به نام خدا

تکنیک های تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۱۳۸۴
موسسه آموزش عالی باختر ایلام

ارائه کنندگان

روح اله میرزایی و لیلی عزیزی

استاد راهنما

جناب آقای دکتر مهدی قاسمی

اردیبهشت ماه 1401

فهرست

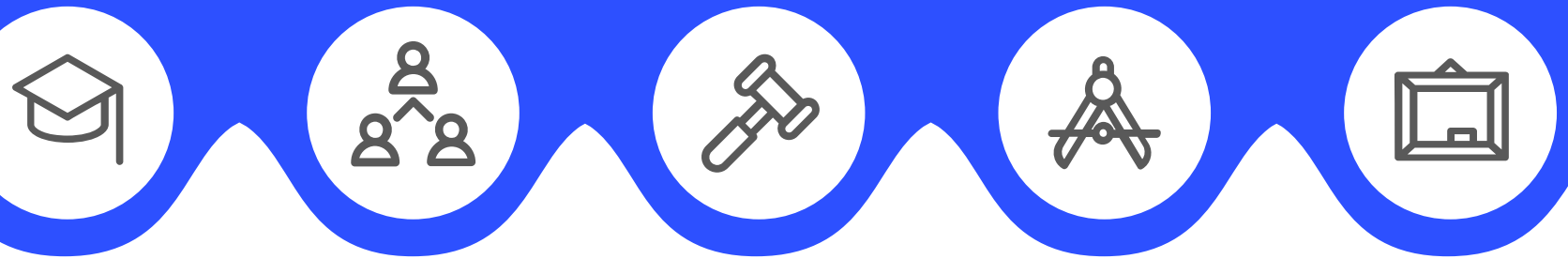
مقدمه

تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

روش های مسیر یابی

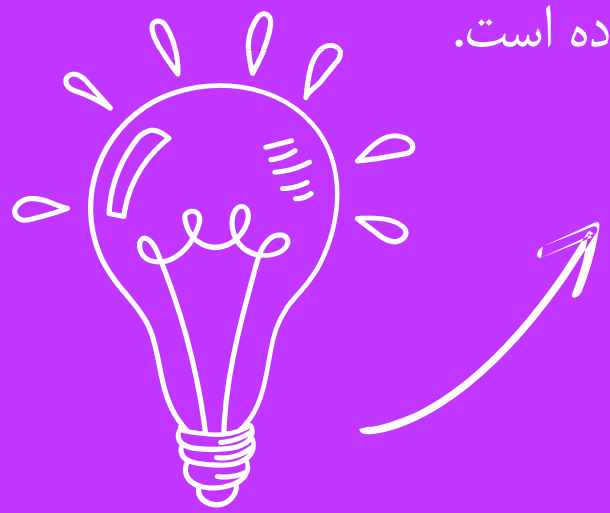
روشهای بهبود امنیت

نتیجه گیری



مقدمه

اینترنت اشیاء، یکی از جدیدترین فنّاوری های قرن است. اینترنت اشیاء، دنیا را مرتبط تـر، هوشمندتر و کارآمدتر کرده است. اینترنت اشیاء، شامل تعداد زیادی از گره های متنوع اسـت. حس گرهای ارزان و حس گرهای ارتباطی بین "اشیاء هوشمند" باعث شـده اسـت کـه داده بیش از هر زمانی تولید شود و اطلاعات این داده ها، محیط را هوشمندترکرده است.



مقدمه

گره ها، با عملیاتی که بر روی داده ها انجام می دهند، با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند. تعدادی از اشیاء، با اینترنت اشیاء به هم متصل می شوند و در نتیجه، نیاز به معماری لایه ای دارند که باید این معماری، انعطاف پذیر باشد. ظرفیت داده، باید به اندازه ای بزرگ باشد که اگر تعداد اشیاء افزایش یابد، تداخل ایجاد نشود. مدیریت اینترنت اشیاء، بسیار پیچیده و مهم است. یکی از مسائل مهم مربوط به افزایش امنیت اینترنت اشیاء، تحمل پذیری خطا و ارتباطات کارآمد است. هنگامی که خطا در یک سیستم پیچیده اتفاق می افتد، اهمیت تحمل پذیری خطا بیشتر آشکار می شود. به همین دلیل در روش پیشنهادی، روشهای تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء مرور می شوند.

