Journal of Electronical & Cyber Defence
Vol. 10, No. 1, Spring 2022, Serial No. 37

Presentation of a model for feasibility assessment of implementing the IoT social network projects using the existing public social networks as the infrastructure

M. Aynehband*, M. Hosseinzadeh, H. Zarrabi, S. Gorgin

* Instructor, Mahshahr Branch, Islamic Azad University, Mahshahr, Iran

(Received: 15/05/2021, Accepted: 13/12/2021)

ABSTRACT

The novel approach of using social networks as the infrastructure to reduce the cost of IoT projects has challenges as well as benefits. This research provides a method for designing an event detection / prediction system based on the proposed model, which in comparison to the previous researches, takes a closer look at this system and, examines the conditions of using this system in various scenarios more carefully. The network size, the time measurement between two samplings of conditions and its transmission to the data storage server, and the limitation of receiving data by common social networks' APIs are some of the conditions that this research has addressed. For the purpose of cost reduction, we have investigated using social networks as the means of storage and retrieval of the generated data by the IoT projects. Obviously, the use of this infrastructure will have undesirable side effects. This study has examined these side effects and presented a compromise between the cost reduction and the undesirable side effects. The results show that by using methods such as increasing multiple accounts and reducing the number of samples sent per second, the existing social network infrastructure can be used as the infrastructure of large IoT projects.

Keywords: Internet of Things, Social Networks, Cost Reduction, Event Detection, Event prediction.

* Corresponding Author Email: aynehband@gmail.com

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

نشریه علمی "پدافند الکترونیکی و سایبری"
سال دهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۸۴-۷۳

علمی-پژوهشی

ارائه‌ی مدلی جهت بررسی امکان استفاده از شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء با استفاده از زیرساخت‌های موجود شبکه‌های اجتماعی عمومی

مقداد آینه بند[1*]، مهدی حسین زاده[2]، هومن ضرابی[3]، سعید گرگین[4]

۱- استادیار، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ۲- استادیار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، ۳- استادیار، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ٤ -دانشیار، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

(دریافت: ۱٤۰۰/۰۲/۲۵، پذیرش: ۱٤۰۰/۰۹/۲۲)

چکیده

به‌کارگیری از زیرساخت شبکه‌ی اجتماعی جهت کاهش هزینه‌های پروژه‌های اینترنت اشیاء، دارای چالش‌هایی نیز به همراه مزایای این طراحی نوین است. این پژوهش، یک سامانه‌ی تشخیص/پیش‌بینی رویدادها بر پایهی الگویی پیشنهادی است که نسبت به پژوهش پیشین نگاه ریزبین‌تری به این روش داشته است و چگونگی به‌کارگیری از این سامانه را در سناریوهای گوناگون با دقت بیشتری بررسی نموده است. شرایطی همچون اندازه‌ی شبکه، مدت زمان میان دو نمونه‌برداری از شرایط و ارسال آن به سرور ذخیره‌سازی داده‌ها و محدودیت دریافت داده از طریق شبکه‌های اجتماعی معمول از شرایطی است که این پژوهش به آن پرداخته است. شرایط به‌کارگیری شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان محل ذخیره و بازیابی اطلاعات ارسال‌شده، جهت کاهش هزینه مورد کاوش قرارگرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد با استفاده از روش‌هایی همچون افزایش چندین حساب کاربری و کاهش تعداد ارسال نمونه در ثانیه می‌توان از زیرساخت شبکه‌های اجتماعی موجود به‌عنوان زیرساخت پروژه‌های کلان اینترنت اشیاء بهره برد.

کلیدواژه‌ها: اینترنت اشیاء، شبکه اجتماعی، تشخیص وقایع، پیش بینی وقایع

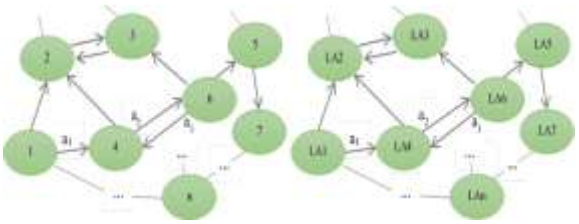
۱- مقدمه

این پژوهش سعی بر این دارد که عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی استفاده از شبکه‌های اجتماعی عمومی، به‌عنوان زیرساخت پروژه‌های اینترنت اشیاء را مورد کاوش دقیق قرار دهد. به‌عنوان‌مثال با استفاده از یک شبکه‌ی هزارعضوی نسبت به شبکه‌ی پنج‌هزار عضوی چه تأثیری در استفاده از این روش پیاده‌سازی پروژه اینترنت اشیاء دارد.

نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند دید کاملی نسبت به جنبه‌های گوناگون استفاده از این پژوهش برای استفاده در پروژه‌هایی با اندازه‌های مختلف و عوامل دیگر دخیل در انجام پروژه‌ها را به محققان و مهندسان پیشنهاد دهد.

ازاین‌رو می‌توان پیش از انجام پروژه با استفاده از مدل طراحی‌شده و تحلیل‌های ارائه‌شده، نتایج حاصل از آن در صورت استفاده از این روش پیشنهادی را پیش از اجرای واقعی سنجید. همان‌گونه که در بخش پژوهش پیشین اشاره می‌گردد استفاده از روش پیشنهادی اینترنت اشیاء با استفاده از زیرساخت شبکه‌های اجتماعی می‌تواند به کاهش هزینه‌ی نهایی سیستم منتج گردد.

ولی مشخص است که این کاهش هزینه می‌تواند تبعاتی نیز در پی داشته باشد. این پژوهش این تأثیرات را به‌صورت دقیق مورد بررسی قرار داده و به‌عنوان نمونه، مدت زمان میان ارسال نمونه‌ها که به آن نرخ اسکن گفته می‌شود و نتیجه‌ی آن بر پارامترهای دسترس‌پذیری و دقت سیستم تولیدشده مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد با استفاده از روش‌هایی همچون افزایش چندین حساب کاربری و کاهش تعداد ارسال نمونه در ثانیه می‌توان از زیرساخت شبکه‌های اجتماعی موجود به‌عنوان زیرساخت پروژه‌های کلان اینترنت اشیاء بهره برد. این روش می‌تواند سبب کاهش هزینه این نوع از پروژه‌ها شده و عوامل منفی کیفی روش پیشنهادی را تاحدی قابل‌قبول و قابل سرویس‌دهی نگاه دارد.



شکل (۱): ساختار آموزش توزیع‌شده اتوماتاها بر اساس گرافی از شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء [۱]

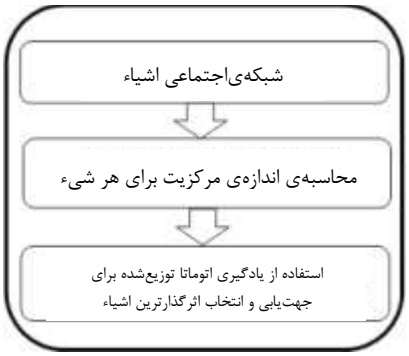
ازاین‌رو می‌دانیم با افزایش و یا کاهش این مقدار، چه تأثیری بر میانگین دسترس‌پذیری و دقت سیستم لحاظ می‌گردد و درنتیجه‌ی آن می‌توانیم ببینیم که با توجه به‌دقت موردنیاز در اجرای این پروژه و هزینه موجود برای پیاده‌سازی آن، آیا استفاده از این روش پیشنهادی برای پروژه مذکور قابل‌قبول است یا خیر.

* رایانامه نویسنده مسئول: meghdad.aynehband@srbiau.ac.ir

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
© نویسندگان

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

بخش بعدی در این تحقیق شبیه‌سازی محدودیت پذیرش درخواست در ساعت از طریق رابط برنامه‌نویسی کاربردی[1] یک شبکه‌ی اجتماعی است. معمولاً شبکه‌های اجتماعی جهت جلوگیری از حملات DoS _که در یک‌زمان داده‌های بسیار زیادی جهت از دسترس خارج کردن سرور شبکه‌ی اجتماعی انجام می‌گردد_ از سرویس‌دهی به آن اجتناب می‌نماید، نسبت به هر حساب کاربری مقدار پذیرش محدودی در یک پنجره‌ی زمانی را تعریف می‌دارند.



شکل (۲): چارچوب پیشنهادی جهت انتخاب اشیائی با بیشترین تأثیرگذاری در شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء[۱]

به‌عنوان‌مثال نسخه‌ی اول رابط برنامه‌نویسی کاربردی اینستاگرام برای هر ساعت تنها پانصد درخواست از کاربر را موردپذیرش قرار می‌دهد. سایر شبکه‌های اجتماعی نیز بنا بر سیاست‌های خود این محدودیت‌ها را به اشکال مختلف اعمال می‌دارند.

