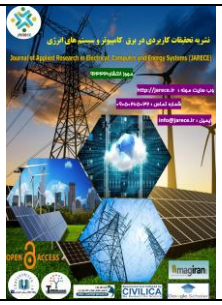
Vol. 2, No. 7, Oct-Dec 2024, (1-8)
Journal of Applied Research in Electrical, Computer and Energy Systems (JARECE)
نشریه تحقیقات کاربردی در برق ، کامپیوتر و سیستم های انرژی
دوره ۲، شماره ۷، پاییز ۱۴۰۳ (۸-۱)
journal homepage: https://jarece.ir/



تکنیکهای یادگیری ماشین برای مدیریت مصرف انرژی در محیطهای Fog-IoT

رسول کرکه آبادی[1]، محمد دولو[2] و مریم باقری گله[3]

[1,2]دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهدیشهر، سمنان، ایران،

r.karkeabadi@gmail.com[1] , mohammad.davallo.65@gmail.com[2]

[3]دانشکده مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش تجارت الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیکی، تهران، ایران ،

baqerimery@gmail.com

چکیده

اینترنت اشیا (IoT) امکان ارتباط بین دستگاه‌ها، اشیا و هر موجودیت دیجیتالی را که داده‌ها را از طریق شبکه ارسال و دریافت می‌کنند بدون نیاز به تعامل با انسان، میسر می سازد. ویژگی اصلی اینترنت اشیا اینست که در آن، حجم عظیمی از داده های ایجاد شده توسط دستگاه های کاربر نهایی وجود دارد که باید در مدت زمان کوتاهی در فضای ابری پردازش شوند. مفهوم فعلی رایانش ابری برای تجزیه و تحلیل داده های بسیار کلان در زمان بسیار کوتاه و برآوردن نیازهای کاربران به صورت کارآمد نیست، زیرا تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از داده ها توسط ابر زمان زیادی می برد، که بر کیفیت خدمات (QoS) تأثیر می گذارد و تأثیر منفی بر برنامه های کاربردی اینترنت اشیا و عملکرد کلی شبکه دارد. برای غلبه بر چنین چالش‌هایی، محاسبات مه پیشنهاد شد که از ارسال برنامه‌های اینترنت اشیاء که نیاز به زمان پاسخ کوتاه دارند، به ابر جلوگیری کرده و در نتیجه مصرف انرژی و استفاده از منابع و غیره را کاهش می‌دهد. در این تحقیق درباره اینترنت اشیاء، محاسبات مه، محیطهای Fog-IoT و نقش محاسبات مه در در کاهش مصرف انرژی در اینترنت اشیاء بحث خواهیم کرد.

واژه‌های کلیدی: رایانش مه، محیطهای اینترنت اشیا-مه (Fog-IoT)، مدیریت مصرف انرژی، کیفیت خدمات (QoS).

.

1. مقدمه

سیستم‌های مبتنی بر محاسبات مه حجم عظیمی از داده‌ها را تولید می‌کنند. بر این اساس، تعداد فزاینده‌ای از برنامه‌ها و سرویس‌های محاسباتی مه در حال ظهور هستند. علاوه بر این، یادگیری ماشین(ML) ، که یک حوزه ضروری است، پیشرفت قابل توجهی در حوزه های مختلف تحقیقاتی، از جمله رباتیک، محاسبات نورومورفیک، گرافیک کامپیوتری، پردازش زبان طبیعی(NLP) ، تصمیم گیری، و تشخیص گفتار به دست آورده است. تحقیقات متعددی پیشنهاد شده است که نحوه بکارگیری ML را برای حل مشکلات محاسباتی مه مطالعه می کند[1-3] . در سال‌های اخیر، روند افزایشی در استفاده از MLبرای بهبود برنامه‌های محاسباتی مه و ارائه خدمات مه مانند مدیریت منابع کارآمد، امنیت، کاهش تأخیر و مصرف انرژی و مدل‌سازی ترافیک مشاهده شده است. بر اساس درک و دانش ما، هنوز مطالعه ای وجود ندارد که نقش ML را در پارادایم اینترنت اشیا-محاسبات مه بررسی کرده باشد. بر این اساس، تحقیق حاضر بر ارائه یک نمای کلی از استفاده از تکنیکهای ML در محیط اینترنت اشیا-محاسبات مه معطوف شده است.