مقدمه

با افزایش کاربردهای اینترنت اشیاء IOT انتظار می رود روش های عادی احراز هویت یک مسئله اساسی خواهند بود تا از ایجاد یک بار پردازشی جدی و زیاد به روی سرور پیشگیری شود. هماهنگونه که مشخص شد برخی از وسایل می توانند مشخصات یکسانی از قبیل منطقه ی جغرافیایی یکسان و ویژگی های یکسانی را به اشتراک بگذارند. اینترنت اشیاء یکی از محبوب ترین موضوعات در زمینه های مختلف اعم از دانشگاه یا صنعت است. وسایل در سیستم اینترنت اشیاء، منحصربه فرد می باشند و همیشه مجهز به منبع ذخیره سازی و توان محدود هستند و ظرفیت پردازشی محدودی نیز دارند.

مقدمه

دروازه ها، پیاده سازی می شوند تا وسایل اینترنت اشیاء را به اینترنت متصل نمایند و این وسایل بتوانند با یکدیگر "صحبت" کنند. اینترنت اشیاء، دنیا را مرتبط تر، هوشمندتر و کارآمدتر کرده است. حسگرهای ارزان و حسگرهای بین ارتباطی بین "اشیاء" باعث شده است که داده بیش از هر زمانی تولید شود و اطلاعات این داده ها، محیط را هوشمندتر کرده است. برای مثال، داده می تواند برای تحلیل، جمع آوری شود تا بتوان سرویس ها را برای افراد، شخصی سازی و سفارشی سازی کرد. اینترنت اشیاء، در حال رشد نمایی و انفجاری در تحقیقات و صنعت است.

تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

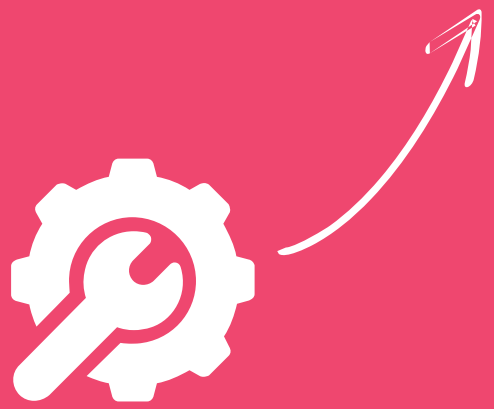
با توجه به وجود چندین شبکه اینترنت اشیاء و فن آوری ها، مدیریت آن بسیار پیچیده است. یکی از مکانیسم ها برای افزایش قابلیت اطمینان، سیستم تحمل پذیری خطا است. تحمل پذیری خطا، پایه و اساس در بهبود قابلیت اطمینان مدیریت سیستم است. مدیریت تحمل پذیری خطا، تضمین می کند که عملکرد کلی سیستم تحت خطا، نقض نشود و سیستم، قادر به عملکرد درست باشد، از این رو نقص به خروجی نهایی منتقل نمی شود. چندین مرحله پیشنهاد شده است تا تحمل شکست در یک سیستم، افزایش یابد: پیش بینی خطا؛ جلوگیری از خطا؛ تشخیص خطا؛ جداسازی خطا و بهبود خطا. هنگامی که خطا در یک سیستم پیچیده اتفاق می افتد، اهمیت تحمل پذیری خطا، بیشتر آشکار می شود.

تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

اگر خطاها اصلاح نشوند و به خروجی منتقل یابند کل سیستم را به سوء عملکرد سوق می دهند؛ بنابراین طراحی و پیاده سازی، باید چنان باشد که ظهور و احتمال خطا پیش بینی شده و مانع از وقوع آن گردد؛ و اگر یک خطا رخ دهد، سیستم باید بتواند به سرعت تشخیص، جداسازی و سپس آن را در مرحله بعدی، بازیابی کند. در هر یک از مراحل، روشها و استراتژی های مختلفی اعمال می شود. منشأ خطاها باید در اولین لایه معماری اینترنت اشیاء تعیین شده باشد، چرا که اگر چنین اتفاقی در لایه احساس نشود، احتمالاً به لایه های بالاتر پخش می شود؛ بنابراین، خطاها در زمان ظهور باید پیش بینی و شناسایی شوند.

تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

رویکرد مشترک، برای دستیابی به تحمل پذیری خطا، موضوعی است که برای چندین سال مورد مطالعه قرارگرفته است و از سه افزونگی مدولار و اکثریت اجماع استفاده می کند؛ بنابراین، می توان هر ماژول نرم افزاری را به عنوان یک دستگاه حالت تکراری با سه نمونه اجرا شده، ساخت که به صورت موازی بر روی سخت افزار مستقل با خروجی که مقدارش از توافق بر اساس اکثریت به دست آمده است، اجرا می شود. این مورد اجازه می دهد که سیستم در خطاهای سخت افزاری یا نرم افزاری زنده بماند.

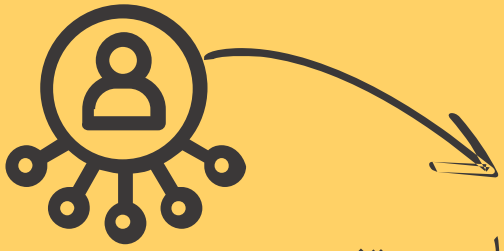


تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

خطا ویژگی ای است که یک سیستم را قادر می سازد که در صورت وقوع اشکال در برخی از اجزای آن همچنان بصورت درست بکار خود ادامه دهد. تعاریف خطا، اشتباه و خرابی میتوانند تفاوتهای بین این مفاهیم را نشان دهند.

- **خطا** : یک نقص فیزیکی یا عدم کارکرد یک مؤلفه سخت افزاری یا نرم افزاری
- **اشتباه** : وجود خطا در یک سیستم است که بطور خاص اشتباه یک انحراف از دقت یا صحت است.
- **تشخیص خطا** : برای تأمین کردن هر ارزیابی اولین مرحله ای که یک سیستم باید انجام دهد شناسایی عملکردهای خطاست.

روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

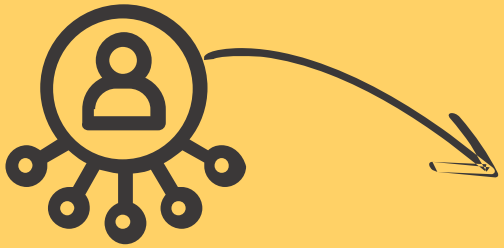


یکی از روشهای مسیریابی کارآمد و تحمل پذیر خطا در اینترنت اشیاء مسیریابی مبتنی بر خوشه است،که معمولاً درشبکه حسگر بیسیم برای انتقال داده استفاده میشود. بر اساس مسیریابی مبتنی بر خوشه، سرخوشه برای انتقال داده های حساس استفاده میشود. پس از شکست یک یا چند سرخوشه، سرخوشه معیوب نمیتواند داده های حس شده گره های حسگر را ارسال کند. در این روش ، از شکل گیری مجازی سرخوشه ومدلسازی نمودار جریان، استفاده می شود تا به طور مؤثر، شکست های سرخوشه را تحمل کنند.

روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

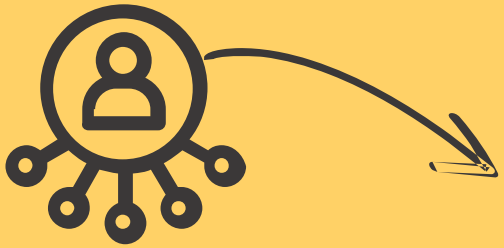
اول، منابع موجود کلیه سرخوشه های عاری از شکست به طور منطقی به عنوان شرکت مجازی سازماندهی میشوند تا بتوانند پشتیبان مشترک کلیه شرکتهای معیوب باشند. سپس، از مدلسازی نمودار جریان برای دستیابی به تحمل پذیری خطا با حداقل مصرف انرژی در کلیه شرکتهای بدون شکست، استفاده شده است. مزیت روش ارائه شده، بهبود مصرف انرژی و تحمل پذیری خطا است. عیب روش ارائه شده، عدم استفاده از روش های جدید جهت کاهش زمان اجرا و خوشه بندی است.

روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء



در روش دیگر ارتباطات تحمل پذیر خطا برای شبکه های اینترنت اشیاء را بررسی می شود.در این روش ، تمایل به طراحی یک پروتکل مبتنی بر تحمل پذیری خطا برای مسیریابی جایگشتی در شبکه های اینترنت اشیاء تک گام، انجام شده است.

روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء



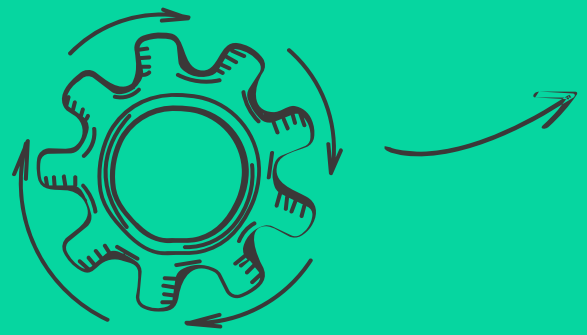
روش دیگر روشی جهت مسیریابی چند مسیره با تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء است. برای تضمین اتصال بین اشیاء و افراد، مسیریابی تحمل پذیری خطا باید در نظر گرفته شود. در روش ارائه شده، یک الگوریتم مسیریابی مبتنی بر بهینه سازی ازدحام ذرات چند هدفه را برای ساخت، بازیابی و انتخاب مسیرها پیشنهاد می شود که ضمن تحقق پارامترهای کیفیت سرویس، تحمل پذیری خطا نیز انجام شود. مزیت روش ارائه شده، به دست آوردن راه حل هایی با کیفیت بالا است.

روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء

روش دیگر رویکرد یادگیری تطبیقی برای مسیریابی تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء است. در روش ارائه شده، پروتکل مسیریابی تحمل پذیر خطا مبتنی بر یادگیری خودکار را پیشنهاد کرده اند که تحویل موفقیت آمیز بسته ها را حتی در صورت وجود خطا بین یک جفت گره منبع و مقصد، تضمین کرده است. از آنجا که این کار مربوط به اینترنت اشیاء است، الگوریتم طراحی شده باید بسیار مقیاس پذیر باشد و قادر به ارائه درجه های بالایی از عملکرد در یک محیط ناهمگن باشد. یادگیری خودکار، این انعطاف پذیری را به الگوریتم داده است تا بتوان از همان استاندارد در شبکه استفاده کرد. مزیت روش ارائه شده، افزایش در بهره وری کلی انرژی شبکه و کاهش در سربار است. عیب روش ارائه شده، افزایش زمان اجرا است.

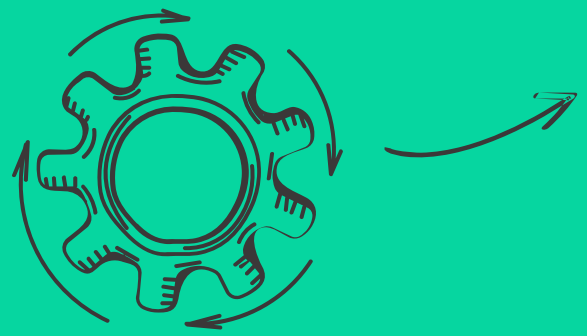
روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

یکی از روش های بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا روشی به نام IoTEF است که برای تحمل پذیری خطای اینترنت اشیاءارائه شده است . هدف روش ارائه شده، پیشنهاد یک معماری جدید اینترنت از معماری IoTEF برای برنامه های اینترنت اشیاء چند خوشه با اقتباس از ابر، بوده است. با استفاده از بستر انتشار به عنوان راه حل تکثیر داده یکپارچه، مسئله تحمل پذیری خطا را برطرف نموده اند. مزیت روش ارائه شده، کاهش تأخیر و بهبود پهنای باند شبکه می باشد. عیب روش ارائه شده، عدم بهبود سخت افزاری و اتصال به شبکه ارتباطی، بوده است.



روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

برای ادغام مکانیسم های امنیتی و تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء نظامی نیز روشی ارائه است که در آن مکانیسم های امنیتی و روشهای تحمل پذیری خطا در کاربردهای نظامی برای مؤثر بودن، باید کاملاً ادغام گردند.