با توجه به اینکه پس از اتمام تعداد درخواست‌های مجاز ارسال‌شده در یک پنجره‌ی زمانی به سرور، سرور دیگر درخواست جدیدی را نمی‌پذیرد، در این بخش دسترس‌پذیری سیستم تحلیل‌گر، به داده‌های زمان حال امکان‌پذیر نیست که می‌تواند ضعف بزرگی برای این سیستم باشد. ولی از سوی دیگر، این نکته را نیز از یاد نباید ببریم که این ضعف می‌تواند با کاهش هزینه‌ی بسیار زیادی که از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌ی خرید و نگهداری سرور صورت می‌گیرد، برای بسیاری از پروژه‌ها قابل‌اغماض شود و می‌تواند با اعمال برخی سیاست‌ها، همانند کاهش تعداد ارسال داده‌ها و نمونه‌برداری در شرایطی که این کار امکان‌پذیر باشد، بدون هزینه‌ی سرور این پروژه را حتی در مقیاس جهانی نیز پیاده‌سازی نمود.

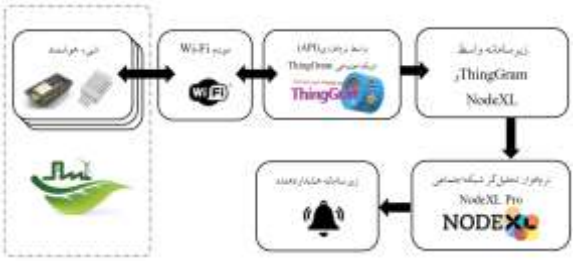
۲- روش تحقیق

۲-۱- پیشینه‌ی تحقیق

استفاده از شبکه‌های اجتماعی جهت تشخیص وقایع و اتفاقات، در تحقیقات امروزه استفاده شده است. ارتباطات زیرساخت شبکه‌های اجتماعی جهت ذخیره‌سازی داده‌ها و استفاده از شبکه‌های اجتماعی جهت سیستمی که وقایع موردنظر را تشخیص دهد در مقالات دیگری مورد بررسی قرارگرفته است. ازاین‌رو، در ادامه‌ی این قسمت مقالات مرتبط با این وقایع مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در تحقیقی که در سال ۲۰۲۱ از طریق آقای جواد پاشایی باربین و همکاران صورت پذیرفته است، یک الگوریتم مسیریابی بر مبنای شبکه اجتماعی اینترنت اشیاء برای کشف کیفیت سرویس از طریق سیستم توزیع‌شده اتومات‌ها مورد بررسی قرارگرفته است. [۱]

همان‌گونه که در شکل(۱) مشاهده می‌گردد ساختار آموزش تولید شده اتوماتاها بر اساس گرافی از شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء تولید شده است.



شکل (۳)- معماری پیشنهاد شده از طریق آینه‌بند و همکاران جهت تشخیص وقایع از طریق شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء [۲]

تحقیق صورت گرفته یک معیار مرکزیت جدید تعریف شده است که بر روی چندین مجموعه داده با سایر روش‌ها مورد بررسی قرار گرفته است و در برخی از روش‌ها برتری محسوسی را نیز از خود نشان داده است.

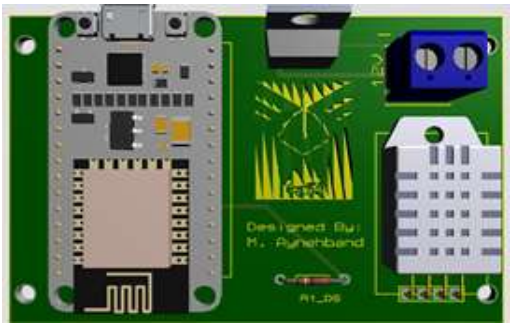
آتزوری یک معماری مبتنی بر شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء پیشنهاد داده است که شامل اشیا، دروازه[2] و نرم‌افزار سمت سرور است. لایه‌ی سرور شامل دو زیر لایه به نام‌های لایه‌ی شبکه و لایه‌ی کاربرد[3] است. لایه‌ی کاربرد شامل سه زیر لایه به نام‌های لایه‌ی پایه[4]، لایه‌ی کامپوننت‌ها و لایه زیرساخت است. دروازه و معماری اشیاء هوشمند دارای زیر لایه‌های زیر است: لایه حسگر، لایه‌ی شبکه و لایه‌ی کاربرد. این معماری یکی از اولین معماری‌های مهم در ترکیب اینترنت اشیاء و شبکه‌های اجتماعی است [۳].

معماری‌های متعدد مطرح‌شده از طریق آتزوری دستگاه‌های اجتماعی شده[5] و هر چیز به‌عنوان سرویس[6] را پشتیبانی می‌کند. [۳-۶] معماری‌های طراحی‌شده تاکنون می‌توانند نسبت به برخی

[1] Application Programming Interface (API)

[2] Gateway
[3] Application
[4] Base
[5] Socialized Devices
[6] Everything as a Service

از ویژگی‌ها در دسته‌بندی‌های مشخص قرار گیرند. ویژگی‌های مطرح‌شده عبارت است از نقش، اشیاء اجتماعی شده و هر چیز به‌عنوان سرویس. پژوهش‌های برجسته در راستای شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء دارای دسته‌بندی‌های قابل‌توجه زیر است: وب‌سرویس معناگرا[1][۳و۷و۸]، تعالیم اجتماعی[2] [۱۰و۹]، آگاه به مکان[3]، تحلیل‌گر گراف‌های شبکه‌های اجتماعی[4] و مدیریت اعتماد[5] است.



شکل (۴): بردهای سخت‌افزاری تولیدشده از طریق آینه‌بند و همکاران جهت به‌کارگیری در سیستم تشخیص وقایع مبتنی بر شبکه اجتماعی اینترنت اشیاء [۲]

در پژوهش دیگری نیز که از طریق آینه‌بند و همکاران در سال ۲۰۱۹ صورت گرفته است، یک معماری جدید بر مبنای شبکه‌ی اجتماعی اینترنت اشیاء معرفی‌شده است که این شبکه‌ی اجتماعی در تمامی لایه‌های موردنیاز طراحی و پیاده‌سازی شده است [۲].

با توجه به استفاده‌ی گسترده‌ی مردم از شبکه‌های اجتماعی در سرتاسر جهان، این زیرساخت با ارائه‌ی مدلی جهت تشخیص وقایع همانند تشخیص آتش‌سوزی جنگل می‌تواند به کار گرفته شود. مدل پیشنهادی هزینه‌ی کلی سیستم تشخیص اتفاق مبتنی بر اینترنت اشیاء را در مجموع کاهش داده است. در شکل(۴)، قطعات الکترونیک و بردهای تولیدشده نمایش داده شده‌اند.

تحقیق انجام شده، یک زیرساخت مبتنی بر وب بر مبنای اشیاء هوشمند پیاده‌سازی نموده است که داده‌های موردنیاز برای نرم‌افزارهای تحلیل‌گر شبکه‌ی اجتماعی از قبیل NodeXL فراهم می‌دارد.

معماری پیشنهاد شده در این مقاله توانسته با حذف سرور و استفاده از زیرساخت شبکه‌ی اجتماعی، هزینه‌ی ایجاد پروژه‌های تشخیص وقایع مبتنی بر اینترنت اشیاء را به‌شدت کاهش دهد.

یکی دیگر از چالش‌های تولیدشده که در مقالات پیشین به آن پرداخته شده است، مدیریت داده‌های حجیم است که از طریق حسگرها در بازه‌های زمانی طولانی تولید می‌گردد. به‌عنوان‌مثال صابری و همکاران در پژوهشی که در سال ۱۳۹۹ منتشر شد با استفاده از یک معماری عامل‌گرا توانستند کاوش معنایی را از داده‌های بزرگ‌مقیاس در محیط‌های توزیع‌شده به سرانجام برسانند. در این پژوهش که بر روی مجموعه‌داده‌ی بزرگ‌مقیاس از دامنه‌ی حوادث طبیعی و کلاس هستان‌شناسی زمین‌لرزه از پایگاه داده DBpedia انجام گرفته است، توانستند افزایشی در کیفیت قواعد معنای کاوش‌شده متناسب با نیاز کاربر نسبت به سایر چارچوب‌های مشابه را به دست بیاورند [۱۱].