این تحقیق در پنج بخش تنظیم شده است. در بخش دوم توضیحات اجمالی درباره اینترنت اشیا، رایانش مه، محیطهای مه-اینترنت اشیا ارائه می نماییم. در بخش سوم تکنیکهای یادگیری ماشین مورد استفاده برای مدیریت مصرف انرژی در محیطهای IoT-Fog را بررسی می کنیم. فصل چهارم درباره تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از تکنیکهای یادگیری ماشین برای کاهش مصرف انرژی در محیطهای رایانش مه - اینترنت اشیا را مرور می کنیم. نهایتا بخش پنجم نتیجه گیری را در بر خواهد داشت.

2. مفاهیم کلیدی

در این بخش به معرفی مفاهیم کلیدی مورد استفاده در این تحقیق می پردازیم.

2-1-اینترنت اشیاء

بر اساس تعریفی که " گروه ارائه کننده راه حل‌های نوین کسب و کار اینترنتی سیسکو " ارائه کرده است، "اینترنت اشیاء"، به نقطه‌ای از زمان اطلاق می‌شود که در آن، تعداد اشیاء اتصال یافته به اینترنت از تعداد انسانهای متصل به اینترنت بیشتر شود. به عبارت دیگر، اکثر وسایلی که به طور روزمره از آنها استفاده می‌کنیم (از قبیل خودرو، وسایل منزل و هرآنچه که به نحوی با آن سر و کار داریم) از بستر اینترنت استفاده کنند [1]. می توان استدلال کرد که اینترنت اشیاء برای هر کسی، با هر دستگاهی، در هر زمانی، از هر کجای کره زمین، از طریق استفاده از هر گونه شبکه ارتباطی که قابل دسترسی می‌باشد تا بتواند هر سرویسی که نیاز دارد و اراده کند دریافت نماید. در پیکربندی جدید اینترنت اشیاء(IoT) ، بازنگری در مفهوم سنتی اینترنت ضروری است. در نسخه سنتی، اینترنت یک زیرساخت است که پایانه هایی را برای کاربران نهایی فراهم می کند، در حالی که اینترنت اشیاء امکاناتی را فراهم می کند که اشیاء هوشمند در محیط محاسباتی در همه جای کره زمین بتوانند به همدیگر متصل شوند [2]. زیرساخت های اینترنت به عنوان پلتفرم جهانی نقش مهمی را در شکل گیری اینترنت اشیاء ایفا می کنند که آنرا قادر به برقراری ارتباط بین اشیای فیزیکی می نمایند. نوآوری انجام شده در اینترنت اشیاء با جاسازی حسگرها در داخل اشیاء انجام می شود که باعث هوشمندسازی آن اشیاء شده و امکان می دهد تا زیرساختهای فیزیکی در سراسر جهان یکپارچه شده و بتوانند با استفاده از تکنولوژیهای ارتباطی باهمدیگر متصل گردند. دامنه IoT طیف گسترده ای از تکنولوژی های استاندارد یا غیر استاندارد، پلت فرم های نرم افزاری و برنامه های متنوع را شامل می باشد.[1]

اجزای اصلی تشکیل دهنده اینترنت اشیا شامل: حسگرها، دستگاههای هوشمند، شبکه ارتباطی هوشمند و اپلیکیشن های اینترنت اشیا (به عنوان رابط کاربری)، ابر (برای ذخیره داده های جمع آوری شده از حسگرها)، محرکها می باشند. چون بیلیونها حسگر در سرتا سردنیا توزیع شده اند لذا حجم داده های ذخیره شده از آنها بسیار زیاد است به همین علت به ابر نیاز داریم تا در ذخیره سازی و پردازش داده ها بتوانیم عملکرد مناسبی داشته باشیم. [2]

