دوفصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده
سال هفتم، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۴، صفحه ۱ تا ۹، سال ۱۴۰۳

رویکردی جامع جهت رصد لایه‌های مختلف خدمات ابری

داود ملکی (نویسنده مسئول)[۱]، نداء قربانی [۲]، احسان آریانیان[۳]، محمدرضا احمدی[۴]
[۱] عضو هیات علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران- ایران
[۲] همکار مدعو پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران- ایران
[۳] استادیار پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران- ایران
[۴] دانشیار پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران- ایران

چکیده

دراین مقاله به تحقیق و بررسی الزامات و معیارهای ضروری در مراکز رصد خدمات رایانش ابری با تجزیه و تحلیل شاخص‌های مختلف رصد خدمات پرداخته شده است. در ابتدا راهکارهای مختلف استخراج شاخص‌های عملکرد کلیدی[۱] در خدمات و سرویس های رایانش ابری مورد بررسی قرار گرفته، سپس با توجه به نقاط قوت و ضعف هر روش، یک رویکرد ترکیبی جامع نگر جهت استخراج شاخص‌های رصد ارائه شده است. روش پیشنهادی متناسب با نیازهای لایه‌های مختلف خدمات ابری در راستای ایجاد یک مرکز رصد فراگیر در ارائه خدمات ابری صورت گرفته است. نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که ترکیب روش‌های مختلف می‌تواند به ایجاد یک سیستم پایش موثر و جامع نگرکمک نماید. در این راهکاردرلایه زیرساخت به عنوان خدمات، روش تجزیه و تحلیل ترافیک شبکه، نظارت بر لاگ ها و تله‌متری پیشنهاد شده است. در لایه بستر به عنوان سرویس، روش‌های مبتنی بر API، مرتبط با رویداد و براساس هوش مصنوعی ارائه شده است. در لایه نرم‌افزار به عنوان خدمات، رویکردهای مبتنی بر عامل و کانتینر معرفی شده است. در پایان نتایج و ویژگیهای روش پیشنهادی با روشهای دیگر مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: رصد خدمات ابری، شاخص‌های کلیدی عملکردی(KPIs)، خدمات ابری، روشهای ترکیبی.

تاریخچه مقاله:
تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵
ایمیل نویسنده مسئول: dmaleki@itrc.ac.ir

۱ – مقدمه

در چشم‌انداز فناوری اطلاعات، خدمات ابری اجزای اصلی زیرساخت دیجیتال هستند. این خدمات با ارائه منابع محاسباتی مقیاس‌پذیر و مقرون به صرفه، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا عملیات‌های مختلف را با افزایش کارایی مدیریت و اجرا کنند. خدمات رایانش ابری در سه لایه اصلی شامل زیرساخت به عنوان خدمات (IaaS)، بستر به عنوان خدمات (PaaS) و نرم‌افزار به عنوان خدمات (SaaS) ارائه می‌شود. زیرساخت به عنوان خدمات شامل منابع فیزیکی و مجازی مانند سرورها، ذخیره‌سازی و شبکه‌ها است. بستر به عنوان خدمات شامل محیط‌های توسعه و زمان اجرا برای برنامه‌ها است. SaaS شامل برنامه‌هایی است که به کاربران نهایی تحویل داده می‌شود [۱].

همان‌طور که پذیرش خدمات ابری افزایش یافته است، نیاز به رصد و مدیریت موثر این خدمات نیز افزایش یافته است. به طور خاص، استخراج شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) و معیارهای وضعیت خدمات برای حفظ عملکرد بهینه و کاهش مشکلات احتمالی بسیار مهم هستند. رصد بر خدمات ابری مستلزم جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌هایی است که عملکرد، امنیت و دردسترس بودن این خدمات را منعکس می‌کند. روش‌ها و ابزارهای متعددی برای این منظور وجود دارد که هر کدام مزایا و محدودیت‌های مشخصی دارند. انتخاب روش‌های مناسب نه تنهاعملکرد خدمات را افزایش می‌دهد، بلکه به کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و مدیریت خدمات نیز کمک می‌کند [۲].

این مقاله روش‌های مختلف برای استخراج معیارهای رصد بر خدمات ابری را بررسی و ارزیابی می‌کند. ساختار مقاله به این صورت است که ما ابتدا این روش‌ها را به طور جامع معرفی می‌کنیم و سپس مزایا و چالش‌های مربوطه را مورد بررسی قرار می‌دهیم. هدف از این مقاله پیشنهاد یک رویکرد موثر جهت استخراج معیارهای خدمات ابری برای توسعه یک چارچوب رصد در لایه‌های مختلف خدمات ابری بوده که منجر به بهبود کارایی و امنیت آنها گردد.

۲ – تحقیقات مرتبط

[1] key performance indicator(KPI)