یکی از زمینه‌های بسیار استفاده‌شده در این امر، تشخیص وقایع مبتنی بر پست‌های ارسالی در شبکه‌ی اجتماعی توییتر است. در تحقیقی که از طریق حسن و همکاران بر روی شبکه‌ی اجتماعی توئیتر انجام‌شده است، بیش از ۳۰۰ میلیون توئیت در بازه‌های زمانی یک‌ماهه جمع‌آوری شده است.

این تحقیق در ابتدا با اتصال به رابط برنامه‌نویسی کاربردی توئیتر داده‌های موردنظر را دریافت می‌کند و وارد بخش پیش‌پردازش می‌شود، سپس داده‌های موردنظر بر اساس فرمول پیشنهادی در آن مقاله، وقایع گوناگونی را استخراج می‌کنند. سپس وقایع کاندیدا، با ورود به یک سیستم رتبه‌بندی، بر اساس اولویت‌های موردنظر دسته‌بندی و وقایع مهم از آن استخراج می‌شوند. در گام بعد با ارسال وقایع به بخش خلاصه‌سازی وقایع، گزارش‌ها و خلاصه‌ی وقایع به کاربران ارائه می‌گردد.[۱۲] ازاین‌رو همان‌گونه که در این تحقیق مشاهده می‌شود، استفاده از شبکه‌های اجتماعی جهت تحقیقات روشی مرسوم است.

هر معماری برای آینده‌ی اینترنت اشیاء شبکه‌های اجتماعی می‌بایست شامل بازیگران، یک سیستم هوشمند، یک واسط تعامل برای بازیگران و زیرساخت جهان پیرامون (اینترنت) باشد.[۶] قوانین ذکرشده از ساختارهای پیشنهادی پیشین برای شبکه اجتماعی اینترنت اشیاء استنتاج شده‌اند [۶-۳] و [۱۷-۱۳].

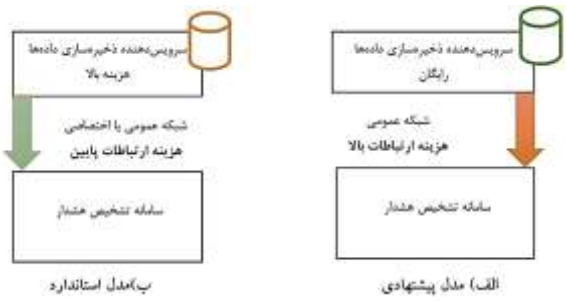
۲-۲- روش پیشنهادی

در این شبیه‌ساز از الگوریتم آتش‌سوزی جنگل Drossel and Schwabl algorithm استفاده شده است.[۱۸] این الگوریتم برای شبیه‌سازی سامانه‌های دینامیکی بحرانی خودسازماندهی‌شونده[6] استفاده می‌شود. آتاماتای سلولی هسته اصلی این الگوریتم بوده که بر روی توری‌ای[7] به‌اندازه d که شامل L سلول است اعمال

[1] Semantic web services
[2] Social cognitions
[3] Location-based awareness
[4] Social net graph analysis
[5] Trust management

[6] Self-organized criticality dynamic systems
[7] Grid

می‌شود. این الگوریتم همچنین می‌تواند برای شبیه‌سازی مسائل مسری که همانند آتش گرفتن یک درخت و یا یک بیماری واگیردار از یک گره به گره همسایه منتقل می‌شود، نیز به کار رود.



شکل (۵): آنالیز هزینه‌ی پیاده‌سازی پروژه‌های اینترنت اشیاء از طریق آینه‌بند و همکاران [۲]

سلول‌ها در این شبیه‌سازی دارای حالت‌های مختلفی است. حالات اصلی در این سلول‌ها عبارت است از: حالات خالی بودن سلول، سلول حاوی درخت، سلول حاوی درختی که در حال سوختن است.

ابتدای کار هر سلول می‌تواند یک سلول خالی باشد. به‌عنوان‌مثال هر سلول را می‌توان بخشی از یک جنگل در نظر گرفت که این بخش از جنگل می‌تواند یک زمین خالی بوده یا یک درخت در آن روی‌داده باشد و درخت در حالت عادی باشد و یا یک‌سلولی است که در حال سوختن است.

مبتنی بر حالات مختلفی که یک سلول دارد، الگوریتم طبق فرمان‌های زیر بر روی آن سلول اعمال می‌شود:

۱- پس از سوختن یک سلول در مرحله بعد آن سلول به یک سلول خالی تبدیل می‌شود.

۲-هنگامی‌که یکی از همسایگان سلول جاری در وضعیت سوختن قرار گیرد، آنگاه در گام بعد سلول موردنظر درصورتی‌که یک سلول خالی نباشد و یک سلول دارای درخت باشد، حالت درخت به حالت درخت در حال سوختن تغییر حالت می‌دهد.

۳- اگر که یک سلول دارای درخت باشد و هیچ همسایه‌ی در حال سوختنی نیز نداشته باشد، آنگاه ممکن است سلول خودبه‌خود با احتمال p شروع به سوختن کند.

۴- اگر یک سلول دارای حالت خالی باشد و با پارامتری به‌عنوان نرخ رشد خطاب شود که با حرف f نمایش داده می‌شود، این احتمال وجود دارد که یک درخت در آن منطقه خالی رشد کند و از حالت خالی به حالت درخت تغییر حالت بدهد.

در این شبیه‌سازی، پس از ایجاد زیرساخت از طریق الگوریتم آتش‌سوزی جنگل، به هر سلول تعدادی حسگر متصل می‌گردد که شرایط آن را بررسی می‌کند. سپس یک بار این داده‌ها در حالتی بدون هیچ‌گونه محدودیتی به سرورهای اختصاصی پروژه اینترنت اشیاء ارسال می‌گردد شبیه‌سازی می‌شود و مقدار دقت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شکل (۶): تصویری از شبیه‌ساز توسعه‌یافته

سپس محدودیت ارسال در شبکه‌ی اجتماعی به سیستم اعمال‌شده و پارامتر دسترس‌پذیری آن و دقت موردنیاز مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در صورتی‌که امکان دسترسی به سرور وجود داشته باشد که بدین معنا است که هنوز به محدودیت ارسال داده در شبکه‌ی اجتماعی نرسیده‌ایم و مقدار یک و در صورت رسیدن به محدودیت مقدار صفر لحاظ می‌شود. سپس مجموعه این مقادیر با همدیگر جمع شده و درصد دسترس‌پذیری سیستم از آن طریق محاسبه می‌گردد.

جهت محاسبه دقت سیستم نیز درصورتی‌که مقدار هشدار اعلام‌شده با مقدار واقعی برابر باشد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر لحاظ می‌گردد. سپس با جمع این مقادیر درصد دقت سیستم محاسبه می گردد. اگر سیستم امکان ارسال هشدار را نداشته باشد و در حالت محدودیت ارسال قرار داشته باشد، آنگاه حالت بدون هشدار از طرف گیرنده برای آن مورد ثبت می‌گردد. در این پژوهش پارامترهای اساسی ایجاد یک سیستم اینترنت اشیاء از طریق شبیه‌سازی مورد بررسی قرارمی‌گیرند.

۲-۳- معماری شبیه‌ساز

جهت بررسی شرایط پارامترهای پروژه موردنظر، یک نرم‌افزار شبیه‌ساز به این منظور به‌صورت کامل توسعه یافته است(شکل۶). این نرم‌افزار که بر مبنای زبان برنامه‌نویسی سی‌شارپ توسعه یافته است، با استفاده از واسط دسترسی به داده Linq2SQL به یک پایگاه داده SQL Server متصل شده و نتایج شبیه‌سازی را در آن ذخیره می‌کند.

جدول (۱): نمونه‌ای از پیام‌های تولیدشده از طریق شبیه‌ساز

کد حسگر	زمان	هشدار کاذب	هشدار	حالت اتفاق	مختصات x,y	شماره پیام
۰-۰-۰	۹۹	بلی	بلی	۰	۰ ، ۰	۸۷۱۴
۰-۰-۱	۹۹	بلی	بلی	۰	۰ ، ۰	۸۷۱۵
۰-۰-۲	۹۹	خیر	خیر	۰	۰ ، ۰	۸۷۱۶
۰-۰-۳	۹۹	خیر	خیر	۰	۰ ، ۰	۸۷۱۷
۰-۰-۴	۹۹	خیر	خیر	۰	۰ ، ۰	۸۷۱۸
۱۰-۰-۰	۹۹	خیر	خیر	۰	۰-۱۰	۸۷۱۹

نرم‌افزار شبیه‌سازی از طریق آخرین نسخه‌ی ارائه‌شده در زمان نگارش پژوهش، محیط مجتمع توسعه‌ی قدرتمند Visual Studio 2019 و SQL Server 2019 بر مبنای زبان برنامه‌نویسی C# توسعه یافته است. این شبیه‌ساز علاوه بر ذخیره ی داده‌ها در پایگاه داده امکان تولید فایل موردنیاز برای نرم‌افزارهای شبیه‌ساز شبکه‌های اجتماعی (قالب GraphML) را نیز فراهم می‌دارد.

