues , 9 (1).

معیار از ترکیب Precision و Recall به دست می آید ولی روش SMO دارای مقدار FP بسیار کمی بوده که این اختلاف سبب کاهش در معیار F-Measure شده است. پایین ترین مقدار در این معیار نیز مربوط به روش Bagging است.

معیار صحت: نتایج ارزیابی بین روش ها از نظر معیار صحت در در شکل-۹ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است روش پیشنهادی به نسبت کلیه روش های مورد مقایسه قرار گرفته دارای صحت بالاتری بوده است. بعد از روش پیشنهادی با اختلاف ۴.۲ درصد روش SMO قرار دارد و بیزین روش بعدی در این ترتیب است. روش های KNN با K برابر ۳ و K برابر ۵ نیز با اختلاف حدود ۸ درصدی در رتبه های بعدی قرار دارند و سه روش J48، Decision Table و Bagging از جمله الگوریتم هایی هستند که به ترتیب پایین ترین مقدار را در صحت از خود نشان داده اند. از آنجایی که مقدار بالاتری روش پیشنهادی در صحت طبقه بندی داشته بنابراین تشخیص انتخاب منبع مناسب برای تخصیص به نسبت سایر روش ها را خودا دهد داشت.



(شکل-۹): ارزیابی روش و سایر روشها در معیار صحت

۵- نتیجه گیری و پژوهش های آتی

متعادل سازی بار فرآیند توزیع بار در بین گره های مختلف یک سیستم توزیع شده به منظور بهبود استفاده از منابع و نیز زمان انجام کار (پاسخ دهی) می باشد به گونه ای که از موقعیتی که بسیاری از گره ها دچار اضافه بار شده باشند و دیگر گره ها بی کار باشند یا کار کمی انجام دهند جلوگیری شود. یکی از مهمترین مؤلفه های یک معماری محاسبات ابری مؤلفه توازن بار است. هدف از توازن بار استفاده حداکثری از منابع و جلوگیری از ایجاد بن بست می باشد. در این مقاله یک روش ترکیبی پویا برای تخصیص منبع و توازن بار در محیط های ابری موبایل ارایه شده است. بر طبق روش پیشنهادی منابع ابتدا خوشه بندی شده و هر منبع امتیازی را به خود اختصاص می دهد این منابع با فراخوان هر درخواست تطبیق داده می شوند تا بهترین منبع به عنوان تخصیص

- COMPUTING • DECEMBER 2013 *Impact Factor: 1.29* • DOI: 10.1002/wcm.1203.
- [13] Domenico Talia." Cloud Computing and Software Agents: Towards Cloud Intelligent Services".volume 741 of CEUR Workshop Proceedings, page 2-6. CEUR-WS.org, (2011).
- [14] J.SRINIVASI, K.VENKATA SUBBA REDDY2, Dr.A.MOIZ QYSER." CLOUD COMPUTING BASICS ".*International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 1, Issue 5, July 2012.*
- [15] Ruchi U. Samudre, Vaishali R. Patel." A Survey on Secure Access and Storage of Data in Cloud Computing ".*International Journal of Engineering Technology Science and Research IJETSr www.ijetsr.com ISSN 2394 – 3386 Volume 2, Special Issue September 2015.*
- [16] Mogelmoose, A.; Trivedi, M.M.(2012). Moeslund, T.B. Vision-based traffic sign detection and analysis for intelligent driver assistance systems: Perspectives and survey. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*2012, 13, 484–1497
- [17] Rachmawanto, Eko Hari, Galang Rambu Anarqi, and Christy Atika Sari. "Handwriting Recognition Using Eccentricity and Metric Feature Extraction Based on K-Nearest Neighbors." In 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication, pp. 411-416. IEEE, 2018.
- [18] Sa'di, Sadri, Amanj Maleki, Ramin Hashemi, Zahra Panbechi, and Kamal Chalabi. "Comparison of data mining algorithms in the diagnosis of type II diabetes." *International Journal on Computational Science & Applications (IJCSA)* 5, no. 5 (2015): 1-12.
- [19] Hussain, Sajid, Abdul W. Matin, and Obidul Islam. "Genetic algorithm for energy efficient clusters in wireless sensor networks." In *Fourth International Conference on Information Technology (ITNG'07)*, pp. 147-154. IEEE, 2007.
- [4] Rasmi.K, Vivek.V.(2013).” SURVEY: RESOURCE MANAGEMENT STRATEGIES IN CLOUD ENVIRONMENT”. *International Journal of Computer Science and Management Research Vol 2 Issue 1 January 2013.*
- [5] Songtao Guo, Chen, Kai Liu and Bin Xiao.(2020).” Robust Computation Offloading and Resource Scheduling in Cloudlet-based Mobile Cloud Computing”. *Auckland University of Technology. Downloaded on June 03,2020 at 23:14:34 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.*
- [6] Talal Halabi, Martine Bellaiche and Adel Abusitta.(2019).” Toward Secure Resource Allocation in Mobile Cloud Computing: A Matching Game”. *2019 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC).*
- [7] Zahra Najafabadi Samani and Mohammad Reza Khayyam Bashi.(2020).” Reliable resource allocation and fault tolerance in mobile cloud computing ”. *10.7508/jist.2019.02.002.*
- [8] Wu Hong-Qiang , Li Xiao-Yong ,Fang Bin-Xing, Wang Yi-Ping.(2016)..” Resource Scheduling Based on Improved FCM Algorithm for Mobile Cloud Computing”. *2016 IEEE 22nd International Conference on Parallel and Distributed Systems.*
- [9] Songtao Guo, Bin Xiao, Yuanyuan Yang and Yang Yang.(2016).” Energy-Efficient Dynamic Offloading and Resource Scheduling in Mobile Cloud Computing ”. *IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications.*
- [10] Xinhou Wang, Kezhi Wang, Song Wu, Sheng Di, Kun Yang, Hai Jin.(2016).” Dynamic Resource Scheduling in Cloud Radio Access Network with Mobile Cloud Computing”. *Quality of Service (IWQoS), 2016 IEEE/ACM 24th International Symposium on.*
- [11] P. Mell and T. Grance. (2009, Oct.). *The NIST definition of cloud computing*, NIST special publication 800-145, National Institute of Standards.
- [12] Hoang T. Dinh, Chonho Lee, Dusit Niyato, and Ping Wang.” A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications, and Approaches”. *ARTICLE in WIRELESS COMMUNICATIONS AND MOBILE*



زیبا سلیمی مدرک کارشناسی خود را در رشته آی‌تی در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه پیام نور زنجان، کارشناسی ارشد خود را در رشته کامپیوتر گرایش نرم‌افزار در سال ۱۳۹۷ از دانشگاه آزاد زنجان اخذ کرده است. نشانه رایا نامه ایشان عبارتند از: salimi.ziba71@gmail.com:



لیدا ندرلو مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش خدمات رایانه در شهرداری در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه علمی کاربردی زنجان اخذ نموده و اکنون (سال ۱۴۰۰) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش

هوش مصنوعی در موسسه آموزش عالی روزبه زنجان می‌باشد. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان عبارتند از: داده‌کاوی، سیستم پزشکیار، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و احراز هویت. نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:

lidanaderlou@gmail.com

روش ارجاع به مقاله: ز. سلیمی، ل. ندرلو، ارائه یک رویکرد ترکیبی پویا جهت تخصیص منابع در محیط ابری موبایل مبتنی بر الگوریتم-های FCM و ژنتیک باینری، دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده، سال سوم، شماره اول، شماره پیاپی ۵، صفحه ۱۰۷ تا ۱۱۸، سال ۱۳۹۹