2-2-رایانش ابری

Cloud Computing که به آن پردازش ابری و یا محاسبه ابری نیز گفته می شود در واقع به معنای استفاده از منابع محاسباتی مانند سرورها، پایگاه‌های داده، ذخیره‌سازی اطلاعات، شبکه، و نرم‌افزارها همراه با قابلیت‌های نوظهوری مانند هوش مصنوعی و بلاک‌چین است. در گذشته، برای انجام این کارها، نیاز به منابع فیزیکی مانند سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای اختصاصی بود که موجب ایجاد بار سنگین در ذخیره‌سازی، پردازش، و مدیریت اطلاعات می‌شد و همچنین هزینه‌های زیادی همراه با خرید، نگهداری، تعمیرات، و مدیریت پیچیده داشت. اما با ظهور رایانش ابری، این منابع دیگر نیازی به مالکیت فیزیکی ندارند و به صورت مجازی در دسترس هستند، که این امکان را فراهم می‌آورد که به راحتی و با انعطاف بیشتری از آنها استفاده کنیم. علاوه بر این، رایانش ابری هزینه‌هایی مانند هزینه‌های اولیه خرید، نگهداری، و تعمیرات را نیز کاهش می‌دهد و فضای کمتری را برای ذخیره‌سازی اشغال می‌کند. امروزه مصرف‌کنندگان به خوبی با رایانش ابری آشنا هستند و از خدماتی مانند Google Drive، Dropboxو OneDrive برای ذخیره‌سازی داده‌های خود استفاده می‌کنند. این صنعت همچنان در حال رشد است و پیش‌بینی می‌شود که بازار خدمات ابر عمومی در سال‌های آینده به پیشرفت خود ادامه دهد. [3,4]

2-3-محاسبات مه

رایانش مه (Fog Computing) اولین بار توسط شرکت Cisco در سال 2014 معرفی شد. رایانش مه بر خلاف رایانش ابری یک زیر ساخت غیر متمرکز است. این فناوری برای افزایش سرعت در پردازش و انتقال اطلاعات بوجود آمد. در این فناوری، منابع از دیتاسنتر ها (Data Centers) به لبه شبکه (Edge Network) منتقل می شود. در حقیقت منابع پردازشی را به کاربر نهایی (End Users) نزدیک تر می کند. در رایانش ابری اطلاعات از دستگاه ها گرفته شده و به سمت ابر ارسال می شود و در ابر پردازش های لازمه صورت می گیرد و سپس نتیجه به سمت دستگاه باز می گردد [5]. این فرایند طولانی است و برای کارهایی که نیاز است به صورت بلادرنگ انجام شود مناسب نیست، به همین دلیل بهتر است از رایانش مه استفاده شود. در مه تعدادی دستگاه بین کاربران نهایی و Cloud قرار دارد که سعی می کنند تا حد امکان، پردازش ها و ذخیره سازی را انجام دهند تا هم خدمات با کیفیت و سرعت بیشتری انجام شوند و هم در مصرف پهنای باند صرفه جویی شود.

از مزایای از رایانش مه می توان به چابکی بیشتر کسب‌وکار، امنیت بیشتر، اطلاعات دقیق‌تر، کنترل حریم خصوصی، کاهش هزینه‌ها و صرفه جویی در مصرف پهنای باند اشاره کرد. همچنین نیاز به سخت افزار و دسترسی همیشگی به تجهیزات از معایب محاسبات مه هستند[6] .

3- محیط اینترنت اشیا-رایانش مه(Fog-IoT)

محاسبات ابری به صورت مجازی متصل می شود و داده ها را در سرور ابری ذخیره می کند. رایانش ابری به دسترسی به داده ها در هر کجا و در همه جای دنیا از طریق اینترنت کمک می کند. رایانش ابری فضای ذخیره‌سازی بزرگ، قدرت محاسباتی بالا، راندمان بالاتر برای مدیریت بار داده‌های بزرگ، تخصیص منابع الاستیک و دسترسی سریع با قیمتی مقرون به صرفه را ارائه می‌دهد. اگرچه محاسبات ابری دارای ویژگی های بیشتری است زیرا هر محاسباتی در فضای ابری انجام می شود، دارای تأخیر بالاتر، زمان پاسخ کمتر، نیاز به پهنای باند بیشتر، پشتیبانی از تحرک کمتر، توان عملیاتی کمتر، حریم خصوصی کمتر و افزایش فرکانس است. این معایب در ابر باعث می‌شود محاسبات ابری برای سیستم‌های پشتیبانی تحرک، برنامه‌های کاربردی حساس به زمان و برنامه‌های حساس به تأخیر مناسب نباشد. برای غلبه بر چالش‌های موجود در فضای ابری، یک لایه شبکه جدید به نام شبکه مه‌آلود به کار گرفته می‌شود تا داده‌ها را به‌جای ارسال به ابر، به صورت محلی در دستگاه‌های پایانی کار کند. محاسبات مه لایه مجازی بین کلاینت و ابر است که دسترسی به داده ها، محاسبات، ذخیره و بازیابی داده ها را در دستگاه های پایانی فراهم می کند.[7]