این نرم‌افزار در ابتدا با دریافت پارامترهای کلی شبیه‌سازی یک مدل را ایجاد می‌کند. این پارامترها شامل نسبت پارامتر f به پارامتر p بوده که جهت ساخت مدل بر مبنای الگوریتم آتش‌سوزی جنگل به کار می‌رود. سپس بر اساس مقادیری که در قسمت اندازه‌ی شبکه وارد می‌شود، شبکه‌ی تولیدشده به آن ابعاد با پارامتر نرخ p/f موردنظر بر اساس الگوریتم ایجاد می‌گردد.

در گام بعدی نیز میانگین زمان دو ارسال متوالی در شبکه، به سیستم اعلام می‌گردد. در نتیجه سیستم شروع به شبیه‌سازی می‌کند و برای هر سیکل شبیه‌سازی پارامترهای دقت و دسترس‌پذیری را در دو حالت ـ بدون اعمال محدودیت دریافت داده در ساعت ـ با روش پیشنهاد شده که استفاده از شبکه اجتماعی به عنوان زیرساخت است مورد بررسی قرار می‌دهد. که این روش همان روش سنتی اینترنت اشیاء و نیازمند سرور اختصاصی است، از این رو باید به این نکته نیز توجه داشت که با توجه به اعمال نرخ خطا در سیستم، همانند واقعیت حتی در حالت استفاده از سرور اختصاصی نیز، دقت سیستم برابر ۱۰۰ درصد نخواهد بود.

در هر مرحله از شبیه‌سازی، یک پیام از طریق سنسورهای موجود، در این جدول ذخیره می‌گردد. این جدول مکان نصب سنسور، حالت وقوع یا عدم وقوع هشدار، هشدار تولید شده از طریق سیستم، جعلی بودن هشدار و شماره‌ی سنسور را ذخیره می‌کند. جدول(۱) نمونه‌ای از داده‌های تولید شده نمایش داده شده است. در گام بعدی، یک الگوریتم پیام‌های تولید شده را بررسی و بر اساس پارامترهای اصلی، مقادیر دسترس‌پذیری و دقت را محاسبه می‌نماید. در جدول(۳) ، نمونه‌ای از این مقادیر ملاحظه می‌شوند. در بخش بعدی این پژوهش، بر مبنای داده‌های ایجاد شده در این جدول، تأثیر پارامترهای مورد نیاز بر دقت و دسترس‌پذیری سیستم مورد کاوش قرار می‌گیرد.

جدول (۲): تأثیر زمان میان دو ارسال بر دقت و دسترس‌پذیری

مقدار پارامتر	میانگین دسترس پذیری	میانگین دقت
۱۰	۰/۰۱۷۳۲۶۱۶۷	۰/۰۱۵۶۵۳۴۵۴
۲۰	۰/۰۱۷۳۲۶۲	۰/۰۱۵۶۷۱۳۰۷
۴۰	۰/۰۱۷۳۲۶۲	۰/۰۱۵۶۶۶۴۸۵
۸۰	۰/۰۱۷۳۲۶۲	۰/۰۱۵۵۱۹۵۵۷
۱۶۰	۰/۰۱۷۳۲۶۲	۰/۰۱۵۵۵۷۱۶
۳۲۰	۰/۰۱۷۳۲۶۲	۰/۰۱۵۶۰۰۰۳۸
۶۴۰	۰/۰۱۷۳۴۸۱	۰/۰۱۵۵۲۳۴۹۸
۱۲۸۰	۰/۰۲۷۹۹۰۱	۰/۰۲۵۳۳۷۵۵۶
۲۵۶۰	۰/۰۳۷۰۹۱۱	۰/۰۳۳۴۷۰۴۱۸
۵۱۲۰	۰/۰۵۱۷۰۹۱	۰/۰۴۶۴۶۰۱۹۶
۱۰۲۴۰	۰/۰۵۱۶۶۴۳	۰/۰۴۶۶۲۸۵۷۳
۲۰۴۸۰	۰/۰۵۱۶۹۲	۰/۰۴۶۶۵۰۳۶۸
۴۰۹۶۰	۰/۰۵۱۶۶۴۳	۰/۰۴۶۵۰۴۷۸۲

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی پارامترهای مؤثر بر عملکرد سیستم

در این بخش از مقاله، پس از انجام شبیه‌سازی‌های گوناگون با استفاده از پارامترهای مختلف و محاسبه‌ی پارامترهای دقت و دسترس‌پذیری سیستم در هر مرحله، تأثیر پارامترهای ورودی بر نتایج خروجی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

در این آزمایش برای تمام سیستم از یک حساب کاربری شبکه‌ی اجتماعی استفاده شده است و درصورتی‌که برای هر گره از یک حساب کاربری استفاده شود، می‌تواند در افزایش دسترس‌پذیری و دقت مؤثر باشد. در این شبیه‌سازی مقداری خطای حسگر نیز افزوده شده است که به‌صورت کلی میزان خطای سیستم را افزایش می‌دهد، اما تأثیر مستقیم پارامتر اختلاف زمانی میان دو ارسال، بر پارامترهای مذکور قابل مشاهده است.

۳-۲- شبیه‌سازی خطای حسگر

در شبیه‌سازی انجام‌شده، خطای ۱۰ درصد به سیستم تزریق شده است. ازآنجاکه سیستم وظیفه‌ی تشخیص حالت هشدار را بر عهده دارد، این خطابه این معنی است که به‌صورت متوسط از هر ۱۰ پیام اعلام هشدار، یک پیام دارای مقدار حقیقی نیست و مقدار آن مخالف مقدار واقعی است. ازاین‌رو، در مقدار پارامتر دقت، کاهش کلی را خواهیم داشت. زیرا پارامتر دقت مبتنی بر مقدار حقیقی شرایط و مقدار نهایی دریافت شده از طریق کاربر نهایی پس از ارسال داده به سرور و دریافت نتیجه از آن است.

شرایط دیگری که می‌تواند به ایجاد و افزایش خطا و کاهش دقت سیستم لحاظ شود، شرایطی است که سیستم در حالت هشدار قرار دارد ولی به دلیل رسیدن به حد انتهای مقدار پذیرش درخواست، در یک بازه‌ی زمانی از طریق سرور، این هشدار به سرور ارسال نمی‌شود. به همین دلیل سرور به‌صورت پیش‌فرض حالت غیرهشدار را در نظر می‌گیرد و کاربر نهایی هشدار موردنظر را دریافت نمی‌کند. در این حالت به دلیل اینکه که در واقعیت هشدار صورت گرفته است ولی در انتهای مسیر هشدار دریافت نشده است، یک بی‌دقتی برای سیستم ثبت می‌گردد. پس می‌توان نتیجه گرفت که در صورت افزایش میزان دسترس‌پذیری سیستم، انتظار بر این است که میزان دقت نیز افزایش یابد.

۳-۲- بررسی تأثیر پارامتر زمان میان ارسال دو درخواست به سرور

نرخ اسکن، مدت‌زمان میان دو ارسال متوالی داده به شبکه‌ی اجتماعی است. ازاین‌رو هر چه این مقدار کمتر باشد، میزان ارسال داده به شبکه‌ی اجتماعی بیشتر است و در پی آن، در مدت‌زمان کمتری به میزان محدودیت شبکه‌ی اجتماعی خواهیم رسید. شکل (۷) نشانگر تأثیر پارامتر مقدار اسکن بر دسترس‌پذیری و دقت سیستم است.