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی پایش خدمات رایانش ابری و استخراج شاخص‌های کلیدی عملکرد ی در سطوح مختلف خدمات پرداخته‌اند. در این زمینه، روش‌هایی برای تعریف و اندازه‌گیری شاخص‌ها در سرویس‌های ابری ارائه شده است. این منابع بر اهمیت تجزیه‌وتحلیل داده‌های عملکردی برای بهبود کیفیت خدمات تأکید کرده‌اند [۳]. در لایه زیرساخت به عنوان سرویس، ابزارهایی مانند Google Cloud Operations Suite و Amazon CloudWatchقابلیت جمع‌آوری و تحلیل لاگ‌ها، ترافیک شبکه، و داده‌های تله‌متری را فراهم می‌کنند [۴]. در لایه پلتفرم بستر به عنوان سرویس، ابزارهایی نظیرDatadog و New Relic پایش APIها، تحلیل رویدادها و ارتباط بین سرویس‌ها را ممکن ساخته‌اند. در پژوهش [۵] به بررسی تحلیل عملکرد برنامه‌های ابری با تمرکز بر روش‌های پایش مبتنی بر رخدادها پرداخته است. در حوزه استفاده از هوش مصنوعی در پژوهش [۶]، برای مانیتورینگ خدمات ابری، با استفاده از الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری به کمک یادگیری ماشین، روش‌هایی برای کشف رفتارهای غیرعادی در داده‌های سیستمی ارائه داده است و از ابزارهای صنعتی مانند IBM Watson AIOpsبهره می‌برند. در لایه نرم‌افزار به عنوان ئسرویس، رویکردهای پایش مبتنی بر عامل و کانتینر مانند Prometheus + Grafana در محیط‌های مبتنی بر Kubernetes رایج شده‌اند [۷]. همچنین ابزارهایی مانند Nagios و Zabbix نیز از روش‌های پایش مبتنی بر عامل برای تحلیل سلامت سرویس‌ها بهره می‌برند [۸]. با وجود تلاش‌های فراوان در زمینه پایش خدمات رایانش ابری، اکثر پژوهش‌ها و راهکارهای موجود تمرکز خود را بر یک لایه خاص از سه لایه استانداردی قرار داده و پوشش جامع و چندلایه‌ای در فرآیند پایش و رصد خدمات کمتر مشاهده می‌شود. علاوه بر این، اغلب روش‌های موجود بر استفاده از یک تکنیک خاص مانند رصد ترافیک یا API متمرکز هستند و ترکیب چندرویکردی و انعطاف‌پذیر به‌صورت ساختاریافته کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف پوشش این خلأ، یک رویکرد ترکیبی جامع‌نگر برای استخراج شاخص‌های عملکردی در سطوح مختلف خدمات رایانش ابری در لایه های زیر ساخت، بستر و نرم افزارارائه کرده است. این رویکرد نه‌تنها به استفاده از روش‌های مختلف پایش در هر لایه می‌پردازد، بلکه سعی دارد با توجه به نیازهای عملیاتی مراکز رصد خدمات ابری، بستری برای پایش فراگیر، مقیاس‌پذیر و هوشمند ایجاد کند.

۳ -روش‌شناسی تحقیق

به منظور تبیین روش بکار گرفته شده در مراحل مختلف این پژوهش، روال‌های صورت گرفته در قالب قدم‌های زیر معرفی گردیده است. در ابتدا به بررسی و فرموله کردن کردن شاخص‌های رصد در لایه‌های IaaS، PaaS و SaaS پرداخته شده است. در قدم دوم، روش‌های استخراج شاخص‌های رصد لایه‌های خدمات ابری و شاخص قابل جمع‌آوری در هر روش مورد بررسی قرار گرفته است. در قدم سوم، شاخص‌های رصد لایه‌های خدمات ابری با شاخص‌های قابل استخراج در روش‌های استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری مورد انطباق قرار گرفته است. در قدم چهارم، شاخص‌های رصد لایه‌های خدمات ابری استخراج شده با نقاط ضعف، قوت، هزینه و پیچیدگی هر روش انطباق داده شده است. و در قدم پایانی، یک رویکرد ترکیبی برای استخراج شاخص‌های لایه‌های خدمات ابری با ترکیب روش‌های انتخاب شده برای هر لایه ارائه شده است. قدم‌های ذکر شده در مراحل مختلف تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.

۴ – شاخص‌های کلیدی عملکرد برای خدمات ابری

شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) برای خدمات ابری معیارهای مهمی هستند که برای ارزیابی عملکرد، امنیت و در دسترس بودن این خدمات استفاده می‌شوند. شاخص‌های کلیدی عملکرد، بسته به لایه خدمات ابری متفاوت هستند و بینش ارزشمندی را در مورد نحوه عملکرد خدمات ارائه می‌دهند.

لایه IaaS (زیرساخت به عنوان یک خدمات):

- استفاده از منابع: میزان استفاده از CPU، حافظه، ذخیره‌سازی و پهنای باند را برای اطمینان از تخصیص کارآمد منابع و جلوگیری از تنگناها اندازه گیری می‌کند.
- در دسترس بودن و قابلیت اطمینان: زمان به کارگیری سیستم و حوادث خرابی را برای ارزیابی قابلیت اطمینان و پایداری زیرساخت رصد می‌کند.
- زمان پاسخگویی: زمان صرف شده برای تکمیل عملیات مختلف در زیرساخت را ارزیابی می‌کند که نشان دهنده کارایی سیستم است.

لایه PaaS (پلتفرم به عنوان خدمات):

- مقیاس‌پذیری: قابلیت پلتفرم را در مقیاس پذیری افقی (توسعه نمونه ها) و مقیاس پذیری عمودی (افزایش ظرفیت نمونه های موجود) برای تطبیق بارهای کاری مختلف ارزیابی می‌کند.
- کارایی محیط توسعه: زمان مورد نیاز برای استقرار و اجرای برنامه‌ها را که منعکس کننده سهولت و اثربخشی محیط توسعه می‌باشد را اندازه گیری می‌کند.
- پشتیبانی از چندین زبان و ابزار: طیف وسیعی از ابزارهای توسعه و زبان های برنامه نویسی پشتیبانی شده را بررسی

می‌کند و از انعطاف پذیری برای نیازهای مختلف توسعه اطمینان می‌دهد.

لایه SaaS (نرم‌افزار به عنوان یک خدمات):

- رضایت کاربر: نظرسنجی ها و بازخوردهای کاربران را برای سنجش رضایت کلی و شناسایی زمینه های بهبود کیفیت خدمات را تجزیه و تحلیل می‌کند.
- کیفیت خدمات (QoS): معیارهایی مانند میزان زمان پاسخگویی، نرخ شکست و تعداد کاربران همزمان را برای ارزیابی عملکرد و قابلیت اطمینان در ارائه خدمات را بررسی می‌کند.
- امنیت و مدیریت داده: اقدامات مربوط به امنیت و مدیریت داده‌ها را دنبال می‌کند تا اطمینان حاصل شود که داده‌های کاربر محافظت شده و با مقررات مربوطه مطابقت دارد[۹, ۱۰].