مه گرفتگی را "ابر بسته به زمین" نیز می نامند. گره های مه که به آنها داده مه یا دستگاه های پایانی نیز گفته می شود، ممکن است هر چیزی با اینترنت باشد که از دستگاه های غنی از منابع یا دستگاه هایی با منابع ضعیف باشد. دستگاه غنی از

منابع شاملCloudlets ، یا محاسبات ابری سیار یا دستگاه های مناقشه منابع و IoX است. این دستگاه با منابع ضعیف از کنترل‌کننده‌های صنعتی، سوئیچ‌ها، روترها، نقاط دسترسی بی‌سیم، سرورهای تعبیه‌شده، ایستگاه‌های پایه، جعبه‌های تنظیم تا دوربین‌های نظارت تصویری متغیر است Cloudlet .در نزدیکی چیزها و انجام محاسبات نزدیک به سطح کاربر IoX . محصول سیسکو است که برای محاسبات مه استفاده می شود .[8]

گره‌های مه دارای قابلیت‌های ذخیره‌سازی، محاسباتی و شبکه هستند که برای برنامه‌های IoT مورد نیاز است. بنابراین گره مه به کاهش تأخیر، افزایش زمان پاسخ، پشتیبانی از تحرک، کاهش پهنای باند و محاسبات غیرمتمرکز با انجام محاسبات محلی در گره مه کمک می کند. معماری شبکه مه در محیط IoT ثابت نیست. هر محیط IoT می تواند معماری های متفاوتی داشته باشد. در میان تمام معماری های موجود، واضح است که محاسبات مه بین ابر و دستگاه های پایانی کار می کند [9]. برای غلبه بر قابلیت همکاری [5]، ناهمگونی [6]، مسائل امنیتی در معماری و برای ارائه کنترل مشترک بر روی تمام لایه معماری) SDN شبکه تعریف شده توسط نرم افزار) معرفی شد. مدل معماری رایجی که در محیط اینترنت اشیاء دنبال می شود.

1-3-مدیریت مصرف انرژی های تجزیه پذیر در محیط محاسباتیFog-IoT

مدیریت مصرف انرژی وQoS ، بر خلاف سایر مسائل در مه موضوعی است که کمترین مورد توجه قرار گرفته است. در نتیجه کار تحقیقاتی انجام شده در زمینه مرتبط محدود است. با این حال، تلاش‌های تحقیقاتی خاصی وجود دارد که به غلبه بر این مشکل کمک کرده و به محققان کمک میکند تا سیستمی را برای مدیریت کارایی انرژی در محاسبات مه ابداع کنند.[10] دراین تحقیق تکنیکهای یادگیری ماشین که می توانند در صرفه جویی در مصرف انرژی در اینترنت اشیاء-رایانش مه کاربرد داشته باشند را، مورد بررسی قرار خواهیم داد.

4- استفاده از تکنیکهای یادگیری ماشین برای مدیریت انرژی در محیطFog-IoT

مطالعات زیادی برای مدیریت مصرف انرژی در محیطهای Fog-IoT توسط محققان مختلف انجام شده است که در این قسمت برخی از آنها را توضیح می دهیم.