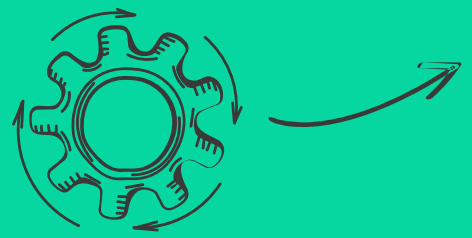


روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

روش مورد بررسی بعدی روش مکانیسم تحمل پذیری خطای قدرتمند برای زیرساخت های اینترنت اشیاء به صورت انعطاف پذیر است. هنگامی که گره شکست میخورد، قابلیت اطمینان را به خطر می اندازد و کل شبکه را در معرض خطر قرار میدهد. برای جلوگیری از آن، پروتکل ها باید مدیریت شبکه را خودکار کنند و تحمل بالایی در برابر خرابی ها (به عنوان مثال، برقی و ارتباطی) فراهم نمایند. با این هدف، این روش ، یک پروتکل ارائه کرده است که به طور خودکار ساختار مبتنی بر گره با دسترسی بالا را برای برنامه های مهم شبکه حسگر بیسیم بر اساس کنترل کننده مدیریت می نماید.

روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

در روش تحمل پذیری خطا برای لبه و ابر پروتکلی ارائه شده است که پردازش را در لبه به منظور به حداقل رساندن تأخیر فاصله فیزیکی و مصرف مقدار کمتری از پهنای باند شبکه انجام می دهد. روش ارائه شده اجازه میدهد محاسبات بین لبه و ابر بدون تغییرات کد، انتقال یابد.

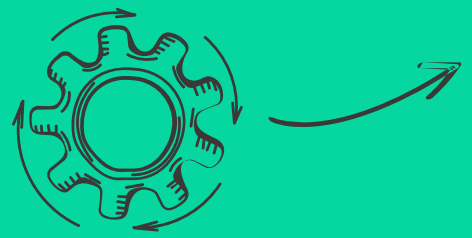


روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

یکی از روش های بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیا مسائل احراز هویت گروهی است. اگر یک دستگاه که عضوگروه است، نتواند از طریق توزیع کننده ی گروه به طور عمد یا ناخواسته احراز هویت شود، آنگاه گروه هویت خود را ازدست می دهد. این از دست رفتن هویت باعث می شود تا احراز هویت کل دیگر دستگاه های موجود در گروه نیز با شکست مواجه شود. برای حل این مسئله در اینترنت اشیاء، یک روش تحمل پذیری خطا برای معماری احراز هویت گروهی معرفی می شود .

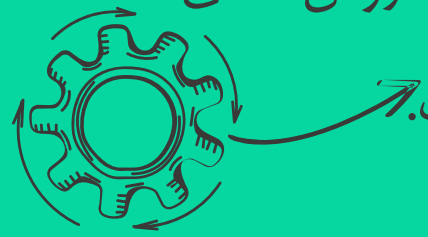
روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

الگوریتم تحمل پذیری خطای پیشنهادی اجازه می دهد تا با وجود وسایل خراب در گروه، بازسازی شناسه برای احراز هویت گروهی صورت پذیرد . در واقع، اگر تعداد کافی از وسایل گروه در دسترس باشند، آنگاه بازسازی شناسه ی گروهی می تواند با استفاده از روش به اشتراک گذاری چندین کلید مخفی بر اساس کدهای اصلاح خطا انجام شود.



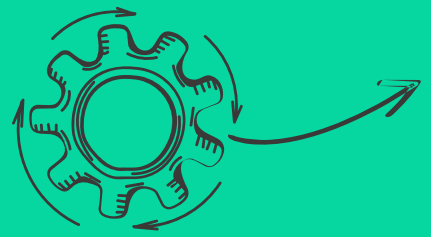
روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