جدول (۳): نمونه رکوردهای تولید شده دقت و دسترس پذیری بر اساس پارامترهای شبیه سازی

دسترس‌پذیری	دقت	فاصله‌ی اسکن	تعداد تکرار	نرخ خطا	محدودیت در ساعت	عرض	طول	F	p	سریال
۰/۹۹۸۰۰۰۰۲۵۷۴۹۲	۰/۸۹۳۹۹۹۹۹۳۸	۱۶۰	۵	۱۰	۵۰۰	۱۰	۱۰	۵	۵۰۰	۱
۰/۹۹۸۰۰۰۰۲۵۷۴۹۲	۰/۸۹۹۹۹۹۹۷۶۱	۳۲۰	۵	۱۰	۵۰۰	۱۰	۱۰	۵	۵۰۰	۲
۰/۹۹۸۰۰۰۰۲۵۷۴۹۲	۰/۸۸۹۹۹۹۹۸۵۶۹	۶۴۰	۵	۱۰	۵۰۰	۱۰	۱۰	۵	۵۰۰	۳
۱	۰/۹۰۷۹۹۹۹۹۲۳۷	۱۲۸۰	۵	۱۰	۵۰۰	۱۰	۱۰	۵	۵۰۰	۴

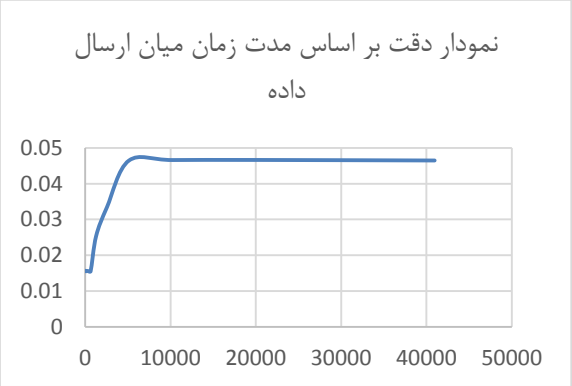
پارامترهای محدودیت در ساعت اعمال‌شده در سیستم برابر با مقادیر ۱۰۰و۲۰۰و۵۰۰ درخواست در ساعت است. این مقادیر به‌صورت مساوی داده‌های آزمایش را تشکیل داده‌اند؛ بنابراین همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود، هنگامی‌که فاصله‌ی میان دو ارسال زیاد باشد.

میزان دقت و دسترس‌پذیری سیستم زیاد است به ترتیب ۴۶و ۵۱ درصد و با کاهش فاصله‌ی زمانی میان دو ارسال این مقادیر به ۱۵ و ۱۷ درصد کاهش می‌یابند.

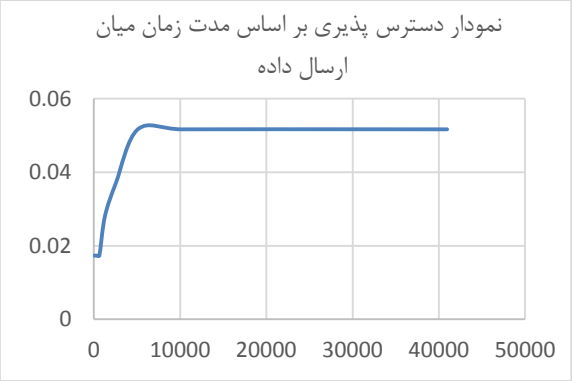
در این بخش از تحقیق، تأثیر فاصله‌ی زمانی میان دو ارسال بر دقت و دسترس‌پذیری سیستم، به‌ازای مقادیر مختلف پذیرش درخواست در ساعت از طریق سرور شبکه‌های اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌گونه که شکل(۸) مشاهده می‌گردد، به‌ازای مقدار ۱۰۰ برای پارامتر محدودیت، نمودارهای دقت و دسترس‌پذیری مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

در نمودار دقت، پس از عبور از مقدار ۵۰۰۰ تقریباً مقدار دسترس‌پذیری و تأثیر پارامتر محدودیت بر داده‌ها از بین می‌رود و به‌ازای مقادیر بالاتر از آن تأثیر محسوسی بر نتایج ندارند. این مقدار برای اندازه‌های متفاوت شبکه‌ها تولید شده است.

برای نمودار دسترس‌پذیری سیستم نیز پس از مقدار ۵۰۰۰ روند ثابتی برای این پارامتر مشاهده می‌گردد. ازاین‌رو به نظر می‌آید در صورت استفاده از میانگین بیش‌ازحد آستانه، سیستم دارای بازده مناسبی برای پیاده‌سازی و این تأثیر قابل‌چشم‌پوشی است.



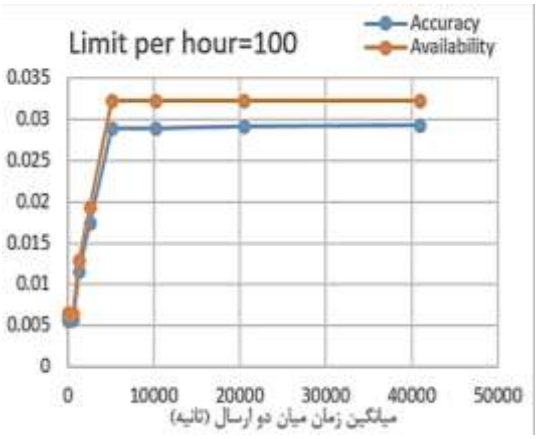
(الف)



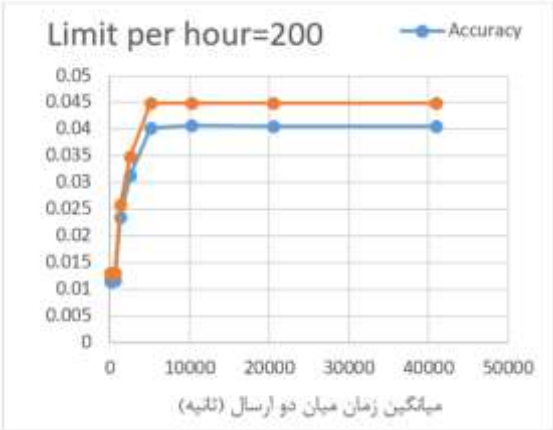
(ب)

شکل (۷): نمودار زمان میان ارسال‌ها بر الف) دقت ب) دسترس‌پذیری

البته این حد آستانه، مشخصات به ازای مقادیر مختلف ورودی به شبیه‌ساز متفاوت بوده، اما نشانگر رفتار مناسب در صورت استفاده از حد آستانه مطمئن برای سیستم است و تأثیر آن در صورت رعایت این شرط محدودیتی برای پروژه‌ها ایجاد نخواهد کرد. در شکل(۹) به‌ازای مقدار دویست و شکل(۱۰) نیز به ازای مقدار پانصد، برای مقادیر محدودیت، نمودارهای دقت و دسترس‌پذیری ارائه شده است.



شکل (۸): نمودار دقت - دسترس‌پذیری بر زمان میان ارسال‌ها (محدودیت ارسال ۱۰۰ درخواست در ساعت)



شکل (۹)- نمودار دقت - دسترس‌پذیری بر زمان میان ارسال‌ها (محدودیت ارسال ۲۰۰ درخواست در ساعت)

شکل (۱۰): نمودار دقت - دسترس‌پذیری بر زمان میان ارسال‌ها (محدودیت ارسال ۵۰۰ درخواست در ساعت)

۳-۳- بررسی تأثیر پارامتر محدودیت پذیرش درخواست/ساعت از طریق شبکه‌ی اجتماعی

در شبیه‌سازی صورت گرفته در این پژوهش، پارامتر محدودیت پذیرش درخواست در ساعت از طریق شبکه‌های اجتماعی به مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۵۰۰ درخواست در ساعت تقسیم شده است که نماینده‌ی شبکه‌های اجتماعی معروف در این زمینه است. تأثیر این پارامتر در میزان دسترس‌پذیری و دقت تأثیری مستقیم است که در جدول (۴) قابل مشاهده است.

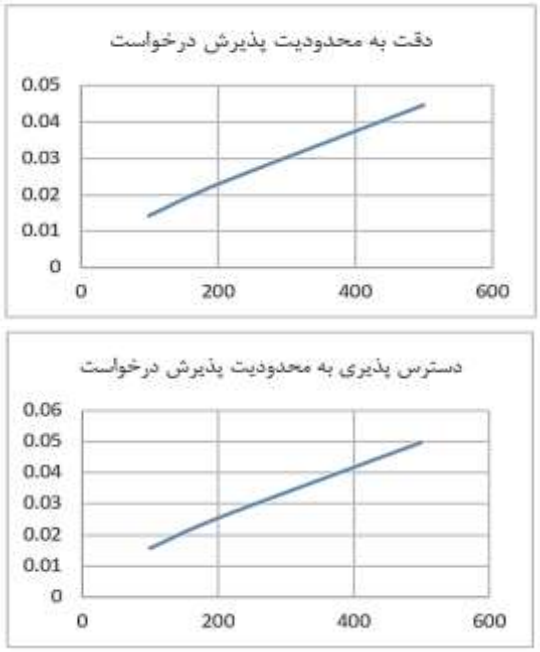
این پارامتر هنگامی که سرور تنها ۱۰۰ درخواست در ساعت را پذیرش می‌کند، میانگین ۱/۵ درصد دسترسی‌پذیری و ۱/۴ درصد دقت سیستم را در پی خواهد داشت. با توجه به اینکه بازه‌ی نرخ اسکن متفاوتی برای شبیه‌سازی استفاده شده است که حجم بیشتر آن‌ها مقادیر بالا است به همین دلیل در مجموع میانگین دسترس‌پذیری و دقت سیستم زیر ۵ درصد است. اگر این روند را برای مقادیر کمتر تکرار کنیم، آنگاه میانگین دسترس‌پذیری و دقت افزایش خواهد یافت.