Rajuو همکارانش [11] یک استراتژی زمان‌بندی کار موثر برای تخصیص منابع محاسباتی مه برای درخواست‌های اینترنت اشیا برای برآورده کردن مهلت درخواست‌ها و در دسترس بودن منابع ارائه کردند. در ابتدا، مسئله زمان‌بندی به‌عنوان برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط (MINLP) برای کاهش مصرف انرژی منابع مه و زمان سرویس وظایف مشروط به محدودیت‌های مهلت و در دسترس بودن منابع، فرموله نمودند. برای پرداختن به موضوع ابعاد بالای وظایف در یک محیط پویا، یک مکانیسم یادگیری تقویتی مبتنی بر فازی (FRL) برای کاهش تاخیر خدمات وظایف و مصرف انرژی گره‌های مه استفاده شد. در ابتدا، وظایف با استفاده از منطق فازی اولویت بندی شد. سپس وظایف اولویت‌بندی شده با استفاده از تکنیک یادگیری تقویتی مبتنی بر سیاست، برنامه‌ریزی گردید که پاداش بلندمدت را در مقایسه با رویکرد یادگیری افزایش می‌دهد Alli و همکارانش [12] یک طرح تخلیه محاسباتی ایمن در محیط (SecOFF-FCIoT) (پیشنهاد کردند. با استفاده از استراتژی‌های یادگیری ماشین، بارگذاری کارآمد و ایمن را در تنظیمات Fog-IoT را انجام دادند Omoniwa .و همکارانش [13] برنامه های کاربردی اینترنت اشیا مبتنی بر محاسبات لبه/مه را بررسی کردند. آنها بررسی گسترده ای در مورد معماری ها، پروتکل ها و فناوری های مختلف ارائه کردند. با این حال، آنها ادغام محاسبات لبه با دیگر معماری های اخیر را پوشش ندادند Khan .و همکارانش[14] یک تحقیق جامع در مورد محاسبات لبه ارائه کردند، آنها سیستم‌های محاسباتی لبه‌ای ابری، لبه و سیار را بررسی کردند، علاوه بر آن برنامه‌های مختلف را به تفصیل شرح دادند. با این حال، نویسندگان ادغام محاسبات لبه با دیگر معماری های اخیر را پوشش ندادند Puliafito .و همکارانش [15] دامنه fog-IoT را بررسی کردند. نویسندگان بر پلتفرم‌های fog-IoT و حوزه‌های کاربردی تمرکز کردند، در حالی که ادغام fog-IoT با هوش مصنوعی بلاک چین در این نظرسنجی وجود ندارد Martinez .و همکارانش [16] یک نمای کلی از محاسبات مه با بررسی مدل طراحی، معماری ها و چارچوب ارائه کردند. با این حال، ترکیب محاسبات مه با فناوری‌های اخیر در این کار وجود ندارد Naha .و