روش بعدی مورد بررسی روش بهبود قابلیت اطمینان بستر اینترنت اشیا مبتنی بار شبکه حسگربی سیم با بکارگیری افزونگی است.در اینجا با تاکید بر ارتباط تنگاتنگ اینترنت اشیاء و شبکه های حساگر بی سیم و اجتناب ناپذیری خطا در شبکه های حسگر، بالا بردن کارایی، با به حداقل رساندن خطا روشهایی پیشنهاد می شود. بیشترین اهمیت تحمل پذیری خطا در شبکه های حسگر بی سیم درون لایه سخت افزاری و لایه ارتباطی یا میانی شبکه است. در روش های متداول جهت مواجه با خطا از مکانیزم های نرم افزاری استفاده می شود، ولی با توجه به محدودیت روش های موجود در اینجا یک معماری نوین شامل افزونگی سخت افزاری پیاده سازی شده است.



روشهای بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء

نتایج شبیه سازی نشان می دهند که با اعمال افزونگی نرم افزاری تنها خطاهای گذرا قابل تشخیص و تصحیح می باشند در حالی که با اعمال افزونگی سخت افزاری خطاهای پایدار نیز قابل تشخیص و تصحیح هستند.



نتیجه گیری

در این ارائه، ضمن معرفی اینترنت اشیاء و برخی از چالش های آن، روشهای تحمل پذیری خطا در اینترنت اشیاء مرور شده اند. روشهای مورد مطالعه، شامل روشهای مسیریابی با هدف افزایش تحمل پذیری خطا و روش های بهبود امنیت و تحمل پذیری خطا در معماری اینترنت اشیاء بوده اند. طبق مطالعات انجام شده، گره های اینترنت اشیاء معمولاً توان کم و توانایی های محاسباتی بالایی دارند. علاوه بر این، گره های اینترنت اشیاء کارهای اصلی برنامه ها را انجام می دهند. پس پروتکل های امنیتی قدیمی می توانند از نظر محاسباتی برای وسایل اینترنت اشیاء توان کم، گران باشند. می توان در پژوهش های آتی با استفاده از منطق فازی روشهایی ارائه کنیم که با دادن یک درجه فازی به گره های اینترنت اشیاء، بتوان گره هایی که دچار عیب شده اند را شناسایی نمود.

نتیجه گیری

با توجه به تعداد رو به افزایش دستگاه های اینترنت اشیا، کوچک سازی، مقیاس پذیری، قابلیت اطمینان و پدیدار شدن تهدیدهای امنیتی جدید در این فناوری، و با توجه به اینکه در اینترنت اشیا نیز مانند سایر فناوری ها، خطا امری غیر قابل اجتناب است ، می توان در اینترنت اشیا، با تمرکز بر روش های تحمل پذیر خطا، با به حداقل رساندن تاثیر خطا و یا روش های اجتناب از بروز خطا، کارایی این فناوری را افزایش داد.

نتیجه گیری

طبق مطالعات انجام شده، گره های اینترنت اشیاء معمولاً توان کم و توانایی های محاسباتی بالایی دارند. علاوه بر این، گره های اینترنت اشیاء کارهای اصلی برنامه ها را انجام میدهند. پس پروتکلهای امنیتی قدیمی میتوانند از نظر محاسباتی برای وسایل اینترنت اشیاء توان کم، گران باشند. در این خصوص می توان با استفاده از منطق فازی روشهایی ارائه کرد که با دادن یک درجه فازی به گره های اینترنت اشیاء، بتوان گره هایی که دچار عیب شده اند را شناسایی نمود.

مراجع

- Wang, K., Shao, Y., Xie, L., Wu, J. and Guo, S., "Adaptive and Fault-tolerant Data Processing in Healthcare IoT Based on Fog Computing". IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 2018.
- Power, A. and Kotonya, G., "A Microservices Architecture for Reactive and Proactive Fault Tolerance in IoT Systems". In 2018 IEEE 19th International Symposium on A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks(WoWMoM) (pp. 588-599). IEEE, 2018.
- Grover, J. and Garimella, R.M., "Reliable and Fault-Tolerant IoT-Edge Architecture". In 2018 IEEE SENSORS (pp. 1-4). IEEE, 2018.
- Duarte, R.P. and Neto, H.C., "Stochastic processors on FPGAs to compute sensor data towards fault-tolerant IoT systems". In 2018 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC) (pp. 1-8). IEEE, 2018.

سپاس فراوان