۵- بررسی روش‌های رصد خدمات ابری

رصد مؤثر بر خدمات ابری شامل استخراج شاخص‌های مختلف با استفاده از روش‌های مختلف انجام می‌شود. هر روش بسته به نوع خدمات ابری، عمق نظارت مورد نیاز و شاخص‌های خاصی که باید ردیابی شوند، شامل تکنیک‌ها و ابزارهای مختلفی است.

در ادامه مهمترین روش‌هایی را که جهت استخراج شاخص‌های خدمات ابری مورد استفاده قرار می‌گیرند را بررسی خواهیم کرد:

۱. روش‌های استخراج مبتنی بر عامل

استخراج مبتنی بر عامل شامل استقرار عوامل نرم‌افزاری است که مستقیماً بر روی سرورها، ماشین‌های مجازی یا کانتینرها نصب می‌شوند. این عوامل اطلاعات دقیقی در مورد وضعیت سیستم، استفاده از منابع و عملکرد برنامه جمع‌آوری می‌کنند. ابزارهای موجود:

- Prometheus Node Exporter: ابزاری پرکاربرد برای جمع آوری داده‌های عملکرد از سیستم‌ها در محیط های ابری و کانتینری.
- Datalog Agent: ابزاری قدرتمند برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها از منابع متعدد می‌باشد که منجر به تسهیل تشخیص و حل سریع وقایع می‌شود [۱۱, ۱۲].

۲. روش‌های استخراج مبتنی بر API

روش‌های مبتنی بر API از برنامه‌های کاربردی ارائه شده توسط ارائه دهندگان خدمات ابری برای استخراج داده‌های مورد نیاز بدون نیاز به نصب نرم‌افزار اضافی استفاده می‌کنند. این رویکرد امکان جمع آوری یکپارچه داده‌ها از خدمات ابری را فراهم می‌کند. ابزارهای موجود از این گروه عبارتند از Terraform، Ansible، Chef، Puppet [۱۳].

۳. روش‌های استخراج مبتنی بر لاگ

روش‌های مبتنی بر لاگ شامل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل سوابق دقیق رویداد ها و عملیات در سیستم‌ها و خدمات ابری است. لاگ‌ها بینش ارزشمندی در مورد مسائل سیستم، امنیت و عملکرد بخش‌های مختلف ارائه می‌دهند.

ابزارها و خدمات برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل لاگ‌ها:

- ELK Stack[2]: مجموعه ای قدرتمند برای جمع آوری، پردازش و تجسم لاگ‌ها، که معمولاً در تنظیمات ابری و سازمانی استفاده می‌شود.
- Splunk: ابزاری قوی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل لاگ‌ها، که تیم‌های امنیتی و عملیاتی را قادر می‌سازد تا به سرعت مسائل را شناسایی و رهگیری کنند [۱۲, ۱۴, ۱۵].

۴. روش‌های استخراج مبتنی بر ترافیک شبکه

روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه جریان‌های داده درون شبکه را بررسی و تجزیه و تحلیل می‌کنند تا تصویری در مورد استفاده از پهنای باند، تأخیر شبکه و نرخ از دست دادن بسته‌ها به دست آورند.

ابزارهای استخراج ترافیک شبکه:

- Wireshark: ابزاری منبع باز برای تجزیه و تحلیل بسته های شبکه که به شناسایی مشکلات شبکه کمک می‌کند.
- NetFlow: یک پروتکل جمع آوری اطلاعات شبکه که توسط روترها و سوئیچ های سیسکو برای تجزیه و تحلیل ترافیک استفاده می‌شود [۱۵, ۱۶].

۵. روش‌های استخراج مبتنی بر تله متری

روش‌های مبتنی بر تله‌متری شامل جمع‌آوری و انتقال داده‌های عملکردی از خدمات‌ها و برنامه‌های کاربردی ابری توزیع‌شده است. این روش به ویژه در محیط های میکروخدمات مفید است و دید جامعی از وضعیت سیستم ارائه می‌دهد. ابزارهای تله متری:

- OpenTelemetry: یک ابزار منبع باز برای جمع آوری، پردازش و انتقال داده‌های تله متری از برنامه‌ها و خدمات ابری.
- Jaeger: ابزاری برای نظارت و رصد درخواست ها در سیستم‌های توزیع شده، کمک به شناسایی مسائل عملکرد و بهینه سازی خدمات [۱۵, ۱۶].

۶. روش‌های استخراج مبتنی بر رویداد

روش‌های مبتنی بر رویداد بر تجزیه و تحلیل و رصد رویدادهای خاص در زیرساخت ابر، مانند خرابی‌های خدمات، افزایش ترافیک یا تغییرات پیکربندی تمرکز می‌کنند. ابزارهای مبتنی بر رویداد:

- AWS CloudTrail: خدماتی که رویدادها را در زیرساخت AWS نظارت و ثبت می‌کند.

[2] Elasticsearch ،Logstash ،Kibana

- Azure Event Grid: خدماتی که رویدادهای درون محیط Azure را مدیریت کرده و به آنها پاسخ می‌دهد [۱۲, ۱۷].

۷. روش‌های استخراج مبتنی بر کانتینر

با ظهور پلتفرم های کانتینری و ارکستراسیون مانند Kubernetes، روش‌های خاصی برای رصد و مدیریت این محیط ها مورد نیاز است. این روش‌ها به شناسایی مشکلات کانتینر و مدیریت عملکرد کمک می‌کنند. ابزارهای استخراج مبتنی بر کانتینر:

- Prometheus: یک ابزار منبع باز برای جمع آوری و نظارت بر داده‌های عملکرد از کانتینرها در محیط های Kubernetes می‌باشد.
- Grafana: ابزاری برای تجسم داده‌های جمع آوری شده، کمک به تجزیه و تحلیل و نمایش وضعیت کانتینر و خدمات مرتبط می‌باشد [۱۲, ۱۵].