همکارانش [17] مسائل امنیتی و حریم خصوصی را در محاسبات مه به طور کلی و برنامه های کاربردی اینترنت اشیا به طور خاص بررسی کردند. گرچه نویسندگان دستورالعمل‌ها و جهت‌گیری‌های پژوهشی را ارائه کرده‌اند، اما تمرکز بر یک جنبه از نکات اصلی این کار استYi .و همکارانش [18] برنامه‌های محاسباتی مه و موارد استفاده مانند واقعیت افزوده، تحویل محتوا و ذخیره‌سازی محتوا، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ موبایل و غیره را مورد بررسی قرار دادند. نویسندگان همچنین در مورد مسائل مختلف مربوط به محاسبات مه باSDN/NFV ، معیارهایQoS ، بارگذاری محاسبات بحث کردند. اما مطالعه ارائه شده بسیار کوتاه و محدود است Mouradian .و همکارانش [19] مروری بر معیارهای ارزیابی مختلف در محاسبات مه شامل معماری شبکه و الگوریتم ها ارائه کرد. ارائه خدمات دقیق پایش محیطی در زمان واقعی یک کار معنی دار اما دشوار است. در حالی که پیشرفت‌های اخیر در اینترنت اشیا و الگوی محاسبات مه فرصت‌های جدیدی را برای بهبود این سرویس به ارمغان آورده است، دستیابی به نظارت دقیق محیطی با چالش‌های متعددی مواجه است. اول، داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط اینترنت اشیا در توزیع زمانی-مکانی، کیفیت و ارتباط با اهداف متفاوت است. دوم، به دلیل محدود بودن هزینه ارتباطی و ثبات، سیستم‌های نظارت بلادرنگ محلی به سختی با اتخاذ راه‌حل‌های پارادایم ابری متمرکز در دنیای واقعی قابل دستیابی هستند. سوم، مقدار داده در یک گره لبه ای از الگوی محاسباتی مه معمولاً برای نظارت دقیق محیطی کافی نیست Wang .و همکارانش [20] چارچوبی برای نظارت بر محیط زیست مبتنی بر محاسبات مه پیشنهاد کردند که از داده‌های ناهمگن چند منبع جمع‌آوری‌شده از حسگرهای اینترنت اشیا استفاده می‌کند. در هر گره لبه، از طبقه‌بندی‌های فرعی محلی برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده استفاده نمودند و پس از آن، یک مدل مبتنی بر شبکه عصبی عمیق برای جمع‌آوری نتایج از طبقه‌بندی‌های فرعی استفاده کردند. برای طبقه‌بندی‌کننده‌های فرعی همولوگ در گره‌های لبه‌های مختلف، ما یک مکانیسم یادگیری فدرال را طراحی شد تا دسته‌بندی‌های فرعی را در هماهنگی با انتقال مدل به‌روزرسانی کنند Shukla .و همکارانش [21] یک راه حل جدید برای مشکل فوق الذکر در اینجا پیشنهاد کردند که شامل یک مدل تحلیلی و یک الگوریتم یادگیری تقویتی مبتنی بر فازی ترکیبی در یک محیط FC است. هدف کاهش تأخیر بالا در بین IoT های مراقبت های بهداشتی، کاربران نهایی و سرورهای ابری است. مدل و الگوریتم تحلیلی FC هوشمند پیشنهادی از یک سیستم استنتاج فازی ترکیب شده با یادگیری تقویتی و استراتژی‌های تکامل شبکه عصبی برای تخصیص و انتخاب بسته‌های داده در یک محیط IoT-FC استفاده می‌کند Kishor .و همکارانش [22] علاوه بر محاسبات ابری و حسگرهایIoT ، یک مدل محاسبات مه را برای بهبود تأخیر در مراقبت‌های بهداشتی پیشنهاد کردند. در اینجا، از یک رویکرد یادگیری ماشین تصادفی جنگل (RF) برای تفکیک هوشمندانه داده‌های بیمار و بهبود تأخیر با استفاده از محاسبات مه استفاده شده است. هدف اصلی کار پیشنهادی مراقبت شخصی از بیمار با حداقل زمان در حوزه بلادرنگ است Abdel-Basset .و همکارانش [23] یک الگوریتم فراابتکاری آگاه از انرژی مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی هریس هاکس بر اساس استراتژی جستجوی محلی (HHOLS) برای زمان‌بندی کار در ((FCبرای بهبود QoSs ارائه شده به کاربران در برنامه‌های IIoT پیشنهاد کرده اند Oma .و همکارانش [24] یک مدل محاسبات مه مبتنی بر درخت (TBFC) را برای توزیع فرآیندها و داده‌ها به سرورها و گره‌های مه پیشنهاد کردند تا بتوان کل مصرف انرژی الکتریکی گره‌ها را در اینترنت اشیا کاهش داد Talaat .و همکارانش [25]، یک استراتژی LB و بهینه‌سازی (LBOS)با استفاده از روش تخصیص دینامیک منابع مبتنی بر یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک پیشنهاد شده‌است . LBOSبه طور مداوم ترافیک شبکه را کنترل می کند، اطلاعات مربوط به بارگذاری هر سرور را جمع آوری می کند، درخواست های دریافتی را مدیریت می کند و آنها را بین سرورهای موجود به طور مساوی با استفاده از روش تخصیص منابع پویا توزیع می کند La .و همکارانش [26] رویکردی را پیشنهاد کردند که شامل هوش مبتنی بر دستگاه و انسان محور به عنوان توانمندسازهای کلیدی برای کاهش مصرف انرژی و تأخیر در محاسبه مه از طریق دو مطالعه موردی است . Suryadevaraو همکارانش [27]، کاوش الگوریتم‌های ML بر روی چارچوب محاسباتی مه اینترنت اشیا با محدودیت منابع و تعیین طبقه‌بندی‌کننده ML مناسب برای کاهش تأخیر و سطوح انرژی با استفاده از حسگرهای محیطی در موضوع اینترنت اشیا ارائه شده‌است.