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، با افزایش مقدار محدودیت میانگین دسترس‌پذیری و دقت حدود سه برابر بهبود می‌یابد. بررسی تأثیر محدودیت دریافت داده در ساعت مبتنی بر فاصله میان دو ارسال متوالی، برای محدودیت‌های ۱۰۰ ۲۰۰ و ۵۰۰ مقادیر پارامترهای دقت و دسترس‌پذیری محاسبه شده است.

جدول (۴): تأثیر محدودیت پذیرش درخواست در ساعت

مقدار پارامتر	میانگین دسترس‌پذیری	میانگین دقت
۱۰۰	۰/۰۱۵۸۴۷۱۹۶	۰/۰۱۴۳۰۶۸۷
۲۰۰	۰/۰۲۵۴۵۷۵۰۳	۰/۰۲۲۹۳۱۸۲
۵۰۰	۰/۰۴۹۶۰۸۰۶۴	۰/۰۴۴۶۸۴۱۳

پارامتر نرخ اسکن برای استفاده در این شبیه‌سازی مقادیر متفاوت است که از مقدار ۱۰ شروع شده و تا ۴۰۹۶۰ ادامه پیداکرده است. این گستره‌ی نرخ‌های متفاوت شبیه‌سازی در بخش نرخ اسکن می‌تواند شاهدی بر استفاده از این روش در پروژه‌هایی با گستره‌ی متفاوت صورت پذیرد.

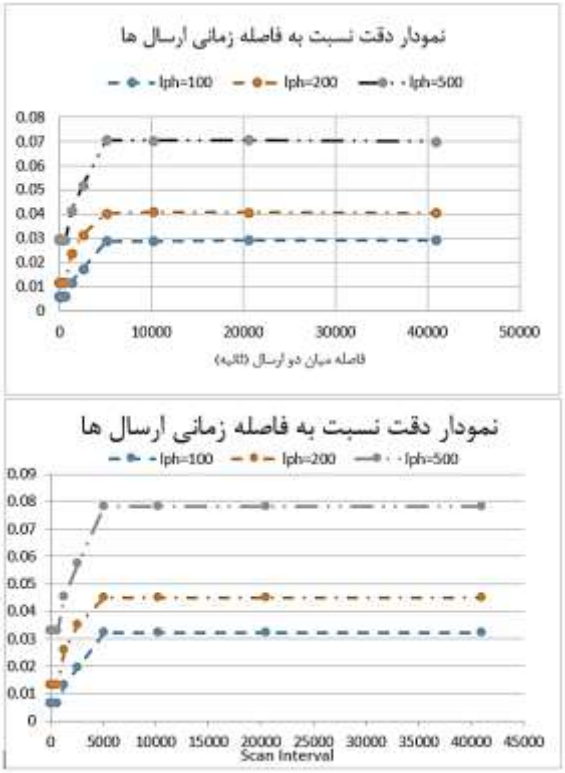


شکل (۱۱): دسترس‌پذیری و دقت به محدودیت درخواست در ساعت

به‌عنوان‌مثال، نمونه‌برداری در شبکه‌های نصب‌شده بر روی مزارع کشاورزی با استفاده از استاندارد MQTT بر شبکه‌ی بردبلند LoRA معمولاً به‌گونه‌ای تنظیم می‌گردد که درصد اشغال شبکه برای هر دستگاه[1] هوشمند، حدود یک درصد باشد.

به‌عنوان مثالی دیگر، در مدلی که توسط یک سیستم با پهنای باند بالا و اتصال مستقیم میان فرستنده و گیرنده، جهت ارسال داده‌های پایش تصویری به کار گرفته می‌شود، این مدل ارسال داده و شبکه ارتباطی آن، به عنوان یک مدل ارتباطی قابل اعتماد در نظر گرفته می‌شود.

رکوردهای دارای فاصله زمانی میان دو ارسال بالا در این شبیه‌سازی به معنای ارسال داده‌های کم در یک پنجره‌ی زمانی است که برای مباحث پایش سامانه‌های غیرحساس مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم غیرحساس در این مقوله، سامانه‌ای است که برای پایش آن‌ها نیاز به پایش[2] لحظه‌ای نیست و می‌توان میان دو پایش بافاصله زمانی طولانی‌تر سیستم را مدیریت نمود.



شکل (۱۲): نمودار دقت/ دسترس‌پذیری نسبت به فاصله‌ی زمانی ارسال‌ها و محدودیت درخواست

رکوردهای دارای نرخ اسکن پایین، رکوردهایی هستند که فاصله‌ی زمانی میان دو اسکن آن‌ها بسیار کم و بیشتر شبیه سامانه‌هایی با جریان[3] پیوسته‌ی داده است. ازاین‌رو همان‌گونه که انتظار می‌رود این سامانه‌ها تعداد داده ارسالی آن‌ها در یک پنجره‌ی زمانی زیاد است و سبب رسیدن به حد بالای محدودیت ارسال در ساعت می‌شود و سیستم سریع‌تر از دسترس خارج می‌گردد.

ازاین‌رو برای رفع این مشکل راهکارهای متفاوتی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

یکی از این راهکارها استفاده نکردن از تمام ظرفیت پنجره‌ی

[1] Device

[2] Monitoring
[3] Stream

زمـانی و ذخیـره چنـد درصـد از ظرفیـت پنجـره بـرای ارسـال هشدارهای مهم و حیاتی سیستم است. به‌عنوان مثال هنگامی‌کـه ظرفیت ارسال داده ۵۰۰ عدد در ساعت است، می‌توان ۲۰ عدد از ظرفیت این محدودیت را نگهداری کرد و در صورت وقـوع اتفـاق اضطراری، تنها این نوع از هشدارها را به شـبکه ارسـال نمـود. در نظر داشته باشـید کـه ایـن محـدودیت‌هـا بـه سـبب اسـتفاده از زیرساخت رایگان در بخش سرور و کاهش هزینه‌ی کلی سیسـتم قابل توجیه است.

راهکار دیگر افـزایش ظرفیـت محـدودیت ارسـال داده‌هـا بـا استفاده از چندین حساب کاربری برای یک دستگاه است. هرچند این روش سبب افزایش پیچیدگی و هزینه‌ی پیاده‌سازی سیسـتم می‌گردد، اما اگر هزینه‌ی طراحی و توسعه آن نسبت به هزینـه‌ی خرید و نگهداری سرور مقرون‌به‌صرفه باشد، بدیهی است که روش ارزش پیاده‌سازی را خواهد داشت.

جدول (۵): اندازه‌ی شبکه نسبت به دسترس‌پذیری و دقت

پارامتر	مقدار پارامتر	میانگین دسترسی‌پذیری	میانگین دقت
۱۰*۱۰	۱۰۰	۰/۷۱۵۳۸۴۶۲۱	۰/۶۴۴۸۹۷۴
۱۰۰*۱۰۰	۱۰۰۰۰	۰/۰۱۳۰۷۸۹۷۴	۰/۰۱۱۷۸۹۷
۲۰۰*۲۰۰	۴۰۰۰۰	۰/۰۰۳۲۶۹۷۴۴	۰/۰۰۲۹۳۷۹
۳۰۰*۳۰۰	۹۰۰۰۰	۰/۰۰۱۴۵۳۲۱۹	۰/۰۰۱۳۰۷۹
۴۰۰*۴۰۰	۱۶۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸۴۲۹۸۱	۰/۰۰۰۷۵۹۳
۵۰۰*۵۰۰	۲۵۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۸۵۳۵۴	۰/۰۰۰۴۳۷۶

۴-۳- تأثیر پارامترهای p,f

الگوریتم آتش‌سوزی جنگل در ریاضیات کاربردی الگوریتمی است که برای نمایش سامانه‌های دینامیک که دارای خودسازمان‌دهـی حیاتی است مورداستفاده قرار می‌گیرد. پارامترهای مـؤثر در ایـن الگوریتم پارامترهای p و f است. در این مـدل هـر خانـه بـا یـک درخت پر می‌شود. احتمال پر شـدن یـک سـلول خـالی بـا یـک درخت، برابر با f است. در حالت عادی در صـورت اینکـه درخـت موجود در خانه موردنظر وجود داشته باشد بـه دو حالـت امکـان آتش گرفتن آن وجود دارد. اول درصورتی‌که یکی از همسایه‌هـای این درخت آتش‌گرفته باشد، آن درخت خط آتش خواهد گرفـت. در حالت دیگر درصورتی‌که درخت، حتی دارای هـیچ همسـایه‌ای که در حالت آتش قرار دارند نباشد نیـز بـا احتمـال p بـه‌صـورت خودجوش آتش خواهد گرفت.