۸. روش‌های استخراج مبتنی بر هوش مصنوعی

هوش مصنوعی و روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین به طور فزاینده‌ای برای رصد و تجزیه و تحلیل خدمات ابری استفاده می‌شوند. این روش‌ها از الگوریتم های یادگیری ماشین برای شناسایی الگوهای پیچیده، پیش‌بینی خرابی‌ها و بهینه‌سازی عملکرد خدمات استفاده می‌کنند. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی:

- ابزاری پیشرفته که از هوش مصنوعی برای نظارت و مدیریت خدمات ابری بهره می‌برد و در تشخیص خودکار مشکلات کمک می‌نماید.
- Datadog AI: خدماتی که از الگوریتم های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تشخیص الگوهای غیرمعمول در خدمات ابری استفاده می‌کند [۱۲, ۱۸].

۶- ارزیابی مقایسه‌ای روش‌های استخراج شاخص‌های رصدخدمات ابری

در این بخش، بر اساس قدم‌ها و مراحل مختلف ذکر شده در روش شناسی تحقیق، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای از روش‌های مختلف برای استخراج شاخص‌های خدمات ابری را صورت گرفته است. این مقایسه مطابق (جدول ۱)، شامل ارزیابی مزایا، معایب، هزینه‌ها و پیچیدگی‌های پیاده‌سازی مرتبط با هر روش است. هدف کمک به انتخاب مناسب ترین روش برای استخراج شاخص‌های رصد در لایه‌های مختلف خدمات ابری است.

هر روش برای استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری مزایا و محدودیت‌های متمایز را ارائه می‌دهد. روش‌های مبتنی بر عامل، داده‌های دقیق و بی‌درنگ را ارائه می‌دهند، اما ممکن است بر عملکرد سیستم تأثیر بگذارند. روش‌های مبتنی بر API مقیاس‌پذیر هستند و به نرم‌افزار اضافی نیاز ندارند، اگرچه ممکن است توسط محدودیت‌های API محدود شوند. روش‌های مبتنی بر لاگ، بینش‌های تاریخی ارائه می‌دهند، اما می‌توانند منابع فشرده باشند. روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه برای شناسایی مسائل شبکه موثر هستند اما ممکن است پیاده سازی آن پیچیده باشد. روش‌های مبتنی بر تله متری یک نمای جامع از سیستم ارائه می‌دهند اما هزینه‌های قابل توجهی را در بر می‌گیرند. روش‌های مبتنی بر رویداد، حل سریع مشکل را تسهیل می‌کنند، اما ممکن است وابستگی ایجاد کنند. روش‌های مبتنی بر کانتینر بر مدیریت کانتینر تمرکز دارند، اما نیازمند منابع گسترده‌ای هستند. روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، تشخیص الگوی پیشرفته و پیش‌بینی شکست را ارائه می‌دهند، اگرچه هزینه و پیچیدگی بالایی دارند. انتخاب روش مناسب باید با نیازها و محدودیت‌های خاص محیط ابری مورد نظر هماهنگ باشد.

(جدول-۱): ارزیابی مقایسه‌ای روش‌های استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری [۱۲-۱۸]

روش‌ها	مزایا	معایب	هزینه و پیچیدگی پیاده سازی
۱- روش مبتنی بر عامل	دقت بالا در جمع‌آوری داده‌ها	بار اضافی در نصب Agentها روی سیستم‌ها	**هزینه‌های نصب و نگهداری معمولاً بالاست.**
	ارائه اطلاعات به‌روز و واقعی درباره وضعیت سیستم‌ها	وجود Agent ها می‌تواند به عنوان یک نقطه ضعف امنیتی در نظر گرفته شود.	**به تخصص فنی و منابع اضافی نیاز دارد.**
۲- روش مبتنی برAPI	عدم نیاز به نصب نرم‌افزار اضافی روی سرورها	محدودیت‌های APIها	**هزینه‌ها معمولاً کمتر از روش‌های مبتنی بر Agent است.**
	به راحتی قابل مقیاس‌پذیری است	هزینه اضافه در استفاده مکرر از APIها	**ممکن است با محدودیت‌هایی در دسترسی به داده‌ها مواجه شود.**
۳- روش‌های مبتنی بر لاگ	اطلاعات دقیق از رخدادها و عملیات‌ها ارائه می‌دهد.	نیاز به فضای ذخیره‌سازی و منابع پردازشی زیاد دارد.	**هزینه‌های ذخیره‌سازی و پردازش لاگ‌ها بالا است.**
	امکان بررسی تاریخچه و شناسایی الگوهای غیرعادی.	تأخیر در پردازش: ممکن است تحلیل لاگ‌ها زمان‌بر باشد	**پیاده‌سازی پیچیده و نیازمند ابزارهای تحلیل پیشرفته است.**
۴- روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه	شناسایی مشکلات شبکه: کمک به شناسایی مشکلات پنهای باند، تاخیر و تداخلات	نیاز به دانش تخصصی و ابزارهای تخصصی	**هزینه‌ها و پیچیدگی: نیاز به هزینه‌های بالایی برای ابزارهای تحلیل ترافیک و منابع پردازشی.**
	شناسایی فعالیت‌های	پردازش و تحلیل داده‌های شبکه نیاز به	**پیاده‌سازی و مدیریت نیازمند**