5-نتیجه‌گیری

محاسبات مه (FC) قصد دارد ویژگی‌های رایانش ابری را به دستگاه‌های لبه نزدیک کند. انتظار می‌رود این رویکرد حداقل نیاز تأخیر را برای دستگاه‌های اینترنت اشیا (IoT) در محیطهای مختلف (مانند مراقبت‌های بهداشتی) برآورده کند. دستگاه های IoT در مراقبت های بهداشتی حجم های مختلفی از داده های مراقبت های بهداشتی را تولید می کنند. این حجم زیاد داده منجر به ترافیک داده بالا می شود که باعث ازدحام شبکه و تاخیر زیاد می شود. افزایش تاخیر زمانی رفت و برگشت به دلیل انتقال داده های زیاد و تعداد پرش های زیاد بین اینترنت اشیا و سرورهای ابری، داده های مراقبت های بهداشتی را برای کاربران نهایی بی معنی و ناکافی می کند. برنامه های کاربردی مراقبت های بهداشتی حساس به زمان به داده های زمان واقعی نیاز دارند. افزایش تاخیر همزمان با اینکه باعث کاهش کیفیت خدمات ارائه شده می شود، باعث افزایش مصرف انرژی هم می شود. لذا در این تحقیق تکنیکهای یادگیری ماشین که می توانند در صرفه جویی در مصرف انرژی کاربرد داشته باشند را، مورد بررسی قرار دادیم. محققان امیدوارند بتوانند با اعمال تکنیکهای مختلف یادگیری ماشین میزان مصرف انرژی را می نیمم کنند. ولی با تمام تلاشهای انجام شده هنوز هم محدودیت های موجود در میزان انرژی موجود است.

منابع

[1] Ray, Partha Pratim. "A survey on Internet of Things architectures." Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 30.3 (2018): 291-319.

[2] Rivandi, Elaheh. "FinTech and the Level of Its Adoption in Different Countries Around the World." Available at SSRN 5049827 (2024).

[3] Atadoga, Akoh, et al. "Evaluating the impact of cloud computing on accounting firms: A review of efficiency, scalability, and data security." Global Journal of Engineering and Technology Advances 18.2 (2024): 065-074.

[4] Srirama, Satish Narayana. "A decade of research in fog computing: relevance, challenges, and future directions." Software: Practice and Experience 54.1 (2024): 3-23.

[5] Basir, Rabeea, et al. "Fog computing enabling industrial internet of things: State-of-the-art and research challenges." Sensors 19.21 (2019): 4807.

[6] Habibi, Pooyan, et al. "Fog computing: a comprehensive architectural survey." IEEE access 8 (2020): 69105-69133.

[7] Javed, Waheed, et al. "A review on fog computing for the internet of things." 2021 International Conference on Innovative Computing (ICIC). IEEE, 2021.

[8] Pan, Sheng, et al. "Optimizing Internet of Things Fog Computing: Through Lyapunov-Based Long Short-Term Memory Particle Swarm Optimization Algorithm for Energy Consumption Optimization." Sensors 24.4 (2024): 1165.

[9] Wu, Chu-ge, et al. "Hybrid evolutionary scheduling for energy-efficient fog-enhanced internet of things." IEEE Transactions on Cloud Computing 9.2 (2018): 641-653.

[10] Manogaran, Gunasekaran, Naveen Chilamkurti, and Ching-Hsien Hsu. "Special issue on machine learning algorithms for internet of things, fog computing and cloud computing." Computing 100 (2018): 757-758.

[11] Raju, Mekala Ratna, and Sai Krishna Mothku. "Delay and energy aware task scheduling mechanism for fog-enabled IoT applications: A reinforcement learning approach." Computer Networks 224 (2023): 109603.

[12] Alli, Adam A., and Muhammad Mahbub Alam. "SecOFF-FCIoT: Machine learning based secure offloading in Fog-Cloud of things for smart city applications." Internet of Things 7 (2019): 100070.