ازایـن‌رو تـأثیر پـارامتر p/f یکـی از پارامترهـای مهـم در شبیه‌سازی مدل‌ها بر اساس الگوریتم آتش‌سـوزی جنگـل اسـت. پارامتر p که به معنای پر کردن خانه‌های خالی از طریـق درخـت است. در این بخش از پژوهش، به بررسـی تـأثیر ایـن پـارامتر بـر مفهوم کلی سیستم پرداخته خواهد شد. هرچقـدر پـارامتر رشـد بیشتر باشد به این مفهوم است که چگـالی درخـت در جنگـل در سطح واحد افزایش خواهد یافت. پس بـا زیادشـدن ایـن پـارامتر تعداد درختان بیشتری در جنگل وجود خواهد داشت.

این پارامتر را می‌توان به سامانه‌های دارای حسگر شبکه‌های اینترنت اشیاء نگاشت نمـود. یعنـی هنگـامی‌کـه پـارامتر رشـد را افزایش دهیم بـدین مفهـوم اسـت کـه تعـداد زیـادی حسـگر در شبکه‌ی اینترنت اشیاء وجود دارد. این حسگرها می‌توانند به یـک نظارت‌کننده بر واقعه نگاشت شوند. به‌عنوان‌مثال تشـخیص یـک هشدار سامانه‌ای کـه از طریـق یـک حسـگر مـورد بررسـی واقـع می‌شود.

پارامتر f که به معنای احتمال آتش‌سوزی یا وقوع اتفاق است نیز پارامتر دیگری است که مورد بررسی واقـع خواهـد شـد. ایـن پارامتر به معنای احتمال وقوع یک هشـدار یـا اتفـاق در سیسـتم است. با افزایش پارامتر f، احتمال به وقوع پیوستن اتفاق که منجر به ایجاد هشدار در سامانه می‌شود، افزایش می‌یابد.

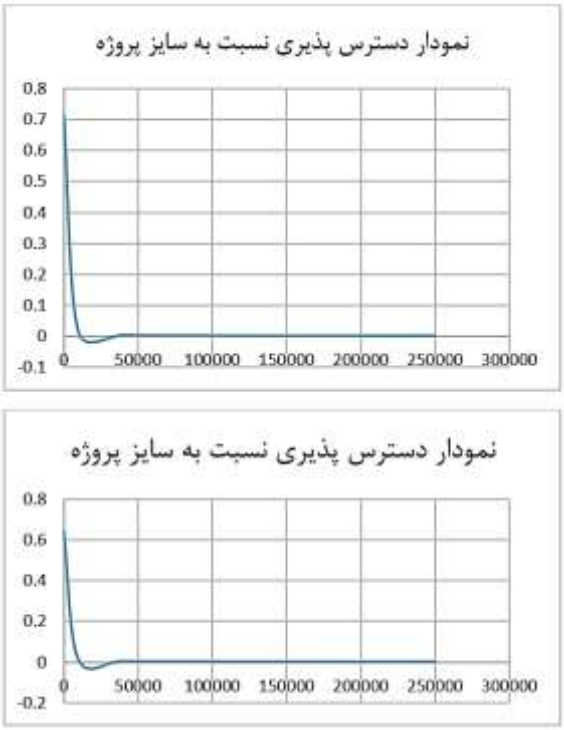
همان‌گونه که مشخص است باید مقدار پارامتر p بسیار بیشتر از مقدار پارامتر f باشد. زیرا باید کاندیداهای وقوع هشـدار وجـود داشـته باشـند کـه بتـوان هشـدار را ایجـاد نمـود. ضـمناً زمـان شبیه‌سازی T_{smax} می‌بایست بسـیار بیشـتر از مقـدار p باشـد کـه احتمال ایجاد موقعیت و سپس وقوع حالت هشـدار انجـام گیـرد. ازاین‌رو در فرمول ۱ نیز این شرایط نمایش داده شده است.

$$f \ll p \ll T_{smax} \qquad (۱)$$

همان‌گونه که صحبت شـد افـزایش پـارامتر p/f، بـدین معنـا است که نسبت به وقایع به جامعه‌ی هـدف نسـبت کوچـک‌تـری است. زیرا مقدارf که احتمال وقوع حادثـه اسـت در مخـرج کسـر قرار دارد و با افزایش احتمـال وقـوع حادثـه نسـبت بـه افـزایش جمعیت این مقدار کوچک‌تـر مـی‌شـود. در شـبیه‌سـازی صـورت گرفتـه مقـدار p/f در دو حالـت ۱۰۰ و ۲۵۰ مـورد بررسـی قـرار گرفته است.

با توجه به توضیحات ارائه‌شده انتظار داریم که در حالتی کـه مقدار پارامتر بر روی ۱۰۰ باشد، تعداد هشدارها بیشتر و تـأثیری بر دقت و دسترس‌پذیری سیستم داشته باشیم. برای مقدار ۲۵۰، تعـداد هشـدارها کمتـر اسـت و درنتیجـه سیسـتم بایـد دقـت و

دسترس‌پذیری بالاتری را از خود نمایش دهد.



شکل (۱۳): نمودار دسترس‌پذیری و دقت نسبت به‌اندازه‌ی پروژه

ولی برخلاف آنچه انتظار داریم، در شکل (۱۴) مشاهده می‌گردد که با تغییر p/f تغییری در حالت دقت و دسترس‌پذیری صورت نگرفته است. دلیل این بی‌تأثیری این است که تأثیر دقت و دسترس‌پذیری در این روش شبیه‌سازی‌شده، برای تمام حالات وقوع اتفاق و یا حتی عدم وقوع اتفاق در نرخ زمانی موردنظر داده‌ها را به سرور ارسال می‌کند و سپس سرور، با رسیدن به مقدار محدودیت پذیرش درخواست در ساعت، از پذیرش درخواست‌های جدید جلوگیری می‌نماید.

پس می‌توان نتیجه گرفت، وقوع یا عدم وقوع اتفاق تأثیری بر داده‌های ارسالی در ساعت نداشته و نمی‌تواند تأثیری در دسترس‌پذیری و دقت سیستم ایجاد نماید. پس‌ازاین رو نتیجه می‌گیریم که درصورتی‌که ارسال تمام حالات حسگرها در بازه‌ی زمانی خاص به سمت سرور صورت گیرد، این پارامتر تأثیری در دقت و دسترس‌پذیری سیستم نخواهد داشت.

البته این نکته نیز واضح است که در صورت اینکه تنها داده‌ها را سیستم در حالت هشدار ارسال کند با توجه به اینکه با کاهش مقدار p/f که به معنای افزایش هشدارها است، (به دلیل وجود f در مخرج کسر) دقت پروژه نیز کاهش خواهد یافت؛ زیرا احتمال از دسترس خارج شدن سرور در زمانی که تعداد هشدارها زیاد باشد نسبت به زمانی که تعداد کمتری هشدار اتفاق بیفتد، سبب از دسترس خارج شدن امکان اتصال به سرور به دلیل افزایش پست‌های ناشی از وقوع هشدار و رسیدن به حد محدودیت پذیرش درخواست از سمت شبکه‌ی اجتماعی می‌گردد.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۴-۱- پیشنهادهای آینده

با توجه به مسائل مطرح‌شده در بخش قبلی پژوهش، به‌صورت کلی می‌توان نتیجه گرفت که درصورتی‌که نیاز به کاهش هزینه‌ی پروژه و یا گسترش ابعاد پروژه‌ای با هزینه‌ی ثابت مدنظر باشد، درنتیجه می‌بایست راهکارهایی را جهت کاهش این هزینه پیشنهاد نمود. یکی از این راهکارها کاهش هزینه‌ی نگهداری اطلاعات در سرور است. روش پیشنهادی در این مقاله استفاده از زیرساخت شبکه‌های اجتماعی موجود جهت کاهش این هزینه است.

شکل (۱۴): نمودار دقت به‌اندازه‌ی پروژه بر اساس مقادیر مختلف p/f

ازاین‌رو با توجه به تحلیل‌های ارائه‌شده، درصورتی‌که بتوان مبتنی بر محدودیت رابط برنامه‌نویسی کاربردی شبکه‌های اجتماعی، تنظیماتی را انجام داد، امکان استفاده از روش پیشنهادی جهت پیاده‌سازی پروژه‌های اینترنت اشیاء با زیرساخت شبکه‌های اجتماعی موجود در بسیاری از موارد قابل انجام است.