	غیرمجاز و تهدیدات امنیتی.	منابع پردازشی زیادی دارد.	**تخصص و تجربه است.**
۵- روش‌های مبتنی بر تله‌متری	امکان مشاهده وضعیت کلی سرویس‌ها و ارتباطات	نیاز به دانش تخصصی و ابزارهای پیشرفته.	**هزینه‌های بالایی برای پیاده‌سازی و نگهداری**
	مناسب برای سیستم‌های توزیع شده و بزرگ.	هزینه‌های جمع‌آوری و پردازش داده‌های Telemetry بالا است.	**پیاده‌سازی نیازمند ابزارهای تخصصی و منابع مالی زیادی است.**
۶- روش‌های مبتنی بر رویداد	شناسایی سریع و اقدام به موقع برای حل مشکلات.	نیاز به مدیریت و تحلیل حجم بالای رویدادها.	**هزینه‌های وابسته به ابزارهای مدیریت و تحلیل رویدادها.**
	بهبود امنیت و عملکرد: کمک به بهبود امنیت و عملکرد سیستم‌ها.	وابستگی به سرویس‌دهنده: ممکن است به سرویس‌دهنده ابری وابسته شود.	**پیچیدگی در مدیریت و تحلیل رویدادها.**
۷- روش‌های مبتنی بر کانتینر	دید جامع از کانتینرها: امکان مشاهده وضعیت کانتینرها و پادها.	پیچیدگی پیاده‌سازی: نیاز به دانش تخصصی و ابزارهای خاص.	**هزینه‌های بالا برای ابزارهای مدیریت کانتینرها.**
	شناسایی مشکلات و بهینه‌سازی سرویس	نیاز به منابع زیاد: نیاز به منابع پردازشی و ذخیره‌سازی بالا	**پیچیدگی در پیاده‌سازی و نگهداری.**
۸- روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی	امکان پیش‌بینی مشکلات و پیشگیری از وقوع آن‌ها	نیاز به دانش تخصصی و هزینه‌های بالا برای ابزارهای AI.	**هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری ابزارهای AI.**
	تحلیل داده‌های پیچیده و شناسایی الگوهای غیرعادی	وابستگی به الگوریتم‌ها: دقت به کیفیت الگوریتم‌های یادگیری ماشین بستگی دارد.	**نیاز به تخصص بالا در تحلیل و مدیریت داده‌های هوش مصنوعی.**

۷-روش پیشنهادی برای استخراج شاخص‌های رصد برای لایه‌های خدمات ابری

روش پیشنهادی برای استخراج شاخص‌های رصد برای لایه‌های خدمات ابری در (شکل ۱) آمده است. در این رویکرد ترکیبی، با توجه به همسویی بین شاخص‌های رصد هر لایه خدمات و شاخص‌های قابل جمع آوری در روش‌های استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری، روش‌های مبتنی بر لاگ، روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه و روش‌های مبتنی بر تله متری را انتخاب کردیم. برای لایه IaaS. در این لایه، شاخص‌ها به طور خودکار از لاگ‌ها، داده‌های شبکه و داده‌های تله متری جمع آوری می‌شوند. برای لایهPaaS ، از API های ارائه شده توسط ارائه دهندگان خدمات ابری و روش‌های مبتنی بر رویداد استفاده کردیم. رویدادها واحدهای اطلاعاتی هستند که نشان دهنده وقوع یک شرایط خاص یا تغییر در خدمات ابری هستند و با استفاده از روش‌های هوشمند و الگوریتم های یادگیری ماشین بر اساس الگوهای رفتاری سیستم استخراج می‌شوند. برای لایهSaaS ، روش‌های مبتنی بر عامل را با نصب عواملی اتخاذ کردیم که اطلاعات دقیقی درباره وضعیت سیستم، استفاده از منابع و عملکرد برنامه و همچنین روش‌های مبتنی بر کانتینر ارائه می‌دهند. از آنجایی که کانتینرها محیط‌های اجرایی سبک و قابل حملی هستند که نرم‌افزار و وابستگی‌های آنها را مستقل از سیستم عامل میزبان اجرا می‌کنند، روش‌هایی که سلامت و رفتار کانتینرها را نظارت می‌کنند برای جمع‌آوری داده‌ها در لایه SaaS مناسب هستند. در مرکز رصد خدمات ابری که هدف آن استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری برای لایه‌های مختلف خدمات است، رویکردی مورد نیاز است که روش‌های استخراج شاخص‌های رصد را در تمام لایه‌ها پوشش دهد و این رویکرد پیشنهادی دارای چنین قابلیتی است.

(شکل ۱): رویکرد ترکیبی پیشنهادی استخراج شاخص‌های رصد خدمات ابری

۱. لایه زیرساخت(IaaS):

- روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه: تجزیه و تحلیل ترافیک شبکه و جریان های داده برای استخراج شاخص‌هایی مانند پهنای باند، تأخیر و کیفیت خدمات.(QoS)
- روش‌های مبتنی بر لاگ: استفاده از لاگ‌های سیستم و دستگاه برای رصد شاخص‌هایی مانند میزان استفاده از CPU و حافظه و همچنین خطاهای سیستم.
- روش‌های مبتنی بر تله متری: نظارت بر عملکرد منابع با استفاده از داده‌های تله متری برای شناسایی شاخص‌هایی مانند نرخ استفاده از منابع و تشخیص ناهنجاری.

۲. لایه پلتفرم(PaaS):

- روش‌های مبتنی بر :API بازیابی داده‌ها به طور مستقیم از APIهای پلت فرم برای استخراج شاخص‌هایی مانند استفاده از خدمات، زمان پاسخ و نرخ موفقیت درخواست می‌باشد.
- روش‌های مبتنی بر رویداد: تجزیه و تحلیل رویدادهای ثبت شده در سیستم برای شناسایی شاخص‌هایی مانند رویدادهای خطا، رویدادهای موفق و زمان پاسخ می‌باشد.
- روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی :ML/استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل لاگ‌ها و ترافیک شبکه برای پیش‌بینی عملکرد و شناسایی الگو ها می‌باشد.

۳. لایه نرم‌افزار(SaaS):

- روش‌های مبتنی بر عامل: نظارت بر عملکرد برنامه با استفاده از عوامل نرم‌افزاری برای جمع آوری داده‌ها در مورد زمان پاسخ کاربر و استفاده از ویژگی های آنها می‌باشد.
- روش‌های مبتنی بر کانتینر: رصد وضعیت کانتینر و سرویس های در حال اجرا در آنها برای استخراج شاخص‌هایی مانند زمان راه‌اندازی کانتینر، استفاده از منابع و مقیاس‌پذیری خدمات می‌باشد.