[13] Omoniwa, Babatunji, Maxime Guériau, and Ivana Dusparic. "A reinforcement learning approach to improve communication performance and energy utilization in fog-based IoT." arXiv preprint arXiv:2106.00654 (2021).
[14] Khan, Latif U., et al. "Edge-computing-enabled smart cities: A comprehensive survey." IEEE Internet of Things Journal 7.10 (2020): 10200-10232.
[15] Puliafito, Carlo, Enzo Mingozzi, and Giuseppe Anastasi. "Fog computing for the internet of mobile things: issues and challenges." 2017 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP). IEEE, 2017.
[16] Martinez, Ismael, Abdelhakim Senhaji Hafid, and Abdallah Jarray. "Design, resource management, and evaluation of fog computing systems: a survey." IEEE Internet of Things Journal 8.4 (2020): 2494-2516.
[17] Naha, Ranesh Kumar, et al. "Fog computing: Survey of trends, architectures, requirements, and research directions." IEEE access 6 (2018): 47980-48009.
[18] Yi, Changyan, et al. "A queueing game based management framework for fog computing with strategic computing speed control." IEEE Transactions on Mobile Computing 21.5 (2020): 1537-1551.
[19] Mouradian, Carla, et al. "An IoT platform-as-a-service for NFV-based hybrid cloud/fog systems." IEEE Internet of Things Journal 7.7 (2020): 6102-6115.
[20] Wang, Wendong, et al. "Environmental monitoring based on fog computing paradigm and internet of things." Ieee Access 7 (2019): 127154-127165.
[21] Shukla, Saurabh, et al. "An analytical model to minimize the latency in healthcare internet-of-things in fog computing environment." PloS one 14.11 (2019): e0224934.
[22] Kishor, Amit, Chinmay Chakraborty, and Wilson Jeberson. "Intelligent healthcare data segregation using fog computing with internet of things and machine learning." International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation 12.2-3 (2021): 188-194.
[23] Abdel-Basset, Mohamed, et al. "Energy-aware metaheuristic algorithm for industrial-Internet-of-Things task scheduling problems in fog computing applications." IEEE Internet of Things Journal 8.16 (2020): 12638-12649.
[24] Oma, Ryuji, et al. "An energy-efficient model for fog computing in the internet of things (IoT)." Internet of Things 1 (2018): 14-26.
[25] Talaat, Fatma M., et al. "A load balancing and optimization strategy (LBOS) using reinforcement learning in fog computing environment." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 11.11 (2020): 4951-4966.
[26] La, Quang Duy, et al. "Enabling intelligence in fog computing to achieve energy and latency reduction." Digital Communications and Networks 5.1 (2019): 3-9.
[27] Suryadevara, Nagender Kumar. "Energy and latency reductions at the fog gateway using a machine learning classifier." Sustainable Computing: Informatics and Systems 31 (2021): 100582.

Machine Learning Techniques to Manage Energy Consumption in Fog-IoT Environments

Rasool karkeabadi [1], Mohammad Davallo[2] and Maryam Bagheri Gole[3]

[1.2] Departement of Computer Engineering and Information Technology, Islamic Azad University, Mahdishahr Branch, Semnan, Iran.
r.karkeabadi@gmail.com[1], mohammad.davallo.65@gmail.com[2]
[3] Departement of Information Technology Engineering, Electronic Business Department, Islamic Azad University, Electronics Department, Tehran, Iran, baqerimery@gmail.com

Abstract— The Internet of Things (IoT) enables communication between devices, objects, and any digital entity that sends and receives data over a network without the need for human interaction. The main feature of the Internet of Things is that there is a huge amount of data generated by end-user devices that must be processed in the cloud in a short period of time. The current concept of cloud computing is not efficient for analyzing very large data in a very short time and meeting the needs of users, because it takes a long time to analyze a huge amount of data by the cloud, which affects the quality of service (QoS). and has a negative impact on IoT applications and overall network performance. To overcome such challenges, fog computing was proposed to avoid sending IoT applications that require short response time to the cloud, thereby reducing energy consumption and resource utilization, etc. In this research, we will discuss the Internet of Things, fog computing, Fog-IoT environments and the role of fog computing in reducing energy consumption in the Internet of Things.

Keywords: Fog computing, Fog-IoT environments, energy consumption management, quality of service (QoS).