یکی از مهم‌ترین مواردی که می‌بایست در این تنظیمات موردنظر قرار گیرد در گام اول طبیعت پروژه است. اگر نسبت ورود گره‌ها[1] به پروژه نسبت به وقوع اتفاقات کم باشد، همانند زمانی است که پارامتر p/f زیاد باشد. در این شرایط طراحی شبکه می‌بایست به‌گونه‌ای تنظیم گردد که با تمرکز بر ارسال هشدارها و افزایش فاصله میان ارسال‌های غیرضروری برمبنای محدودیت پذیرش درخواست در ساعت رابط برنامه‌نویسی کاربردی شبکه‌های اجتماعی متناسب باشد، به‌راحتی می‌توان با استفاده از روش پیشنهادی هزینه‌ی کلی پروژه‌های اینترنت اشیاء را کاهش داد.

در صورت نیاز به استفاده در حالتی که شبکه به‌صورت مداوم داده‌ها را به شبکه‌ی اجتماعی ارسال می‌کند، استفاده از این روش می‌بایست به‌گونه‌ای باشد که کمترین مقدار رسیدن به حد بالای

[1] Nodes

محدودیت در ساعت را داشته باشد. این کار می‌تواند با افزایش حساب کاربری‌های مورداستفاده در شبکه، و افزایش میان ارسال‌های متوالی انجام گیرد.

اما در حالتی که تنها وقوع هشدارها به شبکه ارسال شوند، این روش بسیار مناسب خواهد بود زیرا تعداد داده های ارسالی در ساعت کاهش‌یافته و احتمال رسیدن به حد بالای محدودیت پذیرش درخواست در ساعت، در شبکه‌های اجتماعی به‌شدت کاهش می‌یابد.

به‌صورت کلی در یک جمله می‌توان گفت که با اعمال برخی از محدودیت‌ها که در بسیاری از پروژه‌ها تأثیر محسوسی بر روند عملکرد سرویس دهی پروژه ندارند، با حذف هزینه‌ی سرور نگهداری داده‌ها و به‌کارگیری از شبکه‌های اجتماعی عمومی می‌توان این روش را پیاده‌سازی نمود و در هزینه‌های پروژه کاهش قابل‌ملاحظه‌ای اعمال نمود.

۲-۴- پیشنهادهای آینده

با توجه به اینکه این پیشنهاد و شبیه سازی ایجادشده در گام اول است، بنابراین می‌توان جهت بهبود کیفیت این پژوهش در بخش‌های گوناگونی پیشنهادهایی را ارائه داد.

جهت شبیه‌سازی زیرساخت موردنظر، می‌توان از سایر الگوریتم‌هایی که مدل سیستم را شبیه‌سازی می‌کنند استفاده نمود. روش مورداستفاده بستگی زیادی به رفتار جامعه‌ی هدف دارد. به‌عنوان‌مثال استفاده از روش‌های توزیع آماری همانند توزیع آماری دودویی و سایر روش‌های مرسوم در مدل‌سازی سامانه‌ها.

جهت استفاده از حسگرهای گوناگون می‌توان مدل خطاهای موجود را نسبت به مستندات موجود در سامانه‌های اتکاپذیر که می‌توانند به‌صورت آماری پیش‌بینی خرابی سیستم را مدل کنند مورداستفاده قرارداد. به‌عنوان نمونه می‌توان شبکه‌های موردنظر را بر اساس مدل مخفی مارکوف گسسته مدل‌سازی کرد و مورد تحلیل قرارداد. روش دیگری نیز که برای قابلیت اطمینان و خطای سیستم موردبررسی قرار می‌گیرد استفاده از شبکه‌های پتری‌نت برای تحلیل روند اطمینان‌پذیری سیستم است.

در بخش استفاده از هوش مصنوعی جهت رسیدن به بهینه‌ترین مقدار برای پارامترهای ورودی سیستم نسبت به نتایج هزینه و دقت و دسترس‌پذیری سیستم است. همانند تعیین مقادیر فاصله میان دو ارسال، اندازه‌ی شبکه، محدودیت پذیرش درخواست در ساعت از طریق شبکه‌های اجتماعی و کاهش هزینه‌ی موردقبول نسبت به میزان دقت و دسترس‌پذیری موردنیاز که می‌توان از طریق الگوریتم‌های تکاملی به مقادیر مناسب نسبت به شرایط دست یافت.

۵- مراجع

[1] J. Pashaei Barbin, S. Yousefi, and B. Masoumi, “Navigation in the social internet-of-things (SIoT) for discovering the influential service-providers using distributed learning automata,” J. Supercomput., pp. 1–28, Mar. 2021.

[2] M. Aynehband, M. Hosseinzadeh, H. Zarrabi, and S. Gorgin, “Accuracy and availability modeling of social networks for Internet of Things event detection applications,” Wirel. Networks, vol. 25, no. 7, 2019.

[3] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, and M. Nitti, “The social internet of things (SIoT) - When social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization,” Comput. Networks, vol. 56, no. 16, pp. 3594–3608, 2012.

[4] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “SIoT: Giving a Social Structure to the Internet of Things,” IEEE Commun. Lett., vol. 15, no. 11, pp. 1193–1195, Nov. 2011.

[5] and G. M. L. Atzori, A. Iera, “Making things socialize in the Internet—Does it help our lives?,” Proc. ITU Kaleidosc. Fully Networked Human?—Innovations Futur. Networks Serv., pp. 1–8, 2011.

[6] A. M. Ortiz, D. Hussein, S. Park, S. N. Han, and N. Crespi, “The Cluster Between Internet of Things and Social Networks: Review and Research Challenges,” IEEE Internet Things J., vol. 1, no. 3, pp. 206–215, Jun. 2014.

[7] A. Pintus, D. Carboni, and A. Piras, “PARAIMPU: A platform for a social web of things,” in Proceedings of the 21st international conference companion on World Wide Web - WWW ’12 Companion, 2012, p. 401.

[8] D. Guinard, M. Fischer, and V. Trifa, “Sharing using social networks in a composable Web of Things,” in 2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2010, pp. 702–707.

[9] I. Lequerica, M. Longaron, and P. Ruiz, "Drive and share: efficient provisioning of social networks in vehicular scenarios," IEEE Commun. Mag., vol. 48, no. 11, pp. 90–97, Nov. 2010.

[10] N. Mäkitalo et al., "Social devices: collaborative co-located interactions in a mobile cloud," in Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia - MUM '12, 2012, p. 1.

[11] H. Saberi, M. R. Kangavari, and M. R. H. Ahangar, "Providing an Agent-Based Architecture for Semantic Mining From Large-Scale Data in Distributed Environments," J. Electron. Cyber Def., vol. 8, no. 3, pp. 83–99, 2020. (in persian)

[12] M. Hasan, M. A. Orgun, and R. Schwitter, "A survey on real-time event detection from the Twitter data stream," J. Inf. Sci., no. November 2015, p. 016555151769856, 2017.

[13] M. Shahossein and Aminoallah Mahabadi, "Concurrent Detection of Condense Anomalous Subgraphs in Large Social Networks," Electron. Cyber Def., vol. 9, no. 2, pp. 179–194, 2021.(in persian)

[14] L. Atzori, D. Carboni, and A. Iera, "Smart things in the social loop: Paradigms, technologies, and potentials," Ad Hoc Networks, vol. 18, pp. 121–132, Jul. 2014.

[15] C. Zhang, C. Cheng, and Y. Ji, "Architecture design for social web of things," in Proceedings of the 1st International Workshop on Context Discovery and Data Mining - ContextDD '12, 2012, p. 1.

[16] A. Ciortea, O. Boissier, A. Zimmermann, and A. M. Florea, "Reconsidering the social web of things," in Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication - UbiComp '13 Adjunct, 2013, pp. 1535–1544.

[17] M. Mohammadrezaei, "Detecting Fake Accounts on Social networks using Principal Components Analysis and Algorithm Kernel Density Estimation (A case study on the Twitter social network)," Electron. Cyber Def., 2021. (in persian)

[18] C. L. Henley, "Statics of a 'self-organized' percolation model," Phys. Rev. Lett., vol. 71, no. 17, pp. 2741–2744, Oct. 1993.

[19] J. Chaharlang, M. Mosleh, and S. R. Heikalabad, "Proposing a New and Comprehensive Method for Quantum Representation of Digital Audio Signals," J. Electron. Cyber Def., vol. 8, no. 4, pp. 139–152, 2021.