۷-ارزیابی روش پیشنهادی

هدف در این تحقیق، ارائه‌ی یک رویکرد جامع و لایه‌محور برای رصد و پایش خدمات ابری است. این رویکرد بر استخراج شاخص‌های قابل اندازه‌گیری به‌صورت برخط از لایه‌های مختلف خدمات ابری تمرکز دارد. با توجه به پیچیدگی و تنوع داده‌ها در هر یک از لایه‌های مدل رایانش ابری (IaaS، PaaS، SaaS)، لازم است از روش‌های متناسب با نوع داده و ویژگی‌های هر لایه برای استخراج شاخص‌ها استفاده شود. از این رو، نیاز به رویکردی احساس می‌شود که هم پوشش‌دهی جامع در سطوح مختلف مدل خدمات ابری داشته باشد و هم قابلیت استخراج مؤثر شاخص‌های عملکردی، امنیتی و کیفیت خدمات را به صورت پیوسته و خودکار فراهم آورد. در این راستا، رویکرد پیشنهادی شاخص‌هایی را در هر یک از سه لایه زیر ارائه و رصد می‌کند:

۱- لایه IaaS (زیرساخت به‌عنوان سرویس):

- **میزان استفاده از منابع**: بررسی میزان مصرف پرداشگرها، حافظه، فضای ذخیره‌سازی و پهنای باند برای ارزیابی کارایی تخصیص منابع و شناسایی گلوگاه‌ها.
- **دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان**: اندازه‌گیری زمان سرویس‌دهی و ثبت حوادث خرابی به‌منظور سنجش پایداری زیرساخت.
- **زمان پاسخ‌گویی**: تحلیل مدت‌زمان لازم برای انجام عملیات زیرساختی به‌عنوان شاخصی از بهره‌وری و کارایی زیرساخت.

۲- لایه PaaS (بستر به‌عنوان سرویس):

- **مقیاس‌پذیری افقی و عمودی:** ارزیابی توانایی بستردر مقیاس‌پذیری برای پاسخ به تغییرات بار کاری.
- **کارایی محیط توسعه:** اندازه‌گیری زمان موردنیاز برای استقرار و اجرای برنامه‌ها به‌منظور ارزیابی کیفیت محیط توسعه.
- **تنوع ابزار و زبان‌های پشتیبانی‌شده:** بررسی گستره‌ی ابزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی قابل استفاده برای تضمین انعطاف‌پذیری توسعه.

۳- لایه SaaS (نرم‌افزار به‌عنوان سرویس):

- **رضایت کاربران:** تحلیل بازخوردها و نظرسنجی‌ها برای ارزیابی کیفیت ادراک‌شده توسط کاربران نهایی.
- **کیفیت خدمات [3](QoS):** بررسی معیارهایی مانند زمان پاسخ، نرخ خطا و تعداد کاربران همزمان به‌منظور سنجش عملکرد کلی سرویس.
- **امنیت و مدیریت داده:** ارزیابی اقدامات امنیتی و فرآیندهای مدیریت داده برای تضمین محرمانگی، صحت و انطباق با مقررات.

رویکرد پیشنهادی با بهره‌گیری از روش‌های مناسب استخراج شاخص‌های برخط، توانایی تحلیل مستمر و پویا در سه لایه اصلی خدمات ابری را فراهم می‌آورد. برای مقایسه این رویکرد با دیگر پژوهش‌ها، از شاخص‌های جدول ۲ استفاده شده است.

(جدول-۲): شاخص‌های ارزیابی روش پیشنهادی با پژوهش‌های پیشین

شاخص‌های ارزیابی (a_i)	توضیح

[3] Quality of Service

۱- جامعیت لایه‌ای	**آیا رویکرد پیشنهادی هرسه لایه رایانش ابری را پوشش می‌دهد یا صرفاً بر یک یا دو لایه متمرکز است؟**
۲- تعداد و تنوع شاخص‌ها	**چه تعداد شاخص و با چه تنوعی (عملکردی، امنیتی، کیفی) در هر لایه استخراج شده است؟**
۳- قابلیت استخراج برخط	**آیا شاخص‌ها به‌صورت برخط و خودکار استخراج می‌شوند یا نیاز به مداخله دستی دارند؟**
۴- انعطاف‌پذیری در روش استخراج	**آیا از روش‌های متفاوت برای استخراج داده‌ها متناسب با هر لایه استفاده شده یا رویکردی یکسان برای همه لایه‌ها به‌کار رفته است؟**
۵- قابلیت مقیاس‌پذیری رویکرد	**آیا رویکرد انتخابی در زیرساخت‌های بزرگ‌تر یا چندابری قابل پیاده‌سازی است؟**
۶- استفاده از تکنیک‌های نوین (مثل AI/ML)	**آیا برای تحلیل یا پیش‌بینی شاخص‌ها از روش‌های نوین مانند یادگیری ماشین یا هوش مصنوعی استفاده شده است؟**
۷- پشتیبانی از تصمیم‌سازی مدیریتی	**آیا شاخص‌ها به نحوی طراحی شده‌اند که بتوانند در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و بهبود خدمات ابری استفاده شوند؟**

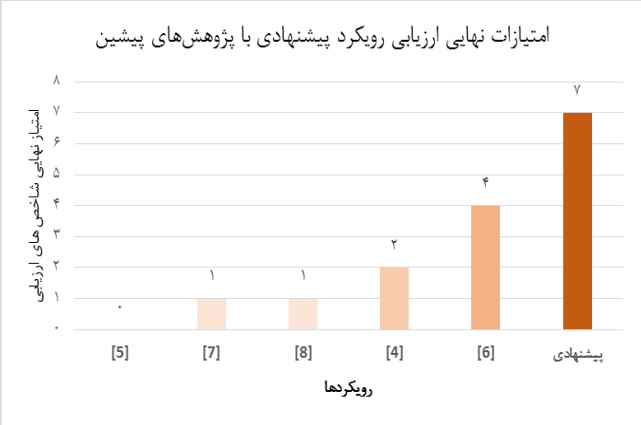
شاخص‌های ارزیابی(a_i) دارای وزن یکسانی بوده پس با توجه فرمول زیر امتیاز نهایی(S) هریک از رویکردها بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$s = \sum_{i=1}^{7} a_i$$

نتایج امتیازات ارزیابی رویکرد پیشنهادی با پژوهش‌ها پیشین در جدول ۳ آمده است.

(جدول-۳): امتیازات ارزیابی شاخص‌های پیشنهادی با پژوهش‌های پیشین

شاخص ارزیابی (a_i)	[۴]	[۵]	[۶]	[۷]	[۸]	پیشنهادی
۱- جامعیت لایه‌ای	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
۲- تعداد و تنوع شاخص‌ها	دارد (۱)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
۳- قابلیت استخراج برخط	دارد (۱)	ندارد (۰)	دارد (۱)	دارد (۱)	دارد (۱)	دارد (۱)
۴- انعطاف‌پذیری در روش استخراج	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
۵- قابلیت مقیاس‌پذیری رویکرد	دارد (۱)	ندارد (۰)	دارد (۱)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
۶- استفاده از تکنیک‌های نوین (مثل AI/ML)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
۷- پشتیبانی از تصمیم‌سازی مدیریتی	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)	ندارد (۰)	ندارد (۰)	دارد (۱)
امتیاز نهایی	۰	۴	۱	۱	۰	۷



(شکل ۲): مقایسه امتیازات نهایی رویکرد پیشنهادی با پژوهش‌های پیشین

همان‌طور که در این جدول مشاهده می شود، نحوه‌ی ارزیابی به صورت کیفی (دارد/ ندارد) می باشد. در ادامه این ارزیابی به ارزیابی کمی نگاشت داده شده است (دارد:۱ امتیاز)/ ندارد: ۰ امتیاز). در نهایت باتوجه به یکسان بودن وزن شاخص‌ها، امتیاز نهایی از مجموع امتیازات کسب شده توسط هر رویکرد در شاخص‌های ارزیابی محاسبه شده است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود رویکرد مرجع [۵] با کسب امتیاز نهایی (۰) نامناسب‌ترین رویکرد و رویکرد مرجع [۶] با امتیاز نهایی (۴) مناسب‌ترین رویکرد در بین رویکردهای پیشین می‌باشد. رویکرد پیشنهادی با کسب امتیاز (۷) و دارا بودن کلیه ویژگی‌ها مناسب‌ترین رویکرد برای رصد خدمات ابری از نظر جامعیت لایه‌ها، تعداد و تنوع شاخص‌ها، انعطاف‌پذیری در روش استخراج، قابلیت مقیاس‌پذیری رویکرد، استفاده از تکنیک‌های نوین و پشتیبانی از تصمیم‌سازی مدیریتی می‌باشد.

۸- نتیجه‌گیری

بر اساس شاخص‌های کلیدی شناسایی شده در لایه‌های مختلف خدمات ابری و تحلیل مزایا، معایب، هزینه‌ها و پیچیدگی‌های مرتبط با روش‌های استخراج اطلاعات، رویکرد پیشنهادی ترکیبی برای استخراج شاخص‌های رصد ارائه شده است. رویکرد پیشنهادی متناسب با نیازهای خاص هر لایه از خدمات ابری است؛ برای لایه IaaS، این رویکرد شامل روش‌های مبتنی بر ترافیک شبکه، روش‌های مبتنی بر لاگ و روش‌های مبتنی بر تله متری برای گرفتن داده‌های عملکرد جامع است. در لایه PaaS، روش‌های مبتنی برAPI، روش‌های مبتنی بر رویداد و روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را برای رصد مؤثر بر استفاده از خدمات، وقوع رویدادها و الگوهای

عملکرد ترکیب می‌کند. برای لایه SaaS، این رویکرد روش‌های مبتنی بر عامل را با روش‌های مبتنی بر کانتینر ادغام می‌کند تا عملکرد برنامه و مدیریت کانتینر را رصد کند. در راستای هدف مشخص در این پژوهش به استخراج شاخص‌های جامعیت لایه‌ها، تعداد و تنوع شاخص‌ها، انعطاف‌پذیری در روش استخراج، قابلیت مقیاس‌پذیری رویکرد، استفاده از تکنیک‌های نوین (مثل AI/ML) و پشتیبانی از تصمیم‌سازی مدیریتی برای ارزیابی و مقایسه رویکردی پیشنهادی با پژوهش پیشین پرداخته شد. در نتیجه این مقایسه مشخص شد که رویکرد پیشنهادی با کسب بالاترین امتیاز و دارا بودن کلیه ویژگی‌ها مناسب ترین رویکرد برای رصد لایه‌های مختلف خدمات ابری می‌باشد.

با نگاهی به آینده، در ادامه این پژوهش می‌توان بر توسعه یک چارچوب ارزیابی هوشمند برای استخراج شاخص‌ها و مقایسه روش‌های رصد خدمات ابری متمرکز شود. چنین چارچوبی انتخاب مناسب‌ترین روش رصد را بر اساس نیازمندی‌های خاص و زمینه‌های عملیاتی تسهیل می‌کند و در نتیجه کارایی و اثربخشی رصد خدمات ابری را در قالب استانداردهای تعیین شده افزایش می‌دهد.

۹- مراجع

[1] Cloud, H., The nist definition of cloud computing. National institute of science and technology, special publication, 2011. 800(2011): p. 145.

[2] Toy, M., Cloud services architectures. Procedia Computer Science, 2015. 61: p. 213-220.

[3] Yu, Z., et al., Performance management algorithm of financial shared service center based on Internet of Things public cloud privacy protection. Mathematical Biosciences and Engineering, 2023. 20(7): p. 12510-12528.

[4] Pühringer, C., Cloud computing for home automation. Bachelor's Thesis Clemens Puhringer Vienna University of Technology, 2012.

[5] Miglierina, M., Monitoring modern distributed software applications: challenges and solutions. 2017.

[6] Girish, L. and S.K. Rao, Anomaly detection in cloud environment using artificial intelligence techniques. Computing, 2023. 105(3): p. 675-688.

[7] Tamiru, M.A., Automatic resource management in geo-distributed multi-cluster environments. 2021, Université de Rennes.

[8] Kone, D., High Availability Systems. 2021, Master's Thesis, University of Helsinki, Helsinki.

[9] Zhang, Q., L. Cheng, and R. Boutaba, Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. Journal of internet services and applications, 2010. 1: p. 7-18.

[10] Kitchenham, B., et al., Systematic literature reviews in software engineering–a systematic literature review. Information and software technology, 2009. 51(1): p. 7-15.

[11] Lin, J., et al., A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. IEEE internet of things journal, 2017. 4(5): p. 1125-1142.

[12] Turnbull, J., The art of monitoring. 2014: James Turnbull.

Aceto, G., et al., Cloud monitoring: A survey. Computer Networks, 2013. 57(9): p. 2093-2115.

[13]Aceto, G., et al., Cloud monitoring: A survey. Computer Networks, 2013. 57(9): p. 2093-2115.

[14] Vervaet, A., Automated Log-Based Anomaly Detection within Cloud Computing Infrastructures. 2023, Sorbonne Université.

[15] Meng, X., V. Pappas, and L. Zhang. Improving the scalability of data center networks with traffic-aware virtual machine placement. in 2010 Proceedings IEEE INFOCOM. 2010. IEEE.

[16] Corrêa, J.H., et al., Ml-based ddos detection and identification using native cloud telemetry macroscopic monitoring. Journal of Network and Systems Management, 2021. 29: p. 1-28.

[17] Kaur, P.D. and I. Chana, A resource elasticity framework for QoS-aware execution of cloud applications. Future Generation Computer Systems, 2014. 37: p. 14-25

[18] Modi, K.J., D.P. Chowdhury, and S. Garg. An Ontology-Based Approach for Automatic Cloud Service Monitoring and Management. in Advances in Big Data and Cloud Computing. 2018. Springer

روش ارجاع: د.ملکی، ن.قربانی، ا.آریانیان، م.احمدی، ارائه یک روش جامع برای نظارت بر لایه‌های مختلف خدمات ابری، دوفصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده، سال هفتم، شماره۲، شماره پیاپی۱۴، صفحه ۱ تا ۹، سال ۱۴۰۳.

How to cite: D.Maleki, N.Ghorbani, E.Arianyan, M.Ahmadi, **A Comprehensive Approach for Monitoring Different Layers of Cloud Services,** Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 7, Issue 2, Pages 1 - 9, 2025.

داود ملکی از اعضای هیئت علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران می باشد. وی کارشناسی ارشد کامپیوتر از دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. مقطع کارشناسی در رشته کامپیوتر به اتمام رساند. زمینه های مورد علاقه ایشان مجازی سازی، رایانش ابری، کلان داده، مراکز داده می باشد.

نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:

dmaleki@itrc.ac.ir

service monitoring centers by analyzing various service monitoring indicators. First, different approaches to extracting key performance indicators in cloud computing services are examined, then, considering the strengths and weaknesses of each method, a comprehensive hybrid approach is presented to extract monitoring indicators. The proposed method is tailored to the needs of different layers of cloud services in order to create a comprehensive monitoring center in providing cloud services. The results of the research show that combining different methods can help to create an effective and comprehensive monitoring system. In this solution, in the infrastructure as a service layer, a method for analyzing network traffic, monitoring logs, and telemetry is proposed. In the platform as a service layer, API-based, event-related, and artificial intelligence-based methods are presented. In the software as a service layer, agent-based and container-based approaches are introduced. Finally, the results and features of the proposed method have been compared and evaluated with other methods.

نداء قربانی، از همکاران پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران می باشد. ایشان کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار می‌باشند. دارای سابقه همکاری با تیم‌های پژوهشی نوروگیم و پژوهشکده علوم پزشکی بقیه الله می‌باشند. نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:

n.ghorbani@itrc.ac.ir

احسان آریانیان دارای دکترای مهندس برق الکترونیک از دانشگاه صنعتی امیرکبیر می باشد. ایشان رئیس پژوهشکده فناوری اطلاعات و استادیار پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران می باشد. زمینه های مورد علاقه ایشان حوزه‌های رایانش ابری، کلان داده ها، پردازش موازی و مراکز داده می‌باشد. نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:

ehsan_arianyan@itrc.ac.ir

محمدرضا احمدی مدرک دکترا در زمینه شبکه‌های داده از دانشگاه صنعتی توکیو می باشد. ایشان عضو هیئت علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است و مسئولیت اجرای پروژه های مختلف و مشاوره های فنی در زمینه های رایانش ابری و حوزه های مختلف فناوری اطلاعات را عهده دار هستند. زمینه های تحقیقاتی ایشان، طراحی مراکز داده ابری، مراکزپردازش سریع، زیرساختهای رایانش ابری و بهینه سازی منابع در خدمات ابری است. نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:

m.ahmadi@itrc.ac.ir

A Comprehensive Approach for Monitoring Different Layers of Cloud Services

D.Maleki[1], N.Ghorbani [2], E.Arianyan[3], M.Ahmadi[3]

[1] ICT Research Institute, Tehran, Iran
[2] ICT Research Institute, Tehran, Iran
[3] ICT Research Institute, Tehran, Iran
[3] ICT Research Institute, Tehran, Iran

Abstract

This article investigates and examines the essential requirements and criteria in cloud computing